



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: “APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO ANTICORROSIVO
EN LA AERONAVE MIRAGE M50 EV FAE 1054 DE LA
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE CAMPUS
BELISARIO QUEVEDO”**

AUTOR: HERRERA GUANOPATÍN GALO RODRIGO

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, “**APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO ANTICORROSIVO EN LA AERONAVE MIRAGE M50 EV FAE 1054 DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE CAMPUS BELISARIO QUEVEDO**” realizado por el señor **HERRERA GUANOPATÍN GALO RODRIGO** 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 **HERRERA GUANOPATÍN GALO RODRIGO** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Julio del 2016

Atentamente,

Tlga. Samantha Zabala
DIRECTORA



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

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **HERRERA GUANOPATÍN GALO RODRIGO**, con cédula de identidad N° **050378928-1**, declaro que este trabajo de titulación **“APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO ANTICORROSIVO EN LA AERONAVE MIRAGE M50 EV FAE 1054 DE 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, Julio 2016

HERRERA GUANOPATÍN GALO RODRIGO
C.C. 050378928-1



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

AUTORIZACIÓN

Yo, **HERRERA GUANOPATÍN GALO RODRIGO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO ANTICORROSIVO EN LA AERONAVE MIRAGE M50 EV FAE 1054 DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE CAMPUS BELISARIO QUEVEDO**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, Julio 2016

HERRERA GUANOPATÍN GALO RODRIGO
C.C. 050378928-1

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios y a mis familiares que ya no se encuentran a mi lado por darme la fortaleza espiritual para culminar con éxito uno de mis objetivos, a mis padres Galo Ernesto Herrera y Luz María Guanopatín por apoyarme de todas las maneras posibles, además de darme muchos consejos muy valiosos y encontrarse en los momentos más difíciles de mi vida para lograr un objetivo más en mi vida que comenzó como un sueño que con esfuerzo, dedicación y perseverancia por fin se pudo convertir en realidad.

A mis Hermanas Mónica, Jimena, María, Jenny y Rosana Herrera Guanopatín, además a mi tío Guillermo Herrera y a toda mi familia por brindarme consejos que me han sido de gran ayuda para fortalecerme y no decaer en los objetivos que me he propuesto y al fin se pudo realizar uno de ellos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme vivir junto a una magnífica familia, a mis padres por luchar día a día para que logre obtener un Título profesional que me será de gran utilidad en un futuro, y mis hermanas por apoyarme moralmente para lograr uno de mis objetivos académicos.

A la Unidad de Gestión de Tecnologías (UGT) por permitirme formar parte de esta prestigiosa institución, a mis maestros que día a día dedican su tiempo en brindar sus conocimientos adquiridos a muchos de los estudiantes que formamos parte de la UGT, a la Tecnóloga Emmy Samanta Zabala por el apoyo y consejos para realizar este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRAC	xvi
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	3
1.4 OBJETIVOS:.....	3
1.4.1 General	3
1.4.2 Específicos.....	4
1.5 ALCANCE	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 AERONAVE MIRAGE M50 EV FAE 1054	5
2.2 PROCESO DE PINTURA	5
2.2.1 Decapado de la Aeronave.....	5

2.2.2 Aplicación del Tratamiento Anticorrosivo	6
2.2.3 Aplicación de la Pintura.....	6
2.3 DEFINICIÓN DE CORROSIÓN	7
2.4 CONTROL DE LA CORROSIÓN	7
2.5 ZONAS PROPENSAS A LA CORROSIÓN.....	8
2.5.1 Área de la Tobera de Escape	8
2.5.2 Compartimento de las Ruedas del Tren de Aterrizaje	9
2.5.3 Áreas de Atrapamiento de Agua.....	10
2.5.4 Áreas Externas del Revestimiento	10
2.6 ATAQUES DE LA CORROSIÓN	11
2.6.1 Ataque Químico Directo	12
2.6.2 Ataque Electroquímico	12
2.7 TIPOS DE CORROSIÓN	12
2.7.1 Corrosión Uniforme	12
2.7.2 Corrosión por Picaduras	13
2.7.3 Corrosión Galvánica	13
2.7.4 Corrosión por Exfoliación	14
2.7.5 Corrosión por Desgaste	15
2.7.6 Corrosión Intergranular	15
2.7.7 Corrosión Filiforme.....	16
2.7.8 Corrosión por Esfuerzo	16
2.7.9 Corrosión por Fatiga	17
2.7.10 Corrosión por Hendidura.....	17
2.8 FACTORES QUE AFECTAN A LA AERONAVE.	18
2.8.1 Condiciones Ambientales.....	18
2.8.2 Materiales Extraños.....	18
2.9 TRATAMIENTO ANTICORROSIVO.....	18
2.9.1 Tratamiento Mecánico de la Corrosión	19
2.9.2 Tratamiento Químico de la Corrosión.....	19
2.9.3 Tratamiento de Superficies Anodizadas.....	21
2.10 PRODUCTOS QUÍMICOS USADOS PARA EL TRATAMIENTO ANTICORROSIVO.....	22

2.10.1 Alumiprep	22
2.10.2 Alodine	23
2.10.3 Primer	24
2.11 EQUIPOS	25
2.11.1 Compresor	25
2.11.2 Pistolas para aplicación de Primer	27
2.11.3 Extensión Neumática	29
2.12 HERRAMIENTAS	29
2.12.1 Escalera	29
2.12.2 Destornilladores	30
2.13 MATERIALES	31
2.13.1 Scotch-Brite	31
2.13.2 Franela	31
2.13.3 Liencillo	32
2.13.4 Tack Cloth	32
2.13.5 Agua	33
2.14 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	33
2.14.1 Protección Respiratoria	34
2.14.2 Protección Ocular	34
2.14.3 Guantes de Protección	35
2.14.4 Overol de Protección	36
2.14.5 Protección Auditiva	36
2.14.6 Calzado de Protección	37
CAPÍTULO III	38
DESARROLLO DEL TEMA	38
3.1 PRELIMINARES	38
3.2 MATERIALES Y EQUIPOS EMPLEADOS PARA EL TRATAMIENTO ANTICORROSIVO	39
3.3 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE	40
3.3.1 Razones para la limpieza del Avión Mirage	40
3.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN	42

3.4.1 Enmascarado de la Cúpula, ventanas y luces	42
3.4.2 Enmascarado de Luces.....	42
3.4.3 Enmascarado de Antenas	43
3.4.4 Enmascarado de la Rueda del Tren de Aterrizaje.....	43
3.5 ANTICORROSIVO QUÍMICO PARA LA ELIMINACIÓN DE LA CORROSIÓN.....	44
3.6 RECUBRIMIENTOS QUÍMICOS DE CONVERSIÓN POSTERIORES A LA ELIMINACIÓN DE LA CORROSIÓN.....	46
3.6.1 Método de aplicación a brocha	46
3.7 SUPERFICIES DE FIBRA DE CARBONO O FIBRA DE VIDRIO	50
3.8 IMPRIMACIÓN O APLICACIÓN DEL PRIMER.....	51
3.9 DIAGRAMA DE PROCESOS.....	53
3.10 ESTUDIO ECONÓMICO.....	55
3.11.1 Gastos Primarios	55
3.11.2 Gastos Secundarios.....	55
3.11.3 Gastos Totales.....	56
3.12 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS.....	56
CAPÍTULO IV	68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
4.1 CONCLUSIONES	68
4.2 RECOMENDACIONES.....	69
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Corrosión del avión Mirage M50	7
Figura 2 Área de la tobera de escape de avión Mirage M50.....	8
Figura 3 Área del compartimiento del tren de aterrizaje del avión Mirage M50.....	9
Figura 4 Áreas de atrapamiento de agua del avión Mirage M50.....	10
Figura 5 Áreas externas del revestimiento del avión Mirage M50.....	10
Figura 6 Corrosión uniforme.....	12
Figura 7 Corrosión por picaduras.....	13
Figura 8 Corrosión galvánica	13
Figura 9 Corrosión por exfoliación	14
Figura 10 Corrosión por desgaste.....	15
Figura 11 Corrosión intergranular	15
Figura 12 Corrosión filiforme.....	16
Figura 13 Corrosión por esfuerzo.....	16
Figura 14 Corrosión por fatiga.....	17
Figura 15 Corrosión por hendidura	17
Figura 16 Tratamiento anticorrosivo.....	18
Figura 17 Tratamiento químico de superficie inhibidores.....	20
Figura 18 Tratamiento anticorrosivo de Superficies de Aluminio sin Pintar	21
Figura 19 Superficies Anodizadas.....	21
Figura 20 Alumiprep (Ácido Fosfórico).....	22
Figura 21 Alodine (Ácido Crómico).	23
Figura 22 Primer	24
Figura 23 Porcentajes de mezcla de Primer	24
Figura 24 Avión aplicado Primer	25
Figura 25 Compresor a pistón.....	26
Figura 26 Partes del compresor	27
Figura 27 Pistola de alimentación por succión	27
Figura 28 Pistola de alimentación por gravedad	28
Figura 29 Pistola de aplicación del fondo (Primer).....	28

Figura 30 Extensión neumática.....	29
Figura 31 Escalera.....	29
Figura 32 Destornillador de punta plana	30
Figura 33 Destornillador de punta de estrella	30
Figura 34 Scotch-Brite Café.....	31
Figura 35 Franela.....	31
Figura 36 Liencillo	32
Figura 37 Tack Cloth.....	32
Figura 38 Agua.....	33
Figura 39 Full Face	34
Figura 40 Lentes de seguridad para productos químicos	34
Figura 41 Overol de algodón.....	36
Figura 42 Botas punta de acero	37
Figura 43 Limpieza del fuselaje.....	41
Figura 44 Limpieza de las alas.....	41
Figura 45 Limpieza del tren de aterrizaje	41
Figura 46 Cúpula y ventanas protegidas con papel industrial y cinta adhesiva de enmascarar.....	42
Figura 47 Luces del avión Mirage M50	42
Figura 48 Antena protegidas con papel industrial y cinta adhesiva.....	43
Figura 49 Enmascarado del Tren de aterrizaje auxiliar del avión Mirage...	43
Figura 50 Envase de Alumiprep (Ácido Fosfórico)	44
Figura 51 Materiales y equipo protección personal para aplicar Alumiprep (Ácido Fosfórico).....	44
Figura 52 Material celulosa o abrasivo para aplicación de Alumiprep (Ácido Fosfórico).....	45
Figura 53 Preparación de Alumiprep (Ácido Fosfórico).....	45
Figura 54 Aplicación de Alumiprep (Ácido Fosfórico).....	46
Figura 55 Equipos de protección personal y material para aplicación de Alodine (Ácido Fosfórico).....	47
Figura 56 Aplicación de Alodine fuselaje	48
Figura 57 Superficie previa a la aplicación de Alodine (Ácido Crómico)	48

Figura 58 Superficie aplicada alodine (Ácido Crómico).....	49
Figura 59 Superficie aplicada Alodine (Ácido Crómico)	49
Figura 60 Estructura de material compuesto	50
Figura 61 Pistola de rociado y equipos de protección personal precio a la aplicación de Primer (Fondo).....	51
Figura 62 Envases de Primer barniz y catalizador	51
Figura 63 Proporciones de Primer (Imprimante)	51
Figura 64 Preparación de Primer (Imprimante).....	52
Figura 65 Radome aplicado Primer (Imprimante)	52
Figura 66 Aplicación del Primer (Imprimante) en el ala izquierda	52
Figura 67 Diagrama de Procesos.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Guantes de Protección	35
Tabla 2 Protectores Auditivos.....	37
Tabla 3 Materiales y equipos utilizados para el tratamiento anticorrosivo de la aeronave Mirage M50.	39
Tabla 4 Simbología del Diagrama de Procesos.....	53
Tabla 5 Gastos Primarios	55
Tabla 6 Gastos Secundarios	56
Tabla 7 Gasto Total	56

RESUMEN

El proyecto es acerca del Tratamiento Anticorrosivo estructural en el avión MIRAGE M50 y se enfoca en técnicas, procedimientos anticorrosivos, para que la aeronave tenga protección contra factores que influyen en su deterioro. Para ello se utiliza métodos de aplicación mecánicos o métodos químicos, en los mismos se utiliza productos anticorrosivos que ayudan a preservar el avión en óptimas condiciones antes y después de su pintado. Antes del tratamiento anticorrosivo se realiza el decapado de la pintura de toda la aeronave, después del decapado se hace el procedimiento de tratamiento anticorrosivo debido que se puede observar superficies corroídas del avión, en el método químico primero se aplica el Alumiprep con la ayuda de un material abrasivo (Scotch-Brite). El mismo elimina corrosión, además de limpiar y darle brillo a la piel del avión. Este debe actuar por varios minutos posterior a esto se lo enjuaga con agua de. El Alumiprep se puede aplicar con una brocha, franela, tela o Scotch-Brite, después se aplica Alodine o película de conversión cromada y debe formar una película homogénea protectora anticorrosiva sobre las superficies del avión de color amarillo latón. Este debe actuar por varios minutos y se lo enjuaga con agua, se puede aplicar con una brocha, franela, tela. Culminada la aplicación de Alodine finalmente se aplica Primer o fondo que mantendrá a la estructura de la aeronave en óptimas condiciones antes de aplicar la pintura final. Todos estos procedimientos se hacen con todas los equipos de protección personal.

PALABRAS CLAVES:

- **ALUMIPREP**
- **SCOTCH-BRITE**
- **ALODINE**
- **PAINTBRUSH**
- **PRIMER**

ABSTRAC

This Project is about the Structural Anticorrosive Treatment in the MIRAGE M50 aircraft and it is focused in techniques, anticorrosive procedures, so that the aircraft has protection against factors that influence in its deterioration. It uses methods of applied mechanics or chemical method, in these is utilized products that help to preserve the aircraft in optimum conditions before and after of its paint. Before anticorrosive treatment it uses the paint stripping of all the aircraft. After the stripping the anticorrosive treatment due that is observe corroder surface in the aircraft, in chemical method is applied which the Alumiprep is applied whit the help of an abrasive material (Scotch-Brite). It eliminates corrosion, cleans and gives brilliance to the aircraft skin. It must actuate by various minutes and after is washed with water. The Alumiprep can be applied with a paintbrush, cloth or Scotch-Brite and after Alodine can be applied too which is a film of conversion chrome and must form an anticorrosive homogeneous protector film on the surfaces of the aircraft brass yellow color. This must actuate by various minutes and after it is washed with water. It can be applied with a brush or cloth. Finally Primer is applied that will keep the structure of the aircraft in optimums conditions before applying the final paint. All these procedures are made with personal protective equipment.

KEYWORDS:

- **ALUMIPREP**
- **SCOTCH-BRITE**
- **ALODINE**
- **PAINTBRUSH**
- **PRIMER**

Lcdo. Diego Granja P.
Jefe Secc. Dpto. Lenguas UGT

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

EL TEMA:

“APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO ANTICORROSIVO EN LA AERONAVE MIRAGE M50 EV FAE 1054 DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE CAMPUS BELISARIO QUEVEDO”.

1.1 ANTECEDENTES

La aeronave Mirage M50 EV FAE 1054 de combate que fue donada por parte de la Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE), a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, ya que este avión cumplió su tiempo límite de operación al estar expuesto a diversos factores que perjudican a su conservación para mantenerlo y preservarlo en estado perfecto y así brindar un recurso paisajístico a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Campus Belisario Quevedo con una aeronave en buenas condiciones.

El Señor Cbos. Téc. Avc. Paucar Wilmer, en el año 2012, realizó su trabajo de graduación con el tema: “Elaboración de un CD interactivo de enseñanza del tratamiento anticorrosivo que se encuentra en las aeronaves”. En el cual concluye que: La corrosión de los metales constituye una de las pérdidas económicas más grandes de la civilización moderna, los metales han jugado un papel muy importante en los avances relacionados con la defensa, los procesos químicos, la construcción de aviones, entre otros. Con el proyecto realizado por el Señor Paucar se podrá conocer los tipos de corrosión que se presentan en una aeronave, así como entender el tratamiento anticorrosivo que se debe aplicar.

El Señor Trujillo Diego, en el año 2007, realizó su trabajo de Graduación con el tema: “Realización del proceso de pintado del avión escuela T-33 con matrícula FAE 369”. En el cual concluye: Este proyecto es documentación

importante el cual cuenta con amplia información para conocer el proceso de pintura, y en éste se encontrará información acerca del procedimiento del tratamiento anticorrosivo de las aeronaves. Gracias al proyecto realizado por el Señor Trujillo se podrá conocer la aplicación del procedimiento de pintura así como del tratamiento anticorrosivo que se debe aplicar en el avión.

La aeronave Mirage M50 presenta corrosión en su revestimiento a causa de diversos factores que influyen en su deterioro estructural. La Unidad de Gestión de Tecnologías junto a la carrera Mecánica Aeronáutica ha permitido desarrollar proyectos a sus estudiantes, de modo que se realizará el procedimiento de pintura en el avión Mirage M50, por ende se aplicará el tratamiento anticorrosivo en la misma.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la ciudad de la Latacunga, se encuentra la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las fuerzas Armadas ESPE, que tiene como función principal formar a estudiantes para que sean excelentes profesionales en el ámbito Aeronáutico. Para llevar a cabo todas sus actividades descritas la Unidad de Gestión de Tecnologías cuenta con la infraestructura adecuada y aprobada por la Dirección General de Aviación Civil bajo la Regulación RDAC147 otorgándole su certificación.

El problema en la aeronave aparece debido que al cumplir su tiempo límite de operación la misma se encontraba expuesta a la intemperie donde influyeron distintos factores para la presencia de corrosión y deterioro de su estructura. La aeronave al encontrarse con su pintura en mal estado necesita un procedimiento de pintado en el cual implica la aplicación del tratamiento anticorrosivo con la finalidad de brindar protección anticorrosiva a la estructura del avión con ello se prolongar el estado estructural en óptimas condiciones.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Al aplicar el tratamiento anticorrosivo en la aeronave Mirage M50 EV FAE 1054 se mejorará el estado estructural de la aeronave y las condiciones actuales en las que se encuentra, con ello se cambiara la parte física de la estructura del avión de esta forma se tendrá un recurso material óptimo para la brindar un realce a la Universidad.

Con el Proyecto de la aplicación del Tratamiento Anticorrosivo en la aeronave Mirage M50 dará esplendor a la infraestructura de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Campus Belisario Quevedo, conjuntamente se podrá evidenciar los conocimientos aprendidos acerca de aplicación de Tratamiento Anticorrosivo adquiridos en la Unidad de Gestión de Tecnologías.

El Tratamiento Anticorrosivo que se aplicará en la aeronave Mirage M50 EV FAE 1054 se utilizará para eliminar corrosión existente en la estructura del avión de esta forma quedará protegida ante diversos factores corrosivos que afectan a la aeronave, igualmente a preservar y prolongar el estado estructural de la avión en óptimas condiciones.

1.4 OBJETIVOS:

1.4.1 General

Aplicar el tratamiento anticorrosivo en la aeronave Mirage M50 EV FAE 1054 de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Campus Belisario Quevedo mediante el uso de información técnica, equipos, herramientas y materiales para mejorar la parte estructural del avión.

1.4.2 Específicos

- Analizar información técnica referente al tratamiento anticorrosivo en la aeronave Mirage M50 EV FAE 1054.
- Manejar los equipos, herramientas y materiales necesarios para el tratamiento anticorrosivo en la aeronave Mirage M50 EV FAE 1054.
- Emplear el tratamiento anticorrosivo en la aeronave Mirage M50 EV FAE 1054 para corregir el estado de su estructura.

1.5 ALCANCE

El proyecto tiene como objetivo cumplir el procedimiento del Tratamiento Anticorrosivo de la aeronave Mirage M50 EV FAE 1054 con el uso de equipos, herramientas, materiales, además de detectar cuáles son las condiciones estructurales del avión, para eliminar la corrosión encontrada al realizar el procedimiento del tratamiento anticorrosivo, la realización de este procedimiento en la piel de la aeronave Mirage M50 EV FAE 1054 de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Campus Belisario Quevedo mejorará y ayudará a mantener en perfecto estado la estructura de la aeronave.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 AERONAVE MIRAGE M50 EV FAE 1054

El avión Mirage M50 EV FAE 1054 es una aeronave militar supersónica de combate. El cual posee nuevos sistemas de navegación, control de tiro y ataque, además de cambios en la aerodinámica y la planta motriz. A la aeronave se le agregaron aletas canard justo detrás de la cabina, mejorando con estas las prestaciones de maniobrabilidad de la aeronave. 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. Los Mirage poseen una sonda de reabastecimiento de combustible, lo que les confiere una capacidad ilimitada de vuelo. (DASSAULT AVIATION, 2009)

2.2 PROCESO DE PINTURA

Dentro del entorno productivo y previo la definición y selección del sistema de pintura, definimos el proceso de pintura como el conjunto de operaciones técnicas necesarias para la aplicación de pintura con el propósito de satisfacer y cumplir los requerimientos de calidad, costo, plazo y seguridad fijados previamente. El proceso de pintura conlleva 3 grupos o fases:

- Decapo de la Aeronave.
- Aplicación del Tratamiento Anticorrosivo.
- Aplicación de la Pintura. (LAS PINTURAS, 2010)

2.2.1 Decapado de la Aeronave

El primer paso o fase del proceso de pintura es la preparación de superficies y para el Decapado de pintura de la aeronave el cual se define

como el conjunto de operaciones que tienen por objeto la eliminación de cualquier contaminante que pudiera encontrarse además de la pintura deteriorada en la estructura de la aeronave por medio de técnicas como el chorreado o granallado, lijado, limpieza mediante agua a alta presión, fosfatado, plasma, laser. (LAS PINTURAS, 2010)

2.2.2 Aplicación del Tratamiento Anticorrosivo

El segundo paso o fase para el proceso de pintura es la Aplicación del Tratamiento Anticorrosivo ayuda a la eliminación de corrosión en las superficies tratadas con la aplicación del Alumiprep y también proteger a la estructura de la aeronave con la aplicación del Alodine además favorece la adherencia de las futuras capas de pintura con la aplicación del Primer ya que esta sustancia sirve como anclaje de la pintura en la aeronave. (LAS PINTURAS, 2010)

2.2.3 Aplicación de la Pintura

Como tercera y última fase del proceso de pintura es la aplicación de la misma en la aeronave la cual tendrá una perfecta adherencia y óptimo acabado en su estructura si los procesos y técnicas anteriormente mencionadas fueron realizados acorde a técnicas de procedimientos de aplicación de pintura en la aeronave. (LAS PINTURAS, 2010)

2.3 DEFINICIÓN DE CORROSIÓN



Figura 1 Corrosión del avión Mirage M50

La corrosión es la degradación química o electroquímica de un elemento con el ambiente en la que intervienen dos factores la pieza manufacturada y el ambiente siendo solo característica de los metales los cuales regresan a su estado natural, causa severos daños a los metales en mayor o en menor medida. (GOMPLEWICZ, 1994)

2.4 CONTROL DE LA CORROSIÓN

Muchas estructuras de aviones están hechas de metal, y la forma más insidiosa de daño es la corrosión. Desde el momento en que se fabrica el metal, debe ser protegida de los efectos perjudiciales del entorno que lo rodea. Esta protección puede ser la introducción de ciertos elementos en el metal de base, la creación de una aleación resistente a la corrosión, o la adición de un revestimiento superficial de un recubrimiento de conversión química, metal o pintura. Mientras está en uso, las barreras de humedad adicionales, tales como lubricantes viscosos y protectores pueden ser añadidos a la superficie. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2008)

Las aeronaves construidas principalmente de componentes compuestos no ha eliminado la necesidad de un control cuidadoso de la aeronave con respecto a la corrosión. Si bien la estructura del avión en sí no puede estar sujeta a la corrosión, el uso de componentes y accesorios de metal dentro de la estructura del avión significa que el técnico de mantenimiento de aeronaves debe estar alerta para la evidencia de corrosión al inspeccionar. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2008)

La corrosión del metal es el deterioro del metal por ataque químico o electroquímico. Este tipo de daño puede tener lugar, tanto interna como en la superficie. Al igual que en la putrefacción de la madera, este deterioro puede cambiar la superficie lisa, debilitar el interior, o el daño o aflojar las partes adyacentes. El vapor de agua o agua que contiene sal se combina con oxígeno en la atmósfera para producir la principal fuente de la corrosión en los aviones. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2008)

2.5 ZONAS PROPENSAS A LA CORROSIÓN

2.5.1 Área de la Tobera de Escape



Figura 2 Área de la tobera de escape de avión Mirage M50

Las áreas de escape del motor son muy corrosivos y presentan especial dificultad donde se encuentran las lagunas, las costuras, bisagras, y carenados de agua abajo del escapeo del motor. Los depósitos pueden quedar atrapados y no alcanza con métodos de limpieza normales. La acumulación en estas áreas será más lenta y puede pasar desapercibida hasta que el daño corrosivo ha comenzado. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2008)

2.5.2 Compartimento de las Ruedas del Tren de Aterrizaje



Figura 3 Área del compartimiento del tren de aterrizaje del avión Mirage M50

Más que cualquier otra área en la aeronave, esta área probablemente recibe más castigo debido al barro, agua, sal, y otros escombros que vuelan. Debido a las muchas formas complicadas, conjuntos y accesorios, cobertura de área de película de pintura completa es difícil de alcanzar y mantener. Un conservante aplicado parcialmente tiende a enmascarar la corrosión en lugar de prevenirla. Debido al calor generado por la acción de frenado, los conservantes no se pueden utilizar en algunas ruedas principales del tren de aterrizaje. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2008)

2.5.3 Áreas de Atrapamiento de Agua



Figura 4 Áreas de atrapamiento de agua del avión Mirage M50

Las especificaciones de diseño requieren que las aeronaves tienen desagües instalados en todas las áreas donde se pueda acumular agua. La inspección diaria de los drenajes de bajo punto debería ser un requisito estándar. Si se descuida estas áreas, los drenajes pueden llegar a ser ineficaz debido a escombros, grasa, selladores o acumulados. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2008)

2.5.4 Áreas Externas del Revestimiento



Figura 5 Áreas externas del revestimiento del avión Mirage M50

Las superficies externas de la aeronave son fácilmente visibles y accesibles para su inspección y mantenimiento. Ciertos tipos de configuraciones o combinaciones de materiales se convierten en problemáticos en determinadas condiciones de funcionamiento y requieren una atención especial. Los Problemas de corrosión se experimentan con la piel si el acabado de la superficie original y el aislamiento no se mantienen adecuadamente. El recorte, perforación, remachado destruyen la parte del tratamiento de la superficie original, que nunca está completamente restaurada por los procedimientos de retoque. Cualquier inspección de la corrosión debe incluir todas las superficies de la piel, con especial atención a los bordes, las áreas alrededor de los sujetadores y roturas, picaduras, o falta de pintura. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2008)

La corrosión de los revestimientos metálicos unidos por puntos suelda es el resultado de la entrada y el atrapamiento de agentes corrosivos entre las capas de metal. Este tipo de corrosión se evidencia por los productos de corrosión que aparecen en las grietas a través del cual entran los agentes corrosivos. El ataque corrosivo más avanzada provoca el pandeo de la piel y la fractura de puntos de soldadura final. El pandeo de la piel en sus primeras etapas puede ser detectado por el avistamiento a lo largo de las costuras soldadas al contado o mediante el uso de una regla. La única técnica para la prevención de esta condición es mantener posibles puntos de entrada de humedad, incluyendo costuras y agujeros creados por puntos de soldadura rotos, llenos de un sellador o un compuesto conservante adecuado. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2008)

2.6 ATAQUES DE LA CORROSIÓN

Hay dos clasificaciones generales de corrosión que cubren la mayor parte de las formas específicas:

- Ataque químico directo.
- Ataque electroquímico.

2.6.1 Ataque Químico Directo

Ataque químico directo o corrosión química pura, es un ataque que resulta de una exposición directa de una superficie desnuda a los agentes cáusticos líquidos o gaseosos. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2008)

2.6.2 Ataque Electroquímico

La reacción en este ataque corrosivo requiere un medio, normalmente agua, que es capaz de llevar a cabo una pequeña corriente de electricidad. Cuando un metal entra en contacto con un agente corrosivo y también está conectado por una trayectoria de líquido o gaseoso a través de la cual los electrones pueden fluir, la corrosión comienza cuando el metal se desintegra por la oxidación. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2008)

2.7 TIPOS DE CORROSIÓN

Hay muchos tipos de corrosión. La forma de corrosión depende del metal implicado, su tamaño y forma, su función específica, las condiciones atmosféricas, y de la corrosión agentes productores presente. Los descritos en esta sección son las formas más comunes que se encuentran en las estructuras de fuselajes. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2008)

2.7.1 Corrosión Uniforme



Figura 6 Corrosión uniforme

Fuente: (SEVILLA, 2012)

Esta forma de corrosión está caracterizada por un desgaste general de la superficie del aluminio. Todas las aleaciones de aluminio están sujetas a este tipo de ataque bajo alguna condición. Es la forma más común y no tan grave de la corrosión, por cuanto es fácil de detectar y de tratar. (SEVILLA, 2012)

2.7.2 Corrosión por Picaduras



Figura 7 Corrosión por picaduras

Fuente: (SEVILLA, 2012)

Es una forma de corrosión localizada, la cual resulta en agujeros o cavidades que se inician en la superficie metálica. Estas cavidades pueden ser de tipo cilíndrico, semicilíndrico o cónico, de acuerdo a la resistencia del material con respecto al ambiente, El picado ha causado más de una pérdida inesperada ya que se presenta de manera imprevista y una vez iniciada es difícil de controlar. (SEVILLA, 2012)

2.7.3 Corrosión Galvánica



Figura 8 Corrosión galvánica

Fuente: (SUMINISTROS RIOL S.A, 2007)

Es el tipo de corrosión más frecuente. Es causada por una reacción electroquímica entre dos metales disimilares en contacto y en presencia de un líquido conductor o electrolito. Dos metales son disimilares cuando tienen diferentes potenciales electroquímicos. Esta diferencia de potencial produce un flujo eléctrico de iones metálicos por el que se protege un metal a expensas del otro. Cuanto más noble es un metal más positivo es su potencial, menor tendencia tiene a pasar a su forma iónica y en consecuencia menor es su tendencia a corroerse. La superficie de los metales que se encuentran en contacto, producen frecuentemente alrededor de elementos de unión tales como remaches, tornillos, tuercas. (CANO, 2013)

2.7.4 Corrosión por Exfoliación



Figura 9 Corrosión por exfoliación

Fuente: (SEVILLA, 2012)

Es aquella que se desarrolla formando en las aleaciones de aluminio un polvo blanco entre las láminas que conforman el material base, y que por ello en su desarrollo forma un abultamiento en la superficie del material, lo que hace que para su detección sea generalmente demasiado tarde para ser reparable. (SEVILLA, 2012)

2.7.5 Corrosión por Desgaste



Figura 10 Corrosión por desgaste.

Fuente: (SEVILLA, 2012)

Está relacionada directamente con el desgaste que genera una puntual elevación de temperatura y por ende una velocidad de corrosión mayor. Los productos de corrosión se formarán en el área de mayor temperatura. El deslizamiento de las superficies hace que las asperezas formen una huella en la superficie opuesta, que en el caso de un metal se cubre inmediatamente de óxido superficialmente. (SEVILLA, 2012)

2.7.6 Corrosión Intergranular



Figura 11 Corrosión intergranular

Fuente: (SEVILLA, 2012)

Este tipo de corrosión se presenta generalmente a raíz de un mal tratamiento térmico del material, y se puede presentar desde el interior hasta la superficie del material. El origen de este tipo de corrosión puede iniciarse en un cambio demasiado brusco al inicio del enfriamiento en temperaturas no correspondientes a los metales de la aleación a tratar o en el manejo de la pieza en el medio de enfriamiento. (SEVILLA, 2012)

2.7.7 Corrosión Filiforme

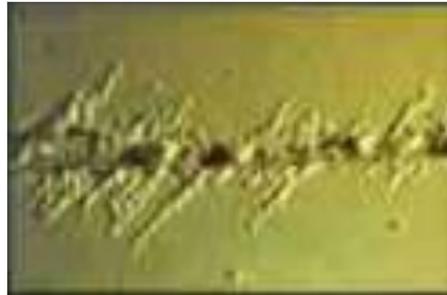


Figura 12 Corrosión filiforme

Fuente: (SEVILLA, 2012)

Es el tipo de corrosión típica que se presenta en superficies donde hay recubrimientos orgánicos como las pinturas. Se presenta en forma de filamentos y se produce por una falla física como un rayón, rotura o desprendimiento parcial en el recubrimiento. (SEVILLA, 2012)

2.7.8 Corrosión por Esfuerzo

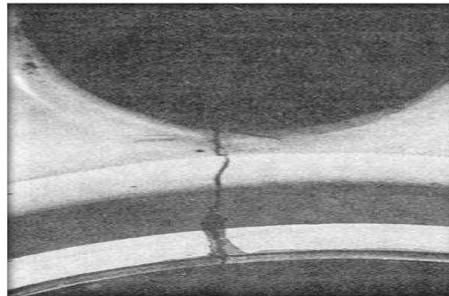


Figura 13 Corrosión por esfuerzo

Fuente: (SEVILLA, 2012)

Este tipo de corrosión se presenta cuando el material está sometido a esfuerzos mecánicos puntuales y las áreas anódicas (más débiles) se corroen, haciendo más propenso el material a la rotura. Las tensiones localizadas generadas sobre la superficie del material tenderán a ceder dando lugar a puntos frágiles con respecto al resto de la superficie. (SEVILLA, 2012)

2.7.9 Corrosión por Fatiga



Figura 14 Corrosión por fatiga

Fuente: (SEVILLA, 2012)

Es cuando un material se agrieta al ser sometido a tensiones alternativas se dice que falla por fatiga. El agrietamiento de un metal como resultado de la acción combinada del medio corrosivo y cargas repetidas o alternadas, se llama fatiga por corrosión. El daño causado es por lo general mayor que la suma de los daños que causa la corrosión y la fatiga si actúan por separado. (SEVILLA, 2012)

2.7.10 Corrosión por Hendidura



Figura 15 Corrosión por hendidura

Fuente: (SEVILLA, 2012)

Se presenta en las hendiduras cuando hay una diferencia en las variables del sistema del fluido en movimiento con relación al fluido inmerso. La diferencia de concentraciones, temperaturas cambiantes e incluso cambios de velocidad o presión del fluido pueden originar este tipo de corrosión o acelerarla. (SEVILLA, 2012)

2.8 FACTORES QUE AFECTAN A LA AERONAVE.

2.8.1 Condiciones Ambientales

Las condiciones ambientales tales como el aire cargado de humedad son muy perjudiciales para una aeronave de lo que sería si todas las operaciones se llevaran a cabo en un clima seco. Pero el clima cálido y húmedo incrementa la velocidad de ataque electroquímico. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2008)

2.8.2 Materiales Extraños

Entre los factores controlables que afectan a la aparición y propagación de ataque corrosivo es materiales extraños que se adhieren a las superficies de metal. Tal material extraño incluye: Tierra, polvo, aceite, grasa y residuos de la tobera de escape del motor, agua salada y humedad, ácidos de batería derramado y soluciones de limpieza, residuos de solda. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2008)

2.9 TRATAMIENTO ANTICORROSIVO



Figura 16 Tratamiento anticorrosivo

Fuente: (EL NERVION S.A, 2008)

El tratamiento anticorrosivo es el procedimiento siguiente de pintura aeronáutica luego del decapado el cual consiste en la eliminación y la

prevención de los diferentes tipos de corrosión que pueden aparecer sobre las estructuras debido a diferentes factores como el electrolito el cual produce la corrosión. Los elementos químicos principales para realizar el tratamiento anticorrosivo son el ALUMIPREX, ALODINE y el PRIMER los cuales deben ser aplicados con un material abrasivo utilizando el equipo de protección personal adecuado. (EL NERVION S.A, 2008)

2.9.1 Tratamiento Mecánico de la Corrosión

La eliminación mecánica de la corrosión usando herramientas accionadas a motor o manuales es recomendada cuando la eliminación de tipo químico no es posible debido a la complejidad estructural de la pieza o a dificultades en su aclarado. Se utiliza en partes fabricadas en aleaciones de aluminio no plaqueadas (no "Alclad"), aleaciones de magnesio, cobre, acero y titanio. La eliminación de la corrosión mediante métodos mecánicos no se utilizará en general sobre aleaciones de aluminio plaqueadas o "alclad", salvo en caso especiales en que ha de realizarse con las debidas precauciones. (CASA, 2001)

Los métodos de eliminación mecánica de la corrosión más utilizados son el chorreado seco de abrasivos, muelas o cepillos giratorios abrasivos accionadas por taladradoras neumáticas o eléctricas, cepillos de cerdas de alambres y lijas de tela o papel. No utilizar sin autorización expresa el método de chorreado seco de abrasivos para eliminar la corrosión en las superficies metálicas de espesor menor de 1,6 mm (0,0625 in). (CASA, 2001)

2.9.2 Tratamiento Químico de la Corrosión

El compuesto Alumiprep (Ácido Fosfórico) es el utilizado en la eliminación química de la corrosión en las superficies de aleaciones de aluminio. Este ácido fosfórico está disponible en líquido concentrado que ha de diluirse en un volumen igual de agua antes de usarlo. Este compuesto tiene un período

de caducidad de un año a partir de la fecha de fabricación. Los eliminadores químicos de la corrosión no eliminan la corrosión intergranular o exfoliación, siendo necesario utilizar un método mecánico, las áreas que van a ser tratadas con el eliminador de la corrosión. Si se va a realizar un pintado completo del avión todas las superficies de aluminio limpias y decapadas han de ser tratadas. (CASA, 2001)

- **Tratamiento Química de Superficie Inhibidores.-** Las aleaciones de aluminio y magnesio están protegidas inicialmente por una variedad de tratamientos de superficie. Los aceros pueden haber sido tratados en la superficie durante la fabricación. La mayoría de estos recubrimientos solo se pueden recuperar mediante procedimientos que son completamente poco prácticos en el campo. Las áreas con corrosión cuando dichas películas protectoras han sido destruidas requieren algún tipo de tratamiento antes de la renovación del acabado. (EL NERVION S.A, 2008)



Figura 17 Tratamiento químico de superficie inhibidores

Fuente: (EL NERVION S.A, 2008)

- **Tratamiento de Superficies de Aluminio sin Pintar.-** El aluminio puro tiene más resistencia a la corrosión en comparación con las aleaciones de aluminio. Para aprovechar las ventajas de este se aplica una capa fina de aluminio puro sobre la aleación de aluminio

base. La protección obtenida es buena, y la superficie de revestimiento de aluminio puro llamado "Alclad". Al limpiar las superficies se debe tener cuidado para evitar manchar y estropear del aluminio, más importante desde el punto de vista de la protección, para evitar la eliminación mecánica innecesaria de la capa de protección Alclad y la exposición del material base de aleación de aluminio más susceptibles. (LA RIOJA S.A, 2014)

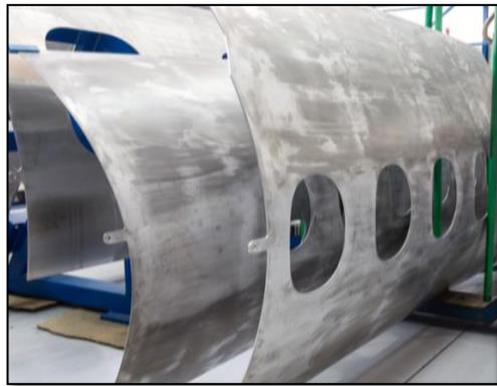


Figura 18 Tratamiento anticorrosivo de Superficies de Aluminio sin Pintar

Fuente: (LA RIOJA S.A, 2014)

2.9.3 Tratamiento de Superficies Anodizadas



Figura 19 Superficies Anodizadas

Fuente: (FORUM DE MODELISME NAVAL RADIOCOMMANDE, 2010)

La anodización es un tratamiento de superficie común de aleaciones de aluminio. Cuando esta capa se daña sólo puede ser parcialmente

restaurado por el tratamiento químico de la superficie. Cualquier corrección de la corrosión de las superficies anodizadas debe evitar la destrucción de la capa de óxido en la zona afectada. (WEST, 1986)

2.10 PRODUCTOS QUÍMICOS USADOS PARA EL TRATAMIENTO ANTICORROSIVO

2.10.1 Alumiprep

El Alumiprep es un limpiador no inflamable a base de ácido fosfórico, limpiador, abrillantador y acondicionador que se utiliza antes de la aplicación de la pintura sobre la aeronave para atacar a la oxidación y la corrosión del aluminio, dejando la superficie de metal limpia y brillante. No debe ser usado en aleaciones de aluminio que lleva alto contenido de cobre o fundición de aluminio. La limpieza con Alumiprep 33 produce una superficie libre de aluminio químicamente limpia y la corrosión. (MARINE AVIATION INDUSTRIAL MERRTTI SUPPYL, 2014)

- **Características del Alumiprep.-** Tipo de limpiador ácido fosfórico, relaciones de preparación Para la oxidación ligera y eliminación de la corrosión, diluir una parte ALUMIPREP, con 5 partes de agua. Para mayor oxidación y la eliminación de la corrosión, diluir una parte ALUMIPREP con 2 partes de agua. (MARINE AVIATION INDUSTRIAL MERRTTI SUPPYL, 2014)



Figura 20 Alumiprep (Ácido Fosfórico).

Fuente: (MARINE AVIATION INDUSTRIAL MERRTTI SUPPYL, 2014)

2.10.2 Alodine



Figura 21 Alodine (Ácido Crómico).

Fuente: (YACHT SUPPLY DEPOT INC, 2006)

Es un convertidor con base de ácido crómico para el aluminio. El Alodine es un recubrimiento químico no inflamable y con base ácida que produce una capa de conversión cromada sobre el aluminio. El revestimiento Alodine tiene un color entre oro y tostado, se integra en la superficie de aluminio. (HENKEL CORPORATION, 2013)

- **Métodos de aplicación de Alodine.-** El Alodine se puede aplicar por medio de Brochas resistentes a los ácidos, esponjas sintéticas y trapos limpios. Se puede mezclar el Alodine en cubos de plástico, acero inoxidable o goma resistente a los ácidos. Si no se efectúa un aclarado a fondo y suficiente de la superficie, es posible que aparezca corrosión en la superficie terminada. (HENKEL CORPORATION, 2013)
- **Condiciones de manejo.-** El tiempo de aplicación es de 2 a 5 minutos, la temperatura del lugar donde se aplica el Alodine debe ser de hasta 100 °F. La selección del tamaño del área que vaya a tratarse cada vez dependerá del método de aplicación, del estado de la superficie de metal, del método de limpieza de la superficie, de la temperatura y de la forma de la pieza. (HENKEL CORPORATION, 2013) El revestimiento químico Alodine no debe dejarse secar en la superficie de metal. Si se aplica con brocha, la superficie deberá humedecerse con el mismo producto varias veces durante el período de tratamiento. El color de la capa de Alodine variará desde un oro claro a un tostado oscuro. El color podrá variar debido a la distinta composición de la aleación, la dureza del metal, la

antigüedad del metal, el método de limpieza, etc. Es preciso efectuar un aclarado a fondo con agua limpia para eliminar los restos de sales del revestimiento químico Alodine de la superficie de metal. La aparición de burbujas y problemas de corrosión debajo de la capa de pintura con frecuencia se deben a un mal aclarado. Las sales químicas que queden atrapadas debajo de una película de pintura a la larga darán origen a burbujas y problemas de corrosión. (HENKEL CORPORATION, 2013)

2.10.3 Primer



Figura 22 Primer

Fuente: (RUBBER, 2001)

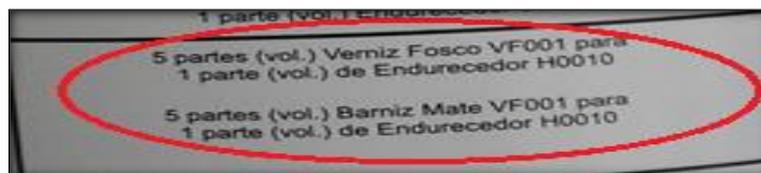


Figura 23 Porcentajes de mezcla de Primer

Llamado también fondo, pintura base o imprimante. Es la capa de base que se aplica antes de la pintura definitiva, la cual debido a su tono mate ayuda a encontrar imperfecciones en el metal. Su color es el gris, el cual ayuda a que el color que se va aplicar cubra más rápido y no se distorsione. Para mayor protección se recomienda el uso de primer epóxico sobre el wash primer. Los primer epóxicos consisten de un sistema de dos partes: Una base y un activador los cuales se mezclan en rangos típicamente 2 a 1 o 1 a 1.

Se debe observar un período de espera conocido como tiempo de inducción después que se ha mezclado la base y el activador. El tiempo de inducción permite a la base y el activador empezar a unirse químicamente. Después que el tiempo de inducción ha pasado se puede aplicar el primer epóxico a la pintura. (BOEING COMPANY, 2011)



Figura 24 Avión aplicado Primer

Fuente: (FLORES, 2013)2.11 EQUIPOS

2.11 EQUIPOS

2.11.1 Compresor

Es una máquina que aspira aire ambiente a la presión y temperatura atmosférica y lo comprime hasta conferirle una presión superior. Son las máquinas generadoras de aire comprimido. Existen varios tipos de compresores, dependiendo la elección de las necesidades y características de utilización. Los más utilizados en el taller de chapa y pintura suelen ser; a pistón, a membrana, a paletas, rotativos a tornillo en nuestro caso fue empleado el compresor a pistón. (DISPROCAR RED DE TALLERES, 2008)

- **Compresor de embolo o pistón.-** Su característica fundamental es la intermitencia con que suministran el aire comprimido. El compresor de émbolo está constituido por un cilindro, con dos válvulas en la parte superior. El movimiento descendente del pistón provoca una depresión en el cilindro y el aire entra del exterior por la válvula de admisión que se abre por efecto de la depresión creada. El aire llena el espacio vacío que va dejando el émbolo en su descenso.

Cuando el pistón comienza a subir reduciendo el volumen del cilindro comienza a aumentar la presión, esto hace que la válvula de admisión se cierre y poco después se abre la de escape, saliendo así impulsado una parte del aire a una cierta presión. (SEGURA, 2015)



Figura 25 Compresor a pistón

Fuente: (DISPROCAR RED DE TALLERES, 2008)

- **Acumulación y Distribución de aire comprimido.-** Los equipos de producción de aire comprimido, se dispone a la salida del compresor de un depósito acumulador en el que se almacena aire a presión en espera de su utilización. Los depósitos suelen ser cilíndricos y de chapa de acero. En ellos se encuentran: Un termómetro, un manómetro, una válvula de cierre, un purgador, una válvula limitadora de presión. Gracias al termómetro y al manómetro podemos saber en cualquier momento la presión y la temperatura en el interior del depósito. La válvula de cierre se encarga de aislar el depósito de la red de distribución. (SEGURA, 2015)

El tamaño del depósito estará en relación con el caudal y la presión del circuito al que esté conectado. El aire que entra al depósito se empieza a refrigerar por lo que desprende una buena parte de la humedad que contiene el aire en forma de agua. Esta agua será eliminada por el purgador. La válvula limitadora de presión o válvula de seguridad permite el escape del aire almacenado en caso de superarse la presión máxima a que está emitirá un sonido, evitando así posibles explosiones.

La distribución de aire comprimido se realiza por medio de una red de canalizaciones que parten del depósito y llegan a los puntos de consumo formando un circuito cerrado. (SEGURA, 2015)

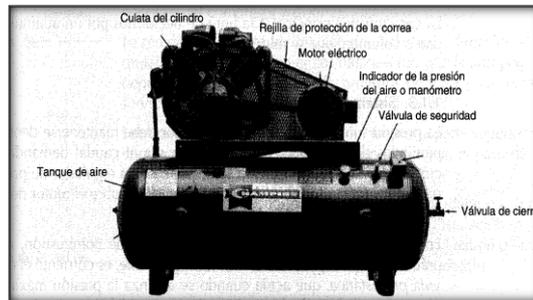


Figura 26 Partes del compresor

Fuente: (SEGURA, 2015)

2.11.2 Pistolas para aplicación de Primer

Existen diversos tipos de pistolas para aplicar primer, entre las más sobresalientes las que se clasifican de acuerdo a su tipo de alimentación de pintura: Pistolas por succión, pistola por gravedad.

- **Pistola de alimentación por Succión.-** La alimentación por 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, todo técnico de mantenimiento aeronáutico debe conocer de que está compuesta la pistola de aplicación para poder manipularla sin inconvenientes al momento de aplicar Primer. Además esta debe ser desmontada y limpiada minuciosamente con un disolvente adecuado para evitar que la pistola se llegue a tapan una vez secado el primer.(SATA REAUXI, 2008)



Figura 27 Pistola de alimentación por succión

Fuente: (SATA REAUXI, 2008)

- **Pistola de alimentación por gravedad.-** 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. (SATA REAUXI, 2008)



Figura 28 Pistola de alimentación por gravedad

Fuente: (SATA REAUXI, 2008)

- **Sistema de pintado de la pistola.-** El movimiento de la pistola así como la distancia de la aplicación de la pintura es sumamente importante para obtener un excelente acabado final. La distancia recomendable entre la superficie y la pistola es de 8 a 10 pulgadas, y su forma de aplicación es en línea recta no en forma de arco. En la actualidad las pistolas 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. (ALFARO, 2014)



Figura 29 Pistola de aplicación del fondo (Primer)

Fuente: (BRICONATUR BLOG, 2014)

2.11.3 Extensión Neumática



Figura 30 Extensión neumática

Fuente: (INDUSTRY & TRADE CO. LTD, 2012)

Las Extensión neumáticas de goma son productos flexibles utilizados para conducir sustancias sólidas, líquidas y/o gaseosas. Las tuberías se fabrican en diversos materiales en función de consideraciones técnicas y económicas. Suele usarse el poliéster reforzado con fibra de vidrio, hierro fundido, acero, latón, cobre, plomo, hormigón, polipropileno, y termoplástico polietileno de alta densidad. (INDUSTRY & TRADE CO. LTD, 2012)

- **Según su estructura.-** Baja presión Refuerzo de lonas textiles pueden ser 1, 2 ó 3. (Mangueras Industriales), mediana presión: Refuerzo de 1 malla de acero, con o sin refuerzo textil, alta presión: Refuerzo de 2 mallas de acero, con o sin refuerzo textil,. (INDUSTRY & TRADE CO. LTD, 2012)

2.12 HERRAMIENTAS

2.12.1 Escalera



Figura 31 Escalera

Esta escalera posee una estructura metálica, además posee dos ruedas fijas acopladas a su estructura y barandas de seguridad, es utilizada en plataformas de trabajo y trabajos, además tiene mecanismo inmovilizador para estacionarla. (INTERIDEAS C.A, 1966)

2.12.2 Destornilladores

Los destornilladores son herramientas constituidas por un mango, de madera, metal o plástico y una varilla cuyo extremo tiene la forma adecuada para encajar en las ranuras de las cabezas de los tornillos a aflojar o a apretar. Se emplean para enroscar o desenroscar tornillos mediante un sentido de giro. Dependiendo del tipo del tornillo para el que se utilicen podremos distinguir tres tipos de destornilladores:.. (GÁLVEZ, 1999)

- **Destornillador de Punta Plana.-** Tienen el extremo de la varilla metálica en forma plana. El grosor y la anchura de la parte plana depende de la ranura del tornillo a roscar o desenroscar. (GÁLVEZ, 1999)



Figura 32 Destornillador de punta plana

Fuente: (UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA CIUDAD DE MEXÍCO, 2013)

- **Destornillador de Punta de Estrella.-** Son especiales para tornillos que tienen en su cabeza dos ranuras en forma de cruz y en su centro existe más profundidad que en los extremos. La fuerza que hay que hacer para atornillar o desatornillar es menor que en los destornilladores de punta plana. (GÁLVEZ, 1999)



Figura 33 Destornillador de punta de estrella

Fuente: (UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA CIUDAD DE MEXÍCO, 2013)

2.13 MATERIALES

2.13.1 Scotch-Brite

Es un material abrasivo especialmente diseñado para superficies protegidas no daña estas superficies tratadas y alarga su vida. (3M COMPANY, 2014)

- **Scotch-Brite Café.-** El Scotch-Brite gris tiene el grano fino número 600, entonces es perfecto para la preparación de las superficies pintadas antes de aplicar el barniz. Con este abrasivo se puede quitar el polvo causado por la pintura y el brillo del acabado para que el barniz se adhiera más fácilmente. (3M COMPANY, 2014)



Figura 34 Scotch-Brite Café

Fuente: (3M COMPANY, 2014)

2.13.2 Franela



Figura 35 Franela

Fuente: (FAMILOIDA FALESA, 2013)

Tela delgada de algodón de color rojo la cual sirve para la limpieza de superficies.

2.13.3 Liencillo

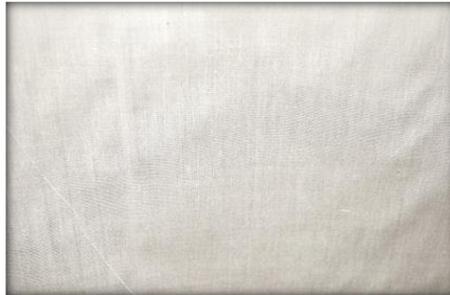


Figura 36 Liencillo

Fuente: (SALAZAR, 2016)

Tela delgada y rústica de algodón sin blanquear la cual sirve para la limpieza de superficies.

2.13.4 Tack Cloth



Figura 37 Tack Cloth

Fuente: (J LYMAN INDUSTRIES, INC., 2015)

El Tack Cloth es un paño antiestático que proporciona una combinación sin precedentes de rendimiento y sin pelusa para la industria automotriz proceso de montaje de pintura, reparación de automóviles, recubrimiento aeroespacial, muebles y acabados de madera y aplicaciones de limpieza críticos. (J LYMAN INDUSTRIES, INC., 2015)

2.13.5 Agua



Figura 38 Agua

Fuente: (EL PORTAL DEL AMIBIENTE, 2013)

Sustancia líquida, inodora, insípida e incolora en pequeña cantidad y verdosa o azulada en grandes masas, que está formada por la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno: el agua es el componente más abundante de la superficie terrestre. (ESPASA, 2005).

2.14 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Antes de efectuar la aplicación del tratamiento anticorrosivo es importante contar con todo el equipo de protección personal adecuado para realizar este procedimiento. Todos los productos químicos y solventes utilizados en aviación son muy perjudiciales para la salud, es por esta razón que se debe utilizar equipos de protección personal, más aún cuando se va a trabajar en el área de tratamiento anticorrosivo, ya sea por la manipulación químicos además de solventes utilizados para los tratamientos estructurales, ya que los solventes aeronáuticos son carcinógenos, es por tal razón que se debe utilizar los respectivos elementos de protección personal. (3M ESPAÑA S.A, 2014)

2.14.1 Protección Respiratoria



Figura 39 Full Face

El tipo de mascarilla dependerá del nivel de peligrosidad de los químicos y solventes al tiempo de trabajo, la cantidad de solventes a utilizar y del lugar donde el trabajo se esté realizando la aplicación del tratamiento anticorrosivo. Al utilizar la pistola al aplicar el Primer se requerirá el uso de mascarilla completa y protección respiratoria. (3M ESPAÑA S.A, 2014)

2.14.2 Protección Ocular



Figura 40 Lentes de seguridad para productos químicos

Fuente: (SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, 2013)

Los lentes de seguridad protegen el frente y los lados de los ojos de una gran variedad de peligros o riesgos, como objetos o partículas sólidas volátiles, e incluso de salpicaduras químicas. Los lentes de seguridad químicos poseen marcos duraderos que tienen la propiedad de absorber el impacto y además cuentan con protecciones laterales que impiden que los objetos o líquidos entren en contacto con los ojos del usuario. Este tipo de lentes de seguridad protegen contra salpicaduras de sustancias químicas, sin embargo para una protección química completa, es apropiado el uso de los lentes de seguridad. (SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, 2013)

2.14.3 Guantes de Protección

Los guantes, son una herramienta indispensable en la protección de las manos, ellos están clasificados según el tipo de actividad laboral que el trabajador desempeñe y sus materiales varían en torno a la calidad. (ORGANIZACIÓN MC, 2011)

- **Tipos de Guantes.-** Los guantes de protección más usados para procedimientos aeronáuticos son: Guantes de cuero, guantes de nitrilo, y guantes quirúrgicos.

Tabla 1 Guantes de Protección

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Guantes de Nitrilo: Muy resistente tanto al corte como a productos químicos. Menor flexibilidad, adaptabilidad y tacto.
	Guantes Quirúrgicos: Protege contra gran variedad de sustancias, No causan irritación.

Fuente: (ORGANIZACIÓN MC, 2011)

2.14.4 Overol de Protección

Se debe utilizar un overol de algodón (mínimo 60% algodón) que cubra todo el cuerpo, brazos y piernas en toda situación donde el contacto sea potencialmente alto con los productos del tratamiento anticorrosivo, si el contacto con los productos del tratamiento anticorrosivo es bajo, pueden utilizarse overoles desechables. (SISMA, 2014)



Figura 41 Overol de algodón

Fuente: (SISMA, 2014)

2.14.5 Protección Auditiva

Los protectores de oídos son para evitar estar expuesto a fuertes ruidos ya que en aviación el máximo nivel de ruido permitido para estar expuesto es de 60 decibeles. (TOLIVA, 2008)

- **Tipos de Protectores Auditivos.-** Existen diversos protectores auditivos entre los más utilizados en aviación tenemos los tipo tapones, tipo orejeras, y los acoplables.

Tabla 2 Protectores Auditivos

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Protectores auditivos tipo tapones: Protección de 28 decibeles
	Protectores auditivos tipo orejeras: Protección de 26 decibeles
	Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección de 25 decibeles a 34 decibeles.

Fuente: (TOLIVA, 2008)

2.14.6 Calzado de Protección



Figura 42 Botas punta de acero

Fuente: (SISMA, 2014)

Es un calzado de uso profesional que proporciona protección en la parte de los dedos. Incorpora tope o puntera de seguridad que garantiza una protección suficiente frente al impacto, se aconseja utilizar botas antiestáticas, con puntera de acero mientras se aplicación del tratamiento anticorrosivo. (SISMA, 2014)

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

El Proyecto de Titulación puntualiza el método de aplicación del Tratamiento Anticorrosivo en la aeronave Mirage M50 EV FAE 1054, que a la postre este avión servirá como elemento físico de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Campus Belisario Quevedo.

CARRERA: Mecánica Aeronáutica

MENCIÓN: Aviones

TEMA: “Aplicación del Tratamiento Anticorrosivo en 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, Belisario Quevedo.

INSTITUCIÓN EJECUTORA: Unidad de Gestión de Tecnologías.

COSTO: \$ 1.240

3.1 PRELIMINARES

Con el avión ya decapado se verifico las condiciones estructurales del mismo por ende se observó corrosión existente en la estructura de la aeronave debido a esto se empleará los procedimientos del tratamiento anticorrosivo para eliminar toda corrosión evidenciada en su parte estructural

con ello se prolongará la vida útil de la piel del avión y se la protegerá puesto que deberá resistir factores ambientales severos puesto que permanecerá a la intemperie debido a que será usado como un elemento físico que dará realce a la Universidad.

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS EMPLEADOS PARA EL TRATAMIENTO ANTICORROSIVO

Los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo la aplicación de tratamiento anticorrosivo de la estructura son los siguientes:

Tabla 3 Materiales y equipos utilizados para el tratamiento anticorrosivo de la aeronave Mirage M50.

DESIGNACIÓN	USO
Franelas, liencillo, Tack cloth	Limpieza y secado de superficies.
Tolueno (Thinner Acrílico)	Limpieza de la estructura.
Papel industrial	Enmascarado.
Cinta adhesiva de enmascarar	Cinta adhesiva para enmascarar.
Scotch-Brite	Aplicación de Alumiprep.
Alumiprep (Ácido Fosfórico)	Tratamiento de la corrosión.
Brocha resistente a ácidos	Aplicación de Alodine (Ácido Crómico)
Alodine (Ácido Crómico)	Tratamiento de superficies de aluminio.
Compresor	Abastecimiento de presión neumática.
Pistola de rociado	Aplicación de acondicionador e imprimante
Imprimante (Primer)	Culminación de tratamiento anticorrosivo
Guantes, botas, overol, gafas, mascarillas, orejeras	Protección del personal.
Full Face	Protección del personal.

3.3 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Puesto que la pintura de la aeronave ha sido removida con ella se ha eliminado la imprimación además de la capa de protección anticorrosiva, por ende se debe proteger la estructura de la misma con la aplicación del tratamiento anticorrosivo es por ello que necesita ser preparada las superficies a tratar con una minuciosa limpieza. Estos procesos pueden dividirse en:

- Limpieza
- Eliminación de la corrosión
- Tratamiento anterior al pintado
- Recubrimientos de protección.

Ver la información más detallada en el manual de referencia Anexo A

3.3.1 Razones para la limpieza del Avión Mirage

La limpieza es el primer paso para prevenir la corrosión esto ayuda a eliminar contaminantes y fluidos corrosivos es por ello que se debe limpiar constantemente para que la corrosión afecte a la estructura de la aeronave, además para evidenciar corrosión en la parte estructural del avión debido a esto se mantiene y mejora el aspecto físico de la aeronave. Ver Anexo A

Limpieza de la aeronave con agua.- Para realizar la aplicación manual de agua en la aeronave se puede realizar con el uso de una manguera sostenida con la mano de quien realiza la limpieza del avión o con elemento para pulverización. Con la limpieza se procedió a eliminar las impurezas de toda la estructura puesto que las mismas no permiten impiden realizar correctamente la aplicación del tratamiento anticorrosivo. Mejores resultados y más eficientes se obtienen con un buen flujo total de agua sobre la superficies limpiadas para ello se necesita un mínimo de agua de 30 litros/minuto con no menos de 25 a 175 psi. Ver la información más detallada en el manual de referencia Anexo A.



Figura 43 Limpieza del fuselaje



Figura 44 Limpieza de las alas

Se debe dirigir el agua sobre la superficie decapada de la aeronave en un ángulo de 15 a 30 grados, además asegurarse que el flujo de agua sea lo suficiente para eliminar impurezas de toda la aeronave. Ver Anexo A.



Figura 45 Limpieza del tren de aterrizaje

3.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN

3.4.1 Enmascarado de la Cúpula, ventanas y luces



Figura 46 Cúpula y ventanas protegidas con papel industrial y cinta adhesiva de enmascarar

El enmascarado de la cúpula y ventanas sirve para que los plásticos de las mismas no se cuarten, endurezcan o pierdan su transparencia al entrar en contacto con los ácidos de la aplicación del tratamiento anticorrosivo. El mismo consiste en colocar papel para protección de la cúpula y ventanas, el papel de enmascarado se debe ubicar con dos capas de cinta adhesiva de aluminio o alguna similar. Ver la información más detallada en el manual de referencia Anexo B.

3.4.2 Enmascarado de Luces



Figura 47 Luces del avión Mirage M50

Puesto que las luces de la aeronave están fabricadas de un material plástico este se va a endurecer, cuartear y perder visibilidad al entrar en

contacto con los ácidos del tratamiento anticorrosivo, las mismas necesitan ser protegidas de estos ácidos con el enmascarado por medio de papel protector con la ayuda de dos capas de cinta adhesiva de aluminio u otra similar, gracias al enmascarado las luces no entraran en contacto con los productos anticorrosivos. Ver Anexo B.

3.4.3 Enmascarado de Antenas



Figura 48 Antena protegidas con papel industrial y cinta adhesiva

El enmascarado de las antenas ayuda a proteger las mismas de los ácidos utilizados en la aplicación del tratamiento anticorrosivo de la aeronave Mirage M50 EV FAE 1054, es por ello que se debe colocar papel de protector o plástico con cinta adhesiva de aluminio u otra de similar. Con esto las antenas son protegidas adecuadamente con la colocación de su respectivo enmascarado. Ver Anexo B.

3.4.4 Enmascarado de la Rueda del Tren de Aterrizaje



Figura 49 Enmascarado del Tren de aterrizaje auxiliar del avión Mirage

Antes de la aplicación del tratamiento anticorrosivo se debe colocar el enmascarado en los trenes de aterrizaje tanto en el principal como en el auxiliara para impedir el contacto de los ácidos del tratamiento anticorrosivo, el enmascarado de los trenes consiste en proteger a los trenes de aterrizaje por completo incluyendo ruedas y neumáticos. Ver Anexo B.

3.5 ANTICORROSIVO QUÍMICO PARA LA ELIMINACIÓN DE LA CORROSIÓN



Figura 50 Envase de Alumiprep (Ácido Fosfórico)

Culminado el enmascarado de las partes que requieren el mismo. Se procedió a la aplicación del ácido fosfórico más conocido como Alumiprep este producto es un limpiador de superficies corroídas es utilizado para la aplicación del tratamiento anticorrosivo químico en superficies de aleaciones de aluminio. El mismo se debe diluir con un porcentaje de agua igual al contenido del envase de esté. Dicho limpiador tiene una fecha de caducidad de un año a partir de su fabricación. Todas las superficies de aleación de aluminio deben ser protegidas con este material anticorrosivo. Ver la información más detallada en el manual de referencia Anexo C.



Figura 51 Materiales y equipo protección personal para aplicar Alumiprep (Ácido Fosfórico)

Para proceder a la aplicación del limpiador anticorrosivo se debe primero a inspeccionar y detectar corroídas que se van a tratar con este eliminador de corrosión. Puesto que posteriormente el avión será pintado por completo, esto implica que las superficies de aluminio deber estar íntegramente limpias. Ver Anexo C



Figura 52 Material celulosa o abrasivo para aplicación de Alumiprep (Ácido Fosfórico)

El ácido fosfórico es moderadamente tóxico para la piel, ojos y aparato respiratorio es por ello que se debe evitar inhalar los vapores del mismo con la utilización del equipo de protección personal como guantes, gafas o mascararas de protección con estos equipos de protección se puede realizar con seguridad la aplicación del ácido fosfórico, cabe mencionar que el área de trabajo debe tener ventilación adecuada para este procedimiento. Ver la información más detallada en el manual de referencia Anexo C.



Figura 53 Preparación de Alumiprep (Ácido Fosfórico)

Los materiales con los cuales se puede aplicar el ácido fosfórico son mediante esponjas o cepillos de cerdas sintéticas resistente a los ácidos con la ayuda de estos materiales la corrosión se eliminara correctamente. Al tratar las superficies de aleación de aluminio si se encuentra áreas afectadas muy amplias se debe aplicar el ácido fosfórico o Alumiprep de la parte más baja hacia la más alta con un movimiento circular. Posterior a estos se deja actuar al producto limpiador anticorrosivo sobre la superficie tratada que tenga corrosión severa de 4 a 10 minutos.

Cabe mencionar que en áreas afectadas con corrosión leve se debe dejar actuar el producto de 2 a 5 minutos. Finalmente se debe enjuagar las superficies tratadas con abundante agua. Culminada cada aplicación del ácido fosfórico se examina las superficies tratadas con una lupa para verificar si de las mismas se eliminó la corrosión. Ver de mejor manera más detallada en el manual de referencia Ver la información más detallada en el manual de referencia Anexo C



Figura 54 Aplicación de Alumiprep (Ácido Fosfórico)

3.6 RECUBRIMIENTOS QUÍMICOS DE CONVERSIÓN POSTERIORES A LA ELIMINACIÓN DE LA CORROSIÓN

3.6.1 Método de aplicación a brocha

La aplicación de la película de ácido crómico más conocido como Alodine se aplica con ayuda de una brocha con cerdas sintéticas resistente a

ácidos y esta es empleada para aplicar el ácido crómico o Alodine después de la eliminación química de la corrosión. Antes de la aplicación del ácido crómico se debe agitar el mismo, posterior a esto se deja reposar 30 minutos antes de aplicar sobre la superficies a tratar si las mismas contienen impurezas el ácido crómico tomara una tonalidad verde sobre dichas superficies. Ver la información más detallada en el manual de referencia Anexo D.



Figura 55 Equipos de protección personal y material para aplicación de Alodine (Ácido Fosfórico)

Aplicado el ácido crómico sobre la superficie no se debe permitir que este material se seque cuando se aplica en grandes áreas debido a que el ácido debe ser enjuagado con agua. Para empezar la aplicación del alodine se debe aplicar desde la parte más baja hacia la parte más alta con ello se lograra formar una película uniforme sobre las superficie tratada. Se debe mantener las superficies completamente mojadas con este producto hasta que se forme una película de conversión gracias al ácido crómico. El tiempo de la aplicación del Alodine varía normalmente entre 1/2 y 5 minutos, dependiendo del fabricante.

Cabe recalcar que en superficies donde la adherencia de la película de conversión es difícil esta debe ser frotada suavemente con un material abrasivo como es Scotch-Brite humedecido en ácido crómico. Ver la información más detallada en el manual de referencia. Anexo D.



Figura 56 Aplicación de Alodine fuselaje

Con la aplicación del alodine mediante el material abrasivo como es el Scotch-Brite en las superficies tratadas y manteniendo las áreas del avión a tratar mojadas con el producto de conversión se crea la película de conversión, finalmente sin que se seque dicha película se procedió a enjuagar con abundante agua de 1 a 2 minutos. Ver Anexo D



Figura 57 Superficie previa a la aplicación de Alodine (Ácido Crómico)

Finalmente ya aplicado el ácido crómico y enjuagado con agua se procedió a eliminar restos del producto que quedaron estancados en la aeronave, también se eliminó el exceso de agua mediante paños limpios que no contengan algodón, un paño que no contiene algodón es liencillo o también tack cloth, realizado este procedimiento se dejó secar al aire libre la aeronave. El tiempo de secado al aire libre va entre 1 a 2 horas. Ver Anexo D



Figura 58 Superficie aplicada alodine (Ácido Crómico)

Para la aplicación del ácido crómico no hay tiempo de determinación exacto, debido a esto el tiempo de aplicación debe ser corto para una aplicación correcta de la película de conversión cromada. La película de protección debe ser uniforme además de tener un color homogéneo para brindar buena adherencia del material imprimante más conocido como Primer.

Cabe recalcar que el espesor de la película es demasiado fino para ser medirlo en la aplicación de este material anticorrosivo. Para evidenciar un correcto aplicado en las superficies de la aeronave se verifica en la tonalidad del color el cual debe tener una coloración amarillo latón, a diferencia de un mal tratamiento de las superficies se verá un color diferente al amarillo latón con ello se observa que la película de conversión aplicada en esas áreas fue incorrecto. Ver la información más detallada en el manual de referencia Anexo D.



Figura 59 Superficie aplicada Alodine (Ácido Crómico)

Para culminar la aplicación de la película de conversión cromada se procedió a inspeccionar la superficie tratada debido que si existen recubrimientos defectuosos se debe tratar nuevamente estas superficies, cabe también mencionar que si se observa superficies ya tratadas polvorientas estas se deben eliminar con un estropajo de nylon y tratarlas nuevamente.

Finalmente se debe indicar que el tiempo de secado las superficies tratadas con el ácido crómico está comprendida entre 1 y 16 horas transcurrido este tiempo la película de conversión envejecerá por ende se deberá realizar la aplicación del tratamiento con Alodine nuevamente. Ver detallada en el manual de referencia Ver la información más detallada en el manual de referencia Anexo D.

3.7 SUPERFICIES DE FIBRA DE CARBONO O FIBRA DE VIDRIO



Figura 60 Estructura de material compuesto

Desengrasar la superficie con trapos blancos de algodón empapados en thinner. Matizar la superficie mediante lijado suave usando lija circular de grano número 320 o más fino, sin dañar las telas de fibra. Limpiar la superficie con trapos blancos de algodón impregnados en thinner hasta que no aparezcan restos de suciedad en los paños. Ver Anexo E

3.8 IMPRIMACIÓN O APLICACIÓN DEL PRIMER



Figura 61 Pistola de rociado y equipos de protección personal precio a la aplicación de Primer (Fondo)

Culminado el tiempo de secado de las superficies, se debe aplicar el Primer o también llamado fondo, imprimante o aparejo. El Primer permite un soporte para la adherencia antes de la pintura final. Ver Anexo F



Figura 62 Envases de Primer barniz y catalizador

El Primer utilizado en la aeronave es Primer Poliuretano y está comprendido por el Barniz y el Catalizador. Su envase tiene las proporciones de mezcla, la misma que es 5 partes de barniz y 1 de catalizador. Ver Anexo F

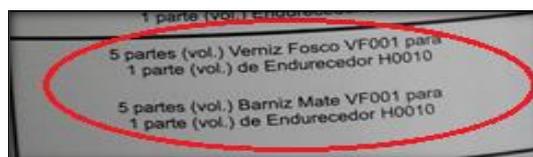


Figura 63 Proporciones de Primer (Imprimante)

Con la mezcla lista se procedió a aplicar el imprimante en todas las superficies anteriormente tratadas con productos anticorrosivos. Aplicada la primera mano de imprimante en toda la estructura se debe esperar de 10 minutos a 2 horas para proceder a aplicar la segunda mano del mismo ya aplicado se debe espera de 4 a 24 horas para su secado. Ver Anexo F



Figura 64 Preparación de Primer (Imprimante)



Figura 65 Radome aplicado Primer (Imprimante)

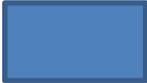


Figura 66 Aplicación del Primer (Imprimante) en el ala izquierda

3.9 DIAGRAMA DE PROCESOS

Un diagrama de procesos es un esquema gráfico el cual sirve para la interpretación de procesos mediante símbolos y en este se detallan los procesos involucrados para efectuar el tratamiento anticorrosivo del avión MIRAGE M50 EV FAE 1054.

Tabla 4 Simbología del Diagrama de Procesos

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Inicio o fin
	Proceso
	Decisión
	Preparación
	Conector

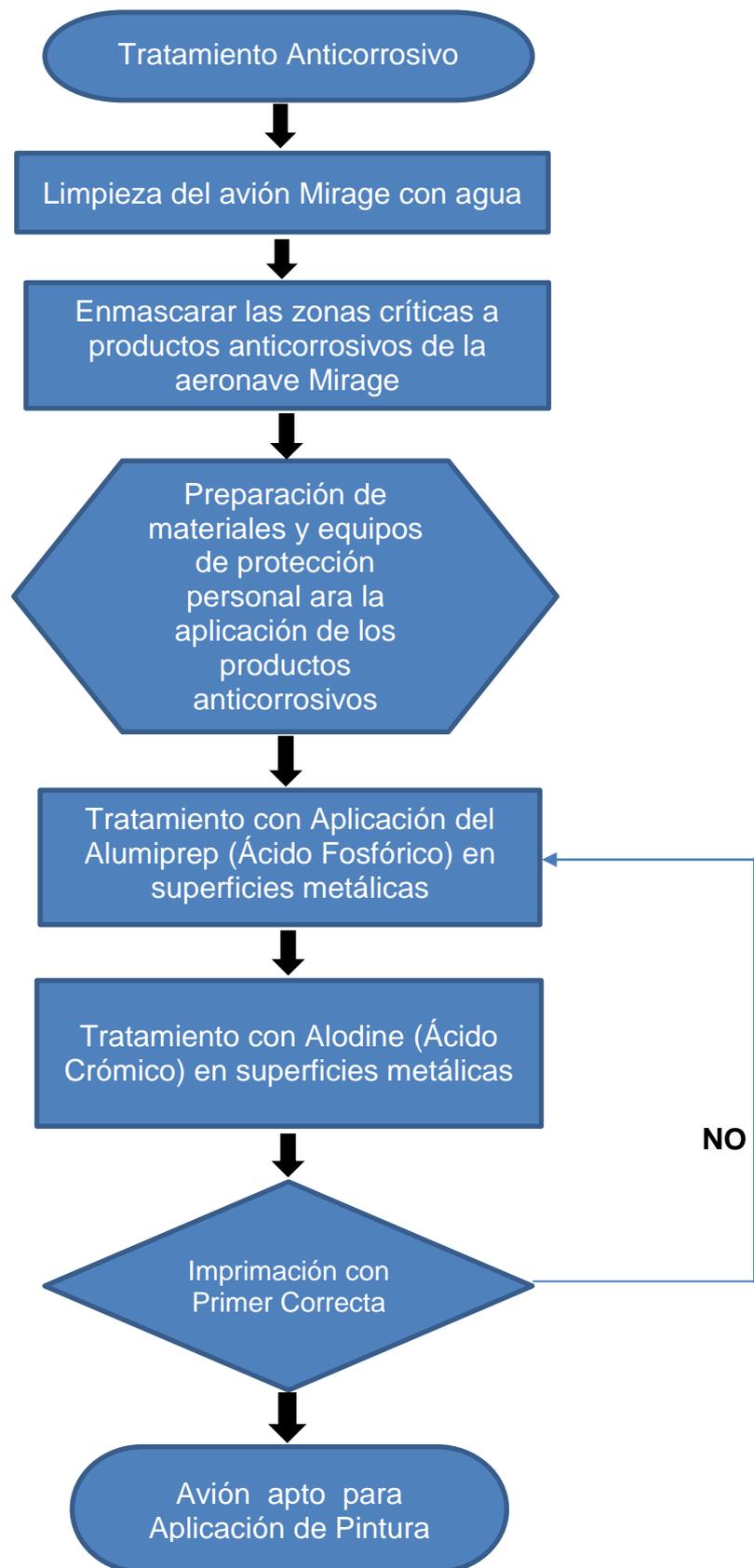


Figura 67 Diagrama de Procesos

3.10 ESTUDIO ECONÓMICO

Los costos del desarrollo del proyecto del tratamiento anticorrosivo empleados son necesarios para ejecutar el desarrollo práctico y teórico del tratamiento anticorrosivo, el cual es un paso indispensable para la aplicación de pintura aeronáutica en las superficies de la aeronave Mirage M50 EV FAE 1054 de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

3.11.1 Gastos Primarios

Se tiene como gastos primarios las inversiones realizadas en la adquisición de materiales, herramientas y equipos así como también los equipos de protección personal necesarios para la ejecución del proyecto.

Tabla 5 Gastos Primarios

MATERIALES	Valor
Líquidos Solventes	150
Anticorrosivos	150
Lija circular 320	160
Cinta Adhesiva	30
Telas de Limpieza	30
Thinner acrílico	20
Equipo de Protección Personal	100
Equipos y herramientas	150
Total	790

3.11.2 Gastos Secundarios

Los gastos secundarios se refieren a los recursos empleados para la ejecución del trabajo escrito de grado.

Tabla 6 Gastos Secundarios

MATERIALES	Valor
Transporte y alimentos	250
Gastos Varios	150
Equipos de Computo	50
Total	450

3.11.3 Gastos Totales

Como gastos totales se tiene a la sumatoria de valores primarios más los gastos secundarios del proyecto.

Tabla 7 Gasto Total

GASTOS	VALOR
Gastos Primarios	790
Gastos Secundarios	450
Total	1240

3.12 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

En el presente manual se describe los procesos involucrados en la ejecución de la aplicación del tratamiento anticorrosivo de la aeronave Mirage M50.

	Unidad de Gestión de Tecnologías Aplicación del Tratamiento Anticorrosivo	Código: PGTA /TA Revisión: 0 Fecha: Julio 2016 Página: 1 de 6 Edición: 001
	PROCEDIMIENTO GENERAL	

APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO ANTICORROSIVO EN LA AERONAVE MIRAGE M50 EV FAE 1054 DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE CAMPUS BELISARIO QUEVEDO.

Elaborado por: Galo Herrera Egresado de la Unidad de Gestión de Tecnologías Firma:	Revisado por: Tlga. Samantha Zabala Directora Firma:
Fecha:	Fecha:

ÍNDICE

1. OBJETIVO.....	59
2. DOCUMENTO DE REFERENCIA.....	59
3. REQUISITOS.....	59
4. DEFINICIONES Y SIGNIFICADOS DE ABREVIATURA.....	60
5. RESPONSABILIDADES.....	60
6. ACTIVIDADES REALIZADAS.....	60

1. OBJETIVO

Aplicar el tratamiento anticorrosivo en la aeronave Mirage M50 EV FAE 1054 de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Campus Belisario Quevedo mediante el uso de información técnica, equipos, herramientas y materiales para mejorar la parte estructural del avión.

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

Manual de Control de Corrosión del Avión CASA.

3. REQUISITOS:

- La ejecución del proceso de aplicación del tratamiento anticorrosivo debe ser realizado con los productos anticorrosivos, equipo, herramientas, materiales y equipo de protección personal.
- Precauciones de seguridad: Al realizar el Tratamiento Anticorrosivo hay que tener el menor contacto con los productos anticorrosivos es por esto que se debe utilizar el equipo de protección personal para mantener la integridad física de quien realiza el este tratamiento.
- Antes de iniciar el tratamiento la aeronave no debe tener ningún tipo de material extraño que dificulte la acción del anticorrosivo es por esto que se debe realizar una inspección visual y posteriormente la limpieza del avión.

4. DEFINICIONES Y SIGNIFICADO DE ABREVIATURAS:

Tratamiento Anticorrosivo.- El tratamiento anticorrosivo es el procedimiento aeronáutica posterior al decapado el cual consiste en la eliminación de la corrosión existentes que pueden aparecer sobre las estructuras de la aeronave debido a diferentes factores con el mismo se prolonga la vida útil de la estructura de la aeronave Mirage M50 EV FAE 1054.

Significado de abreviaturas:

- **PGTA:** Procedimiento General del Tratamiento Anticorrosivo.
- **TA:** Tratamiento Anticorrosivo.

5. RESPONSABILIDADES:

- Especificar procedimientos y técnicas que se emplearan al desarrollar el tratamiento anticorrosivo para evitar accidentes que pongan en riesgo a la integridad física de quien realiza el tratamiento.
- Dar a conocer los productos anticorrosivos químicos, equipos, materiales y herramientas utilizados para este proyecto.
- Cumplir el procedimiento de tratamiento anticorrosivo de manera ordenada.

6. ACTIVIDADES REALIZADAS

Los procedimientos de preparación de superficies para revestimiento pueden ser mecánicos, químicos o electroquímicos. Los tratamientos electroquímicos no son considerados dado el objetivo y alcance de este Manual. Las operaciones mecánicas y químicas pueden dividirse:

- Limpieza
- Eliminación de la corrosión,
- Tratamiento Anticorrosivo anterior al pintado
- Recubrimientos de protección anticorrosiva.

7. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE**7.1 Razones para la limpieza del Avión Mirage**

La limpieza es el primer paso para prevenir la corrosión esto ayuda a eliminar contaminantes y fluidos corrosivos es por ello que se debe limpiar

constantemente para que la corrosión afecte a la estructura de la aeronave, además para evidenciar corrosión en la parte estructural del avión debido a esto se mantiene y mejora el aspecto físico de la aeronave.

Limpieza de la aeronave con agua.- Para realizar la aplicación manual de agua en la aeronave se puede realizar con el uso de una manguera sostenida con la mano de quien realiza la limpieza del avión o con elemento para pulverización. Con la limpieza se procedió a eliminar las impurezas de toda la estructura puesto que las mismas no permiten impedir realizar correctamente la aplicación del tratamiento anticorrosivo. Mejores resultados y más eficientes se obtienen con un buen flujo total de agua sobre la superficies limpiadas para ello se necesita un mínimo de agua de 30 litros/minuto con no menos de 25 a 175 psi.

- Se debe dirigir el agua sobre la superficie decapada de la aeronave en un ángulo de 15 a 30 grados, además asegurarse que el flujo de agua sea lo suficiente para eliminar impurezas de toda la.

8. MEDIDAS DE PROTECCIÓN

8.1 Enmascarado de la Cúpula, ventanas y luces

El enmascarado de la cúpula y ventanas sirve para que los plásticos de las mismas no se cuarten, endurezcan o pierdan su transparencia al entrar en contacto con los ácidos de la aplicación del tratamiento anticorrosivo. El mismo consiste en colocar papel para protección de la cúpula y ventanas, el papel de enmascarado se debe ubicar con dos capas de cinta adhesiva de aluminio o alguna similar.

8.2 Enmascarado de Luces

Puesto que las luces de la aeronave están fabricadas de un material plástico este se va a endurecer, cuartear y perder visibilidad al entrar en contacto con los ácidos del tratamiento anticorrosivo, las mismas necesitan

ser protegidas de estos ácidos con el enmascarado por medio de papel protector con la ayuda de dos capas de cinta adhesiva de aluminio u otra similar, gracias al enmascarado las luces no entraran en contacto con los productos anticorrosivos.

8.3 Enmascarado de Antenas

El enmascarado de las antenas ayuda a proteger las mismas de los ácidos utilizados en la aplicación del tratamiento anticorrosivo de la aeronave Mirage M50 EV FAE 1054, es por ello que se debe colocar papel de protector o plástico con cinta adhesiva de aluminio u otra de similar. Con esto las antenas son protegidas adecuadamente con la colocación de su respectivo enmascarado.

8.4 Enmascarado de los Trenes de Aterrizaje

Antes de la aplicación del tratamiento anticorrosivo se debe colocar el enmascarado en los trenes de aterrizaje tanto en el principal como en el auxiliara para impedir el contacto de los ácidos del tratamiento anticorrosivo, el enmascarado de los trenes consiste en proteger a los trenes de aterrizaje por completo incluyendo ruedas y neumáticos.

9. ANTICORROSIVOS ELIMINACION QUIMICA DE LA CORROSION

Culminado el enmascarado de las partes que requieren el mismo. Se procedió a la aplicación del ácido fosfórico más conocido como Alumiprep este producto es un limpiador de superficies corroídas es utilizado para la aplicación del tratamiento anticorrosivo químico en superficies de aleaciones de aluminio. El mismo se debe diluir con un porcentaje de agua igual al contenido del envase de esté. Dicho limpiador tiene una fecha de caducidad de un año a partir de su fabricación. Todas las superficies de aleación de aluminio deben ser protegidas con este material anticorrosivo.

- Para proceder a la aplicación del limpiador anticorrosivo se debe primero a inspeccionar y detectar corroídas que se van a tratar con este eliminador de corrosión. Puesto que posteriormente el avión será pintado por completo, esto implica que las superficies de aluminio deber estar íntegramente limpias.

Peligro: El ácido fosfórico es moderadamente tóxico para la piel, ojos y aparato respiratorio es por ello que se debe evitar inhalar los vapores del mismo con la utilización del equipo de protección personal como guantes, gafas o mascarás de protección con estos equipos de protección se puede realizar con seguridad la aplicación del ácido fosfórico, cabe mencionar que el área de trabajo debe tener ventilación adecuada para este procedimiento.

- Los materiales con los cuales se puede aplicar el ácido fosfórico son mediante esponjas o cepillos de cerdas sintéticas resistente a los ácidos con la ayuda de estos materiales la corrosión se eliminara correctamente. Al tratar las superficies de aleación de aluminio si se encuentra áreas afectadas muy amplias se debe aplicar el ácido fosfórico o Alumiprep de la parte más baja hacia la más alta con un movimiento circular. Posterior a estos se deja actuar al producto limpiador anticorrosivo sobre la superficie tratada de 4 a 10 minutos.
- Cabe mencionar que en áreas afectadas con corrosión leve se debe dejar actuar el producto de 2 a 5 minutos. Finalmente se debe enjuagar las superficies tratadas con abundante agua. Culminada cada aplicación del ácido fosfórico se examina las superficies tratadas con una lupa para verificar si de las mismas se eliminó la corrosión.

10. RECUBRIMIENTOS QUÍMICOS DE CONVERSIÓN POSTERIORES A LA ELIMINACION DE LA CORROSIÓN

10.1 Método de aplicación a brocha

La aplicación de la película de ácido crómico más conocido como Alodine se aplica con ayuda de una brocha con cerdas sintéticas resistente a ácidos

y esta es empleada para aplicar el ácido crómico o Alodine después de la eliminación química de la corrosión. Antes de la aplicación del ácido crómico se debe agitar el mismo, posterior a esto se deja reposar 30 minutos antes de aplicar sobre las superficies a tratar si las mismas contienen impurezas el ácido crómico tomara una tonalidad verde sobre dichas superficies.

- Aplicado el ácido crómico sobre la superficie no se debe permitir que este material se seque cuando se aplica en grandes áreas debido a que el ácido debe ser enjuagado con agua. Para empezar la aplicación del alodine se debe aplicar desde la parte más baja hacia la parte más alta con ello se lograra formar una película uniforme sobre las superficie tratada. Se debe mantener las superficies completamente mojadas con este producto hasta que se forme una película de conversión gracias al ácido crómico. El tiempo de la aplicación del Alodine varía normalmente entre 1/2 y 5 minutos, dependiendo del fabricante.
- Cabe recalcar que en superficies donde la adherencia de la película de conversión es difícil esta debe ser frotada suavemente con un material abrasivo como es Scotch-Brite humedecido en ácido crómico.
- Con la aplicación del alodine mediante el material abrasivo como es el Scotch-Brite en las superficies tratadas y manteniendo las áreas del avión a tratar mojadas con el producto de conversión se crea la película de conversión, finalmente sin que se seque dicha película se procedió a enjuagar con abundante agua de 1 a 2 minutos.
- Finalmente ya aplicado el ácido crómico y enjuagado con agua se procedió a eliminar restos del producto que quedaron estancados en la aeronave, también se eliminó el exceso de agua mediante paños limpios que no contengan algodón, un paño que no contiene algodón es liencillo o también tack cloth, realizado este procedimiento se dejó secar al aire libre la aeronave. El tiempo de secado al aire libre va entre 1 a 2 horas.

- Para la aplicación del ácido crómico no hay tiempo de determinación exacto, debido a esto el tiempo de aplicación debe ser corto para una aplicación correcta de la película de conversión cromada. La película de protección debe ser uniforme además de tener un color homogéneo para brindar buena adherencia del material imprimante más conocido como Primer.
- Cabe recalcar que el espesor de la película es demasiado fino para ser medirlo en la aplicación de este material anticorrosivo. Para evidenciar un correcto aplicado en las superficies de la aeronave se verifica en la tonalidad del color el cual debe tener una coloración amarillo latón, a diferencia de un mal tratamiento de las superficies se verá un color diferente al amarillo latón con ello se observa que la película de conversión aplicada en esas áreas fue incorrecto.
- Para culminar la aplicación de la película de conversión cromada se procedió a inspeccionar la superficie tratada debido que si existen recubrimientos defectuosos se debe tratar nuevamente estas superficies, cabe también mencionar que si se observa superficies ya tratadas polvorientas estas se deben eliminar con un estropajo de nylon y tratarlas nuevamente.
- Finalmente se debe indicar que el tiempo de secado las superficies tratadas con el ácido crómico está comprendida entre 1 y 16 horas transcurrido este tiempo la película de conversión envejecerá por ende se deberá realizar la aplicación del tratamiento con Alodine nuevamente.

11. SUPERFICIES DE FIBRA DE CARBONO O FIBRA DE VIDRIO

Desengrasar la superficie con trapos blancos de algodón empapados en thinner. Matizar la superficie mediante lijado suave usando lija circular de grano número 320 o más fino, sin dañar las telas de fibra. Limpiar la superficie con trapos blancos de algodón impregnados en thinner hasta que no aparezcan restos de suciedad en los paños.

12. IMPRIMACION O APLICACIÓN DEL PRIMER

Culminado el tiempo de secado de las superficies, se debe aplicar el Primer o también llamado fondo, imprimante o aparejo.

- El Primer permite un soporte para la adherencia antes de la pintura final. El Primer utilizado en la aeronave es Primer Poliuretano y está comprendido por el Barniz y el Catalizador. Su envase tiene las proporciones de mezcla, la misma que es 5 partes de barniz y 1 de catalizador.
- Con la mezcla lista se procedió a aplicar el imprimante en todas las superficies anteriormente tratadas con productos anticorrosivos. Aplicada la primera mano de imprimante en toda la estructura se debe esperar de 10 minutos a 2 horas para proceder a aplicar la segunda mano del mismo ya aplicado se debe espera de 4 a 24 horas para su secado.

 <p>ESPE UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p> <p>UNIDAD DE GESTION DE TECNOLOGIAS</p>	<p>PROCEDIMIENTO POSTERIORES AL TRATAMIENTO ANTICORROSIVO A LA AERONAVE MIRAGE M50 EV FAE 1054</p>	<p>ELABORADO POR: GALO HERRERA</p>	
<p>Los siguientes procedimientos puntualizan los pasos a seguir en el tratamiento anticorrosivo, además se basa en procedimientos de preservación de la aeronave posteriores al tratamiento que se debe realizar por el encargado de la aeronave Mirage M50 EV FAE 1054.</p>			
<p>1.- Inspeccionar periódicamente de la aeronave para verificar condiciones de la misma.</p>	<p>Si</p>	<p>NO</p>	
<p>2.- Limpiar superficies que se encuentren con impurezas con un paños limpios empapados en un solvente</p>			
<p>3.- Limpiar las heces de pájaros con un solvente puesto que las mismas contienen ácidos muy dañino para la preservación de la estructura</p>			
<p>4.- Lavar cada seis meses la aeronave para preservar la pintura del avión.</p>			
<p>5.- Si la aeronave se encuentra corroída seguir el procedimiento de aplicación del tratamiento químico con ácido fosfórico posterior a este seguir los procedimientos de recubrimientos químicos de conversión posteriores a la eliminación de la corrosión y finalmente aplicar el procedimiento de imprimación</p> <p>Nota: Todos los procedimientos antes mencionados se encuentra en el manual de control de la corrosión se elaborado para el avión MIRAGE M50 EV FAE 1054</p>			
<p>ENCARGA DE LA AERONAVE MIRAGE</p>	<p>FECHA</p>	<p>FIRMA</p>	<p>ID/CI</p>

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- En vista que no existió información técnica referente al tratamiento corrosivo de la aeronave Mirage se analizó información técnica de referencia con el Manual de Control de Corrosión del avión CASA con el cual se procedió a la aplicación del tratamiento anticorrosivo en el avión Mirage.
- Mediante el manual de referencia de la aplicación del tratamiento anticorrosivo se determinó los equipos, herramientas y materiales empleados para aplicar los productos anticorrosivos además de los equipos de protección personal que ayudaron a tener mejor destreza en la realización del proyecto, los mismos constituyeron la parte fundamental para obtener los resultados esperados.
- Con la aplicación de los anticorrosivos Alumiprep y Alodine que ayudaron a eliminar la corrosión de piel del avión y facilitaron la adherencia del Primer se debe realizar inspecciones trimestrales por medio del encargado del avión para evaluar periódicamente el estado estructural del avión Mirage M50 EV FAE 1054.

4.2 RECOMENDACIONES

- Disponer de información técnica sobre la aplicación del tratamiento anticorrosivo para no cometer errores que pueden interferir en el correcto procedimiento del tratamiento específico.
- Mantener a disposición los equipos, herramientas y materiales a emplear antes de iniciar el procedimiento anticorrosivo de acuerdo a lo establecido en el Manual de Control de Corrosión además de equipos de protección personal para evitar accidentes y poder trabajar con mayor libertad.
- Al aplicar los productos anticorrosivos Alumiprep y Alodine se debe respetar los tiempos de exposición indicados en el manual de referencia de control de la corrosión, además posteriormente a la aplicación de la pintura final el encargado de la aeronave debe realizar una evaluación periódica de los daños estructurales que pueden aparecer en el avión para tratarlos de manera preventiva y oportuna para evitar daños de las superficies de la aeronave que sean irreversibles.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Alclad: Capa de fábrica de protección anticorrosiva del aluminio.

Aleaciones: Es una combinación de propiedades metálicas

Alodine: El Alodine es un recubrimiento químico no inflamable y con base ácida que produce una capa de conversión cromada sobre el aluminio y sus aleaciones

Alumiprep: Es un limpiador no inflamable a base de ácido fosfórico, limpiador, abrillantador y acondicionador que se utiliza antes de la aplicación de la pintura.

Anodinización: Es el tratamiento de las superficies más común de aleaciones de aluminio sin Alclad.

Anodizado: El anodizado es un tratamiento químico simple para todas las aleaciones de aluminio para aumentar su resistencia a la corrosión y para mejorar sus cualidades de unión de pintura.

Ataque Electroquímico: La reacción en este ataque corrosivo requiere un medio, normalmente agua, que es capaz de llevar a cabo una pequeña corriente de la electricidad.

Ataque Químico: Es un ataque que resulta de una exposición directa de una superficie desnuda a los agentes cáusticos líquidos o gaseosos.

Control de Ataque: Avión de alerta temprana y control.

Control de Tiro: Elementos para control de la puntería y del tiro de los cañones, cohetes o misiles.

Corrosión: Lo que provoca la corrosión es un flujo eléctrico masivo generado por las diferencias químicas entre las piezas implicadas.

Cúpula: Bóveda de curvatura uniforme que se erige sobre una base circular de sección semicircular.

Inhibidor: Son moléculas que se unen a enzimas y disminuyen su actividad.

Liencillo: Tela delgada y rústica de algodón sin blanquear la cual sirve para la limpieza de superficies.

Material Extraño: Impurezas que generan corrosión y se adhieren a las superficies de metal.

Pandeo: Es un fenómeno de inestabilidad elástica que puede darse en elementos comprimidos esbeltos

Primer: Es la capa de base que se aplica antes de la pintura definitiva, la cual debido a su tono mate ayuda a encontrar imperfecciones en el metal.

Purgador: Aparato que elimina de una instalación un fluido que, por su presencia o exceso, dificulta el funcionamiento de esta.

Revestimiento o Piel: Su función es la de dar y mantener la forma aerodinámica del ala, pudiendo contribuir también en su resistencia estructural.

Scotch-Brite: Es un material abrasivo especialmente diseñado para superficies protegidas no daña estas superficies tratadas y alarga su vida.

Susceptibles: Es un adjetivo de dos géneros que indica la susceptibilidad de alguien o de algo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LAS PINTURAS*. (2010). Recuperado el 2016, de PROCESO DE PINTURA:
<http://www.las-pinturas.com/pintado.html>
- EL PORTAL DEL AMBIENTE*. (05 de 11 de 2013). Recuperado el 2016, de
<http://www.i-ambiente.es/?q=noticias/incertidumbre-sobre-el-abastecimiento-de-agua-en-la-ciudad-de-mexico>
- SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO*. (2013). Recuperado el 2016, de
 LENTES DE SEGURIDAD: <http://norma-ohsas18001.blogspot.com/2013/09/lentes-de-seguridad.html>
- 3M COMPANY. (28 de 09 de 2014). *SCOTCH-BRITE*. Recuperado el 2016,
 de <http://multimedia.3m.com/mws/media/357071O/folleto-discos.pdf>
- 3M COMPANY. (2014). *VERNICI SPRAY*. Recuperado el 2016, de 3M -
 SCOTCH-BRITE ROJO (GRANO FINO):
<http://www.vernicispray.es/3942178ES/3m-scotch-brite-rojo.jsp>
- 3M ESPAÑA S.A. (2014). *3M PRODUCTOS DE PROTECCION PERSONAL*. Recuperado el 2016, de PROTECCIÓN
 RESPIRATORIA MÁSCARAS FILTROS PARA PARTÍCULAS,
 GASES Y VAPORES:
http://solutions.productos3m.es/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1395744460000&locale=es_ES&assetType=MMM_Image&assetId=1361792188951&blobAttribute=ImageFile
- AGUILERA, A. (2013). *CONSTRUÍNDICE*. Obtenido de
<http://www.lineaprevencion.com/ProjectMiniSites/IS42/html/cap-5/cap-5-1.html>
- ALFARO, P. H. (05 de 2014). *APLICACIÓN PINTURA DE ACABADO FASE 2*. Recuperado el 2016, de <http://www.pintarmicoche.com/wp-content/uploads/2014/05/APILICACION-PINTURA-DE-ACABADO-FASE-2-PINTADO.pdf>
- BOEING COMPANY. (2011). *AIRFRAME TEXTBOOK*. Jeppesen.

- BRICONATUR BLOG. (22 de 05 de 2014). *PISTOLAS PARA PINTAR*. Recuperado el 2016, de <http://blog.briconatur.com/pistolas-para-pintar/>
- CANO, J. (15 de 10 de 2013). *CONTROL DE CORROSION*. Recuperado el 2016, de <http://repasossobreaviacion.blogspot.com/2013/11/control-de-corrosion-general-este.html>
- CASA. (2001). *MANUAL DE CONTROL DE CORROSION*. En *ELIMINACION DE LA CORROSION Y TRATAMIENTO DE SUPERFICIES* (pág. 5).
- DASSAULT AVIATION. (13 de 03 de 2009). *LOS MIRAGE M50*. Recuperado el 2016, de <http://cazaslatinos.blogspot.com/2009/03/dassault-mirage-50-evdv.html>
- DISPROCAR RED DE TALLERES. (2008). *SECCION DE PINTURA*. Recuperado el 2016, de http://www.elchapista.com/compresores_taller_chapa_pintura.html
- EL NERVION S.A. (2008). *PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS DE POLIURETANO*. Recuperado el 2016, de http://www.nervion.com.mx/web/literatura/productos_poliuretanos.php
- EL NERVION S.A. (2008). *RECUBRIMIENTOS EPOXICOS*. Recuperado el 2016, de http://www.nervion.com.mx/web/literatura/productos_epoxicos.php
- ESPASA, C. (2005). *DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA*. ESPASA, CALPE.
- FAMILOIDA FALESA. (2013). *FRANELA ROJA*. Recuperado el 2016, de <http://falesa.com/?product=franela-roja-46-5cmx37-5cm-2>
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. (S.F de S.F de 2008). *HANDBOOK. AVATION SUPPLIES & ACADEMICS*.
- FLORES, J. (13 de 11 de 2013). *INGENIERIA EN PINTURA AERONAUTICA*. Recuperado el 2016, de <http://pinturaingenieriaeronautica.blogspot.com/>
- FORUM DE MODELISME NAVAL RADIOCOMMANDE. (27 de 05 de 2010). *AUTRE THECHNIQUE DE SOUDERE ALIMINIUM*. Recuperado el

2016, de <http://forum-naval.star-ac.org/t1551-autre-technique-de-soudure-aluminium>

- GALBARRO, H. R. (07 de 01 de 2013). *PROPIEDADES MECANICO-QUIMICO*. Recuperado el 2016, de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn110.html#seccion52>
- GÁLVEZ, L. A. (02 de 1999). *DESTORNILLADORES*. Recuperado el 2016, de <http://www.iesbajoaragon.com/~tecnologia/herr/destorni.htm>
- GOMPLEWICZ, D. (1994). *APUNTE DE CORROSION- DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA*. Recuperado el 2016, de <http://www.aero.ing.unlp.edu.ar/catedras/archivos/Apunte%20Corrosion.pdf>
- HENKEL CORPORATION. (2013). *ALODINE*. Recuperado el 2016, de <http://pinmar.com/awlgrip/cap5/5111.htm>
- INDUSTRY & TRADE CO. LTD. (2012). *DP HERRAMIENTAS NEUMATICAS*. Recuperado el 2016, de http://www.herramientas-neumaticas-aire.com/mangueras_espiral_PU_PVC_PA_goma.html
- INTERIDEAS C.A. (1966). *ESCALERAS*. Recuperado el 2016, de <http://www.metal-arte.com/html/productos.php?cat=8>
- J LYMAN INDUSTRIES, INC. (2015). *INDUSTRY LEADING TECHNICAL EXPERTISE, WHIT 40 YEARS OF SPECIALIZATION IN TACK CLOTH*. Recuperado el 2016, de <https://jlyman.com/?gclid=CN-urNaqzs0CFQFahgod-bcL8Q>
- LA RIOJA S.A. (2014). *EMPRESA DE VUELOS*. Recuperado el 2016, de <http://www.larioja.com/la-rioja/201501/28/empresa-altos-vuelos-20150128131338.html>
- MARINE AVIATION INDUSTRIAL MERRTTI SUPPLY. (09 de 09 de 2014). *AILUMIPREP 33 ALUMINUM CLEANER & CONDITONE*. Recuperado el 2016, de <http://www.merriittsupply.com/products/29493-alumiprep-33-aluminum-cleaner-conditioner.aspx>
- NUTRIFOOD S.A. (2016). *NFS SUPLIUDORES*. Recuperado el 2016, de FIBRAS LIMPIADORAS:

<http://www.nfssuplidores.com/index.php?r=products/listProducts&id=31>

- ORGANIZACIÓN MC. (14 de 08 de 2011). *GUANTES DE SEGURIDAD CSS*. Recuperado el 2016, de <http://es.slideshare.net/search/slideshow?searchfrom=header&q=Guan+tes+de+seguridad+CSS>
- ORGANIZACION MC. (2011). *Tipos de Guantes*. Recuperado el 2016, de <http://es.slideshare.net/search/slideshow?searchfrom=header&q=Tipo+s+De+Guantes>
- PINTURASBLER. (2014). *FIERROS*. Recuperado el 2016, de <http://fierros.com.co/guia/classified/primer-epoxico-bler-629.html>
- ROJAS, R. (2012). *TRATAMIENTO QUIMICO PINTURA*. Obtenido de <https://prezi.com/ryhn4usd7eou/tratamiento-quimico-y-pintura/>
- RUBBER, M. (01 de 06 de 2001). *WASH PRIMER*. Recuperado el 2016, de <http://www.maxirubber.com.br/produtos/wash-primer-maxi-rubber#.VwJzZJyLTIU>
- SALAZAR, Y. (2016). *LIENCILLO*. Recuperado el 2016, de <http://cys.com.ec/web/?product=liencillo-crudo-1-60mts-6LZ00003>
- SATA REAUXI. (2008). *PINTURA-TIPOS DE PISTOLAS AEROGRAFICAS*. Recuperado el 2016, de http://www.elchapista.com/tipos_de_pistolas_aerograficas.html
- SEGURA, J. (12 de 05 de 2015). *PRODUCCIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO*. Recuperado el 2016, de <http://www.slideshare.net/jaiirsegura1/1el-fluidost2>
- SEVILLA, M. H. (18 de 08 de 2012). *TIPOS DE CORROSION*. Recuperado el 2016, de <http://repasossobreaviacion.blogspot.com/2013/11/control-de-corrosion-general-este.html>
- SISMA. (2014). *PROTECCIÓN PERSONAL*. Recuperado el 2016, de <http://www.sismaconsultores.com/proteccionper.html>
- SUMINISTROS RIOL S.A. (2007). *CORROSIÓN EN ARANDELAS BELLEVILLE*. Recuperado el 2016, de <http://www.arandelas-belleville.com/corrosiongalvanica.php>

TOLIVA, N. (19 de 07 de 2008). *EQUIPOS DE PROTECCIÓN*. Recuperado el 2016, de http://es.slideshare.net/noratoliva/equipos-de-proteccion?qid=3f4febc4-36e6-417f-bedc-b7ee44161eb4&v=&b=&from_search=2

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA CIUDAD DE MEXÍCO. (2013). *DESTORNILLADORES*. Recuperado el 2016, de http://www.dis.uia.mx/taller_industrial/blog/?grid_products=desarmador-destornillador-punta-plana

WEST, J. M. (1986). *CORROSION Y OXIDOS FUNDAMENTALES*.

YACHT SUPPLY DEPOT INC. (2006). *ALODINE 1201 LIGHT METALS CONVERSION COATING*. Recuperado el 2016, de <http://www.yachtsupplydepot.com/boat-maintenance-and-repair/paint-and-supplies/dewaxer/surface-preparation/594418-alodine-1201-73003-gallon.html>

ANEXOS