



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Recubrimiento orgánico de la aeronave Beechcraft King Air (KAE-90) de matrícula HC-DGA mediante información técnica aplicable

Pallo Chamorro, Karla Nahomi

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

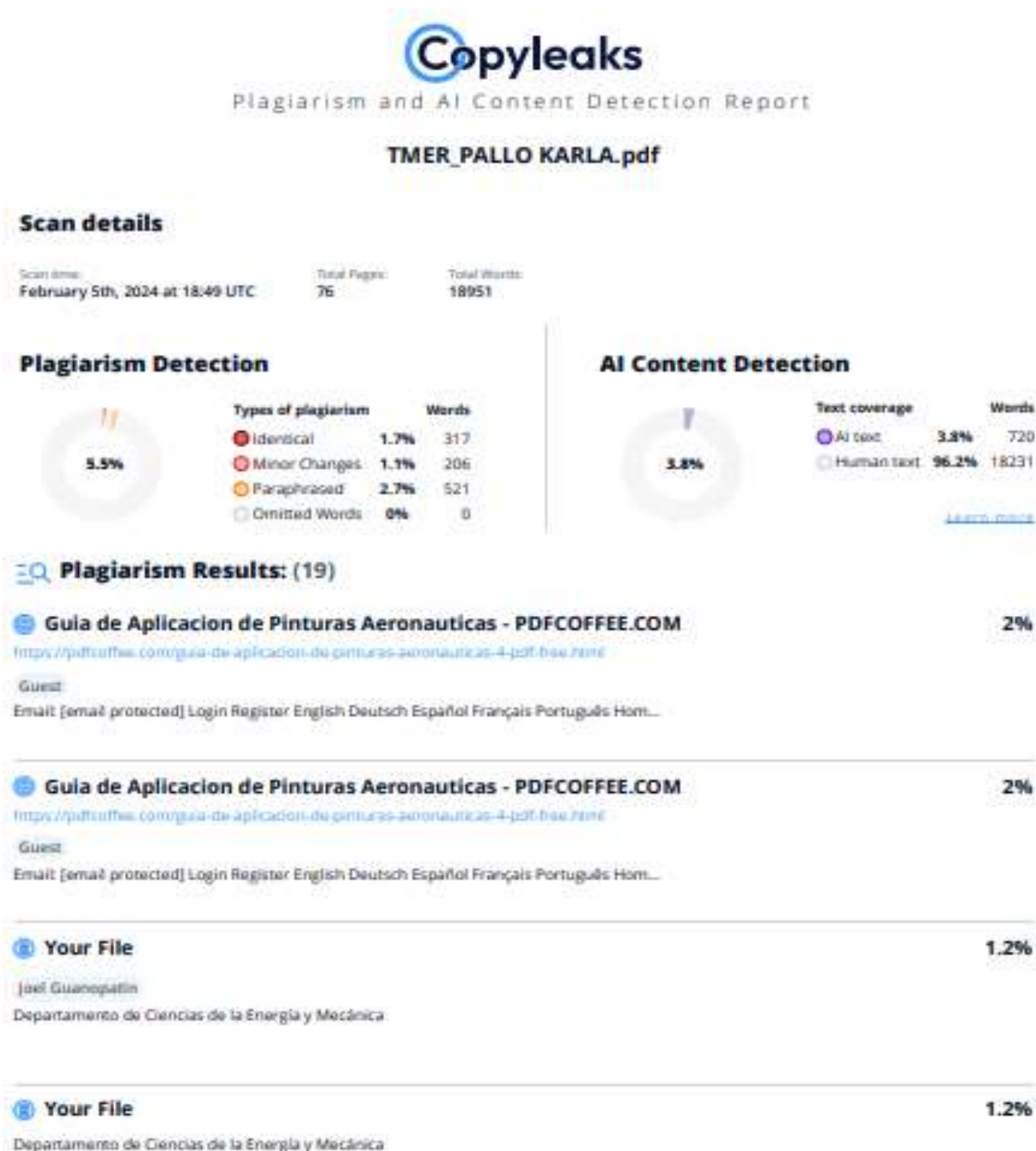
Monografía, previo a la obtención del título de Tecnóloga En Mecánica Aeronáutica

Ing. Inca Yajamín, Gabriel Sebastián

06 de febrero del 2024

Latacunga

Reporte de verificación de contenido



Ing. Inca Yajamín, Gabriel Sebastián

C.C: 1722580329



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Certificación

Certifico que la monografía: **“Recubrimiento orgánico de la aeronave Beechcraft King Air (KAE-90) de matrícula HC-DGA mediante información técnica aplicable”** fue realizada por el señorita **Pallo Chamorro, Karla Nahomi**, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 06 de febrero del 2024

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Gabriel Inca Yajamín'.

Ing. Inca Yajamín, Gabriel Sebastián

C.C: 1722580329



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Responsabilidad de autoría

Yo, **Pallo Chamorro Karla Nahomi** con cedula de ciudadanía N.º **1720407897** declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de la monografía: **“Recubrimiento orgánico de la aeronave Beechcraft King Air (KAE-90) de matrícula HC-DGA mediante información técnica aplicable”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, metodológicos establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas. Latacunga, 06 de febrero del 2024.

Latacunga, 06 de febrero del 2024

Una firma manuscrita en tinta azul que parece leerse 'Pallo Chamorro Karla Nahomi'.

Pallo Chamorro Karla Nahomi

C.C: 1720407897



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Autorización de publicación

Yo, **Pallo Chamorro Karla Nahomi**, con cedula de ciudadanía N.º **1720407897** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Recubrimiento orgánico de la aeronave Beechcraft King Air (KAE-90) de matrícula HC-DGA mediante información técnica aplicable”**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad, respetando los derechos intelectuales de terceros y referencias de citas bibliográficas.

Latacunga, 06 de febrero del 2024

Una firma manuscrita en tinta azul, que parece ser la de Karla Nahomi.

Pallo Chamorro Karla Nahomi

C.C: 1720407897

Dedicatoria

Dedico este proyecto a Dios, quien ha sido mi fuente de bendiciones al proveerme salud, vida y al iluminar mi mente, permitiéndome alcanzar este punto para lograr mis metas y objetivos.

A mis padres Mónica y Luis, quienes con sacrificio y dedicación me han brindado las herramientas para forjar mi camino, desde el inicio de mi travesía académica han sido mi fuente inagotable de apoyo y amor, son mi red de seguridad en los momentos de desafío. A mis hermanos Kevin y Mathius, por entender las horas de estudio y ser mi constante motivación. Este proyecto no solo simboliza extensas dedicaciones de tiempo y esfuerzo académico, sino también la manifestación del respaldo constante proporcionado por mi familia.

Finalmente, agradezco a mí misma por la dedicación y la persistencia en este viaje educativo. Esta tesis es el resultado tangible de años de esfuerzo y dedicación. Que este logro sirva como un recordatorio de que, con determinación y pasión, los cielos son el límite.

PALLO CHAMORRO KARLA NAHOMI

Agradecimiento

Para alcanzar un anhelo y alcanzar el éxito, es crucial reconocer la necesidad de tener presente a Dios, por ello le agradezco por otorgarme salud y bendiciones, permitiéndome realizar uno de mis sueños dentro del ámbito académico.

Quiero agradecer a un buen amigo que estuvo ahí en todo momento, con su ayuda y buena disposición, logré terminar este proyecto de titulación. ¡Su apoyo fue clave y estoy muy agradecida!

Agradezco profundamente a mis padres por el constante respaldo brindado a lo largo de mi carrera profesional. Con su amor, confianza y, sobre todo, su inestimable ayuda, logré culminar con éxito esta etapa en mi educación.

Finalmente, deseo expresar mi gratitud hacia mis compañeros y profesores por su valioso respaldo y por compartir sus conocimientos, contribuyendo así a mi desarrollo como profesional. Además, agradezco especialmente a mi tutor de proyecto por guiarme de manera integral a lo largo de todo este proceso.

PALLO CHAMORRO KARLA NAHOMI

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Índice de contenido	8
Índice de tablas.....	13
Índice de figuras.....	14
Resumen	16
Abstract.....	17
Capítulo I: Planteamiento del problema.....	18
Generalidades.....	18
Tema	18
Antecedentes.....	18
Planteamiento del problema	19
Justificación	20
Objetivos	20
<i>Objetivo general:</i>	<i>20</i>

<i>Objetivos específicos:</i>	20
Alcance	21
Capítulo II: Marco Teórico	22
Historia de la aeronave Beechcraft King Air 90 Series	22
Descripción de la aeronave Beechcraft King Air E90.....	24
<i>Especificaciones de la aeronave Beechcraft King Air E90</i>	26
Aplicación de pintura para aeronaves	28
Efectos medioambientales en superficies sin pintar.....	28
<i>Aleaciones de aluminio y acero</i>	29
<i>Materiales compuestos</i>	29
Seguridad en el proceso de pintura	30
<i>Equipos de protección personal (PPE)</i>	30
<i>Almacenamiento del material</i>	38
<i>Seguridad en el taller de pintura</i>	38
<i>Requisitos de las etiquetas</i>	39
<i>Fichas de datos de seguridad</i>	44
Eliminación de la pintura en superficies metálicas y compuestas	45
<i>Método de lijado</i>	45
<i>Método de blasting con abrasivos plásticos</i>	46
<i>Método por solución química</i>	47
Preparación de superficies.....	48

	10
<i>Masillado de compuestos, lijado y preparación de superficies</i>	49
<i>Eliminación de óxido y corrosión en superficies metálicas</i>	49
<i>Preparación de la superficie del metal</i>	51
Recubrimientos recomendados	51
<i>Primers</i>	52
<i>Capas superiores</i>	54
Métodos de aplicación	56
<i>Inmersión</i>	56
<i>Cepillado</i>	56
<i>Pulverización</i>	57
Enmascaramiento	58
Problemas comunes de pintura	59
<i>Adherencia y elevación</i>	60
<i>Blushing</i>	60
<i>Caídas, fugas y goteos</i>	61
<i>Piel de naranja</i>	62
<i>Estallido de disolventes y agujeros de alfiler</i>	63
<i>Fisheyes</i>	64
<i>Arañazos de lijado</i>	65
<i>Arrugas</i>	66
<i>Polvo en aerosol</i>	67

	11
Compatibilidad de pintura	68
<i>Retoques de pintura</i>	69
<i>Identificación de los acabados de pintura</i>	70
<i>Preparación de la superficie para el retoque</i>	70
Capítulo III: Desarrollo del tema	72
Descripción General	72
Descripción del proceso de pintura de la aeronave Beechcraft.....	74
Evaluación del estado del recubrimiento orgánico de la aeronave	77
Lijado de la superficie de la aeronave.....	77
Corrección de los daños estructurales en diferentes zonas de la aeronave	78
<i>Hundimientos y golpes en la raíz del ala</i>	79
<i>Desprendimiento de pintura en el radome</i>	80
<i>Imperfecciones estructurales en las capotas de los motores</i>	81
<i>Deformación estructural en el single after body strakes</i>	82
Extracción de las calcomanías de la aeronave.....	83
Limpieza de la superficie estructural	85
Empapelado de la aeronave.....	86
Aplicación del primer	87
Aplicación del recubrimiento orgánico color blanco	88
Empapelado del diseño de la aeronave y aplicación de pintura (rojo - negro).....	89
Limpieza de los residuos del empapelado y aplicación del brillo a la aeronave	90

Aplicación del recubrimiento orgánico a las hélices (negro, gris, blanco)	91
Aplicación de calcomanías en la superficie de la aeronave	92
Finalización e Inspección visual del proceso de pintura.....	94
Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones.....	96
Conclusiones	96
Recomendaciones	98
Bibliografía	100
Anexos	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Especificaciones de la aeronave</i>	27
Tabla 2 <i>Equipos de protección recomendados para procesos de pintura</i>	34
Tabla 3 <i>Primers de aviación</i>	52
Tabla 4 <i>Tipos de capas superiores de la pintura</i>	55
Tabla 5 <i>Materiales utilizados en el proceso de pintura</i>	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Aeronave Beechcraft King Air – Primer prototipo</i>	23
Figura 2 <i>Dimensiones del primer prototipo</i>	24
Figura 3 <i>Dimensiones de la aeronave</i>	24
Figura 4 <i>Fuel System Schematic - King Air E90</i>	25
Figura 5 <i>Aeronave escuela – Beechcraft King Air E90</i>	26
Figura 6 <i>Uso de la mascarilla en el proceso de pintura</i>	31
Figura 7 <i>Uso de las gafas en procesos iniciales de pintura</i>	32
Figura 8 <i>Uso de los guantes en el pintado de un componente de la aeronave</i>	33
Figura 9 <i>Equipo de sistema respiratorio de aire forzado</i>	34
Figura 10 <i>Identificación de los componentes químicos</i>	40
Figura 11 <i>Palabras de advertencia del producto químico</i>	41
Figura 12 <i>Declaración de peligro de los materiales peligrosos</i>	41
Figura 13 <i>Pictograma de los peligros en productos químicos</i>	42
Figura 14 <i>Etiquetas de medidas de precaución</i>	43
Figura 15 <i>Etiqueta de identificación del proveedor y del material</i>	44
Figura 16 <i>Método de lijado aplicado a la aeronave</i>	46
Figura 17 <i>Método de decapado con abrasivos plásticos</i>	47
Figura 18 <i>Método de decapado por solución química</i>	48
Figura 19 <i>Enmascarado de la aeronave</i>	59
Figura 20 <i>Adherencia y elevación de la pintura</i>	60
Figura 21 <i>Blushing en la pintura</i>	61
Figura 22 <i>Caída, fugas y goteos, presente en la superficie</i>	62
Figura 23 <i>Piel de naranja presente en la pintura</i>	63

	15
Figura 24 <i>Estallido de disolventes y agujeros de alfiler</i>	64
Figura 25 <i>Ojos de pescado</i>	65
Figura 26 <i>Arañazos de lijado</i>	66
Figura 27 <i>Arrugas en la pintura</i>	67
Figura 28 <i>Polvo seco presente en la pintura</i>	68
Figura 29 <i>Diagrama de flujo del procedimiento de recubrimiento orgánico aplicado a la aeronave King Air E-90</i>	75
Figura 30 <i>Documentación técnica aplicable en el proceso de la aplicación del recubrimiento orgánico</i> ..	76
Figura 31 <i>Inspección visual de la superficie de la aeronave</i>	77
Figura 32 <i>Proceso de lijado de la aeronave</i>	78
Figura 33 <i>Corrección estructural de la raíz del ala</i>	80
Figura 34 <i>Reparación estructural del Radome</i>	81
Figura 35 <i>Corrección de imperfecciones de las capotas del motor</i>	82
Figura 36 <i>Reparación de los hundimientos del single after body strakes</i>	83
Figura 37 <i>Extracción de las calcomanías de la aeronave</i>	85
Figura 38 <i>Limpieza de la superficie de la aeronave</i>	86
Figura 39 <i>Empapelado de la aeronave</i>	87
Figura 40 <i>Aplicación del primer en la superficie</i>	88
Figura 41 <i>Proceso de aplicación del recubrimiento orgánico de color blanco</i>	89
Figura 42 <i>Empapelado, pintado del diseño y matrícula de la aeronave</i>	90
Figura 43 <i>Remoción del enmascarado y aplicación del brillo a la aeronave</i>	91
Figura 44 <i>Proceso de aplicación del recubrimiento orgánico a las hélices</i>	92
Figura 45 <i>Aplicación de las calcomanías en la superficie de la aeronave</i>	94
Figura 46 <i>Finalización del proceso de pintura y presentación de la aeronave</i>	95

Resumen

El presente proyecto detalla el proceso integral de aplicación de recubrimiento orgánico en la aeronave Beechcraft King Air E90 perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. La implementación de este recubrimiento tiene como objetivo primordial preservar la aeronave mediante la creación de una barrera eficaz contra la corrosión. En conformidad con los estándares técnicos, se llevó a cabo la aplicación de diseños y logotipos que reflejan la identidad visual de la institución, utilizando recubrimientos especializados que no solo facilitan el mantenimiento al prevenir la acumulación de suciedad y contaminantes, sino que también reducen la frecuencia de los procesos de limpieza. La selección de un recubrimiento efectivo fue determinante para extender la vida útil de la aeronave y optimizar su aerodinámica, garantizando su presentación adecuada a la entidad universitaria. Este proyecto ha integrado de manera holística los aspectos técnicos, estéticos y operativos del recubrimiento, cumpliendo con los estándares adecuados y procurando una mejora integral de la aeronave. Como resultado de la implementación de las prácticas detalladas en el proyecto, se adjunta la información pertinente sobre los procesos de aplicación de pintura en la mencionada aeronave, evidenciando un resultado óptimo alcanzados durante la ejecución del proyecto.

Palabras clave: Recubrimiento orgánico, Aeronave Beechcraft King Air E90, Procesos de pintura.

Abstract

This project details the integral process of applying an organic coating on the Beechcraft King Air E90 aircraft belonging to the Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. The implementation of this coating has the primary objective of preserving the aircraft by creating an effective barrier against corrosion. In compliance with technical standards, designs and logos that reflect the visual identity of the institution were applied, using specialized coatings that not only facilitate maintenance by preventing the accumulation of dirt and contaminants, but also reduce the frequency of cleaning processes. The selection of an effective coating was decisive in extending the aircraft's useful life and optimizing its aerodynamics, ensuring its proper presentation to the university. This project has holistically integrated the technical, aesthetic and operational aspects of the coating, complying with the appropriate standards and seeking an integral improvement of the aircraft. As a result of the implementation of the practices detailed in the project, the pertinent information on the paint application processes on the aforementioned aircraft is attached, evidencing the optimal results achieved during the execution of the project.

Key words: Organic Coating, Beechcraft King Air E90 aircraft, Paint Processes.

Capítulo I

Generalidades

Tema

Recubrimiento orgánico de la aeronave Beechcraft King Air (KAE-90) de matrícula HC-DGA mediante información técnica aplicable.

Antecedentes

La Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) es una prestigiosa institución de Educación Superior, conocida por ofrecer programas de alta calidad en diversos campos, entre ellos la Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica. Esta carrera es muy importante en el campo de la aviación ya que forma técnicos en mantenimiento de aeronaves, desarrollando un papel importante en la seguridad y eficiencia de la industria aeronáutica, cuya sede se encuentra ubicada en la ciudad Latacunga, garantizando que los estudiantes reciban una educación técnica de excelencia y estén preparados para enfrentar los desafíos en el campo del mantenimiento aeronáutico.

La Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) cuenta con aeronaves escuela, como el BEECHCRAFT-KING AIR (KAE-90), donada por la Dirección General de Aviación Civil; logrando así una excelente oportunidad para que los estudiantes adquieran experiencia práctica en el mantenimiento y operación de aeronaves reales. Estas aeronaves se utilizan con frecuencia como parte de un programa de formación que va desde los docentes hasta los estudiantes para permitir que se apliquen los conocimientos teóricos en un entorno práctico y adquirir habilidades prácticas esenciales. El BEECHCRAFT-KING AIR (KAE-90) es una aeronave turbopropulsor bimotor utilizado en una variedad de aplicaciones de aviación como el transporte ejecutivo, la formación de pilotos y el transporte regional.

La pintura de una aeronave es una parte importante del mantenimiento y cuidado de la aeronave, y desempeña varios roles clave como: protección contra la corrosión, diseño e identificación, aerodinámica, estética y propiedades reflectantes. La pintura de la aeronave debe mantenerse regularmente para garantizar que cumpla con sus funciones de protección y visibilidad, por ende, es importante cumplir con los estándares de seguridad y regulaciones en cuanto a los materiales y los procedimientos utilizados en el proceso de pintura. Se debe tomar muy en cuenta que la pintura en una aeronave debe cumplir con las regulaciones de la aviación civil, esto incluye el uso de materiales aprobados y la adherencia a los procedimientos adecuados de aplicación de pintura, ya que el incumplimiento de estas regulaciones puede llevar a sanciones y problemas legales.

Planteamiento del problema

La aeronave BEEHCRAFT-KING AIR (KAE-90), de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) mediante la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica, presenta disimilitudes en su pintura al encontrarse en una condición física muy desgastada, con la reducción de su vida útil a lo largo de los años, además que se encuentra a la intemperie, ocasionando que las condiciones climáticas deterioren el aspecto físico de la aeronave, causando que la pintura no proporcione una barrera adecuada contra la corrosión, el deterioro de las superficies, una distribución desigual de la carga aerodinámicas, llegando así a afectar la estabilidad y maniobrabilidad de la aeronave.

El problema de no tener una buena pintura en la aeronave BEEHCRAFT-KING AIR (KAE-90) es polifacético y potencialmente peligroso. Se requiere una atención inmediata para evitar graves consecuencias en términos de seguridad, al no cumplir con ciertos estándares de mantenimiento. Un mantenimiento regular y adecuado de la pintura será fundamental para mitigar los riesgos y mantener a la aeronave en condiciones óptimas.

Justificación

El proyecto otorgará y contribuirá a la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), especialmente a la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica, una comprensión del proceso adecuado del recubrimiento orgánico, en beneficio de los estudiantes y docentes, lo cual, les permitirá conocer más sobre el tema, obteniendo así métodos apropiados para el desarrollo de sus destrezas profesionales.

El pintado de la aeronave BEEHCRAFT-KING AIR (KAE-90) es esencial para su seguridad, rendimiento, imagen y valor, ayudará a proteger la aeronave contra la corrosión, mejora su eficiencia aerodinámica, garantiza su visibilidad y contribuye a su integridad estructural. Por lo cual, es importante conocer todos los procesos de pintura en la aeronave, logrando brindar un mantenimiento adecuado y no solo para que mejore estéticamente su apariencia, sino para preservar su estructura de efectos perjudiciales que se puedan desencadenar por la presencia de los diferentes tipos de corrosión.

Objetivos

Objetivo general:

- Aplicar la pintura en la aeronave BEEHCRAFT-KING AIR (KAE-90) perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, mediante procedimientos adecuados, que permitan preservar la apariencia y la estructura de la aeronave.

Objetivos específicos:

- Recopilar información técnica correspondiente a la aplicación de pintura para la aeronave BEEHCRAFT-KING AIR (KAE-90).
- Analizar la situación actual de la condición de la pintura de la aeronave, para lograr un paso esencial en el proceso adecuado del recubrimiento orgánico.

- Aplicar los procedimientos de pintura adecuados, siguiendo rigurosamente los métodos apropiados que se establecen en el manual de mantenimiento, para garantizar que se logre una aplicación de alta calidad que proteja la aeronave y cumpla con los estándares de seguridad y estética.

Alcance

El proyecto está determinado a proporcionar acabados de pintura adecuados de la aeronave BEEHCRAFT-KING AIR (KAE-90), mediante la aplicación de pintura aeronáutica, siguiendo los procedimientos apropiados, logrando proteger y conservar a la aeronave de todos los factores que causan el deterioro de la estructura y desencadenen la presencia de varios tipos de corrosión, y por ultimo permitiendo promocionar de una mejor manera a la carrera y brindando una excelente presentación, para la práctica y estudio de los estudiantes.

Capítulo II

Marco Teórico

Historia de la aeronave Beechcraft King Air 90 Series

Creado originalmente en 1961 con la denominación “Modelo 120”, siendo un transporte ejecutivo de 300 mph. Tras dos años, el modelo 120 fue redesignado como modelo 90 King Air. El anuncio formal de este cambio de denominación tuvo lugar el 14 de julio de 1963, y el vuelo inaugural se llevó a cabo el 24 de enero de 1964.

Los ingenieros de Beech incluyeron turbopropulsores Pratt & Whitney PTA-6 de turbina libre y flujo inverso en el fuselaje básico del Queen Air (modificado para aceptar la presurización) y crearon el King Air. La instalación del motor del modelo 90 se parecía mucho a la del primer Beechcraft turbohélice, el modelo 87 que había estado volando en pruebas con motores PlifA-6. El King Air Modelo 90 tenía una envergadura de 45 pies y 10 1/2 pulgadas, una longitud de 35 pies y seis pulgadas y una altura de 14 pies y 2 1/2 pulgadas en la punta de la cola. Su peso bruto era de 9.300 libras, con una capacidad de combustible de 122 galones en los depósitos de la góndola y de 262 galones en los depósitos de las alas. (Phillips, 1992)

Los motores PTA-6 tenían una potencia nominal de 550 CV para el despegue, la presurización de la cabina la proporcionaba un solo sobrealimentador tipo Roots montado en la góndola izquierda. La presurización normal estaba limitada a 3,4 psid con una válvula de alivio de presión ajustada a 4,0 psid para evitar la sobre presurización. La velocidad máxima era de 280 mph.

Figura 1

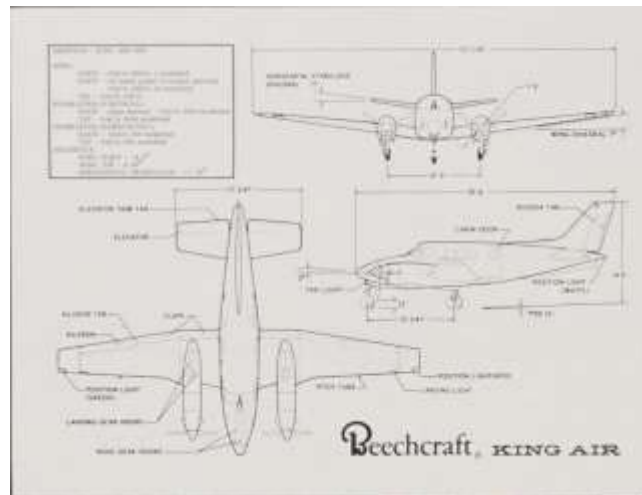
Aeronave Beechcraft King Air – Primer prototipo



Nota. El gráfico muestra a la primera aeronave de la familia King Air con matrícula N5690K. Tomado de (Phillips, 1992).

Los aviones King Air 90 Series son turbohélices bimotores presurizados de alto rendimiento. Están diseñados y equipados para volar en condiciones de reglas de vuelo por instrumentos (IFR), a cualquier hora del día o de la noche, y en condiciones conocidas de formación de hielo. También pueden operar dentro de los límites operativos del Manual de Operaciones del Piloto (POH) dentro y fuera de aeropuertos pequeños. El diseño del Super King Air combina un fuselaje altamente eficiente con componentes de tecnología actual probada para crear un avión fiable, económico, versátil y rentable.

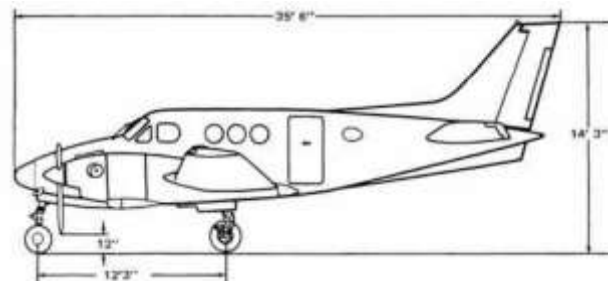
La estructura es un monoplano de ala baja totalmente metálico. Tiene alas totalmente en voladizo y un empenaje de cola convencional. Las alas tienen un diseño eficiente y de gran alargamiento. La sección aerodinámica proporciona una excelente combinación de baja resistencia para condiciones de crucero y fácil manejo para condiciones terminales de baja velocidad u operaciones en aeropuertos pequeños.

Figura 2*Dimensiones del primer prototipo*

Nota. El gráfico muestra las dimensiones del primer prototipo de la familia de aeronaves Beechcraft King Air 90 Series. Tomado de (Phillips, 1992).

Descripción de la aeronave Beechcraft King Air E90

El King Air 90 es el más pequeño de la serie Beech King Air, sin embargo, la serie 90 ha sido objeto de varias mejoras en el fuselaje, motores y dimensiones.

Figura 3*Dimensiones de la aeronave*

Nota. El gráfico muestra las dimensiones generales de la aeronave. Tomado de (Raytheon Aircraft Company, 1994).

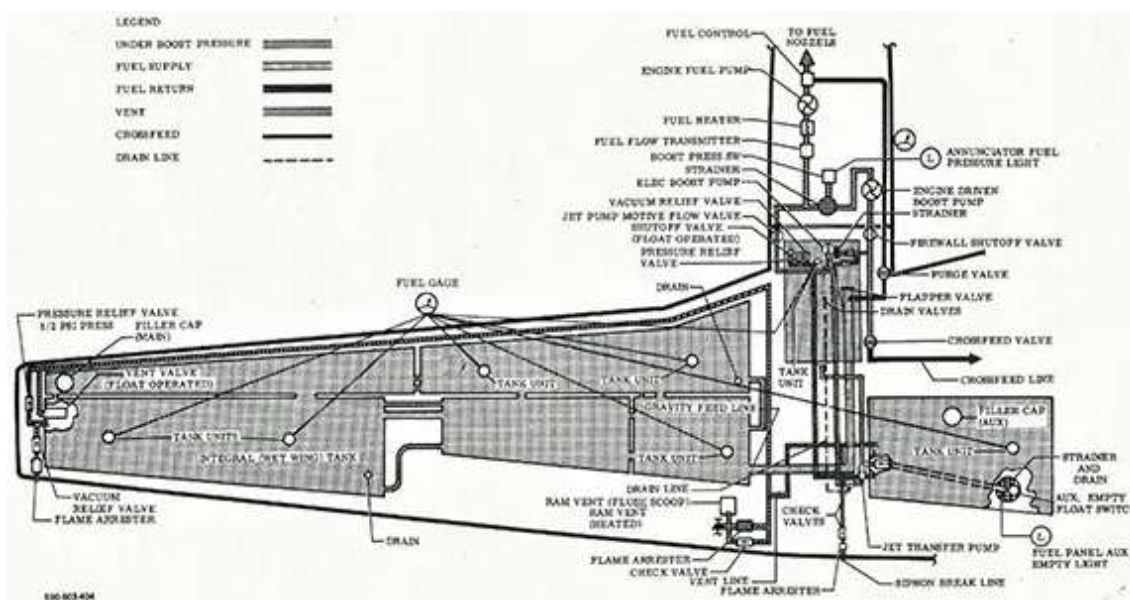
El King Air E90 es un híbrido que combina la configuración de fuselaje y cabina de seis a diez plazas del C90 con los motores más potentes United Aircraft of Canada PT6A-28 de 680 hp, con una potencia nominal de 550 hp.

La aeronave Beechcraft King Air E90 es la unión de la cabina de un C90 con las turbinas y la cabina de vuelo de un A100 obteniendo así un nuevo modelo con características mejoradas como es el E90, donde la E significa potencia adicional, velocidad extra y carga útil extra.

También incorpora el panel de instrumentos del A100 y el sistema de combustible por capacitancia (las sondas de capacitancia son dispositivos electrónicos que se instalan en los tanques de combustible de la aeronave y cambia en función del nivel de combustible presente en el tanque).

Figura 4

Fuel System Schematic - King Air E90



Nota. La imagen muestra el esquema del sistema de combustible de la aeronave King Air E90. Tomado de (Clements, 2019).

En realidad, el E90 ocupa el combustible "Jet-A" y cuenta con cuatro galones más en su depósito que el A100, Los dos depósitos principales de 196 galones situados cerca de las puntas de las alas y los

dos depósitos auxiliares de 41 galones situados a bordo de los motores tienen cada uno su propia estación de repostaje, lo que hace un total de cuatro puntos de repostaje, adicional a eso se ha cambiado a una bomba de combustible eléctrica como reserva, junto con una bomba de combustible accionada por el motor y una bomba de refuerzo de combustible.

El E90 ha sufrido pocas modificaciones. Como es de suponer, el esquema de pintura es nuevo. Sin embargo, sólo un especialista en King Air notaría que los tubos de escape son más grandes que las del C90. El modelo E90 viene de serie con ventanas circulares polarizadas para el pasajero. La tapicería de vinilo es cada vez más popular entre las aeronaves porque es más fácil de limpiar y más duradera que la de cuero. La colocación vertical de los instrumentos del motor entre el panel de aviónica y los instrumentos de vuelo del piloto es la diferencia más obvia del E90.

Figura 5

Aeronave escuela – Beechcraft King Air E90



Nota. El gráfico muestra la aeronave Beechcraft King Air E90 con matrícula HC- DAG ubicada en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE sede Latacunga campus Belisario Quevedo.

Especificaciones de la aeronave Beechcraft King Air E90

Esta aeronave fue uno de los modelos que no llegó a tener muchos cambios a lo largo de su fabricación, cuenta con especificaciones técnicas que permiten ofrecer la eficiencia en sus vuelos de

corta y media distancia. Beechcraft ha seguido desarrollando, produciendo variantes y modelos adicionales dentro de la familia King Air. (Véase la tabla 1)

Tabla 1

Especificaciones de la aeronave

Características	Detalles
Fabricante	Beechcraft
Modelo	King Air E90
Año de construcción	1975
Tipo de aeronave	Bimotor de ala baja
Fabricante del motor	Pratt & Whitney
Modelo del motor	PT6A-28
Tipo de motor	Turbohélice
Potencia del motor	550 hp
Fabricante de la hélice	Hartzell Propeller
Modelo de la hélice	HC-B3TN-3B
Tipo de hélice	Paso y velocidad constante
Capacidad de la aeronave	4 pasajeros y 2 tripulantes
Longitud	35 ft (10.67 m)
Envergadura	50 ft (15.24 m)
Superficie alar	293.9 sq ft (27.32 m ²)
Altura	15 ft (4.57 m)
Peso máximo	10,100 lb (4,579 kg)

Características	Detalles
Peso al vacío	5,996 lb (2,721 kg)
Velocidad máxima	527 km/h
Velocidad crucero	453 km/h

Nota. La tabla muestra las especificaciones técnicas de la aeronave Beechcraft King Air E90. La información fue obtenida en (Premier Jet Aviation, 2018).

Aplicación de pintura para aeronaves

El color en general y el diseño es muy común que sea la primera impresión cuando alguien ve un avión por primera vez. La pintura expresa algún dato sobre la aeronave y la persona que la posee u opera. En este caso pueden ser los colores o su diseño los que brindan información de una aeronave corporativa o de una compañía aérea.

La pintura no forma parte solo de la estética, sino que influye en el peso de la aeronave y protege el estado estructural del fuselaje, el acabado final se aplica para evitar la corrosión y el deterioro de las superficies expuestas, también es más fácil de limpiar y preservar la aeronave. Para proteger y dar el aspecto deseado, se debe utilizar una amplia gama de materiales y acabados, dentro de estos materiales incluye pigmentos, esmaltes y lacas de diversas fórmulas. La pintura consta de tres componentes: resina para el revestimiento, pigmento para el color y disolventes para diluir la mezcla hasta una viscosidad manejable. (Federal Aviation Administration (FAA), 2023).

Efectos medioambientales en superficies sin pintar

Los metales y materiales compuestos que no se recubren adecuadamente con el tiempo pueden enfrentarse a diferentes problemas por factores ambientales. Estos problemas varían en función del material utilizado como el acero, el aluminio y los sustratos compuestos. Hay que tener en cuenta la

seguridad de los pilotos y pasajeros ya que la aeronave se puede ver afectada por la corrosión de los metales, la oxidación del acero, la degradación de los polímeros de los diferentes materiales compuestos.

La corrosión es la desintegración de un material que está en contacto con reacciones químicas que se encuentran en el medio ambiente. La mayor parte de aleaciones estructurales se corroen muy fácilmente cuando están expuestas a la humedad, sales y otros productos químicos/minerales que se encuentran en el aire o el entorno. La corrosión puede concentrarse en cualquier parte para formar óxido, una picadura o, eventualmente, una grieta.

Aleaciones de aluminio y acero

El aluminio es una aleación que demuestra ser extremadamente resistente a la corrosión. El aluminio es en realidad un metal muy activo, lo que significa que su naturaleza es oxidarse muy rápidamente formando óxido de aluminio que se le conoce como película protectora. Aunque es un punto débil para la mayoría de los metales, esta cualidad es en realidad la clave de su capacidad para resistir la corrosión.

Según el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU., "El aluminio tiene una excelente resistencia a la corrosión en una amplia gama de condiciones de agua y suelo gracias a la resistente película de óxido que se forma en su superficie. Por lo tanto, es un material excepcional para aeronaves" (Andrews, 2013).

Cuando la corrosión afecta a la integridad del aluminio, suele producirse en forma de picaduras. Las pinturas y otros revestimientos son fundamentales para prevenir la corrosión y preservar la integridad de las piezas.

Materiales compuestos

La corrosión en los materiales compuestos no se limita a los metales también puede producirse en cerámicas o polímeros por ello los propietarios de aeronaves de materiales compuestos deben tener

cuidado para evitar el desgaste. La degradación de los materiales compuestos o de los polímeros se produce cuando cambian las propiedades del material compuesto como cambios en la resistencia a la tracción, el color o la forma. Los factores ambientales como el calor, la luz o productos químicos como ácidos, álcalis y algunas sales provoca la degradación, estos cambios en las propiedades suelen denominarse "envejecimiento".

Seguridad en el proceso de pintura

La seguridad durante el proceso de pintura de las aeronaves es un tema muy crucial, por lo cual, es esencial seguir estrictas medidas para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores involucrados durante la aplicación de la pintura. Esto incluye el uso de protección personal, la adecuada ventilación de las áreas de trabajo y la capacitación sobre el manejo seguro de los productos.

La industria aeronáutica está sujeta a rigurosas normativas y certificaciones que se deben cumplir para garantizar que el proceso de pintura se comprometa con la integridad de la aeronave y el personal, logrando evitar problemas de seguridad para mantener la aeronave en desempeño con los estándares de seguridad, facilitando las tareas de mantenimiento y evitar afectaciones a la confiabilidad y rentabilidad de la aeronave.

Equipos de protección personal (PPE)

El enfoque principal de los (PPE) en cualquier esfuerzo de seguridad es que los peligros de los trabajadores deben controlarse o eliminarse mediante métodos y equipos de protección. Una vez que se decida los equipos adecuados a utilizar es necesario no solo que se use, sino que se comprenda y se mantenga adecuadamente acorde la situación.

Durante el largo procedimiento de pintar, decapar, lijar, repintar, retocar se expone a productos químicos, vapores, niebla, polvo o residuos en suspensión y otros materiales que pueden ser peligrosos, por ende, es importante y necesario utilizar equipos de protección individual (PPE). El trabajo de pintura

a menudo puede causar accidentes ya sea que se requiera trabajar en alturas o pinturas altamente inflamables causando severos problemas, por lo cual, se debe tener conocimiento sobre los equipos de protección más adecuados a utilizar. (Véase la tabla 2)

1. Mascarillas

Las mascarillas son esenciales para sellar herméticamente la nariz y la boca, permitiendo evitar la inhalación de polvo procedente del lijado, de los vapores, o salpicaduras de la aplicación de pinturas. Un componente esencial de las mascarillas son los filtros, estos permiten remover los contaminantes del aire y purificarlo antes de que llegue al usuario. Es recomendable tomar el tiempo de los cambios de los filtros, se conocerá que el momento de cambiar los filtro ha llegado cuando se presente irritación en la nariz o la garganta o si se produce un cambio en la respiración.

Figura 6

Uso de la mascarilla en el proceso de pintura



Nota. La imagen muestra el uso adecuado de las mascarillas en el proceso de la pintura, para evitar problemas respiratorios. Tomado de (Keisler, 2020).

2. Gafas

Las gafas son sumamente importantes al pintar las aeronaves, ya que, brindan protección a los ojos, mejoran la precisión del trabajador al realizar tareas detalladas, contribuye a la seguridad general del proceso, mayor calidad del trabajo, además contribuye a reducir el riesgo de lesiones causadas por salpicaduras o cualquier otro incidente inesperado, se toma en cuenta que el cumplimiento de las normativas al uso de protección garantizan un entorno de trabajo seguro.

Figura 7

Uso de las gafas en procesos iniciales de pintura



Nota. La imagen muestra el uso adecuado de las gafas durante la preparación de la aeronave antes de realizar el proceso de pintura. Tomado de (Bowles, 2010).

3. Guantes

El uso de los guantes es esencial por varias razones, actúan como una barrera de protección ayudando a prevenir el riesgo de irritaciones u afecciones cutáneas, brinda una capa adicional de protección para evitar la absorción de sustancias potencialmente dañinas, además mejora el agarre y la destreza de las manos para tareas precisas como la aplicación de detalles o el manejo de herramientas, contribuyendo a la seguridad del proceso de pintura. Es muy necesario emplearlos cuando se utilicen decapantes, compuestos de grabado, disolventes, pinturas o revestimientos.

Figura 8

Uso de los guantes en el pintado de un componente de la aeronave



Nota. La imagen muestra el uso de los guantes de como para realizar el proceso de pintura en un componente de una aeronave. Tomado de (Limited, 2023).

4. Sistemas respiratorios de aire forzado

Los dispositivos de respiración de aire forzado, son esenciales en la pintura de aeronaves para mantener a los trabajadores a salvo de las peligrosas partículas suspendidas en el aire. El proceso de pintura requiere el uso de numerosos productos químicos y partículas que, si se respiran, pueden ser peligrosos para la salud. Los sistemas de respiración de aire forzado ofrecen al pintor un suministro de aire regulado y limpio, creando un entorno de trabajo seguro. Deben utilizarse cuando se empleen decapantes químicos que contengan cloruro de metileno o cuando se decapen con un método de chorro abrasivo.

Figura 9

Equipo de sistema respiratorio de aire forzado



Nota. La figura muestra los componentes del sistema respiratorio de aire forzado para utilizarse en los procedimientos de pintura. Tomado de (EASA, 2017).

Tabla 2

Equipos de protección recomendados para procesos de pintura

Equipos de protección personal recomendados para procesos de pintura		
	Tipo	Descripción
Vestimenta de protección	Overol Standar	Cierre frontal con cremallera, cuello, mangas y tobillos abiertos. Todas las costuras, están remalladas
	Overol con capucha, muñecas y tobillos elásticos	Cierre frontal con cremallera, capucha incorporada, puños y tobillos elásticos, parece cosido.

Equipos de protección personal recomendados para procesos de pintura

	Tipo	Descripción
Vestimenta de protección	TYMECH QC overol químico	Recubierto de polietileno para protección contra salpicaduras. Cierre frontal con cremallera, capucha, puños y tobillos elásticos, botas antideslizantes, costuras reforzadas
Protección para la respiración	Respiradores 3M serie 5000	Se fabrican con cartuchos permanentemente unidos para facilitar su uso y reducir o eliminar el mantenimiento.
	Respiradores 3M serie 6000	Su uso es beneficioso contra una variedad de gases, vapores y partículas de acuerdo con la aprobación de NIOSH.
	Respiradores 3M serie 7000	Su superficie de sellado suave, junto con una válvula de exhalación 3M Cool Flow, mejora la comodidad del usuario.

Equipos de protección personal recomendados para procesos de pintura

	Tipo	Descripción
Protección para la respiración	Máscara respiratoria anti polvo 3M	Diseñado para un uso cómodo con una protección fiable. Su construcción ligera favorece una mayor aceptación por parte del trabajador.
Guantes	Guantes MIDKNIGHT de nitrilo negro	Protección de alta calidad contra grasas, combustibles, aceites y productos químicos peligrosos más comunes.
	Guantes de látex sin polvo DIAMOND GRIP	Los dedos texturizados proporcionan un agarre preciso en condiciones húmedas o secas.
	Guantes de látex sin polvo SAFEGRIP	Permite un ajuste más cómodo, cuenta con puño extendido con reborde para protección extra
	Guantes de látex de NEOPRENO	Ofrecen una resistencia química superior, además de resistencia a la perforación y al desgaste.

Equipos de protección personal recomendados para procesos de pintura

	Tipo	Descripción
Guantes	Guantes de cloropreno sin polvo NEOPRO	Ofrecen una protección única contra productos químicos peligrosos, con un agarre consistente
	Guantes Premium de nitrilo fino	Proporcionan una excelente destreza, resistencia a los enganches y pinchazos
	Guantes de nitrilo verde SOL-VEX	Extremadamente resistentes a los productos químicos y no se hinchan ni debilitan
	Guantes de látex CONFORM	Proporcionan la resistencia y comodidad del látex 100% natural, al ser más fríos
Protección para los ojos	3M VIRTUA AP gafas de protección	Ofrecen estilo, protección y asequibilidad. Con una amplia visión, el diseño envolvente se combina con los protectores laterales integrados para mantener los ojos protegidos

Nota. Los datos de la tabla indican los equipos de protección personal recomendados y adecuados para los procesos de pintura de las aeronaves. Obtenido de (Boeing, 2022).

Almacenamiento del material

El almacenamiento de los componentes químicos de pintura de aeronaves es de suma relevancia ya que en el caso que este llegara a deteriorarse afectaría directamente la calidad de la pintura, la seguridad del personal, el rendimiento en general y la integridad de la aeronave. Es recomendable almacenarlos en áreas limpias y delicadas, están minimizan el riesgo de contaminación, mantenimiento su fórmula original lo que permite una aplicación adecuada.

Los productos químicos y peligrosos en general, deben ser almacenados en lugares destinados para materiales inflamables y así evitar las fuentes de calor o llamas, ya que, las pinturas de aeronaves en su mayoría son más inflamables en estado líquido. Se debe asegurar que la zona en la que se guarde se encuentre ventilada y la temperatura ambiente no llegue a descender por debajo del punto de congelación ni supere los 95 F.

Es importante consultar los datos técnicos ubicados en la etiqueta para conocer la vida útil del producto, en el caso de los productos PTI es fundamental ponerse en contacto con los fabricantes, esto permitirá prolongar la vida útil al probar la muestra de retención asegurando que el material es aplicable y prolongando su vida, durante 6 meses más. Se recomienda que todos los materiales que sean líquidos o se consideren peligrosos al almacenarlos deben llevar su ficha de datos de seguridad del material (MSDS). (Andrews, 2013).

Seguridad en el taller de pintura

Muchas cuestiones de factores humanos en los trabajos de pintura de aeronaves están directamente relacionadas con el entorno de trabajo de los técnicos y pueden abordarse en el diseño de las instalaciones de mantenimiento. Un diseño sugerido para las instalaciones representa una disposición relativa óptima de los espacios de trabajo, el posicionamiento de la aeronave en el hangar

principal y el flujo de herramientas, materiales y documentos dentro de las instalaciones desde una perspectiva explícitamente centrada en el ser humano.

La seguridad en el taller es crucial para proteger a los trabajadores, prevenir accidentes y garantizar la calidad del trabajo. La ventilación es un punto crucial en el taller, esto se debe a que la ventilación debe ser capaz de eliminar el aire tóxico a la vez que permite el ingreso de aire fresco, también reduce el exceso de polvo que se acumula en el taller. La iluminación debe ser excelente para evitar la producción de sombras en los componentes que se está pintando y cubiertos contra quebraduras.

Los equipos de protección personal juegan un papel fundamental en el proceso de pintura, en el caso que los productos sean altamente tóxicos o revestimientos a base de disolventes, por lo cual, será necesario el uso de sistemas de respiración de aire forzado. Es recomendable aplicar la normativa OSHA en el lugar de trabajo, asegurando que los trabajadores vulnerables en empleos de alto riesgo tengan acceso a información crítica y a educación sobre peligros laborales y proporcionando a los empleadores sólida asistencia en materia de cumplimiento con el fin de promover prácticas óptimas que pueden salvar vidas (Administración de seguridad y salud ocupacional, 2023).

Requisitos de las etiquetas

Las etiquetas para los productos de pintura aeronáutica desempeñan un papel muy importante en la gestión y seguridad de estos productos, al detallar los riesgos asociados, la toxicidad, la inflamabilidad o cualquier otro peligro potencial. También incluyen precauciones específicas que deben seguirse durante el manejo, almacenamiento y aplicación del producto, esto garantiza que los productos de pintura cumplan con las normas de seguridad y salud ocupacional.

Las etiquetas identifican los peligros primarios y secundarios específicos que plantean los materiales. Estos métodos de comunicación se basan en colores, códigos y pictogramas específicos para

identificar clara e inmediatamente el tipo de materiales en los productos. El Sistema Armonizado Mundial (SGA) y el Departamento de Transporte exigen que los productos químicos lleven 6 etiquetas de información que se mencionan a continuación.

1. Identificación de los componentes del producto

Debe ser claro y preciso donde indique los componentes, como los pigmentos y resinas, sino también cualquier componente químico que pueda representar un riesgo a la salud o el medio ambiente.

Figura 10

Identificación de los componentes químicos



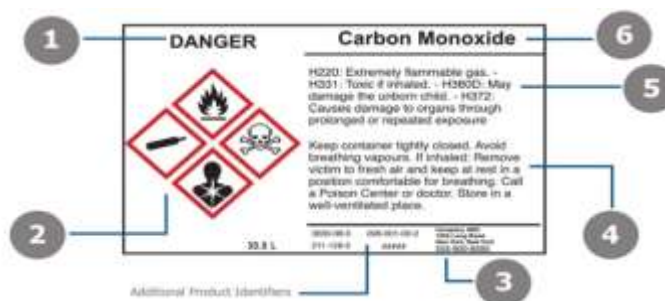
Nota. La imagen muestra los riesgos que podría representar los componentes químicos en la salud a al medio ambiente. Tomado de (Aukera, 2020).

2. Palabra de advertencia

Estas palabras son clave para comunicar advertencias o peligros potenciales y garantizar la seguridad de quienes manejan o están expuestos a los productos, peligro para los graves y advertencia para los menos graves.

Figura 11

Palabras de advertencia del producto químico



Nota. La imagen muestra de la palabra del producto químico con los que se les puede encontrar en su etiqueta. Tomado de (Braddy Latinoamerica, 2015).

3. Declaración de peligro

La etiqueta de declaración de peligro en pinturas de aeronaves incluye información clave sobre los riesgos asociados con el producto y las medidas de seguridad que deben tomarse.

Figura 12

Declaración de peligro de los materiales peligrosos



Nota. La imagen muestra las etiquetas de peligro que se puede en productos, asociados a las medidas de seguridad a tomar. Tomado de (Temas Ambientales, 2017).

4. Pictogramas

Los pictogramas se basan en sistemas de clasificación internacionalmente reconocidos como (SGA), por ende, es recomendable conocer sus símbolos ya que depende de ellos la transmisión sobre los peligros de un producto químico.

Figura 13

Pictograma de los peligros en productos químicos



Nota. La imagen muestra los pictogramas basados en la clasificación internacional sobre los peligros de los productos químicos. Tomado de (LUFILSUR, 2022).

5. Declaración de precaución

Esta etiqueta se presenta en forma de frases o palabras específicas que indican medidas de precaución que deben tomarse durante la manipulación, aplicación y almacenamiento de la pintura.

Figura 14

Etiquetas de medidas de precaución



Nota. La imagen muestra en forma de frase o palabras específicas la declaración de precaución durante la manipulación del producto. Tomado de (Saffyculture, 2022).

6. Identificación del proveedor

Rastrea la procedencia de la pintura, en caso de necesitar información adicional, soporte técnico o en situaciones que requieran la comunicación con el fabricante y medidas recomendadas para minimizar o prevenir los efectos adversos derivados de la exposición a la sustancia.

Figura 15

Etiqueta de identificación del proveedor y del material

1. IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL Y DEL PROVEEDOR:		MSDS N°: 86
NOMBRE COMERCIAL:	THINNER	TELEFONOS DE EMERGENCIA:
NOMBRE QUÍMICO:	THINNER	6026090 - 2804400
SINÓNIMOS:	N/A	
USO RECOMENDADO DEL PRODUCTO QUÍMICO Y RESTRICCIONES DE USO: Diluyente multiuso		
NOMBRE DEL PROVEEDOR: ADITEC ECUATORIANA CIA LTDA.		
DIRECCIÓN DEL PROVEEDOR: km 5, vía Durán-Tambo		
TELÉFONOS DEL PROVEEDOR: 6026090		
FÓRMULA QUÍMICA: mezcla de solventes		
NÚMERO DE CAS:		
NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN SGA:		

Nota. La imagen muestra los datos del material y del proveedor en caso de ocurrir peligros en el uso del material. Tomado de (ADITEC ECUADOR, 2020).

Fichas de datos de seguridad

Una Hoja de Datos de Seguridad (SDS) incluye información importante como en qué consiste cada producto químico; los posibles riesgos para la salud física, sanitaria y ambiental; medidas de protección; y precauciones de seguridad para el manejo, almacenamiento y transporte del producto químico, por ende, se deben obtener hojas de datos de seguridad para cada sustancia química peligrosa que se produzca, importe o utilice en el lugar de trabajo de pintura (LSCI, 2016).

Los empresarios y los trabajadores deben utilizar las SDS como herramienta para identificar los peligros y las precauciones de seguridad, ya que, permite al empresario desarrollar un programa activo de medidas de protección de los trabajadores, incluida la formación. Los SDS también proporciona una fuente de información para otras personas implicadas en el transporte del material, los equipos de respuesta a emergencias, los centros toxicológicos y cualquier otra persona que entre en contacto con el material o lo almacene.

Eliminación de la pintura en superficies metálicas y compuestas

Para iniciar el proceso de decapado y recubrimiento de la pintura es necesario consultar con el controlador del aeropuerto para conocer que permisos son necesarios, esto se da en el caso de ser los talleres en los aeropuertos, además, para preservar el medio ambiente en caso de existes derrames y evitar que otros componentes químicos se dirijan a los desagües.

La eliminación de pintura es un procedimiento de mantenimiento común para aeronaves y se realiza por diversas razones, sobre todo para inspecciones y antes de repintar. Por lo general, se hace manualmente, con equipos de mantenimiento que utilizan una solución química, chorreado, raspado o lijado meticuloso de la pintura, o empleando alguna combinación de estos tres procesos, pero se debe tomar en cuenta que estos procedimientos consumen mucho tiempo y generan una gran cantidad de material de desecho potencialmente peligroso (Air Force Paints Removal, 2018).

Método de lijado

Es el método que lleva más tiempo al lijar la superficie pintada para llegar al sustrato metálico, requiere mucho trabajo, tiempo, es caro, polvoriento y por lo general no es recomendable. Se emplea cuando el pintor intenta eliminar la capa superior, permitiendo la adherencia entra la pintura vieja y la nueva o cuando la imprimación ha fallado y no se llega a adherir a la superficie metálica.

Cuando la adherencia ha fallado es importante lijar la imprimación levantada o agrietada y exponer el metal. Desempeña un papel fundamental en la calidad y durabilidad del acabado final ya que, se logra eliminar las imperfecciones o irregularidades en la superficie, el lijado fino e intermedió ayudara a eliminar las marcas y proporcionara una superficie homogénea para la aplicación de pintura. Un proceso de lijado bien ejecutado contribuye directamente a la integridad estructural y funcional de la aeronave, así como a su apariencia estética.

Figura 16*Método de lijado aplicado a la aeronave*

Nota. La imagen muestra como es el proceso para preparar a una aeronave para su pintura por el método de lijado. Tomado de (HOVA Aircraft Painting, 2024).

Método de blasting con abrasivos plásticos

Es una técnica importante en el proceso de preparación de superficies antes de brindar el recubrimiento a la aeronave, es uno de los métodos más rápido, pero requiere equipos caros y contención para evitar la contaminación ambiental debido a las virutas que se desprenden de la pintura y el polvo que circuncida por el aire. El blasting lo debe realizar un profesional con el equipo adecuado en una instalación de contención de escombros.

El método es eficaz en la mayoría de las superficies y se ha llegado a demostrar que produce menos daños visuales en las superficies que el método de lijado. El plástico se puede reutilizar y reciclar, lo que a su vez hace que los medios de granallado de plástico sean una opción de menor costo para los departamentos de MRO. También se considera que tiene baja toxicidad y, en comparación con otros tipos de medios, produce menor polvo en el área, lo que reduce el riesgo de problemas de salud para los trabajadores (Opti Blast, 2021).

Figura 17***Método de decapado con abrasivos plásticos***

Nota. La imagen muestra el método de abrasivos plásticos para decapar la aeronave de las fuerzas aéreas de los Estados Unidos. Tomado de (Opti-blast, 2021).

Método por solución química

El método por solución química conocido como decapado químico, es un proceso importante en la preparación de superficies, permite la remoción selectiva de capas específicas de pintura brindando la preservación de capas subyacentes y evitar daños sustratos delicados. Reduce significativamente la generación de polvo, mejorando condiciones de trabajo, es aplicable a gran variedad de superficies, incluyendo metales y compuestos, lo que hace versátil para su uso en diferentes partes de la aeronave.

Es importante tener en cuenta que el decapado químico también tiene consideraciones de seguridad y ambientales, y debe llevarse a cabo siguiendo las normativas y regulaciones específicas para garantizar la seguridad del personal y el cumplimiento de las leyes ambientales. Este método exige un enmascaramiento adecuado para evitar daños a componentes sensibles a químicos abrasivos, por ende, se debe utilizar únicamente cinta adhesiva y material de enmascaramiento diseñado para su uso con decapantes químicos.

Figura 18

Método de decapado por solución química



Nota. La imagen muestra el método de decapado por soluciones químicas realizadas por un prototipo de un robot. Tomado de (Xue Sheng-xiong, 2014).

Preparación de superficies

La preparación de la superficie de la aeronave es lo más importante para determinar el factor de vida de la pintura, los materiales obsoletos y contaminados, por ende, se deben eliminar de toda la superficie para mejorar la adherencia y el trabajo adecuado de la pintura. Este proceso requiere más tiempo y trabajo, pero con la superficie preparada adecuadamente, los resultados son un acabado duradero y libre de corrosión. El tratamiento adecuado de los componentes es esencial ya que la forma de preparar la superficie depende de lo que se vaya a pintar. (Alexander, Surface Preparation, 2001).

Es recomendable al iniciar este proceso usar equipos de protección personal para minimizar la exposición a productos químicos, evitar la contaminación de la superficie y la transferencia de aceites de la piel otro tipo de contaminación. Se debe eliminar todo el polvo presente en la superficie que se esté pintando y para superficies metálicas se debe eliminar completamente el óxido y corrosión.

Masillado de compuestos, lijado y preparación de superficies

El material de relleno se utiliza únicamente para superficies de componentes que estén en buen estado, caso contrario, debería combinarse el uso de masilla de agujeros con otros materiales que puedan servir de relleno en un área relativamente mayor. La masilla generalmente debe ser una resina de poliéster insaturada juntos con un agente de curado para brindar una superficie plana y un aspecto de pintura lisa, se toma muy en cuenta el rendimiento a largo plazo (Huang Ziyu, 2019).

Después de haber realizado el proceso de masillado se procede a perfeccionar la superficie mediante la ayuda de una lija para comenzar con la aplicación de una imprimación epoxi lijable logrando corregir pequeñas imperfecciones, huecos de la superficie. Es recomendable empezar llenado la superficie con una capa bastante gruesa de masa para evitar estar masillando y lijando, causando un resultado no deseado. La cantidad de masilla a lijar puede ser demasiada, pero con las técnicas adecuadas la tarea no requerirá de muchos esfuerzos.

Al culminar de aplicar la masilla en la superficie se inicia con el proceso de lijado. Se recomienda tener las herramientas y equipos adecuados para el trabajo, por ejemplo, una lijadora orbital ahorrará horas de lijado, por otro lado, el lijar a mano producirá los resultados no deseados. En ángulo adecuado para lijar es de 45 grados, el papel de lija adecuado es de grano 36, con el grano 80 para eliminar la suciedad más profunda y eliminar los arañazos más profundos, por último, se debe aplicar la lija 120 o 240 para dejar lisa la superficie e iniciar con la aplicación de la imprimación lijable.

Eliminación de óxido y corrosión en superficies metálicas

La corrosión presenta un desafío constante, debido a que debilita la integridad estructural de la aeronave y sus componentes, causando correcciones costosas y riesgos importantes para la seguridad. Por lo general el desarrollo de la corrosión depende de la antigüedad de la aeronave, del tipo del

entorno en el que se encuentra, se toma en cuenta que aun que se dedique tiempo a pintar la aeronave, solo retrasa la corrosión, pero inevitablemente la naturaleza prevalece.

Una inspección visual exhaustiva indicara la mayor parte de la corrosión, la eliminación de la corrosión implica en limpiar y decapar el área corroída, eliminar la mayor cantidad posible de productos de corrosión y neutralizar cualquier material que se encuentre en las grietas, logrando reparar las películas protectoras de la superficie para brindar revestimientos de pintura. Cuando el daño por corrosión es severo y excede los límites de daño establecidos por el fabricante de la aeronave o de la pieza, la pieza debe ser reemplazada. (Aeronautics Guide, 2019)

Existen varios métodos disponibles para la eliminación de la corrosión en la superficie de las aeronaves, los que usualmente se usan con mecánicos y químicos, sin embargo, el método a utilizar depende del metal y del grado de corrosión.

5. Método de lijado

Se debe lijar la superficie con papel de lija de óxido de aluminio el más recomendable es de 3M, por lo general se de usar lija de grano 80 o 100 y para su terminado la 240 o 320, ya que la corrosión difícil puede requerir ciclos adicionales de limpieza hasta obtener una superficie libre de óxido excesivo.

6. Método químico

Los limpiadores químicos están destinados a eliminar la corrosión, normalmente su aplicación se lo realiza con un paño sobre la superficie o rociando el agente, se recomienda usar material abrasivo para fregar la superficie metálica. Este método no solo ayudara a eliminar la corrosión, sino que también promueve la adhesión y la imprimación de la superficie.

Preparación de la superficie del metal

Es muy importante iniciar con un metal nuevo y limpio, se debe lavar a fondo la superficie con un limpiador o desengrasante aprobado para aeronaves. El propósito de este proceso es eliminar los residuos grandes, aceites u otros contaminantes de la superficie que impidan la adherencia del sustrato y la imprimación.

Las superficies de aluminio son las más comunes en aeronaves, estas se deben lavar con la ayuda de scotch-brite y un limpiador alcalino. Después de haber realizado el lavado se deberá aplicar una solución y pasarla por toda la superficie con la ayuda de una esponja cubriendo las zonas pequeñas, se deberá enjuagar nuevamente la solución y dejarla secar para aplicar un recubrimiento de conversión. Cuando esté completamente seca la superficie se procederá a colocar imprimaciones epoxi para brindar una mayor resistencia a la corrosión y adhesión a la pintura. (Aircraft System, 2022)

Se debe aplicar capas finales sobre las imprimaciones dentro de los tiempos recomendados del fabricante o es posible que se necesite lijar la imprimación antes de aplicar el acabado de la pintura. Al completar con todo el proceso y mantener la superficie seca, se debe retirar los excesos de polvos y residuos con un paño adhesivo para mejorar la adherencia de la pintura. Una vez completo este paso estará listo para el pretratamiento de la superficie.

Recubrimientos recomendados

El sistema de pintura adecuado proporcionará una barrera contra la humedad y protegerá el compuesto de fluidos dañinos como el fluido hidráulico, el combustible. La elección de los revestimientos para las pinturas de los aviones es fundamental para garantizar la protección, el rendimiento y aspecto de la aeronave. Los distintos revestimientos sirven para diversos fines, como la resistencia a la corrosión, la protección contra los rayos UV, la eficacia aerodinámica y la visibilidad.

A la hora de seleccionar revestimientos para aviones, hay que tener en cuenta aspectos como el tipo de sustrato, las circunstancias ambientales, las necesidades específicas de rendimiento y el cumplimiento de la normativa. Además, el cumplimiento de los programas de mantenimiento y repintado de las aeronaves es fundamental para garantizar la protección y eficacia continuas de los revestimientos. Al seleccionar y aplicar revestimientos para aeronaves, se debe seguir siempre las instrucciones del fabricante y revisar las normas de aviación pertinentes.

Primers

Los primers satisfacen los requisitos de durabilidad, adherencia y prevención de la corrosión, se debe mezclar todos los componentes antes de aplicar. Esto asegurara que todos los pigmentos sólidos en la pintura se pongan en suspensión y se distribuyan uniformemente por toda la pintura. La selección del primer adecuado depende de factores como el material del sustrato, las condiciones ambientales y los requisitos específicos de la aeronave y sus condiciones de funcionamiento. Es importante seguir las directrices del fabricante y las normas del sector a la hora de aplicar el primer en los procesos de pintura de aviación. (Véase la tabla 3)

Tabla 3

Primers de aviación

Primers de aviación	
Nombre	Descripción
Metal Pretreatment/Acid Etching Vinyl Wash Primer:	Cuando se aplica en forma de película fina, graba el metal y favorece la adherencia del primer epoxi. Esta fina película también proporciona una protección mínima contra la corrosión.

Primers de aviación

Nombre	Descripción
Primer de cromato de zinc:	Es un primer sin lijado compatible con las capas de acabado mono componentes PTI, como esmaltes, lacas, poliuretano al agua y laca acrílica al agua. Está diseñado para su uso sobre metales desnudos, raspados, lijados, ligeramente oxidados, chorreados y superficies previamente pintadas.
Primer de fosfato de zinc:	Con el uso de este primer no se lija, inhibe el óxido y presenta excelentes propiedades de adherencia. Este primer se puede aplicar a casi cualquier superficie, incluyendo, metal, madera, compuesto, hormigón, cerámica y más
Primer epoxi reducible en agua:	Este primer presenta una excelente adherencia e inhibe la corrosión en metales chapados y no chapados, pero también puede aplicarse a casi cualquier material. La ventaja de utilizar una imprimación reducible en agua es que se obtienen todos los beneficios del primer epoxi con base de disolvente sin los riesgos asociados al disolvente.

Primers de aviación

Nombre	Descripción
Primer epoxi lijable PTI:	Es un primer de alto espesor que se utiliza habitualmente como imprimación de relleno en aeronaves de materiales compuestos. Se consigue un acabado más liso, sin juntas y sin imperfecciones.

Nota. La tabla muestra los primers de aviación más recomendados para utilizar en los procesos importantes de pintura. Obtenido de (Andrews, 2013)

Capas superiores

Las capas superiores muestran primer, ya que, han sido fabricadas para cumplir con los requisitos de las industrias aeronáuticas, brindan protección UV, adhesión, resistencia química y resistencia al impacto. Esto brinda menos capas de pintura y menos peso en la aeronave. Al seleccionar las capas de acabado para la pintura de aviación, es esencial tener en cuenta los requisitos específicos de la aeronave, incluidas las condiciones ambientales, las condiciones de funcionamiento y el cumplimiento de la normativa. Además, el cumplimiento de los programas de mantenimiento y repintado de la aeronave es crucial para garantizar la protección y el rendimiento continuos de las capas de acabado.

Tabla 4*Tipos de capas superiores de la pintura*

Capas superiores	
Nombre	Descripción
Poliuretano al agua	Esta pintura ha sido probada extensivamente para asegurar una excelente resistencia química, resistencia a la intemperie, adherencia y resistencia al impacto.
Esmalte	Este producto proporciona durabilidad y protección con la ventaja de una fácil aplicación. Además, el coste y la facilidad de aplicación hacen que esta pintura sea muy económica. Antes de repintar, la capa anterior debe estar pegajosa o sin pegajosidad.
PTI Poliuretano	Puede aplicarse a casi cualquier superficie y es un sistema de poliuretano con un 79% de material sólido por galón mezclado. Se seca con gran dureza y proporciona un acabado de alto brillo, al tiempo que mantiene una resistencia química inigualable

Nota. La imagen muestra las capas superiores recomendadas que se les puede aplicar a las aeronaves para brindar unas mejores protecciones y adhesiones. Obtenido de (Andrews, 2013)

Métodos de aplicación

Existen varios métodos de pintura disponibles para los fabricantes y finalistas al aplicar pintura o acabado a las aeronaves. Existen ventajas y desventajas específicas para cada uno de los métodos de aplicación y muchos de ellos tienen varias variaciones que se adaptan mejor a circunstancias específicas. Los recubrimientos son ciertamente importantes para mejorar la estética, pero su función principal es en realidad proteger el avión contra la corrosión y mejorar sus propiedades aerodinámicas, por ende, pintar un avión es un proceso complejo, preciso y de varios pasos que debe realizarse a la perfección para conseguir resultados adecuados tanto a nivel estético, pero, sobre todo, eficiencia y seguridad. (Paolomelo, 2022)

Inmersión

El proceso por inmersión es adecuado para componentes pequeños o para la aplicación de una capa protectora espesa, por ende, es limitado su uso. Por lo general, los componentes necesitan ser sumergidos durante la aplicación de la imprimación antes de aplicar las capas posteriores pintura y acabado.

Este método requiere de un tanque grande para poder sumergir los componentes por completo, para completar su revestimiento, pero esta aplicación sería una mala opción hacerlo en componentes de mayor tamaño, la razón es porque los tanques de gran tamaño resultan prohibidos. Es recomendable dejar secar la pieza sumergida con bastidores de alambre de amarre. Esta aplicación es muy popular en revestimientos tipo imprimación y con capas de acabado. (Comit Developers, 2019)

Cepillado

El método de cepillado utiliza un pincel para aplicar la pintura a un componente, usualmente es para aplicar en zonas pequeñas, en espacios reducidos o cerrados. Un factor clave para aplicar este método, es que la pintura debe ser la adecuada, ya que las pinturas espesas llegan a quedarse en la

brocha y llegar a tirar, en cambio la pintura fina no llega a cubrir adecuadamente la superficie deseada y se choree o gotee, llegando a dejar marcas en la superficie una vez finalizado el proceso. (Comit Developers, 2018)

Es recomendable aplicar la pintura en un pequeño panel de prueba esto ayudara a identificar si el material es demasiado grueso o fino. Una viscosidad y temperatura adecuada del material lo permitirá fluir adecuadamente y elimina las marcas dejadas por la brocha o el pincel. Antes de aplicar la pintura se de asegurar que la brocha es compatible con el material y buscar en las fichas técnicas con información respecto al cepillado para evitar un proceso fallido.

Pulverización

Es el método más común y diverso utilizado en el campo de la aviación, es muy óptima para pintar las aeronaves y lograr un acabado en superficies grandes o pequeñas de una forma eficaz. El método funciona gracias a una cantidad suficiente de aire del compresor para pulverizar el volumen necesario de pintura mediante una pistola atomizadora logrando cubrir uniformemente las superficies. Las pistolas atomizadoras permitirá controlar adecuadamente el caudal de aire y el volumen de pintura al usuario para que la pintura se atomice en una pulverización alcanzando un acabado liso y uniforme.

7. Aerosoles

Este sistema cuenta con características similares mencionadas anteriormente, el propulsor de la lata es el suministro de aire y la lata es el depósito, la boquilla son el dispositivo de aplicación. Al contener con una pequeña cantidad de pintura solo se lo utiliza en componentes pequeños y retoques. Estas latas tienen un precio elevado para la cantidad de pintura que contienen, por esa razón, no son muy utilizados. Para su aplicación es necesario tener la lata de aerosol y la botella del catalizador y para su uso adecuado se deberá enroscar el catalizador a una bomba manual y conectada a la parte superior de la lata, una vez todo firme se podrá aplicar el producto.

8. Sistema de pulverización convencional

En este sistema existen varios tipos como, alimentación por presión, alimentación por gravedad y alimentación por sifón. Este método se aplica mediante el uso de un compresor que suministra aire a presión entre 20 y 50 psi dependiendo de la capacidad de la pistola. La dimensión del área a pintar determina qué tipo de material y recipiente se usará. La alimentación a presión es más deseable en circunstancias con superficies de gran tamaño ya que una gran cantidad de pintura puede aplicarse al sustrato sin la interrupción de parar y rellenar el recipiente a presión, además, sin un recipiente montado en la parte superior o inferior de la pistola, el aplicador no tiene que cargar con tanto peso.

Enmascaramiento

El enmascaramiento se enfoca en cubrir o proteger determinadas zonas de la aeronave que no se desea pintar, esto se hace para garantizar una aplicación eficaz y precisa de la pintura, en especial cuando se desea pintar por diferentes colores las distintas secciones de la aeronave. Este método permite a los pintores crear detalles nítidos cumpliendo con las especificaciones de diseño y los requisitos normativos. Ayuda a agilizar el proceso al definir los límites de componentes y superficies críticas que no deban pintarse, por lo cual, un enmascarado adecuado reduce la necesidad de correcciones y minimiza el tiempo del proceso.

Es recomendable usar únicamente papel de enmascarar hecho para pintar y una cinta comparable para evitar dejar residuos pegajosos en la superficie, se debe establecer un buen sellado profesional al presionar correctamente los bordes de la cinta. Asegurarse de que las áreas expuestas de la aeronave se deben cubrir para evitar el exceso de pintura se dirija al color base. (Andrews, 2013)

La cinta recomendable para realizar el proceso de enmascarado es de al menos 2,5cm de ancho y un papel de excelente calidad para cubrir los componentes delicados de la aeronave y para los orificios o aberturas demasiadas grandes, es útil rellenarlas con papel arrugado antes de encintar.

Figura 19*Enmascarado de la aeronave*

Nota. La imagen muestra el proceso de enmascarado de la aeronave Beechcraft King Air E90.

Problemas comunes de pintura

Pintar es un proceso muy importante, por ende, un pintor experimentado debe conocer en qué condiciones se debe realizar, datos técnicos de los materiales para evitar los problemas. Cuando surge un problema en la pintura generalmente son muy notables, los más comunes que pueden darse a notar son, adherencia y elevación, blushing, caídas, fugas y goteos, piel de naranja, estallido de disolventes y agujeros de alfiler, fisheyes, arañazos de lijado, arrugas, spray seco.

Es recomendable antes de iniciar con la aplicación de pintura, probarla en un panel metálico, es brindará una ayuda para ajustar el volumen del fluido, suministro de air, el patrón de pulverización, la distancia adecuada del sustrato, pulverización y la velocidad con la que la pistola se debe mover. En varios casos se puede corregir la imperfección de la zona pintada con un mínimo trabajo, en otros casos, se debe repintar zonas o extremadamente toda la aeronave. A continuación, se examinará cada uno de ellos.

Adherencia y elevación

La mala adherencia se produce por una limpieza y preparación incorrecta de la superficie a tratar, aplicación incorrecta de la imprimación especialmente cuando los disolventes de la capa de acabado hace que la capa de imprimación se levante, dilución inadecuada del material de recubrimiento hace que la pintura se seque demasiado rápido y la pintura se levante, mezcla incorrecta de los materiales, y por ultimo contaminación del equipo de pulverización afecta mucho a las propiedades de la adhesión.

Las correcciones que se pueden realizar son, una eliminación completa del acabado, una identificación y corrección de la causa en el área afectada. Después de haber evaluado y corregido los problemas se puede brindar un repintada completa a la zona afectada.

Figura 20

Adherencia y elevación de la pintura



Nota. La imagen muestra el error de la adherencia que se llega a presentar en la pintura a causa da una preparación incorrecta de la superficie. Tomado de (Andrews, 2013).

Blushing

Se produce en forma de una neblina en el proceso de acabado de pintura se aparece opaco y lechoso, ocurre cuando la humedad se encuentra estancada en la pintura, pero en especial, se forma

cuando los solventes se evaporan rápidamente del recubrimiento aplicado a la superficie, causando que la temperatura caiga lo suficiente para condensar el agua en el aire, es decir la humedad es del 80 % o superior y por último puede ser provocado por una presión excesiva de aire en la pistola.

Para la eliminación, en el caso que se presenten manchas, se puede añadir un retardador o un disolvente de secado lento compatible con la pintura y volver a pintar la zona afectada de la aeronave, si la pintura se encuentra ya seca se deberá lijar y volver a pintar nuevamente.

Figura 21

Blushing en la pintura



Nota. La imagen muestra el error blushing en la pintura, aparece en forma de neblina y se opaca la superficie en la que se aplica la pintura. Tomado de (Andrews, 2013).

Caídas, fugas y goteos

Los errores más comunes, que incluso los pintores profesionales se enfrentan a este desafío. Se presenta al aplicar demasiada pintura en zonas pequeñas, al mover la pistola demasiado despacio, por mantenerla demasiado cercana de la superficie o en un ángulo incorrecto, al mantener apretado el gatillo de la pistola en un solo punto. El goteo se da por causa de que la pintura se ha diluido incorrectamente con una cantidad excesiva de disolvente o también puede ser el resultado de técnicas de pulverización inadecuadas. Cuando la pintura no se atomiza correctamente en forma de nube, esto

sucede cuando se mezcla el aire y la pintura llegando a provocar salpicaduras. (Alexander, Painting Programs, 2013)

Para evitar estos problemas, se debe revisar las técnicas de pulverización y perfeccionarlas antes de aplicar las capas de pintura, un punto a tomar en cuenta es la gravedad, ya que, facilita los goteos de la pintura. Se debe asegurar pulverizar con una buena iluminación, para observar que se aplique la cantidad adecuada del material, tomando el tiempo de secado entre capa y capa, el no dejar secar podría causar problemas mayores.

Figura 22

Caída, fugas y goteos, presente en la superficie



Nota. La imagen muestra cómo se produce el goteo después de aplicar la pintura en la aeronave de la manera incorrecta. Tomado de (Andrews, 2013).

Piel de naranja

La pintura tiende a secarse en porciones, antes de formar una película uniforme y tiene una textura similar a piel de naranja. Se presenta por una presión de pulverización muy alta, al sostener la pistola muy alejada de la superficie, utilizar una boquilla del tamaño incorrecto y una mezcla de pintura incorrecta al encontrarse poca diluida o no diluida con el disolvente para la temperatura y humedad adecuada. También se debe a que hay una extensión superficial excesiva de pintura o que el producto a tenido un secado muy rápido y no se le ha permitido fluir uniformemente

Se recomienda, mezclar apropiadamente la pintura para las condiciones de pulverización, mantener la pistola en una distancia adecuada y utilizar la presión de pulverización correcta. En el caso que no se elimine este problema, si es muy leve se puede lijar en húmedo y pulir el acabado imperfecto y si es muy grave se deberá pulir la imperfección, lijar y volver a pintar la zona afectada.

Figura 23

Piel de naranja presente en la pintura



Nota. La imagen muestra cómo se produce la piel de naranja a causa de una pulverización muy alta en la superficie. Tomado de (Aeronautics Guide, 2019).

Estallido de disolventes y agujeros de alfiler

Los agujeros de alfiler son unas pequeñas imperfecciones que son provocadas por burbujas que se encuentran en el disolvente y la aplicación de capas muy espesas de pintura igualmente puede causarlas, también el resultado de una preparación incorrecta de la superficie o aplicar una pintura de color antes de que la imprimación se encuentre seca por completa, ya que la humedad o los disolventes quedan atrapados y forman bolsas que se abren creando los estallidos del disolvente, las técnicas de pulverización deficientes son otro causante de capas de pintura excesivas y húmedas. (Alexander, Painting Programs, 2013)

Para evitarlos primeramente se debe reconocer en que parte del proceso ha fallado y evaluar el entorno en el que se va a generar la aplicación y por último se debe generar una mezcla correcta al diluir la pintura en el fluido adecuado o se deberá volver a lijar y pintar.

Figura 24

Estallido de disolventes y agujeros de alfiler



Nota. La imagen muestra cómo se presenta el estallido del disolvente a causa de la aplicación de capas muy espesas de pintura. Tomado de (Andrews, 2013).

Fisheyes

Usualmente son cráteres que se forman al alcanzar la superficie imprimada o desnuda, se aparece en la pintura que se encuentra húmeda, Principalmente son causados por contaminación como, grasa, aceite, cera o algún tipo de sellador que la superficie a aplicar la rechace, por lo general, suele quedarse residuos de limpiadores, siliconas o ceras que no se ha eliminado correctamente.

Para evitar el ojo de pescado se debe limpiar a fondo a la superficie antes de pintar, en especial se recomienda limpiar la superficie con un trapo y disolvente antes de aplicar la pintura, en el caso de que sean muy extensos se debe lijar, limpiar a fondo y volver a pintar. La prueba de rotura de agua es una forma eficaz de probar si existe contaminantes en las superficies, al aplicar el agua, se podrá identificar claramente el problema porque el agua llegará a acumularse. (Alexander, Painting Programs, 2013)

Figura 25*Ojos de pescado*

Nota. La imagen muestra los ojos de pescado a causa de una superficie húmeda y la contaminación de varios componentes presentes. Tomado de (Aeronautics Guide, 2019).

Arañazos de lijado

Se presentan en forma de rayones o líneas afiladas en el terminado final de la pintura porque previamente no se ha lijado o sellado adecuadamente la superficie antes de aplicar las capas de pintura para el acabado. Generalmente se presentan en superficies no metálicas, claros ejemplos son las superficies de madera, carenados compuestos y plásticos, al no ser lijadas o selladas previamente antes de pintar, También pueden presentarse en el paso que se use un disolvente de secado muy rápido, solo en casos extremos.

La solución es que después de haber esperado que se seque la capa de acabado, se debe lijar las áreas más afectadas con un papel de lija fina y de muy alta calidad para luego aplicar un sellador adecuado y por último volver a pintar nuevamente.

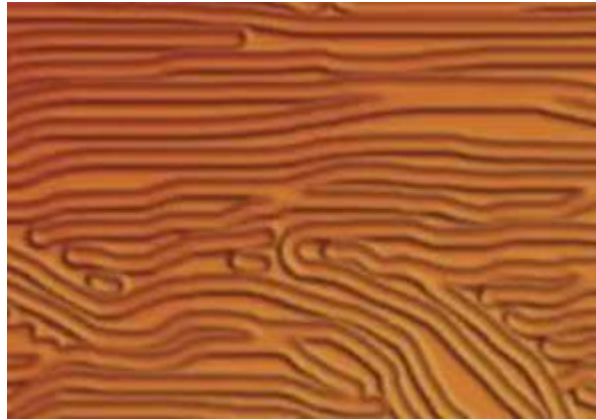
Figura 26*Arañazos de lijado*

Nota. La imagen muestra los arañazos del lijado en la superficie de la aeronave, uno de efectos causantes es que previamente no se ha lijado. Tomado de (Aeronautics Guide, 2019).

Arrugas

Son originada por solventes atrapados y un secado desigual del acabado a causa de capas de pintura con demasiada densidad o con muy exorbitante solvente. Se debe conocer que la pintura tiende a encogerse al secarse, por lo cual, si la superficie se seca más rápido que la pintura aplicada que hay debajo hace que la superficie se deslice sobre la pintura formando las arrugas en la aeronave. Por último, si la pintura cuenta con disolventes de evaporación rápida el no dejar bien secar la capa pulverizada provocara arrugas, todo esto es debido a que la superficie superior del revestimiento tiende a secarse antes que el revestimiento.

El error más común que se comete es utilizar diluyentes o reductores incompatibles con la pintura que pueden llegar a causar arrugas y conllevan a mayores problemas. La solución para eliminarlo es lijar la superficie y decaparla por completo para volver a aplicar nuevamente las capas de pintura.

Figura 27*Arrugas en la pintura*

Nota. La imagen muestra como son las arrugas que se presentan en la superficie de las aeronaves al no secarse adecuadamente la pintura. Tomado de (Aeronautics Guide, 2019).

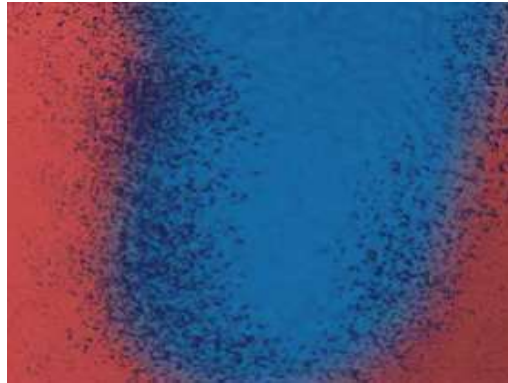
Polvo en aerosol

Generalmente es el producto de las partículas atomizadas de la pistola que se secan antes de llegar a la superficie que se está aplicando la pintura. Todo es causado porque las partículas secas no fluyen dejando un polvo en el sustrato, por un exceso de aire y un volumen insuficiente del fluido, la pistola se encuentra demasiado lejos de la superficie y el material se diluyó inadecuadamente o se usó reductores incorrectos.

Las medidas a tomar es reducir la presión de aire en la pistola y ajustar el patrón de la pulverización a baja, en el caso que no cambie se debe aumentar el volumen del fluido, evaluar la distancia de la pistola con la superficie, lo recomendando es 8 a 10 pulgadas, por último, se debe comprobar que se esté usando el reductor correcto.

Figura 28

Polvo seco presente en la pintura



Nota. La imagen muestra el producto de las partículas atomizadas de la pistola, antes de llegar a la superficie para su aplicación. Tomado de (Aeronautics Guide, 2019).

Compatibilidad de pintura

La compatibilidad de la pintura menciona el uso de varios tipos diferentes de pintura, acompañado de recubrimientos, lo que brinda la reparación a áreas dañadas y deterioradas siendo difícil brindar los acabados de pintura ya que necesariamente no son compatibles entre sí, a continuación, se presentan reglas muy importantes para la compatibilidad de los recubrimientos que se deben tomar en cuenta antes de su aplicación. (Aeronautics Guide, 2019)

1. El imprimador de cromato de zinc puede utilizarse directamente para repintar superficies metálicas desnudas y acabados interiores. Si está en buen estado, puede recuperarse utilizando impresiones de lavado.
2. Nunca utilice imprimación de cromato de zinc modificado sobre metales desnudos. Si desea utilizar una versión personalizada, aplique primero una imprimación de lavado al ácido sobre el metal desnudo.
3. Los acabados acrílicos aceptan revestimientos y lacas nitrocelulósicos. Algunos acrílicos, sin embargo, no se adhieren a las capas de nitrocelulosa y lacas.

4. Cuando se colocan sobre revestimientos nitrocelulósicos y epóxicos las lacas acrílicas nitrocelulósicas presentan una adherencia deficiente. Para retocar correctamente zonas con laca o laca, utilice el material de aplicaciones consecutivas o una imprimación de lavado al ácido o una imprimación de cromato de zinc aplicada directamente sobre el metal desnudo.
5. Los recubrimientos epoxi se adhieren a casi todos los sistemas de pintura de dos componentes y a ciertos sistemas de un solo componente en buen estado y demuestran una buena adherencia. Los recubrimientos epóxicos son excelentes para retoques generales en superficies interiores y exteriores.
6. La imprimación de lavado antigua puede recubrirse inmediatamente si la primera aplicación no presenta defectos. Los fallos de la imprimación de lavado surgen cuando la capa es demasiado gruesa, lo que provoca fallos de adherencia.
7. Para retocar acrílico viejo con acrílico nuevo, vuelva a humedecer primero la pintura con diluyente nitrocelulósico acrílico.

Retoques de pintura

Los retoques de pintura en la superficie se pueden dar por varias razones, puede ser tanto para cubrir daños menores en la capa superior, rayones, abrasiones, manchas permanentes, en especial las correcciones de sustratos metálicos o compuestos son las más importante ya que no solo afectan a la capa de acabado, sino que también a la imprimación.

Los retoques menores implican el reparar la capa de acabado, en el cual se encuentra arañazos, abrasiones, entre muchos más. El primer paso para iniciar con los retoques de pintura es identificar qué tipo de revestimiento se va a realizar el retoque para realizar el adecuado. (Kevin Kovaleski, 2008)

Identificación de los acabados de pintura

Los acabados de pintura son de varios tipos, es decir, una combinación de dos o más tipos son revestimientos especiales patentados. Es muy importante la identificación del revestimiento para el acabado de la aeronave para garantizar que la aplicación de la capa final se adhiera y no se permita que se levante los acabados aplicados anteriormente. (Andrews, 2013)

Una prueba que es eficaz en aplicar una capa de aceite de motor o turbina a una pequeña sección de la aeronave. Los acabados de acrílicos, poliuretano y epoxi no mostrara ningún defecto y los de nitrocelulosa se ablandarán en pocos minutos. En caso de no poder reconocer aún se debe utilizar un trapo empapado de MEK, esto recogerá los pigmentos del revestimiento y se podrá reconocer de una manera eficaz, es recomendable no frotar excesivamente ya que podría llegar a dañarlo y recoger los pigmentos que no están curados.

Preparación de la superficie para el retoque

Al haber identificado el tipo de pintura de la superficie se puede iniciar con la preparación de la preparación de la superficie, como primer punto se debe limpiar adecuadamente la aeronave, eliminando todo el polvo, aceites y películas secas con ayuda de desengrasante para aeronaves. En el caso que se desee reparar el panel entero, se necesitara decapar por completo el panel, al encontrarse completamente decapada se procede a colocar la imprimación de lavado, epoxi y la capa final de poliuretano, en el decapado se recomienda una lija 320.

Al reparar zonas pequeñas o que requieran igualar el color se debe planificar la reparación del área, tres veces mayor que la que se ha dañado y después proceder a lijar en húmedo con una lida de doble acción de grano 1500. En zona donde el sustrato se encuentre expuesto, se debe aplicar acetona y pulverizar con el método cruzado para una cobertura uniforme. En caso de aplicar la capa epoxi se debe

consultar la ficha técnica para conocer las especificaciones del proceso y una vez seco se procede a limpiar la zona con un paño adhesivo. (Aeronautics Guide, 2019).

Al tener completamente limpio la superficie se aplica 2 capas ligeras y antes de aplicar la cada una permitir que se sequen lo suficiente para proceder a la aplicación de la tercera capa de forma que sobrepase a la primera, una vez listo y seco todas las capas, se procede a pulir y abrillantar las zonas.

Capítulo III

Desarrollo del tema

Descripción General

En el presente capítulo se describe los procedimientos que se llevaron a cabo para el recubrimiento orgánico de la aeronave Beechcraft King Air (KAE-90) de matrícula HC-DGA perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, siguiendo la tarea descrita en información técnica aplicable, mediante métodos adecuados, que permitan preservar la apariencia y la estructura de la aeronave.

Para el desarrollo adecuado de pintura se contaron con todos los recursos técnicos y operativos, los cuales correspondieron a documentación técnica, equipos, herramientas, materiales y personal capacitado, de esta forma se logró analizar la situación actual de la condición de la pintura de la aeronave, para lograr un proceso adecuado del recubrimiento orgánico. Siguiendo rigurosamente los métodos establecidos en el manual de mantenimiento garantizando que se logre una aplicación de alta calidad de la pintura, finalmente obteniendo un buen resultado en la aeronave que será utilizada como material didáctico de estudio para los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica.

Tabla 5

Materiales utilizados en el proceso de pintura

DESCRIPCIÓN	COMPONENTE	CANTIDAD	MARCA
MATERIALES	Lija N° 220	25	Lija De Agua Fandeli
	Lija N° 400	25	Lija De Agua Fandeli
	Lija N°150	25	Lija De Agua Fandeli
	Lija N°80	25	Lija De Agua Fandeli

DESCRIPCIÓN	COMPONENTE	CANTIDAD	MARCA
MATERIALES	Catalizador	500 g	UNIDAS
	Thinner	5 L	PINTUCO
	Primer	4 L	PRIMER RAPIDO MEGAX - ADITEC
	Pintura blanca	19 L	Poliuretano PPG (WESCO)
	Pintura roja	4 L	Poliuretano PPG (WESCO)
	Pintura negra	5 L	Poliuretano PPG (WESCO)
	Pintura gris	1L	Poliuretano PPG (WESCO)
	Shampoo con cera	2 L	SIMONIZ
	Waipe	20	PINTULAC
	Esponja	4	
	Paños de microfibra	4	
	Cinta Masking	20	3M
	Papel de mastiko	10 rollos (55cm x 25m)	MASTIKO
	Alcohol Isopropílico	1 L	CHEMOX
	Barniz puro en PPG	19 L	WESCO
	Calcomanías fabricadas en vinilo	50 unidades	
Cinta	20		

DESCRIPCIÓN	COMPONENTE	CANTIDAD	MARCA
HERRAMIENTAS	Martillo	1	
	Dolly	1	
	Cinzel de metal	1	
	Paleta metálica	1	
EQUIPOS	Remachadora	1	
	Compresor	1	
	Pistola de pulverización	1	

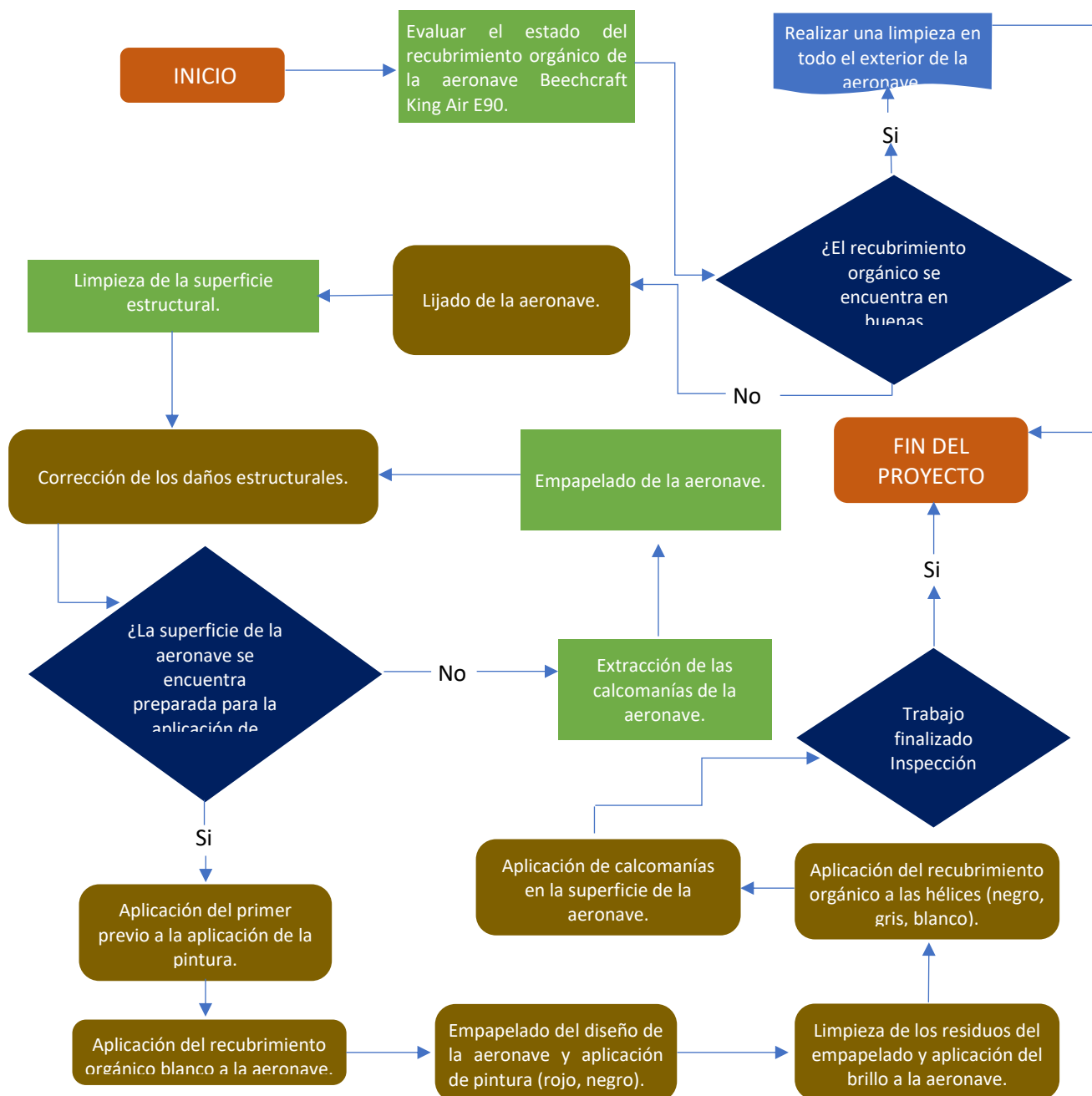
Nota. La tabla muestra los materiales, herramientas y equipos utilizados en el proceso de pintura de la aeronave Beechcraft King Air E-90.

Descripción del proceso de pintura de la aeronave Beechcraft

Para realizar el procedimiento del recubrimiento orgánico de la aeronave Beechcraft King Air E-90 se tomó en cuenta realizar un diagrama de flujo para conocer en qué estado se encuentra la aeronave y dar inicio a realizar los pasos adecuados de una manera sistemática evitando errores en su restauración.

Figura 29

Diagrama de flujo del procedimiento de recubrimiento orgánico aplicado a la aeronave King Air E-90



Nota. El diagrama de flujo muestra el procedimiento que se llevó a cabo para la aplicación del recubrimiento orgánico a la estructura de la aeronave Beechcraft King Air E90.

Figura 30

Documentación técnica aplicable en el proceso de la aplicación del recubrimiento orgánico



Nota. La imagen muestra la documentación técnica aplicable en el proceso de la aplicación del recubrimiento orgánico a la aeronave Beechcraft King Air E90.

Evaluación del estado del recubrimiento orgánico de la aeronave

Se inicia con la inspección visual de la aeronave para verificar el estado en el que se encuentra el recubrimiento orgánico de la misma de acuerdo a la información técnica aplicable a la AC 73.13.1B, como resultado se encontró fallas en la pintura y la estructura. Varios de los daños que se lograron observar fueron “hundimientos y golpes en la raíz del ala, desprendimiento de pintura en el radome, imperfecciones estructurales y deterioro del recubrimiento en las capotas de los motores, deformación estructural en el single after body strakes, desprendimiento de la capa de pintura en áreas específicas del fuselaje”.

Figura 31

Inspección visual de la superficie de la aeronave



Nota. La imagen indica las imperfecciones presentes en la estructura y la pintura de la aeronave Beechcraft E90.

Lijado de la superficie de la aeronave

Tras una evaluación previa de la aeronave, se llevó a cabo un proceso de lijado de acuerdo a la información técnica aplicable al The Future of Aircraft Paint Removal Methods en todas las superficies.

Este procedimiento involucró el uso de dos tipos distintos de lijas: la lija número 220 fue empleada para eliminar cualquier relieve presente en la estructura, mientras que la lija número 400 se utilizó exclusivamente con el propósito de suprimir el brillo superficial de la aeronave.

Figura 32

Proceso de lijado de la aeronave



Nota. La imagen muestra el procedimiento que se llevó a cabo para lijar la superficie de la aeronave usando los materiales adecuados.

Corrección de los daños estructurales en diferentes zonas de la aeronave

Mediante una inspección visual de la superficie se evidenció varios daños en la estructura, por lo cual se llevó a cabo la evaluación de los daños, se aseguró la integridad de las partes afectadas, se realizó las correcciones adecuadas con materiales y técnicas aprobadas para garantizar la seguridad e integridad de la aeronave permitiendo mantener el estado original de la misma.

Hundimientos y golpes en la raíz del ala

Para la corrección de los hundimientos en la raíz del ala se determinó la extensión del golpe y se evaluó el daño, se realizó la remoción de los remaches para lograr llegar a la zona afectada. Mediante la utilización precisa de un martillo, un dolly especializado y un cincel de metal, se procedió a realizar la reconstrucción de la forma y perfil apropiados del ala. Esta intervención tuvo como objetivo preservar tanto la integridad estructural como la aerodinámica óptima de la aeronave.

Se ejecutó el procedimiento de remachado con el propósito de unir de manera integral las dos láminas de la raíz del ala. Este proceso, realizado mediante el uso de una remachadora especializada y remaches correspondientes, fue crucial para preservar la coherencia estructural y estética del área afectada.

En la fase final del proceso, se implementó una composición de masilla y catalizador, especialmente formulada para aplicaciones en metal. Este compuesto se empleó con el propósito de ocultar las imperfecciones existentes y corregir el nivel de pintura en la superficie del ala. Posteriormente, una vez que la masilla alcanzó su proceso de endurecimiento, se llevó a cabo una etapa de lijado. Para las áreas más rugosas, se utilizó una lija de grano 80, mientras que, para lograr una uniformidad de textura en la zona, se empleó una lija de grano 150. Este procedimiento, ejecutado con precisión y conforme a los estándares pertinentes, culminó en la restauración estética y funcional del ala de la aeronave.

Figura 33

Corrección estructural de la raíz del ala



Nota. La imagen muestra la corrección estructural que se realizó en la raíz del ala para mantener su integridad estructural mediante procesos especializados.

Desprendimiento de pintura en el radome

Se llevó a cabo una inspección visual exhaustiva en el radome de la aeronave, revelando desprendimientos en la capa de pintura. Como respuesta a este hallazgo, se optó por implementar medidas correctivas. En este contexto, se procedió a la preparación meticulosa de la superficie de trabajo, asegurando su limpieza y ausencia de partículas extrañas. Subsecuentemente, se aplicó una composición compuesta por masilla y catalizador, diseñada con el propósito de nivelar la superficie del radome de manera precisa y efectiva.

Finalmente, tras el proceso de secado de la masilla, se procedió a realizar un lijado exhaustivo de la superficie. Para las áreas rugosas, se utilizó una lija de grano 80, mientras que se implementó una lija de grano 150 para proporcionar un acabado uniforme en la zona tratada. Este enfoque meticuloso resultó en la obtención de una capa protectora y nivelada, garantizando la preservación de la integridad

estructural y la creación de una superficie propicia para la adherencia de la pintura sin comprometer su calidad.

Figura 34

Reparación estructural del Radome



Nota. La imagen muestra el proceso de lijado y la aplicación de la masilla para mantener el nivel de la superficie y mejorar la adherencia de la pintura en el Radome.

Imperfecciones estructurales en las capotas de los motores

Para la corrección de las imperfecciones en las capotas de los motores, se siguió un protocolo específico con el fin de asegurar un proceso apropiado. Inicialmente, se llevó a cabo una inspección minuciosa de los daños, verificando la necesidad de intervenciones de mantenimiento más complejas. Seguidamente, se procedió a la preparación de la superficie, garantizando su limpieza integral y la eliminación de cualquier contaminante presente. En la fase subsiguiente, se aplicó una mezcla compuesta por masilla y catalizador, con especial atención en lograr una capa delgada que cubriera de manera completa las imperfecciones identificadas. Este enfoque minucioso aseguró la corrección efectiva de los defectos en las capotas, preservando la integridad estructural y estética de la aeronave.

Figura 35

Corrección de imperfecciones de las capotas del motor



Nota. La imagen muestra el proceso llevado a cabo para la corrección de imperfecciones de las capotas del motor.

Deformación estructural en el single after body strakes

En la rectificación de la deformación estructural en el single after body strakes, se implementaron procedimientos técnicos pertinentes. En una primera instancia, se procedió a la evaluación exhaustiva de la magnitud y extensión de la deformación, con el fin de determinar la estrategia de intervención más apropiada. Posteriormente, se llevaron a cabo técnicas de enderezado mediante la aplicación precisa de fuerzas controladas con la asistencia de un martillo, dolly especializado y un cincel de metal. Estas acciones se ejecutaron con una minuciosa consideración para evitar cualquier compromiso de la integridad estructural, garantizando así la eficaz corrección de la deformación sin perjudicar la estructura de la aeronave.

Finalmente, se ejecutó la aplicación de una mezcla compuesta por masilla y catalizador, considerando cuidadosamente que esta capa debía poseer una delgadez adecuada para asegurar una cobertura completa de las imperfecciones. Una vez que la masilla alcanzó el proceso de secado, se

procedió al lijado de la superficie. Para las áreas rugosas, se implementó una lija de grano 80, mientras que se utilizó una lija de grano 150 para obtener una uniformidad en la estructura. Este enfoque riguroso culminó en la formación de una capa protectora y nivelada, preservando la adhesión estructural y proporcionando una base propicia para la adherencia de la pintura sin afectar su calidad.

Figura 36

Reparación de los hundimientos del single after body strakes



Nota. La imagen muestra el proceso llevado a cabo para la reparación de los hundimientos en el single after body strakes con ayuda de los materiales adecuados.

Extracción de las calcomanías de la aeronave

La remoción de las calcomanías se llevó a cabo con extrema cautela, priorizando la preservación de la integridad superficial para garantizar la seguridad de la aeronave. En la etapa inicial, se procedió a despegar la calcomanía con la aplicación controlada de una paleta metálica, permitiendo una extracción gradual y cuidadosa. En la secuencia posterior, se implementó un proceso de limpieza minucioso para eliminar cualquier residuo remanente del adhesivo. Finalmente, se aplicó una lija de grano 220 con el propósito de eliminar cualquier marca residual adicional, asegurando así un resultado final exento de imperfecciones.

Siguiendo las pautas establecidas en el manual de mantenimiento del ATA 11 - Placas y Marcas, se llevó a cabo el procedimiento de remoción de las calcomanías según la información técnica proporcionada. El objetivo principal de este proceso fue lograr una identificación clara y precisa de las zonas y componentes específicos dentro de la aeronave.

La remoción de las calcomanías se ejecutó conforme a las directrices detalladas en el manual de mantenimiento para asegurar una identificación correcta de las diversas áreas críticas o componentes en la aeronave.

Procedimiento de remoción de las calcomanías:

1. *Se retira la calcomanía dañada.* En las alas y los estabilizadores horizontales (superficies metálicas), retirar la calcomanía antigua de cualquier superficie metálica. En el fuselaje y el estabilizador vertical, y en todas las superficies interiores (superficies de material compuesto o polímero), retirar las calcomanías utilizando un raspador de plástico adecuado.
2. *Se limpia el área de tamaño suficiente eliminando la suciedad, tierra y otros materiales extraños con alcohol isopropílico.* Al retirar cualquier calcomanía de la superficie exterior, se tiene mucho cuidado de no quitar nada del acabado de la superficie. Eliminar cualquier residuo de adhesivo utilizando un limpiador de superficies, como alcohol isopropílico o desnaturalizado en un paño suave. Es recomendable no utilizar ningún tipo de disolvente químico, como metil-etil-cetona (M.E.K.) o acetona, en ninguna de las superficies compuestas o acabadas. Con esto finaliza el procedimiento de retirada de calcomanías.

Figura 37

Extracción de las calcomanías de la aeronave



Nota. La imagen muestra la extracción de las calcomanías y la eliminación de marcas adicionales para la aplicación de pintura.

Limpieza de la superficie estructural

La limpieza de la superficie de la aeronave se llevó a cabo con el propósito de asegurar su óptima condición, eliminando partículas residuales derivadas del proceso de lijado anterior, así como residuos adhesivos, manchas de aceite y partículas de mayor tamaño que podrían afectar la uniformidad de la superficie. Este procedimiento se ejecutó mediante la aplicación de agua y jabón, haciendo uso de esponjas y paños de textura suave para prevenir la generación de arañazos. Finalmente, se garantizó un completo proceso de secado de la aeronave para facilitar una evaluación final exhaustiva antes de proceder con la aplicación de la pintura.

Figura 38

Limpieza de la superficie de la aeronave



Nota. La imagen muestra el proceso llevado a cabo para limpieza de la aeronave, los materiales aptos para evitar rayones y lograr la eliminación de partículas residuales.

Empapelado de la aeronave

En el proceso de enmascarado, se implementó una estrategia precisa y cuidadosa, dada la naturaleza crítica de esta fase. Se llevó a cabo una planificación detallada del diseño de la pintura, identificando con exactitud las áreas que requerían aplicación de pintura y aquellas que debían permanecer cubiertas de acuerdo con el diseño preestablecido. Se emplearon materiales de enmascarado específicos, como papel y plástico para proteger, cinta adhesiva y tijeras. Posteriormente, se verificó exhaustivamente la limpieza de la superficie, asegurando la ausencia de contaminantes que pudieran comprometer la adherencia del enmascarado a la aeronave.

En la etapa final, se procedió a la cobertura de áreas no sujetas a pintura, como ventanas, sensores y otros componentes críticos. Se utilizó cinta para delinear con exactitud las áreas de la matrícula (HC-DAG) ubicadas sobre y bajo las alas, así como la matrícula en el estabilizador vertical. Se

prestó especial atención al sellado adecuado de los bordes para prevenir cualquier filtración de pintura en las zonas delimitadas del diseño en color rojo y negro que se aplicarán posteriormente.

Figura 39

Empapelado de la aeronave



Nota. La imagen muestra los materiales que se utilizaron para el enmascarado de la aeronave y las zonas delimitadas del diseño para la aplicación de pintura.

Aplicación del primer

La aplicación del primer es una etapa fundamental en el proceso de pintura de esta aeronave, ya que proporciona la base necesaria para mejorar la adherencia de la misma, salvaguardar la integridad de la superficie y obtener un acabado superior. Se optó por la utilización de un primer de alta calidad, específicamente el "Primer Rapido Megax M0 Bco 4lt ADITEC", el cual fue mezclado con el catalizador en una proporción de 50 % de material y 25 % de diluyente.

La aplicación del primer se llevó a cabo con la asistencia de equipos especializados, incluyendo un compresor y una pistola de pulverización. Se mantuvo una distancia constante de 10 cm durante la

aplicación, con una presión de 1 ½ bar. Cada capa de primer se empleó de manera ligera y uniforme para evitar la formación de áreas sin cobertura, asegurando así una aplicación homogénea del primer en toda la superficie.

Figura 40

Aplicación del primer en la superficie



Nota. La imagen muestra los materiales y equipos utilizados en el proceso de aplicación de primer en la superficie.

Aplicación del recubrimiento orgánico color blanco

La aplicación del recubrimiento orgánico de color blanco fue llevada a cabo con una minuciosa precisión para garantizar tanto la durabilidad como una estética adecuada. Inicialmente, se seleccionó la pintura blanca "Poliuretano PPG" como base. La aplicación de la pintura se ejecutó cuidadosamente, teniendo en cuenta las condiciones ambientales y utilizando los siguientes materiales: compresor, pistola de pulverización y equipos de protección personal.

En el proceso, se verificó que cada capa de pintura estuviera completamente seca antes de aplicar capas adicionales, permitiendo así obtener un acabado superior en las superficies de la aeronave. La cantidad de poliuretano blanco utilizado para la aplicación de dos capas fue de 5 galones (19 L). La

pistola de pulverización se mantuvo a una distancia de 15 cm de la superficie, con una presión de 2 bares. Las áreas de la aeronave que recibieron la aplicación del recubrimiento blanco incluyeron el fuselaje, alas, estabilizador horizontal y vertical, trenes de aterrizaje y aros de los neumáticos.

Figura 41

Proceso de aplicación del recubrimiento orgánico de color blanco



Nota. La imagen muestra los materiales y el proceso que se llevó a cabo al aplicar el recubrimiento orgánico en la superficie de la aeronave.

Empapelado del diseño de la aeronave y aplicación de pintura (rojo - negro)

La ejecución del empapelado y la aplicación de pintura en el diseño específico de la aeronave se llevó a cabo mediante un proceso minucioso y preciso. Inicialmente, se realizó una planificación detallada del empapelado, considerando cuidadosamente la ubicación precisa de cada color, la elección de la pintura roja y negra como base se basó en el uso de "Poliuretano PPG".

La aplicación de la pintura se llevó a cabo considerando las condiciones ambientales y utilizando los siguientes materiales: compresor, pistola de pulverización y equipos de protección personal. La

cantidad de poliuretano utilizada para la aplicación de la pintura fue de 4 litros por cada color (rojo y negro). La pistola de pulverización se mantuvo a una distancia de 15 cm de la superficie, con una presión de 2 bares. Las áreas de la aeronave que recibieron la aplicación del poliuretano rojo y negro incluyeron las franjas en los costados del fuselaje y los motores, así como la matrícula (HC-DAG) en las alas y el estabilizador vertical.

Figura 42

Empapelado, pintado del diseño y matrícula de la aeronave



Nota. La imagen muestra los materiales y el equipo de protección adecuado para el empapelado y la aplicación de pintura de color rojo y negro para mantener el diseño de la aeronave.

Limpieza de los residuos del empapelado y aplicación del brillo a la aeronave

La limpieza de los residuos del empapelado se convirtió en una fase crucial previa al proceso de aplicación del brillo. Inicialmente, se procedió a retirar con sumo cuidado las cintas y el material de enmascarado de la aeronave, una vez que la pintura alcanzó el proceso de secado completamente. Posteriormente, se empleó un paño de microfibra impregnado con alcohol isopropílico para eliminar de manera efectiva cualquier residuo o partícula que pudiera haber quedado en la superficie, asegurando así una base limpia y libre de impurezas para la aplicación del brillo.

La aplicación del barniz representó un proceso con el propósito de otorgar protección adicional a la pintura y mejorar su aspecto estético. En una fase inicial, se seleccionó el producto "Barniz puro en PPG", específicamente formulado para ser compatible con la pintura utilizada, asegurando una homogeneidad en la aplicación. La cantidad necesaria para este procedimiento fue de 5 galones.

Durante la aplicación, se mantuvo una distancia de 15 cm entre la pistola de pulverización y la superficie, con una presión de 2 bares. Los materiales utilizados en este proceso incluyeron un compresor, una pistola de pulverización y equipos de protección personal. Posteriormente, se permitió que el barniz se secase completamente antes de proceder a retirar el enmascarado de las ventanas, neumáticos y los bordes de ataque de las alas, logrando así un resultado final de calidad y durabilidad.

Figura 43

Remoción del enmascarado y aplicación del brillo a la aeronave



Nota. La imagen muestra la aplicación del brillo en toda la aeronave, la remoción y limpieza del enmascarado.

Aplicación del recubrimiento orgánico a las hélices (negro, gris, blanco)

En el proceso de aplicación del recubrimiento orgánico en las hélices, se inició con la limpieza de la superficie asegurándose que esté libre de contaminantes y manteniendo la integridad estructural,

garantizando que no existieran daños que requirieran reparación. Se procedió a enmascarar y proteger las áreas circundantes que no iban a ser pintadas, y se realizó una cuidadosa selección de productos, optando por el color plomo en PPG y el color negro en poliuretano PPG.

La aplicación del recubrimiento se llevó a cabo con equipos especializados, incluyendo un compresor, una pistola de pulverización y equipos de protección personal. Se aplicaron capas finas y uniformes de ambos colores, manteniendo una distancia constante de 15 cm entre la pistola y la superficie, con una presión de 2 bares, con el objetivo de lograr un revestimiento apropiado. La cantidad de material utilizado fue de 1 litro por cada color, logrando así una aplicación precisa y de alta calidad en las hélices.

Figura 44

Proceso de aplicación del recubrimiento orgánico a las hélices



Nota. La imagen muestra el proceso de enmascarado y la aplicación de la pintura gris, negro y blanco para mantener el diseño de la hélice.

Aplicación de calcomanías en la superficie de la aeronave

La aplicación de las calcomanías en la superficie de la aeronave fue un proceso de alta precisión que demandó atención a los pequeños detalles. Inicialmente, se llevó a cabo una verificación para

asegurar que la superficie estuviera limpia, seca y libre de cualquier contaminante. Se verificó con precisión que las calcomanías se aplicaran en la posición correcta y de acuerdo al diseño, realizando ajustes necesarios antes de proceder a la aplicación individual de cada una.

Durante la aplicación, se emplearon materiales específicos, como waípe y alcohol, para limpiar la superficie de manera meticulosa. Posteriormente, se procedió a aplicar las calcomanías fabricadas en vinilo, asegurando así una adherencia óptima y un resultado final que cumpliera con los estándares de calidad exigidos. Este proceso delicado fue llevado a cabo con la destreza técnica necesaria para garantizar la precisión y la coherencia con el diseño original.

Siguiendo el procedimiento detallado en el Manual de Mantenimiento del ATA (11 - Placas y Marcas), se llevó a cabo la instalación de las calcomanías conforme a la información técnica proporcionada. Este proceso se ejecutó con el objetivo de lograr una preservación adecuada y asegurar la identificación correcta de las zonas correspondientes en la aeronave.

La acción de instalar las calcomanías, se realizó con el propósito de mantener la aeronave en conformidad con los estándares de seguridad y procedimientos recomendados por el fabricante. Estas calcomanías desempeñan un papel crucial en la identificación de diversas áreas y componentes en la aeronave, facilitando así la inspección y el mantenimiento.

Procedimiento para instalar la calcomanía:

1. Limpiar un área de tamaño suficiente eliminando la suciedad, tierra y otros materiales extraños con alcohol isopropílico.
2. Despegar el respaldo de la calcomanía de vinilo autoadhesivo.
3. Colocar la calcomanía en la posición y orientación adecuadas.
4. Usar una espátula de plástico para eliminar las burbujas de aire de debajo de la calcomanía.

Esto completa el procedimiento de instalación de las calcomanías

Figura 45

Aplicación de las calcomanías en la superficie de la aeronave



Nota. La imagen muestra la aplicación de las calcomanías en la superficie de la aeronave.

Finalización e Inspección visual del proceso de pintura

El proceso de pintura fue un método fundamental para preservar la integridad estructural de la aeronave. La aplicación de técnicas adecuadas, siguiendo las recomendaciones detalladas en la documentación técnica, como el lijado de la aeronave, remoción de calcomanías, limpieza de la estructura, correcciones que se realizaron a las partes estructurales afectadas, aplicación del primer, aplicación del recubrimiento orgánico de color blanco, negro, rojo y gris, colocación de brillo en toda la aeronave, aplicación de las nuevas calcomanías y el recubrimiento orgánico de las hélices, para la realización de todos estos procesos es importante para llevar a cabo cada fase del proceso de manera minuciosa, asegurando una estética y diseño efectivos. La inspección visual desempeña un papel crucial al identificar defectos e irregularidades en la superficie, permitiendo una corrección rápida y una protección efectiva de la aeronave. Esto, a su vez, conduce a un resguardo duradero y eficiente, mitigando posibles daños derivados de las variaciones ambientales.

Figura 46

Finalización del proceso de pintura y presentación de la aeronave



Nota. La imagen muestra la aeronave Beechcraft King Air E90 completamente finalizado su proceso de pintura.

Capítulo IV

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- En base a la información técnica recopilada, se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de los materiales idóneos empleados en el proceso de pintura, detallando los pasos esenciales para la adecuada preparación y aplicación del recubrimiento orgánico. Así mismo, se han examinado y respaldado con información precisa los posibles fallos que debieron ser considerados con el fin de prevenir deficiencias en su implementación. Adicionalmente, se ha realizado un análisis detallado de los equipos de protección, respaldando la importancia de su implementación para asegurar la aplicación óptima de la pintura.
- La aplicación del recubrimiento orgánico en la aeronave Beechcraft King Air E90 se llevó a cabo con éxito, proporcionando una efectiva protección contra la corrosión con el objetivo de preservar la integridad estructural y prolongar la vida útil de la aeronave. Además, desempeñó un papel crucial en la estética de la aeronave, contribuyendo significativamente a su identificación visual como entidad específica. Este revestimiento se eligió como un componente esencial para garantizar la seguridad y rendimiento de la aeronave en diversas condiciones meteorológicas a las que estará expuesta. Por último, pero no menos importante, dicho recubrimiento minimizará la frecuencia e intensidad de los procesos de limpieza y mantenimiento, optimizando así la eficiencia operativa de la aeronave.
- Finalmente se procedió a verificar la eficiencia del recubrimiento, asegurándose de que mantuviera la garantía, mediante la minuciosa inspección visual de la totalidad de la superficie de la aeronave. Los resultados obtenidos fueron coherentes con las expectativas, validados a través de una exhaustiva revisión conforme a los requisitos y normativas preestablecidas para

asegurar una operación a largo plazo, mayor durabilidad y eficacia. Estos hallazgos, respaldados por la información técnica recopilada, no solo confirman el cumplimiento con los estándares necesarios, sino que también apuntalan la reducción significativa de los costos de mantenimiento a lo largo de la vida útil de la aeronave.

Recomendaciones

- Es fundamental llevar a cabo una inspección minuciosa, tanto durante como después del proceso de aplicación de pintura, con el fin de detectar posibles imperfecciones, rayones o irregularidades. La pronta corrección de estos hallazgos es crucial para asegurar la conformidad de la pintura con los rigurosos estándares de seguridad, desempeñando así un papel vital en la preservación de la integridad estructural y la seguridad operativa de la aeronave. Es recomendable efectuar una verificación exhaustiva para garantizar la uniformidad en la aplicación de las capas de pintura, evitando inconsistencias en cuanto a color y textura. Este procedimiento contribuirá significativamente a lograr un acabado estético homogéneo y agradable visualmente.
- Es recomendable utilizar un proceso de secado adecuado entre cada capa de pintura, con el propósito de evitar la exposición a condiciones ambientales adversas. Este enfoque busca minimizar la probabilidad de contaminación y asegurar condiciones climáticas estables durante el proceso. Adicionalmente, se recomienda aplicar medidas de protección en áreas sensibles de la aeronave, tales como motores, ventanas y aperturas, con el fin de prevenir daños o acumulaciones indeseadas de pintura en ubicaciones críticas. Este enfoque se erige como una práctica preventiva esencial para salvaguardar la integridad y el funcionamiento óptimo de componentes clave durante el proceso de aplicación de pintura.
- Es preciso mantener un registro que contemple todos los materiales empleados, las técnicas aplicadas y cualquier otra información pertinente. Este enfoque se orienta a facilitar operaciones de mantenimiento futuro y garantizar la integridad en aplicaciones posteriores. Se sugiere realizar pruebas rigurosas de adherencia y calidad, con el propósito de asegurar que la pintura se adhiera de manera idónea y cumpla con los exigentes estándares de resistencia y

durabilidad. Estas evaluaciones contribuirán significativamente a la protección a largo plazo del recubrimiento, respaldando así su rendimiento y fiabilidad en contextos operativos diversos.

Bibliografía

- ADITEC ECUADOR. (14 de Septiembre de 2020). *Clasificación SGA de la sustancia*. Obtenido de Recomendaciones de prevención y precaución, símbolos o descripción de los peligros:
<https://www.aditec-ec.com/productos/tratamiento-de-superficies/thinner/ficha-seguridad-thinner.pdf>
- Administración de seguridad y salud ocupacional. (2023). *Todo sobre OSHA*. Massachusetts: Braintree.
- Aeronautics Guide. (19 de Septiembre de 2019). *Aircraft corrosion*. Obtenido de Cleaning and corrosion control: <https://www.aircraftsystemstech.com/2019/09/aircraft-corrosion-removal.html#:~:text=The%20methods%20normally%20used%20to,discs%2C%20and%20abrasive%20rubber%20mats>
- Aeronautics Guide. (26 de Agosto de 2019). *Aircraft Painting and Finishing*. Obtenido de Paint System Compatibility: https://www.aircraftsystemstech.com/2019/08/paint-system-compatibility-aircraft.html?expand_article=1
- Aeronautics Guide. (24 de Noviembre de 2019). *Aircraft Systems*. Obtenido de Aircraft Paint Troubles: https://www.aircraftsystemstech.com/2019/11/common-aircraft-paint-troubles.html?expand_article=1
- Air Force Paints Removal. (12 de Febrero de 2018). *Machine designed*. Obtenido de Automation and IOT: <https://www.machinedesign.com/automation-iiot/article/21836417/air-force-automates-paint-removal>
- Aircraft System. (15 de Octubre de 2022). *Aircraft painting*. Obtenido de Preparing for aircraft painting: https://www.aircraftsystemstech.com/2022/10/preparing-for-aircraft-painting.html?expand_article=1

Alexander, R. (2001). Surface Preparation. *Aircraft Building*, 4. Obtenido de

http://acversailles.free.fr/documentation/08~Documentation_Generale_M_Suire/Construction/Peinture/Surface_preparation.pdf

Alexander, R. (12 de Julio de 2013). Painting Programs. *Aircraft Building*, 5. Obtenido de

http://acversailles.free.fr/documentation/08~Documentation_Generale_M_Suire/Construction/Peinture/Painting_problems.pdf

Andrews, S. (2013). *Aircraft Paint Application Manual*. Toronto: Aircraft Spruce & Specialty Co. Obtenido

de <https://www.aircraftspruce.com/>

Aukera. (15 de Septiembre de 2020). *Etiquetado de productos químicos*. Obtenido de TEA Adhesivos:

<https://www.tea-adhesivos.com/blog/etiquetado-de-productos-quimicos/>

Boeing. (2022). *Paint Catalog*. Texas: Regent Blvd. Obtenido de

<https://services.boeing.com/parts/repair-services/paint-mixing>

Bowles, D. (15 de Abril de 2010). *Joint Base Charleston*. Obtenido de From trainer to warrior: the making

of a Charleston C-17: <https://www.jbcharleston.jb.mil/News/Article/235480/from-trainer-to-warrior-the-making-of-a-charleston-c-17/>

Braddy Latinoamerica. (16 de Febrero de 2015). *Sistema Globalmente Armonizado "GHS"*. Obtenido de

Requisitos de etiquetado: <https://www.bradylatinamerica.com/aplicaciones/requisitos-para-el-etiquetado-ghs>

Clements, T. (12 de Diciembre de 2019). *The E90, A100, B100*. Obtenido de Fuel System King Air:

<https://kingairmagazine.com/article/the-e90-and-a100-b100-fuel-system/>

Comit Developers. (22 de Diciembre de 2018). *Spray Systems*. Obtenido de Paint application for aircraft:

<https://www.spraysystems.com/paint-application-for-aircrafts/>

Comit Developers. (10 de Mayo de 2019). *Spray Systems*. Obtenido de Aerospace Finishing Application:

<https://www.spraysystems.com/aerospace-finishing-applications-spraying-vs-dipping-vs-brushing-1/>

EASA. (30 de Diciembre de 2017). *EASA Part 66 Academy*. Obtenido de Aircraft Painting and Finishing:

<https://easapart66.academy/faa-ap/aircraft-painting-finishing/>

Federal Aviation Administration - FAA. (10 de Diciembre de 2023). *United States Department of Transportation*. Obtenido de Marking and labeling your shipment:

https://www.faa.gov/hazmat/safecargo/how_to_ship/mailling_labeling

Federal Aviation Administration (FAA). (2023). Aviation Maintenance Technician Handbook - Airframe (FAA-H-8083-31B). En F. A. (FAA), *Aircraft Painting and Finishing* (págs. 1-2). Oklahoma: Airman Testing Standards Branch.

HOVA Aircraft Painting. (14 de Enero de 2024). *Aircraft Painting*. Obtenido de Refinishing service:

<https://hovaircraftpainting.com/aircraft-painting/>

Huang Ziyu, Y. Z. (2019). Study of painting pretreatment of carbon fiber. *Composites for Automotive Applications*, 12. Obtenido de <https://iccm-central.org/Proceedings/ICCM21proceedings/papers/4306.pdf>

Keisler, S. A. (07 de Julio de 2020). *Defense visual information distribution service*. Obtenido de Luke changes F-16 paint scheme to single color: <https://www.dvidshub.net/news/373476/luke-changes-f-16-paint-scheme-single-color>

Kevin Kovaleski, M. K. (2008). *Finishing Systems for Naval Aircraft Applications*. Mryland: Cedar Point Road. Obtenido de <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA375910.pdf>

King Aerospace. (25 de Octubre de 2022). *Aircraft paint*. Obtenido de Striping inside look: de

<https://kingaerospace.com/quality-begins-with-aircraft-paint-stripping/>

Limited, A. (10 de Diciembre de 2023). *Alamy*. Obtenido de Aircraft Painter Stock:

<https://www.alamy.com/stock-photo/aircraft-painter.html?sortBy=relevant>

LSCI. (02 de Marzo de 2016). *Faqs About Safety Data Sheets*. Obtenido de Worldplace Safety Consulting:

<https://www.lancastersafety.com/frequently-asked-questions-safety-data-sheets->

[sds/#:~:text=Safety%20Data%20Sheets%20should%20be,compressed%20gasses%2C%20fuels%2C%20etc](https://www.lancastersafety.com/frequently-asked-questions-safety-data-sheets-sds/#:~:text=Safety%20Data%20Sheets%20should%20be,compressed%20gasses%2C%20fuels%2C%20etc)

LUFILSUR. (23 de Marzo de 2022). *Pictogramas de peligro en el etiquetado*. Obtenido de Pictogramas de

peligro: <https://www.lufilsur.es/pictogramas-de-peligro-en-el-etiquetado-de-productos-industriales/>

Opti Blast. (15 de Noviembre de 2021). *Opti Blast*. Obtenido de Aircraft paint stripping and sand blasting:

<https://www.optiblast.com/applications/aircraft-paint-stripping>

Opti-blast. (15 de Noviembre de 2021). *Aircraft Paint*. Obtenido de Stripping and sandblasting:

<https://www.optiblast.com/applications/aircraft-paint->

[stripping#:~:text=The%20process%20involves%20spraying%20a,surface%2C%20or%20shape%20a%20surface](https://www.optiblast.com/applications/aircraft-paint-stripping#:~:text=The%20process%20involves%20spraying%20a,surface%2C%20or%20shape%20a%20surface)

Paolomelo, I. (10 de Febrero de 2022). *International paint and coting magazine*. Obtenido de Surface

treatment 101: <https://www.ipcm.it/en/article/how-do-you-paint-an-aircraft.aspx>

Phillips, E. H. (1992). *Beechcraft Pursuit of Perfection a history of Beechcraft Airplanes*. Eagan -

Minnesota: Flying Books.

Premier Jet Aviation. (2018). *The global leader in business aviation*. Obtenido de Hawker Beechcraft King Air E90 Specs and Description: <https://jetav.com/hawker-beechcraft-king-air-e90-specs-and-description/>

Raytheon Aircraft Company. (Agosto de 1994). *General Aviation Manufacturers Association*. Obtenido de Beechcraft King Air Pilot Operating Manual: <https://www.scribd.com/document/472283951/E90-POM-AFM-LW-1-thru-LW-327-90-590012-5>

Saffyculture. (9 de Mayo de 2022). *Entender las señales y símbolos de seguridad*. Obtenido de Guía sencilla de señales y símbolos de seguridad: <https://safetyculture.com/es/temas/simbolos-de-seguridad/>

Temas Ambientales. (20 de Abril de 2017). *Materiales Peligrosos*. Obtenido de Temas de medio ambiente, ecología y sostenibilidad: <https://www.temasambientales.com/2017/04/materiales-peligrosos.html>

Xue Sheng-xiong, C. Z.-w.-l.-x.-h. (15 de Marzo de 2014). *Paint Removal of Airplane & Water Jet Application*. Obtenido de Current status of airplane paint removal: https://www.jstage.jst.go.jp/article/ijfms/7/3/7_125/_pdf#:~:text=Chemical%20method%20of%20airplane%20paint,mainly%20contains%20chlorinated%20hydrocarbon%20solvent

Anexos