



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA  
CABINA DE PINTURA Y MEJORAMIENTO  
DEL PROCESO DE PINTADO PARA  
EL MANTENIMIENTO DE AVIONES  
COMERCIALES DE PASAJEROS  
EN EL SEMAN PERÚ”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**CRISTHIAN ROJAS MALPICA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO AERONÁUTICO**

**LIMA – PERÚ**

**2017**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico a Dios, que siempre me ha guiado hasta llegar a donde estoy, que sin su luz no sería la persona que soy ahora. A mi familia por su apoyo en mis estudios, y por ser mi razón de salir adelante día a día.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesor, por su exigencia y paciencia. A Víctor Manrique por apoyarme en este trabajo de Propuesta de implementación de una cabina de pintura y mejoramiento del proceso de pintado para aeronaves militares y comerciales.

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es la implementación en el SEMAN PERÚ de una Cabina de Pintura para aeronaves de gran envergadura, de acuerdo a estándares internacionales, para ampliar el servicio de pintado de aeronaves de mayores dimensiones como el BOEING 767 o el AIRBUS 380 en concordancia con la proyección del SEMAN PERÚ, que en un futuro pueda brindar y/o complementar servicios de reparaciones y mantenimiento mayor de los aeronaves en mención y de aeronaves militares y civiles, para alcanzar una gran capacidad en cuanto a procesos de alta calidad y costos competitivos en el mercado internacional.

La implementación de la Cabina de Pintura del presente trabajo será muy beneficiosa para el desarrollo de nuevos procesos de pintado, atención de nuevos clientes y mayores beneficios económicos al SEMAN PERÚ, a sus trabajadores y por ende al Perú. Disminuir la contaminación del ambiente laboral producido en el proceso de pintado, disminuir la corrosión que se puede generar durante el proceso, con esta cabina podrán laborar en los hangares y en su contorno los trabajadores sin que sean afectados por la contaminación y que en tiempos de invierno o lluvias no generaría corrosión o la no adherencia de la pintura en la aeronave.

La implementación de los procesos como la medición de espesores y pruebas de adhesión de pintura descritas en los manuales de mantenimiento dará la capacidad de certificarse como entidad de pintado de aeronaves y que podrá realizar el servicio de mantenimiento de las aeronaves Latinoamericanas como de los Estados Unidos y europeas.

El costo de la implementación de una cabina de pintura será compensado con los aviones y/o helicópteros que vendrán para su mantenimiento o alquiler de la cabina a otras entidades cercanas como por ejemplo HELISUR. Este tendrá altos estándares de calidad que generará otros ingresos al SEMAN PERÚ, como empresa de pintado de aeronaves comerciales y/o militares que no hay en el país.

A su vez de la obtención de las certificaciones de ISO9001 y AS9100 que permitirá ser un fabricante tomando como base los conocimientos adquiridos de la coproducción de los aviones KT-1P y los CH2000.

## **ABSTRACT**

The objective of the present work is the implementation of a Painting Cabin for large aircraft in the SEMAN PERU, according to international standards, to extend the service of painting of larger aircraft such as BOEING 767 or AIRBUS 380 according With the projection of the SEMAN PERU that in the future may provide and / or complement services of major repairs and maintenance of military and civil aircraft, in order to achieve a high capacity in terms of high quality processes and competitive costs in the international market.

The implementation of the Painting Cabin of the present work will be very beneficial for the development of new painting processes, attention of new clients and greater economic benefits to SEMAN PERU, its workers and to Peru. Reduce the contamination of the work environment produced in the painting process, reduce the corrosion that can be generated during the process, with this cabin will be able to work in the hangars and in its outline workers without being affected by the pollution and that in times of Winter or rain would not generate corrosion or non-adherence of paint on the aircraft.

The implementation of the processes such as thickness measurement and paint adhesion tests described in the maintenance manuals will give the ability to be certified as an aircraft painting entity that will be able to perform the maintenance service of Latin American aircraft as well as the United States and European.

The cost of implementing a paint booth will be compensated with aircraft and / or helicopters that will come for maintenance or cabin rental to other nearby entities such as HELISUR. This will have high quality standards that will

generate other income to SEMAN PERU as a painting company of commercial and / or military aircraft that are not in the country.

In turn, the ISO9001 and AS9100 certifications will enable the company to be a manufacturer based on the knowledge acquired from the co-production of the KT-1P and CH2000 aircraft.

## INTRODUCCIÓN

La pintura de aviones cumple una función protectora como aislante de los metales o materiales empleados en la estructura; Los aviones reciben tratamiento de pintura en su montaje final de fabricación y durante el mantenimiento programado en las grandes revisiones. Por lo tanto, una instalación de un centro de pintado requiere especificaciones de diseño, acondicionamiento de aire, dimensiones, iluminación, etc. por lo que se requiere una instalación especial en el SEMAN PERÚ. Actualmente muy pocas empresas (norteamericanas, europeas, chinas y árabes) están especializadas en pintura de grandes aviones con hangares dedicados exclusivamente a este rubro, por la cual este resaltara su importancia en dicha empresa.

Los objetivos más importantes son la obtención de los certificados ISO9001, ISO14001, AS9100 y AS9110, realización del mantenimiento mayor de aeronaves comerciales de pasajeros de Latinoamérica, América y Europa además de eliminar la contaminación laboral durante el pintado de las aeronaves.

Este trabajo se divide en siete capítulos de las cuales se detallarán a continuación.

En el capítulo I se describe las generalidades donde se aplica el trabajo, se desarrollará una reseña histórica del SEMAN PERÚ, el perfil de la empresa, sus objetivos como empresa de mantenimiento, así como su misión y visión a futuro como empresa de servicios a nivel internacional.

En el capítulo II se presentará la realidad problemática, planteamiento del problema de la investigación seguido de las preguntas de investigación que



está actualmente sucediendo en el mantenimiento de las aeronaves en el proceso de pintura como los objetivos generales y específicos del trabajo además de las limitaciones y justificaciones.

En el capítulo III se dará el desarrollo del presente trabajo que dará como fin la obtención de una cabina de pintura especializada con un clima adecuado tanto para la realización del trabajo como para el almacenamiento de materiales (pintura, imprimante, catalizadores, etc.), implementación de pasos para la mejora de proceso de pintado y la calificación al personal involucrado e inmerso en este trabajo. De aquí se extraerá las conclusiones y recomendaciones con el fin de solucionar los problemas descritos y dar pautas para que no vuelvan a suceder o minimizarlos.

En el capítulo IV se detallan las referencias bibliográficas empleadas para el desarrollo del trabajo.

En el capítulo V se describe el glosario de términos empleados en este trabajo.

Por último, el capítulo VI donde se describen los anexos.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>CARÁTULA</b> .....	i
<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	viii
<b>TABLA DE CONTENIDOS</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xiii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xiv
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	xv
<b>CAPÍTULO I: GENERALIDADES</b> .....	1
1.1 Antecedentes del SEMAN PERÚ .....	2
1.2 Perfil del SEMAN PERÚ .....	4
1.3 Actividades del SEMAN PERÚ .....	4
1.3.1 Misión .....	5
1.3.2 Visión .....	5
1.3.3 Valores estratégicos .....	6
1.3.4 Objetivos estratégicos .....	6
1.4 Organización actual del SEMAN PERÚ .....	6
1.5 Descripción del entorno del SEMAN PERÚ .....	7
1.5.1 Entorno general .....	8
1.5.2 Entorno competitivo .....	9
1.5.3 Modelo de negocio del SEMAN PERÚ .....	9
1.5.4 FODA .....	11
<b>CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA</b> .....	16
2.1 Planteamiento del problema .....	17

2.2	Descripción de la realidad problemática .....	18
2.3	Formulación del problema .....	20
2.4	Objetivos del proyecto .....	20
2.4.1	Objetivo general .....	20
2.4.2	Objetivos específicos.....	20
2.5	Delimitaciones .....	21
2.6	Justificación .....	21
2.7	Beneficios .....	21
<b>CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO .....</b>		<b>23</b>
3.1	Descripción del trabajo .....	24
3.2	Conceptos básicos para el desarrollo del trabajo .....	24
3.2.1	Mantenimiento programado y no programado.....	24
3.2.2	Tipos de mantenimiento .....	25
3.2.3	Corrosión .....	26
3.2.4	Equipos de protección personal .....	29
3.2.5	Cabina de pintura y almacén de materiales.....	30
3.2.6	Métodos de aplicación y defectos.....	33
3.3	Planificación del trabajo.....	40
3.3.1	Proceso del trabajo.....	40
3.3.2	Diagrama de actividades .....	42
3.3.3	Presupuesto .....	42
3.4	Desarrollo del trabajo .....	43
3.4.1	Cabina de pintura .....	43
3.4.2	Mejora de los procesos de pintado.....	52
3.4.3	Capacitación al personal .....	61
3.5	Conclusiones .....	64
3.6	Recomendaciones.....	65

<b>CAPÍTULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	66
4.1 Tesis.....	67
4.2 Manuales.....	67
4.3 Libro .....	67
4.4 Publicaciones web.....	67
<b>CAPÍTULO V: GLOSARIO DE TÉRMINOS</b> .....	69
5.1 Glosario de términos .....	70
<b>CAPÍTULO VI: ANEXOS</b> .....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Presupuesto de la construcción de la cabina de pintura. ....	42
Tabla N°2: Requerimiento de espesor de la imprimación .....	57
Tabla N°3: Temperatura y tiempo de curado del imprimante. ....	58
Tabla N°4: Espesores de pintura de acabado. ....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Organigrama del SEMAN PERÚ.....	7
Figura N°2: Corrido de pintura.....	36
Figura N°3: Cáscara de naranja.....	37
Figura N°4: Agujero de alfiler.....	37
Figura N°5: Ojo de pescado.....	38
Figura N°6: Arrugas de pintura.....	39
Figura N°7: Proceso general.....	41
Figura N°8: Etapas de construcción.....	41
Figura N°9: Área para la implementación de la cabina de pintura.....	43
Figura N°10: Ventiladora Roltec.....	45
Figura N°11: Canales de flujo de aire de las ventiladoras.....	46
Figura N°12: Filtros de encapsulación de partículas de pintura.....	47
Figura N°13: Lámparas.....	48
Figura N°14: Registro de lectura de temperatura y humedad.....	49
Figura N°15: Canal de tuberías y drenaje de agua.....	49
Figura N°16: Mesas.....	50
Figura N°17: Puertas corredizas.....	50
Figura N°18: Plataformas.....	51
Figura N°19: Espécimen de prueba.....	57
Figura N°20: Elcometer 456 medidor de espesor de pintura.....	59
Figura N°21: Pruebas de adhesión en seco y húmedo.....	61

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°1: Formato A ( Relative humidity and temperature control). .....	77
Anexo N°2: Formato B (Paint working record).....	78
Anexo N°3: Formato C (Control of thickness test).....	79
Anexo N°4: Formato D (Control of adhesion test) .....	80
Anexo N°5: QARGSSM40320 (Pequeñas partículas en la pintura).....	81
Anexo N°6: Diagrama de Gantt. ....	83
Anexo N°7: Planos de referencia de la cabina de pintura. ....	86

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**



## 1.1 Antecedentes de SEMAN-PERÚ

La trayectoria y el reconocimiento SEMAN-PERÚ a nivel nacional y latinoamericano viene desde la década de los años de 1930, cuando la vertiginosa evolución aeronáutica en el mundo después de la Primera Guerra Mundial y el nacimiento de la aviación militar en el Perú determinaron la necesidad de introducir nuevos y adecuados procedimientos de inspección, mantenimiento y reparación de sus aeronaves, motores y sistemas como soporte tecnológico primordial de la Fuerza Aérea.

Es en este contexto que el 13 de junio de 1933, se crea el Taller Central de Aviación con sede en la fortaleza del Real Felipe. En el año 1936, se instaló en la Base Aérea de Las Palmas, una filial de la fábrica de aviones CAPRONI de Milán (Italia) ensamblando aviones de combate CAPRONI CA-135 y LIBECCIO CA-310, cinco años después en el transcurso de la segunda Guerra Mundial se suspende toda actividad relacionada con la fabricación de aeronaves por imposición de los EE.UU.

En estas circunstancias el Cuerpo Aeronáutico del Perú adquiere las maquinarias y equipos de la empresa CAPRONI, contratando a sus técnicos más competentes, quienes junto a los técnicos peruanos cambian el nombre por el de "Arsenal Central de Aeronáutica" y se adecuan a la tecnología norteamericana. En 1956 vuelve a cambiar de nombre por "Servicio de Mantenimiento", como se le conoce hasta la actualidad.

El año 2013 se dio inicio el Programa Antarqui CH2000, consistiendo en el ensamblaje total de los aviones ALARUS CH2000, el cual representa un gran logro alcanzado por el SEMAN PERÚ, contribuyendo en gran magnitud al desarrollo de la industria aeronáutica del Perú, gracias a la dirección del Mayor General F.A.P. Oscar Santa María y el personal profesional y aerotécnico. El avión CH2000 cuenta con Certificación por la Federal Aviation Administration (FAA) así como el Certificado emitida por Transport Canada y la validación de la certificación por más de 20

autoridades de otros países entre ellos la Dirección General de Aviación Civil de España y The General Administration of China.

El programa Antarqui cobra importancia para los intereses nacionales, acortando la brecha y dependencia tecnológica aeroespacial, abriendo camino a la investigación y desarrollo para llegar al diseño y lanzamiento de nuevos productos aeronáuticos, contribuyendo de esta forma con el desarrollo de la industria aeronáutica nacional.

En el año 2014 conjuntamente con la Compañía Korea Aerospace Industries (KAI) de Corea del Sur y como parte del programa de compensaciones económicas y sociales (OFFSET) requeridas por el estado peruano a las adquisiciones de defensa, se consideró realizar la coproducción de las aeronaves KT-1P adquiridas por el país. Después de un largo periodo de estudio y evaluación, el Perú, suscribió con la Compañía Korea Aerospace Industries (KAI) un contrato por la adquisición de 20 aviones KT-1P.

Esta coproducción implicó la confección de partes estructurales, el ensamblaje final y pintado de 16 aeronaves a cargo del SEMAN PERÚ, además de la capacitación, implementaciones y entrega de herramientas y equipos especiales por parte de KAI para asegurar la confiabilidad de los trabajos, implementado notablemente así la capacidad de fabricación de aeronaves que este servicio técnico realiza, generando y optimizando las divisas al país. El servicio de mantenimiento participará, además, en la construcción progresiva de partes, la comercialización y posible exportación de los KT-1P en la región.

Hoy, a sus 82 años de origen, el SEMAN PERÚ es una organización de tipo empresarial integrando la más alta calidad y los más sofisticados sistemas para la reparación y mantenimiento de aviones motores, accesorios, equipos de apoyo terrestre y material aéreo, tal es así que se ha ganado gran prestigio a nivel internacional y diversos países del mundo confían sus aeronaves en las manos expertas de sus técnicos e ingenieros. Estos logros son el resumen del trabajo profesional de su

comando y servidores que consolidaron su estructura organizacional eficiente a través de más de medio siglo de existencia.

## 1.2 Perfil del SEMAN PERÚ

SEMAN PERÚ es una de las compañías de mantenimiento líderes en Latinoamérica con una amplia experiencia en el mantenimiento y reparación de aeronaves militares de diferentes fabricantes, diversas tecnologías y aviones comerciales, además que ha incursionado en la coproducción de los aviones ALARUS CH2000 y KT-1P.

SEMAN PERÚ se ha venido fortaleciendo progresivamente con tecnología aeronáutica por su permanente desarrollo, como fabricante de elementos y componentes aeronáuticos con certificación internacional y ofreciendo a sus clientes un trabajo altamente confiable, eficiente y seguro en sus modernas instalaciones con talleres equipados y personal calificado y certificado bajo una filosofía de mejora continua para satisfacer las necesidades de los clientes.

Siguiendo este orden, SEMAN PERÚ está a la vanguardia en la industria aeronáutica nacional, demostrado con la coproducción de aviones de entrenamiento básico KT-1P con la compañía Korea Aerospace Industries de la República de Corea del Sur, experiencia que nos permitirá en un futuro próximo desarrollar una producción propia de aeronaves que cumplan con los más altos estándares de calidad y procedimientos exigidos internacionalmente.

## 1.3 Actividades del SEMAN PERÚ

SEMAN PERÚ es una estación reparadora que ofrece a sus clientes un trabajo altamente confiable, eficiente y seguro con modernas instalaciones, talleres bien equipados y con personal calificado y certificado bajo una filosofía de mejora continua para satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

SEMAN PERÚ actualmente como estación o entidad reparadora de aeronaves comerciales, bajo Licencia OMA-018 de la Federal Aviation Administration (FAA) U.S.A., se destaca en la reparación estructural de aviones BOEING 737-200, 300, 400, 500; Así mismo en conjunto con la Cia. Aerospace Industries Se realiza reparaciones mayores de trenes de aterrizaje de aviones BOEING 737, BOEING 767 y todas sus series demostrando eficiencia y alta confiabilidad. Realiza mantenimiento en línea a los motores de dichas aeronaves descritas y proceso de pintado de las aeronaves acorde como los requerimientos del cliente.

También realiza y ofrece servicios especializados en Pruebas Destructiva (PD) y no Destructivas (PND), Pruebas de Metalografías, Análisis Químicos de Materiales Metálicos, lubricantes, fabricación y reparaciones de componentes estructurales, modificaciones, reparaciones de partes fabricadas con materiales compuestos y pintado de estas partes.

#### 1.3.1 Misión

Proporcionar el mantenimiento mayor al material aeronáutico, asesorar y supervisar en el ámbito de su competencia los trabajos que se realizan en las unidades aéreas, así como desarrollar proyectos de investigación y desarrollo asociados a su campo técnico-funcional y contribuir al desarrollo socio económico nacional.

#### 1.3.2 Visión

Ser líder en el desarrollo de la tecnología aeronáutica de fabricación y mantenimiento aeronáutico en Latinoamérica.

### 1.3.3 Valores estratégicos

Integridad personal:

Es la voluntad de hacer siempre lo correcto. Están inmersos los valores de honor, honestidad, responsabilidad, justicia, equidad, valor, respeto y humildad.

Vocación del servicio:

Es la voluntad de anteponer los deberes profesionales a los deseos personales. Están inmersos el cumplimiento de normas, la confianza en el sistema, el respeto hacia los demás y la disciplina.

Excelencia profesional:

Es la voluntad de mejoramiento e innovación continua, que permite contribuir al logro de los objetivos institucionales.

### 1.3.4 Objetivos estratégicos

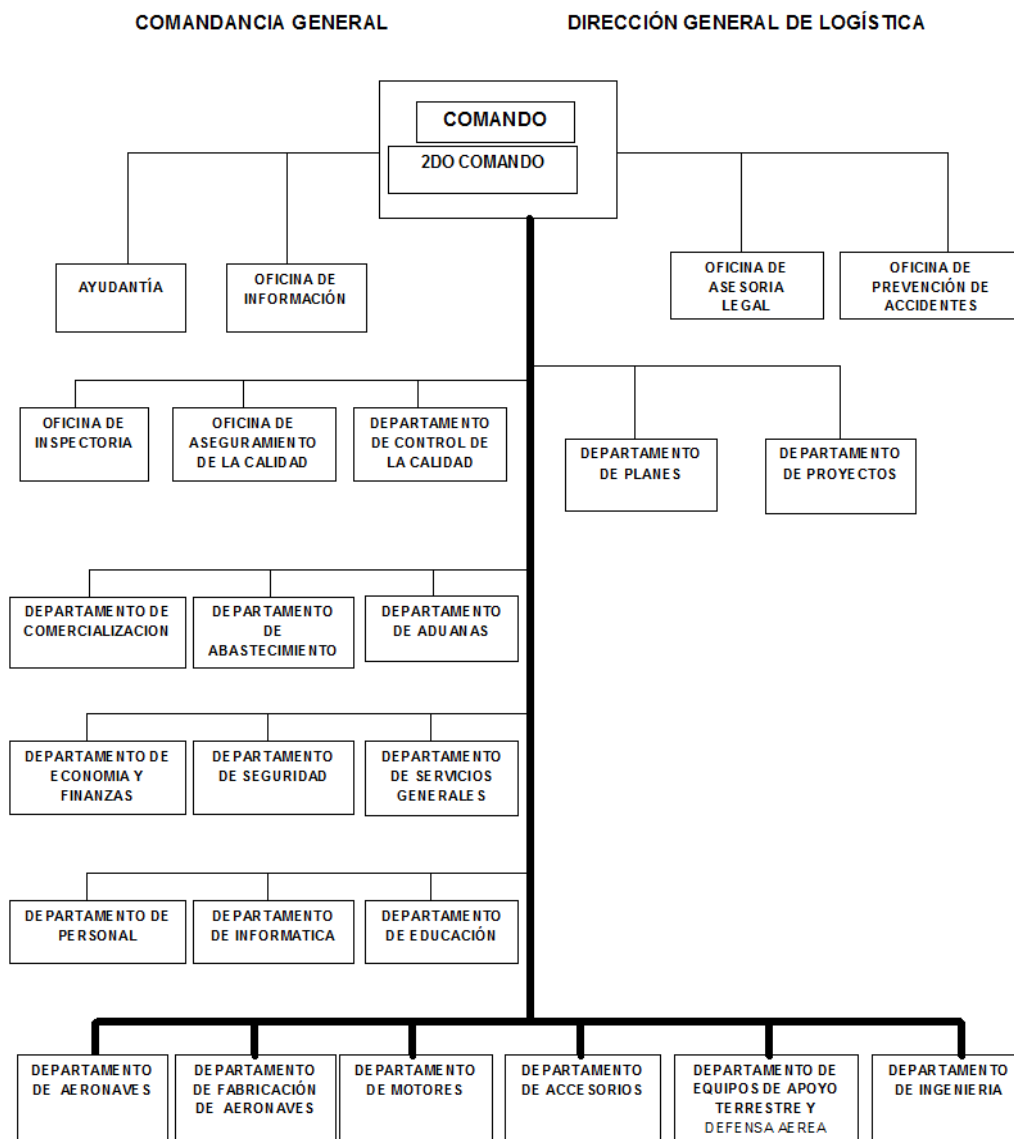
Desarrollar y realizar innovadores procesos en el mantenimiento, mantenimiento preventivo, alteración o inspección requerida para un operador comercial que tiene un programa de aeronavegabilidad continua bajo la RAP 91,121, 129, 135 ó 141, se hará de acuerdo con los requerimientos de la RAP 145.

Desarrollar tecnología aeronáutica para el diseño y fabricación de aeronaves, teniendo como precedente el ensamblamiento de los aviones ALARUS CH2000 y coproducción de los aviones KT-1P.

## 1.4 Organización actual del SEMAN PERÚ

La organización actual del SEMAN PERÚ es dada por departamentos y oficinas como se muestra en la siguiente Figura N°1.

Figura N°1: Organigrama del SEMAN PERÚ



Fuente: SEMAN PERÚ, (2016).

### 1.5 Descripción del entorno del SEMAN PERÚ

La base principal de la Organización de Mantenimiento Aprobado (OMA) SEMAN PERÚ, aprobada por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) con número de licencia OMA-018, está localizada en la Av. Cor. Edmundo Aguilar Pastor s/n., Distrito de Santiago de Surco, Lima-Perú, aproximadamente a (08) millas del centro de la ciudad de Lima. El SEMAN PERÚ ocupa un área de 64,000 m<sup>2</sup> adyacentes al aeródromo Las Palmas, el cual cuenta con una pista de 2,500 metros y ayudas operacionales de primer nivel.

La ubicación fija adicional está localizada en la Av. Elmer Faucett s/n., provincia constitucional del Callao (Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez”). En sus instalaciones laboran aproximadamente 1,500 trabajadores ofreciendo sus servicios a clientes civiles y militares de todo el mundo, cuenta con hangares y laboratorios especializados en diferentes áreas como análisis metálico, pruebas no destructivas, pintado, protecciones superficiales de piezas aeronáuticas, etc.

#### 1.5.1 Entorno general

##### Factores económicos:

Los ingresos del SEMAN PERÚ son mayormente por los clientes a quienes le realizan el mantenimiento de sus aeronaves, complementada con el Presupuesto Institucional de Apertura Anual (PIA), actualmente con el monto de S/. 8'000,000.00 Nuevos Soles.

##### Factores político-legales:

SEMAN PERÚ realiza las operaciones de mantenimiento bajo las leyes y regulaciones como la FAA de U.S.A., ANAC de Brasil, DGAC de Chile, Uruguay y Perú.

##### Factores tecnológicos:

SEMAN PERÚ cuenta con tecnología para fabricación de piezas como las routers CNC, fresas CNC de 3 y 5 ejes, equipos de inspección para realizar Pruebas no Destructivas, laboratorio químico y modernas infraestructuras para la realización de trabajos.

##### Factor seguridad:

Cuenta con las áreas de Gestión de Seguridad Operacional (SMS) y oficina de Prevención de Accidentes (PREVAC) para mantener la seguridad del personal y de las aeronaves.

Factor personal:

El SEMAN PERÚ asigna el personal necesario para asegurar que aquellos que tienen responsabilidades con el Sistema de Gestión de Calidad sean competentes sobre la base en lo correspondiente en: educación, capacitación, habilidades y experiencias. Se mantiene un registro actualizado del personal calificado para ejecutar, supervisar, inspeccionar, certificar, planear el trabajo para el cual está autorizado como OMA 018 y autorizar la liberación y puesta en servicio de la aeronave, motor o componente que ingresan a la OMA SEMAN PERÚ, para su reparación y/o mantenimiento.

#### 1.5.2 Entorno competitivo

Mercado aerocomercial en crecimiento constante, generando un ambiente competitivo entre fabricante de aeronaves donde aeronaves más eficientes salen al mercado de pasajeros y flotas antiguas pasan a prestar servicio de carga antes de su retiro definitivo del mercado. Modificar o manejar la demanda mediante una política de precios (menor precio mayor demanda o viceversa).

Mediante convenio, producir servicios de mantenimiento para otras empresas que tengan exceso de demanda y falta de capacidad instalada para poder atenderla.

#### 1.5.3 Modelo de negocio del SEMAN PERÚ

Actualmente el modelo de negocio del SEMAN PERÚ de aviones comerciales Extra F.A.P., es dar servicio de mantenimiento mayor de las aeronaves, cumplimiento de inspecciones, reparaciones, etc.

Para lo cual, cuenta con diferentes hangares dentro los cuales se ubican diferentes talleres, los mismos que abarcan casi todos los campos del mantenimiento aeronáutico.



### Hangar 1006

- Taller de peso y balance.
- Taller de estructuras.
- Taller de tratamiento anticorrosivo.
- Almacén de abastecimiento.
- Almacén de herramientas comunes.

### Hangar 1007

- Taller de estructuras metálicas.
- Pañol de herramientas.
- Almacén de abastecimiento.
- Taller de aeronaves.
- Taller de motores.
- Pañol de herramientas especiales.
- Taller de pintura.
- Biblioteca técnica.
- Oficina de abastecimiento.
- Taller de aviónica.
- Almacén de productos químicos.
- Laboratorio de pruebas no destructivas (Eddy Current, Ultrasonido y Rayos "X").
- Taller de tratamiento anticorrosivo y área de lavado.

### Hangar 1008

- Oficina de control de calidad.
- Oficina de control de mantenimiento.
- Taller de estructuras metálicas.
- Talleres de aviónica.
- Pañol de herramientas especiales.
- Taller de tratamiento anticorrosivo.
- Oficina de logística.

#### Taller 101

- Taller de motores JT8D/JT3D.
- Taller de motores PT6-A-27/28.
- Taller de motores Allison 501-D22A.

#### Taller 102

- Taller de balance.
- Laboratorio de partículas magnéticas y líquidos penetrantes.

Taller de baterías níquel cadmio.

Taller de reparación de materiales compuestos.

Planta de fabricación de partes.

Taller de trenes de aterrizaje.

- Desarmado.
- Rectificación y maquinado.
- Shotpeening.
- Rectificado, maquinado y embocinado.
- Pintura y horno.
- Laboratorio químico.
- Lavado.
- Planta de galvanoplastia.

#### 1.5.4 FODA

Fortalezas:

Aspecto político legal

- Cumplimiento estricto de la normatividad en el campo aeronáutico.
- Contar con un Depósito de Material Aeronáutico (DMA) en sus instalaciones, lo que le brinda facilidades aduaneras para el ingreso de material aeronáutico.

- Certificaciones de autoridades aeronáuticas internacionales FAA, DGAC y otros.

#### Aspecto comercial

- Posicionamiento del SEMAN PERÚ en el mercado aeronáutico.

#### Aspecto tecnológico

- Capacidad estratégica para la Defensa Nacional.
- Versatilidad de la infraestructura para la adaptación a nuevas tecnologías en el mantenimiento aeronáutico.
- Disponer de infraestructura propia, especializada y adecuada para cumplir con las reparaciones de los aviones militares.
- Realizar la fabricación de partes aeronáuticas.

#### Aspecto de gestión

- Prestigio del SEMAN PERÚ a nivel nacional e internacional, ganados a través de sus 83 años de experiencia en mantenimiento aeronáutico.

#### Aspecto de personal

- Poseer personal con alta experiencia en el mantenimiento de aeronaves de diferente tecnología.
- Experiencia en el desarrollo de proyectos en inspección de aviones y reparación de motores militares.
- Poseer personal altamente entrenado, calificado y certificado, para la realización de los diferentes trabajos que se procesan.
- Programa de instrucción permanente para el personal aerotécnico.

#### Oportunidades:

#### Aspecto político legal

- Firma de tratados de libre comercio y acuerdos bilaterales.

#### Aspecto de mercado

- Requerimientos de reparación de material aeronáutico de otras Fuerzas Armadas.
- Posibilidad de brindar mantenimiento a las diferentes flotas de aeronaves de la F.A.P.
- Demanda de servicio de procesos especializados en la industria aeronáutica.

#### Aspecto tecnológico

- Desarrollo con nuevas tecnologías de acuerdo a las nuevas flotas de aeronaves militares que adquiera la F.A.P.
- Apoyo del Servicio de Electrónica (SELEC) en el uso de sus equipos para realizar trabajos en aviones militares.
- Desarrollar tecnología para la construcción de estructuras aeronáuticas.
- Coproducción de aviones KT-1P con la compañía KAI de Corea del Sur.

#### Aspecto económico

- Economía nacional estable.
- Joint Venture para el mantenimiento de motores, componentes, overhaul de trenes de aterrizaje y fabricación de piezas aeronáuticas.

#### Debilidades:

#### Aspecto político legal

- Falta de flexibilidad en los procedimientos para la adquisición de materiales.
- Carencia de Personería Jurídica.
- La normatividad interna del SEMAN PERÚ requiere ser revisada y actualizada.

#### Aspecto tecnológico

- No contar con manuales técnicos actualizados en el área militar.
- Insuficiente equipamiento del sistema contra incendio.

#### Aspecto de gestión

- Alto índice de rotación del personal militar especialista aeronáutico, entrenado y calificado para la ejecución de trabajos de mantenimiento aeronáutico, originado por los cambios de colocación.
- Ausencia de un Programa de Transferencia de conocimientos y experiencia del personal.
- Reducido dominio del idioma inglés del personal que labora en el área militar.
- Falta de efectividad del Sistema Logístico.
- Falta de control y plan de renovación de máquinas, equipos, herramientas comunes, especiales y de precisión para realizar los trabajos de mantenimiento en el área militar.
- Sobre gastos y sobre costos operacionales.
- Desconocimiento de las necesidades de la F.A.P. en el área de accesorios y motores con respecto a nuestras capacidades.
- Sistema engorroso para el retiro de materiales del almacén.

#### Aspecto de personal

- Insuficiente personal aerotécnico calificado para cubrir todas las necesidades de mantenimiento en el área militar.
- Éxodo de personal aerotécnico en búsqueda de mejores condiciones económicas.
- Reducida calificación e instrucción del personal en el área militar.
- Baja motivación del personal que labora en el área militar.
- Falta de una política de renovación de personal civil especialista aeronáutico y afines.

Amenazas:

Aspecto político legal

- Prolongado tiempo de espera de atención de repuestos por parte del Servicio de Abastecimiento.
- Rigidez de las normas Gubernamentales en los trámites logísticos y financieros (OSCE, SIAF).
- Política cambiante del Gobierno.
- Nuevas exigencias para conservación del medio ambiente.

Aspecto de mercado

- Disminución de la demanda de reparación de motores y accesorios de aeronaves militares.
- Desactivación de líneas de producción por baja demanda de motores y accesorios militares.
- Crecimiento y surgimiento de nuevas Estaciones de Reparación en el Perú y Latinoamérica.

Aspecto tecnológico

- Las Unidades Aéreas de la F.A.P. están efectuando el mantenimiento mayor de sus aeronaves.

Aspecto económico

- Reducido presupuesto asignado para el funcionamiento de la Unidad, para la recuperación y el fortalecimiento de capacidades, así como para el mantenimiento de flotas militares.

Aspecto geográfico

- Reclamo de la población aledaña a la BALP por los ruidos molestos y contaminación ambiental.

## **CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA**

## 2.1 Planteamiento del problema

El presente trabajo pretende responder y aportar información en relación a la siguiente pregunta: ¿En qué medida el ambiente de trabajo laboral es apto para el proceso de pintado en el mantenimiento de las aeronaves en SEMAN PERÚ?, ¿Puede realizar mantenimiento de aeronaves comerciales de pasajeros de matrícula estadounidense o europeas?

Los antecedentes descritos en los siguientes párrafos y el estudio sobre los procesos de pintado en torno al mantenimiento de las aeronaves y como debe ser el taller de pintado dan el sustento al planteamiento del problema del presente trabajo.

Los pintores más jóvenes que recién están inmersos a este trabajo, futuros especialistas, tendrán problema respiratorio en unos 20 años, problema que afrontan los pintores antiguos que trabajan actualmente.

Además, los trabajadores que laboran en estos hangares, indirectamente son afectados por los gases que se esparcen en todas las áreas, convirtiéndolo en un problema general y aunque el personal tenga un equipo de protección personal no es el adecuado, por lo que se requiere capacitar al personal para que sepa cuáles son los que se debe usar en cada proceso del trabajo, al igual que a los trabajadores que no están de forma directa con el trabajo.

Actualmente, SEMAN PERÚ solo realiza mantenimiento de aeronaves comerciales cargueros, cuya exigencia de pintado no es muy estricta con respecto a las aeronaves comerciales de pasajeros, que requieren un riguroso control, para lo cual se necesita contar un taller de pintura adecuado, empleando medidores y reguladores de temperatura y humedad, luego de cada proceso de pintado se debe realizar la medición de espesor de la capa de pintura.

Otro problema en SEMAN PERÚ, es la falta de una instalación apropiada para el almacenamiento de las pinturas, imprimantes, solventes y catalizadores, material que por lo general se encuentran almacenados en



un patio expuesto al sol, pudiendo alterar sus componentes internos. Siendo recomendable que estos materiales se almacenen a determinadas condiciones ambientales dado por el fabricante.

## 2.2 Descripción de la realidad problemática

En SEMAN PERÚ, durante la realización del proceso de lijado, los trabajadores tienden a llegar hasta el metal en algunas zonas de las aeronaves, mayormente en áreas de concentración de remaches o en zonas de dificultad, generando el deterioro del material debido al mal uso de las herramientas de trabajo.

A su vez, al no contar con una cabina de pintura, el proceso de trabajo se realiza a la intemperie, por ende, las aeronaves están expuestas y propensas a la corrosión en épocas de lluvias y alta humedad, afectando al material y el acabado estético del fuselaje. El ambiente laboral es cada vez más agresivo por efecto de la contaminación industrial, al igual que los cambios extremos como son las temporadas de altas y bajas temperaturas y las de alta pluviosidad, lo cual exigen que los recubrimientos tengan una alta adhesión y resistencia química contra la corrosión.

Asimismo, se debe tener en consideración los tiempos de aplicación (pot life), la temperatura de trabajo, el porcentaje de humedad, la viscosidad de la mezcla, tiempos de secado por capa de pintura, encintado, calcomanías o plantillas, curado total o disponibilidad de vuelo para superficies externas de la aeronave. Estos son recomendaciones o especificaciones que aparecen en el manual y que algunos parámetros descritos no se cumplen, debido a que se realiza en la intemperie, sin medir la temperatura, humedad, espesor de pintura y adhesión de pintura.

Al no contar con una cabina de pintado para estas aeronaves, se incurre a errores, que contraen corrosión en algunos puntos o zonas de la superficie en el proceso de pintado. Este proceso se encuentra expuesto al medio corrosivo, que cuenta con sales como SO<sub>x</sub> y otros óxidos

productos de las fábricas industriales, que en contacto con el agua se forma un ácido que corroe a la superficie.

Además, las partículas de polvo que contiene materiales pesados e iones del medio ambiente, que son capturados en el proceso del pintado de la aeronave, que en contacto con la lluvia, alta humedad o mal mantenimiento de limpieza genera deterioro a la pintura, apareciendo moléculas de aguas salinas que serán adheridas en el fuselaje o partes de la aeronave durante el pintado, estas moléculas contienen agentes químicos que se convertirán en corrosión después de un tiempo. No habrá una fuerte adhesión entre el material y la pintura para crear un enlace intermolecular con la pieza o material generando así una protección anticorrosiva más compacta y no porosa debido a elementos extraños.

Actualmente, SEMAN PERÚ realiza mantenimiento de aeronaves a aerolínea comerciales cargueras como DHL y SOLAR CARGO, lo cual las ganancias son limitadas con los aviones que vienen a realizar su mantenimiento. Es uno de los problemas que afecta a la productividad por no contar un taller climatizado, como lo exige las normas FAA (regulaciones americanas) y EASA (regulaciones europeas). Además, al realizar en la intemperie los trabajos, esto puede ser multado según la norma ISO9001:2008 en el punto 6.4 Ambiente de trabajo e ISO 14001 (Sistema de Gestión Ambiental).

Por último, el mal almacenamiento de las pinturas, catalizadores e imprimantes que son afectados por el clima en tiempos de alta temperatura que puede afectar la composición química de dichas sustancias dando defectos y la no adherencia de la pintura como se reportó en un documento QAR GSSM 40320 (ver anexo N°5), en donde se detectó pequeñas partículas en la pintura y en la superficie del avión. Se realizó una prueba de verificación a las nueve latas de pintura restantes y se mostró que tenían partículas debido al mal almacenado, ya que las primeras pinturas a utilizar en los aviones anteriores no presentaban estos problemas (mismo kit de pintura).

## 2.3 Formulación del problema

- ¿Puede realizar el mantenimiento de aeronaves comerciales de pasajeros?
- ¿Qué podemos identificar como necesidades, problemas y problemáticas en torno al costo de la implementación de una cabina?
- ¿Porque realizar una cabina de pintura para el proceso de mantenimiento?
- ¿Es posible mejorar el proceso de pintado para las aeronaves comerciales y medición de parámetros?
- ¿Resuelve la cabina en eliminar la contaminación laboral?
- ¿La manipulación de herramientas de trabajo será la adecuada?
- ¿Puede la organización manejar el conocimiento de su personal de pintores?

## 2.4 Objetivos del proyecto

### 2.4.1 Objetivo general

Realizar el proceso de pintado durante el mantenimiento de las aeronaves comerciales de pasajeros Boeing 737, 767 y Airbus 319, 320, 380.

### 2.4.2 Objetivos específicos

- Eliminar la contaminación en el proceso de pintado de las aeronaves.
- Implementar una cabina de pintura.
- Mejorar e implementar los pasos de pintado.
- Elaborar pruebas de adhesión de pintura.
- Eliminar excesivo peso de pintura en las aeronaves.
- Mejorar el almacenamiento de los materiales como pinturas, catalizadores, imprimantes, etc.
- Capacitar al personal.

- Mejorar calidad de acabado de las aeronaves civiles y /o militares.

## 2.5 Delimitaciones

La investigación abarca el proceso de pintado de las aeronaves comerciales en los hangares de mantenimiento 1007 y 1008 del SEMAN PERÚ donde específicamente se tratará el mantenimiento de las aeronaves Boeing 737 y sus series, Boeing 767-400 y Airbus 319, 302 y 380.

## 2.6 Justificación

En los últimos años, SEMAN PERÚ viene realizando el mantenimiento de aeronaves comerciales cargueros y no de pasajeros, debido a la falta de equipos especiales como medidor de espesor de pintura y un taller apropiado de pintado.

Actualmente, se ha convertido en una empresa independiente, que estará en constante innovación luego de coproducir las aeronaves KT-1P de procedencia coreana y el intercambio cultural entre ambas empresas. Esto ha hecho que para ser una gran empresa tenemos que contar con las normas ISO 9001 y ISO14001 al igual de la AS9100 y AS9110 en lo cual está inmerso el tema medioambiental y ambiente laboral.

Para esto, una cabina de pintura sería uno de los puntos a tratar para la obtención de dichas certificaciones y que sobresaldrá entre otras empresas de competencia. Así, podrá realizar el mantenimiento de aeronaves comerciales de pasajero generando más ingresos y evitar de multas y daño al personal.

## 2.7 Beneficios

SEMAN PERÚ realizará el mantenimiento de aeronaves comerciales de pasajeros, tendrá las certificaciones de las normas ISO9001, ISO14001, AS9100 y AS9110, así como un taller de pintura adecuado para la

realización del trabajo, además los acabados finales serán realizados en menor tiempo y que favorecerá al cliente.

Tendrá más mercado en el ámbito aeronáutico, ya que podrá también realizar el mantenimiento de aeronaves comerciales de matrículas estadounidenses y europeas.

## **CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO**

### 3.1 Descripción del trabajo

El trabajo consistirá en incrementar la capacidad del SEMAN PERÚ para realizar el mantenimiento de aeronaves comerciales de pasajeros mediante la implementación de un taller de pintura apropiado, tal como exige el manual de mantenimiento.

Como empresa la obtención de las certificaciones ISO9001, ISO14001 y AS9100, en proyección futura hacer un fabricante de aeronaves y partes.

Otro objetivo, es la eliminación de la contaminación ambiental generada durante el proceso de pintado de las aeronaves, por medio de una cabina apropiada para dicho proceso, y que contemplará un espacio para el almacenamiento de los insumos como pinturas, imprimantes y removedores a condiciones estándares.

Además, un mejoramiento del proceso de pintado de las aeronaves mediante la capacitación del personal que realiza el trabajo de pintura, que incluye el reconocimiento de la aeronave y sus partes de modo que puedan saber y entender la importancia de cada componente, realización de procedimientos como medición de espesor de pintura y pruebas de adhesión de pintura, uso y manejo de sus herramientas de trabajo para mejorar la estética.

Finalmente, el uso correcto de los equipos de protección personal que deberán usarse antes, durante y después del proceso de pintado.

### 3.2 Conceptos básicos para el desarrollo del trabajo

#### 3.2.1 Mantenimiento programado y no programado

En el mantenimiento de las aeronaves existen dos formas de mantenimiento, mantenimiento programado y no programado.

La definición de mantenimiento programado es dada por el manual de inspector de aeronavegabilidad. DGAC (s.f.) nos dice:

(...).Conciérne a tareas de mantenimiento realizadas a intervalos prescritos. Algunas tareas de mantenimiento se realizan con las tareas de inspección. Las directivas de aeronavegabilidad, boletines de servicio, etc., que son parte del elemento de inspección y pueden incluirse en los formularios. Las tareas programadas incluyen: reemplazo de ítems con vida límite, inspecciones especiales tales como rayos X, chequeos o pruebas para ítems on condition, lubricación. (p.5)

Mientras que Aerocivil nos da un concepto de mantenimiento no programado en la guía para el inspector de aeronavegabilidad. Aerocivil (2007) afirma: “El mantenimiento no programado tiene lugar cuando ocurren irregularidades mecánicas. Ocurren irregularidades mecánicas durante tiempo de vuelo ... Estas incluyen fallas operacionales, mal funcionamiento y operaciones anormales en vuelo, así como aterrizajes fuertes o con sobre peso, los records de mantenimiento” (p.2).

### 3.2.2 Tipos de mantenimiento

En todo proceso existen varios tipos de mantenimiento entre ellos:

Mantenimiento preventivo: Servicio que se realiza a las aeronaves para mantener los equipos en un nivel aceptable. Solutek aviación (2017) nos dice:

El servicio de mantenimiento preventivo para aviones tiene como objetivo evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo aeronáutico, logrando prevenir las incidencias que puedan suceder al desgaste físico que es normal, antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo para aviones incluyen acciones como cambio de piezas



aeronáuticas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes para aviones, etc. El mantenimiento preventivo para aviones debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran. (p.1)

Mantenimiento predictivo: Es el mantenimiento basado en condiciones del equipo. Solutek aviación (2017) nos dice:

(...).Mantenimiento basado en las condiciones del equipo o sistema para prevenir la ocurrencia de fallas. Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos. (p.1)

Mantenimiento correctivo: tipo de mantenimiento "... orientado a restablecer el funcionamiento del equipo o un sistema a sus condiciones normales de operación después que el mismo ha fallado. Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos" (Solutek aviación, 2017, p.1).

### 3.2.3 Corrosión

La corrosión está en el medio ambiente y no se puede eliminar más si prevenir en lo cual se dará una definición. Fontana (1967) nos dice:

La corrosión es definida como la destrucción o deterioro de un material por la reacción con su medio ambiente ya sea metal o

no metal (cerámicos, plásticos, caucho, etc.) por ejemplo la deterioración de la pintura y cauchos por insolación o químicos. La corrosión puede ser rápida o lenta. (p.4)

Teniendo en cuenta su naturaleza corrosiva, los elementos de arena y sal pueden corroer la superficie de la aeronave en especial las piezas de aleación de aluminio, acero e incluso de material compuesto, necesitando la realización de desalinización además de la sulfatación causada por la combustión, el cual tiende a depositarse en la superficie de la aeronave, pylon y bordes del ala, para esto se debe realizar una correcta limpieza. Entonces el medio ambiente es uno de los factores de corrosión. Fontana (1967) afirma:

Prácticamente todos los medios ambientales son corrosivos en un cierto grado. Algunos como por ejemplo son aire y moisture, sales, agua mineralizada, atmosfera industrial conteniendo gases como cloro, amoniac, dióxido de sulfuro, hidróxido de sulfuro, gases de combustible, ácidos como ácido sulfúrico y nítrico, ácidos orgánicos, solventes y que con altas temperaturas y presiones usualmente envuelven más severos la condición de corrosión. (p.5)

La corrosión es clasificada de diferentes maneras, uno divide en corrosión a baja y alta temperatura, otro las separa en corrosión química y corrosión electroquímica. La corrosión que se da a menudo puede ser corrosión húmeda y seca. Fontana (1967) nos dice:

La corrosión húmeda ocurre cuando un líquido está presente. Este es usualmente soluciones acuosas o electrolíticas. Un común ejemplo es corrosión del acero por agua. Corrosión Seca Ocurre en la ausencia de un líquido. Los vapores y gases son usualmente corroídos. La corrosión seca está asociada con alta temperatura, un ejemplo es ataque en aceros por gases de horno. (p.9)

Además, se puede agregar la corrosión superficial ya que es el punto donde ataca con más frecuencia en el revestimiento de la aeronave. Caprile (s.f.) nos dice:

Es una corrosión generalizada e uniforme de la superficie del metal hasta la desaparición de su revestimiento protector. Proviene de una oxidación del metal (con el oxígeno presente en el aire ambiente), o de un ataque por agentes químicos presentes en la suciedad en contacto con las estructuras, como son el agua salada y los residuos de los gases de la combustión de los motores. (p.3)

Las condiciones ambientales pueden plantear una variedad de problemas, para los metales y materiales compuestos que no están bien revestidos. Estos problemas difieren dependiendo del material utilizado, los principales materiales utilizados son el acero, el aluminio y los sustratos compuestos. Sean Andrews (2014) nos dice:

La seguridad de los pilotos y pasajeros puede verse comprometida debido a la corrosión de los metales, la oxidación del acero, la degradación de los polímeros en los materiales compuestos, (...). La geografía afecta obviamente el potencial para la degradación de los materiales. Por ejemplo, el aire salado en el sur de California, el calor extremo del desierto de Mojave o la humedad en los estados del Golfo puede hacer que los materiales utilizados para construir el avión se degraden a un ritmo más rápido que un clima seco y cálido. (p.5)

Otro es la degradación de compositos. Sean Andrews (2014) afirma:

La corrosión puede ocurrir en cerámicos o polímeros, aunque en este contexto, el término degradación es más comúnmente usado, (...). La degradación compuesta o polimérica está

presente cuando hay un cambio en las propiedades del compuesto, los cambios en la resistencia a la tracción, el color o la forma son los más comunes. La degradación ocurre debido a la influencia de uno o más factores ambientales tales como calor, luz o sustancias químicas tales como ácidos, alcalinos y algunas sales. Estos cambios incluyen craqueo y despolimerización de productos que reducirán el peso molecular de un polímero. Los cambios en las propiedades a menudo se denominan "envejecimiento". (p.6)

#### 3.2.4 Equipos de protección personal

Debido a que el proceso de lijado, pintado y el retoque exponen a los trabajadores a productos químicos, vapores, niebla, polvo o desechos aéreos y otros materiales que pueden ser peligrosos para su salud, es importante y necesario el uso de un equipo de protección personal (EPP). El EPP incluye guantes resistentes a productos químicos, gafas y un traje Tyvek además de un respirador con filtro de carbón. Sean Andrews (2014) nos dice:

Los respiradores: deben proporcionar un sello hermético sobre la nariz y la boca para evitar la inhalación de cualquier polvo de lijado y los vapores, humos, niebla y / o spray de la aplicación de pinturas. Los respiradores tienen filtros (cartuchos o latas) que eliminan contaminantes del aire pasando el aire ambiente a través del elemento purificador de aire antes de que llegue al usuario. Usted sabrá que es hora de cambiar sus filtros cuando experimenta irritación de la respiración en su nariz o garganta, si detecta un olor dentro de la máscara o si hay un cambio en la resistencia respiratoria. (p.7)

Los protectores de ojo: deben ser resistentes a salpicaduras y vapor para proteger los ojos de las salpicaduras y/o vapores. Las gafas necesitan proporcionar un sello hermético y deben

ser resistentes a la niebla, (...). Protección facial y ocular especialmente cuando se rocía cualquier producto de pintura es esencial. Según la Oficina de Estadísticas Laborales, tres de cada cinco trabajadores resultan heridos al no usar protección para los ojos y la cara. (p.7)

Los guantes de goma: deben usarse siempre que se usen decapantes, compuestos de decapado, disolventes, pinturas o revestimientos. Cuando se quita la pintura con decapantes de pintura a base de cloruro de metileno se recomienda usar guantes de butilo o neopreno. (p.7)

### 3.2.5 Cabina de pintura y almacén de materiales

Se describirán los siguientes conceptos, empezando con el almacenamiento de materiales de uso aeronáutico. Sean Andrews (2014) nos dice:

El almacenamiento de materiales de todos los productos químicos y materiales peligrosos en general, deben mantenerse en un armario destinado al almacenamiento de materiales inflamables que los proteja de fuentes de calor o llamas. Los productos utilizados para pintar un avión son, a menudo, inflamables en su estado líquido. Evite almacenar con materiales incompatibles o reactivos. También asegúrese de que el área donde se mantienen los productos químicos esté bien ventilada y la temperatura ambiente no caiga por debajo de cero o exceda los 95 ° F. La mayoría de las pinturas y componentes de pintura tienen una vida útil. Compruebe los datos técnicos o la etiqueta para ver la vida útil de un producto en particular. (p.8)

También se define la cabina de pintura, donde se realizará el proceso de pintado. Sean Andrews (2014) nos dice:

La cabina de pintura: es un cuarto que tiene un sistema de ventilación aceptable. La ventilación debe ser capaz de agotar el aire tóxico mientras se tira suficiente aire fresco. Además, una cabina adecuada tiene un sistema de ventilación donde el flujo de aire reduce la pulverización y el polvo de la recogida en el sustrato recién pintado. Las cabinas deben estar adecuadamente iluminadas para que no ocurran sombras en las partes pintadas y todos los sistemas de iluminación y bombillas deben estar cubiertos y protegidos contra la rotura. Los ventiladores y motores eléctricos deben ser a prueba de explosiones y debidamente conectados a tierra para eliminar las chispas, (...). En los casos en que se utilizan productos químicos altamente tóxicos o recubrimientos a base de disolventes, es importante utilizar sistemas respiratorios de aire forzado / fresco en el proceso de pintura. (p.8)

El suministro de aire comprimido es a través de un compresor. Fredy, 2006 nos dice:

(...). Son máquinas que elevan la presión de un gas, un vapor o una mezcla de gases. La presión del fluido se eleva reduciendo el volumen específico del mismo durante su paso a través del compresor. Los compresores se clasifican generalmente como máquinas de alta presión, mientras que los ventiladores y soplantes se consideran de baja presión. Los compresores se emplean para aumentar la presión de una variedad de gases y vapores para un gran número de aplicaciones. Un caso común es el compresor de aire, que suministra aire a elevada presión para transporte, pintura a pistolas, inflamiento de neumáticos, limpieza, herramientas neumáticas y perforadoras. (p. 60)

Los ventiladores se pueden dividir en centrífugo y axial. Roberto, (2004) nos dice:

Un ventilador centrífugo: se impulsa el aire a lo largo del eje del ventilador y a continuación es desviado rápidamente en forma radial de dicho eje. El aire se reúne en una carcasa o caracol, y se concentra en una dirección. En un ventilador de flujo axial, se impulsa el aire a lo largo del eje del ventilador, y después sale en la misma dirección. (p. 22)

La ventilación puede ser clasificada como ventilación ambiental y localizada. Fredy, (2006) nos dice:

Ventilación ambiental o también ventilación general es la que se practica en un recinto renovando todo el volumen de aire del mismo, con otro de procedencia exterior. Suele realizarse instalando aparatos de extracción de aire en una cara del edificio y abriendo entradas al aire exterior en el muro puesto. Para establecer una ventilación ambiental hay que conocer el volumen del local y el número de veces por hora que se necesite cambiar de aire, lo que se conoce como el número de renovaciones por hora.

La ventilación localizada, es el tipo de ventilación que pretende captar el aire contaminado en el mismo lugar de su producción, evitando que se esparza por todo el local. Es el caso de controlar aire caliente, toxico, polvoriento, etc. las variantes a tener en cuenta en este caso son la cantidad de polución que se genera, la velocidad de captación del aire, la boquilla o campana de captación y el conducto a través del que se llevara al aire contaminado hasta su descarga.(p.25)

El sistema de filtro de la cabina para la captura de partículas. Roberto, (2004) nos dice:

El sistema del filtro debe capturar partículas mojadas y secas, (...). La filtración, sobre todo la filtración de la descarga, es

crítica a la actuación de un sistema. Todos los filtros están clasificados bajo numerosos criterios incluyendo estas tres características principales: eficiencia, capacidad de sostenimiento y resistencia estática al flujo de aire. (p. 24)

Los filtros de succión “se colocan inmediatamente antes de la instalación del soplador, y son a menudo “bolsas” apoyadas por los marcos de metal rígidos” (Roberto, 2004, p.25).

Otro es la iluminación de la cabina. Fredy, (2006) nos dice:

La iluminación de la cabina es uno de los aspectos ergonómicos más importantes debido a que de estos depende la calidad visual, (...). En las cabinas de pintura se utilizarán un tipo de iluminación directa y el nivel de iluminación de la cabina de pintura debe ser uniforme y aproximadamente de 1000lux. De acuerdo al método de los lumen's. (p.52)

### 3.2.6 Métodos de aplicación y defectos

Hay variedades de removedores en el mundo de la aviación. Products techniques inc. (2012) nos dice:

PTS-202: es un removedor de pintura biodegradable basado en peróxido que está destinado a eliminar los revestimientos más resistentes de las superficies de metal y compuesto. Este es un removedor de pintura estable que no corroe el metal. Este trabaja rompiendo la película de la pintura y levantando la pintura en hojas en vez de convertir la pintura en lodo. Esta eliminación es fácil y segura de usar, así como limpiar. Además, este producto cumple con las normas de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) sobre emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV). Se puede utilizar en acero, aluminio, magnesio, titanio, materiales compuestos, fibra de vidrio, cerámica, hormigón, piedra y madera. (p.1)



A su vez, existen tipos de imprimantes. Sean Andrews (2014) afirma:

Los imprimantes: deben cumplir con los requisitos de durabilidad, adhesión y prevención de la corrosión de las industrias militar, comercial y de aviación general. Mezclar bien todos los componentes antes de aplicar. Esto asegurará que todos los pigmentos y sólidos que se han asentado en el fondo de la lata se pondrán en suspensión y se distribuirán uniformemente, (...). Este imprimante es comúnmente usado en aluminio, pero también puede aplicarse al acero y al magnesio. Este es un imprimante de dos componentes, componente A es la pintura y componente B es el catalizador. (p.17)

Los métodos de aplicación de la pintura son los siguientes. Sean Andrews (2014) nos dice:

La inmersión: es un proceso que se realiza comúnmente cuando hay un gran número de pequeñas piezas a recubrir. Este es un proceso que requiere un tanque que le permite sumergir completamente la pieza en el recubrimiento. Una vez que se ha retirado la pieza del tanque de inmersión, se recomienda que cuelgue la pieza sumergida de los estantes con el cable de unión hasta que el revestimiento se seque con fuerza. Esta aplicación es más popular con los revestimientos de tipo de imprimación, pero también se puede realizar con capas de acabado. (p.23)

El cepillado: es más comúnmente utilizado como un método de aplicación para pintar pequeñas áreas de retoque o al aplicar pintura en espacios confinados y cerrados. Antes de comenzar a aplicar, debe confirmar que el cepillo es compatible con la pintura que está aplicando. Por ejemplo, si está aplicando un solvente o una pintura a base de aceite, asegúrese de que el cepillo no está diseñado para

recubrimientos a base de agua, (...). Una buena manera de identificar si el material es demasiado grueso o delgado es cepillar primero la pintura en un panel de prueba pequeño. La viscosidad adecuada y la temperatura del sustrato ( $75^{\circ} \text{F} \pm 5^{\circ} \text{F}$ ) permiten que el material fluya y elimine las marcas dejadas por el cepillo. (p.23)

La pulverización: es el método más común y preferido para lograr el mejor producto acabado en áreas grandes y pequeñas de manera eficiente. Todos los sistemas de aspersión tienen la misma característica básica. Debe haber suficiente cantidad de aire del compresor para pulverizar el volumen de pintura necesario, (...). Los sistemas convencionales de rociado necesitan trampas de agua y filtros de aceite incorporados en la línea de suministro de aire para eliminar la humedad y los contaminantes. (p.23)

Un pintor sabe qué condiciones ambientales (temperatura, humedad y a veces viento) debe rociar para evitar los problemas. Se darán algunos casos comunes de defectos encontrados en el proceso de pintado. Sean Andrews (2014) nos dice:

Si la adherencia de un producto falla, se debe generalmente a una limpieza inadecuada o mala preparación de la superficie a ser terminada. El uso de una imprimación incorrecta para el sustrato también puede causar fallas de adhesión, (...). Si se produce un adelgazamiento o una reducción inadecuados del material, la pintura puede secarse rápidamente y levantarse.

Si se utiliza el diluyente incorrecto, las propiedades de rendimiento y adherencia del material podrían verse comprometidas. Cuando los materiales se mezclan incorrectamente, por ejemplo mezclando un catalizador epoxi con una base de poliuretano, la adhesión fallará con toda seguridad. (p.30)

Corridas y goteos: son más a menudo por aplicar demasiada pintura al sustrato. Esto ocurre cuando la pistola de pulverización se mantiene demasiado cerca del sustrato o si la pistola se mueve a través de la superficie demasiado lentamente.

Si la pintura no se reduce correctamente y es delgada, la pintura puede ceder y gotear fácilmente. Además, si el ajuste de volumen de fluido en la pistola es demasiado alto o el suministro de aire es demasiado bajo, se puede aplicar un exceso de material al sustrato. (p.31)

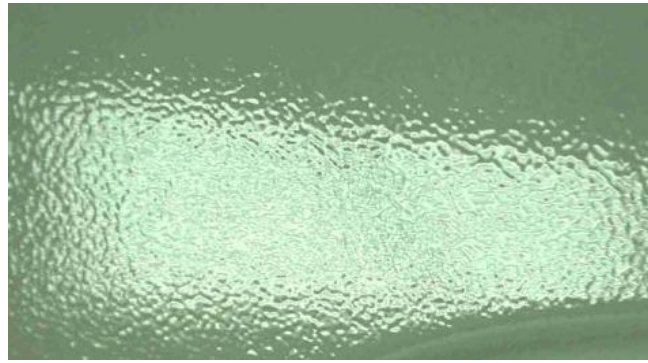
Figura N°2: Corrido de pintura



Fuente: Products techniques inc., (2014). Aircraft paint application manual.

Cáscara de naranja: La cáscara de naranja es cuando la superficie pintada se parece mucho como la cáscara de una naranja. El efecto de la cáscara de naranja es el producto de la tensión superficial excesiva o del secado del producto demasiado rápido y no se le permite la cantidad adecuada de tiempo para fluir adecuadamente que puede ser causada por una serie de diferentes escenarios la primera de las cuales no está haciendo el adecuado ajuste de fluido de aire en la pistola pulverizadora. (p.32)

Figura N°3: Cáscara de naranja



Fuente: Products techniques inc., (2014).  
Aircraft paint application manual.

**Agujero de alfiler:** En la superficie de la pintura acabada aparece visiblemente un agujero de alfiler o "disolvente" debido a la humedad o disolventes atrapados. Cuando la capa superior de la pintura se seca rápidamente mientras que debajo de la pintura permanece húmeda, moisture o solventes son atrapados y forman pequeños paquetes que se abren cuando los humos finamente se escapan, creando agujeros o solvente.

Este efecto puede ser causado por temperaturas excesivamente calientes o fuertes vientos que hacen que la superficie de la pintura se seque demasiado rápido. Las malas técnicas de pulverización. (p.32)

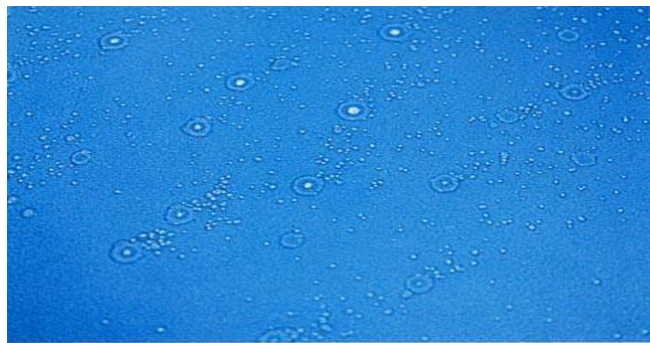
Figura N°4: Agujero de alfiler



Fuente: Products techniques inc., (2014).  
Aircraft paint application manual.

Ojo de pescado: Los ojos de pescado aparecen en pintura húmeda o pintura que se está aplicando como pequeños orificios en los que se puede ver el sustrato o la superficie subyacente, (...).La única otra razón sería porque sus líneas están contaminadas con agua y/o aceites, (...).Es muy probable que se deba a la contaminación superficial, por lo general el residuo de limpiadores, siliconas, ceras o diversos aceites no se han eliminado correctamente. (p.33)

Figura N°5: Ojo de pescado



Fuente: Products techniques inc., (2014).  
Aircraft paint application manual.

Arrugas: El arrugado es causado por el secado desigual del acabado o los disolventes atrapados de capas de pintura gruesas o pesadas. La pintura se encoge a medida que se seca. Si la superficie se seca más rápido que la pintura húmeda debajo de ella, hace que la superficie se deslice sobre la pintura húmeda en un patrón de arrugas.

Si los disolventes de evaporación rápida están presentes en la pintura también pueden causar arrugas si no se permite que la capa pulverizada se seque completamente, (...).Si se aplica otra capa antes de que la capa anterior esté seca, pueden producirse arrugas. Además, si se aplica una capa gruesa antes de que la capa anterior esté suficientemente seca, puede levantar el revestimiento por debajo, con el mismo efecto que un decapante de pintura. El cambio rápido de la

temperatura en el ambiente circundante, puede dar lugar a la liberación desigual de solventes del revestimiento. (p.34)

Figura N°6: Arrugas de pintura



Fuente: Products techniques inc., (2014).  
Aircraft paint application manual.

De todos los defectos descritos, los más comunes que se generan son: la piel de naranja, arrugas y ojos de pescado siendo una de sus soluciones un lijado suave y repintado en esa zona.

Para mejorar la estética se puede realizar touch up o retoques. Sean Andrews (2014) afirma:

El retoque de pintura al sustrato y al revestimiento superior puede ser necesario por una serie de razones. La reparación a un sustrato de metal o compuesto son los retoques más sustanciales que normalmente implican no sólo la capa superior, sino también la imprimación. Los retoques menores suelen implicar reparar sólo la capa superior, pero no se limitan a arañazos, abrasiones, manchas permanentes y el desvanecimiento. El primer paso para retocar es identificar qué tipo de revestimiento se va a retocar. (p.36)

Se deberá tomar en cuenta el tiempo de secado o curado de la pintura para evitar los defectos mencionados. Inpra latina (s.f.) nos dice:

Curado de la pintura: Siempre que aplicamos una pintura necesitamos esperar un tiempo en el cual la pintura pasa de

un estado líquido a un estado sólido, tiempo que comúnmente conocemos como tiempo de secado en donde se evapora todos los solventes y diluyentes añadidos a la pintura con objeto de hacerla líquida o de reducir su viscosidad y un proceso de endurecimiento de la pintura corresponde al proceso por el cual la resina principal de la pintura se cura y a su vez se endurece con todos los demás pigmentos y aditivos que la componen, creando un recubrimiento sólido y adherente. Entonces el curado de la pintura corresponde al proceso que engloba tanto el secado como el endurecimiento de una pintura. (para. 1)

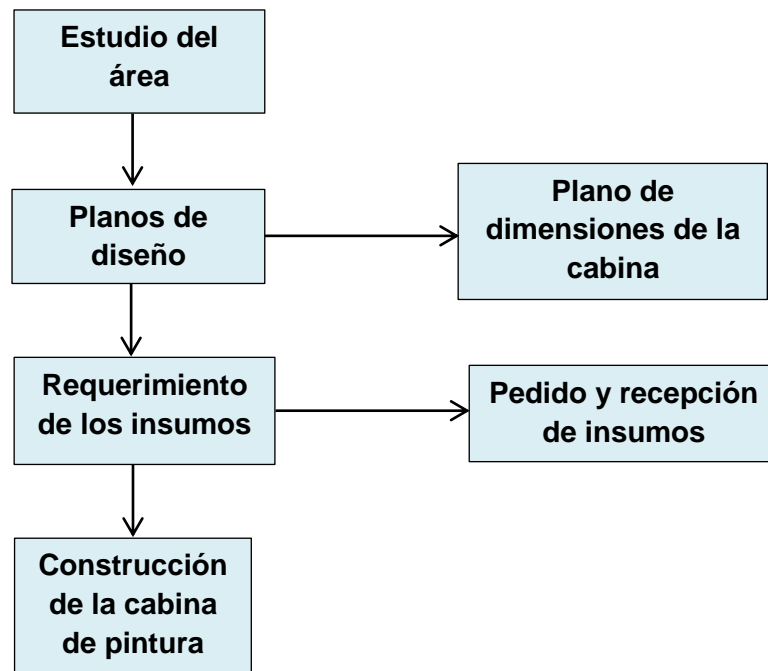
### 3.3 Planificación del trabajo

Se realizará la planificación de los procesos, el tiempo y el presupuesto que se tomará para la construcción de la cabina de pintura.

#### 3.3.1 Proceso del trabajo

Se dará un proceso general de la construcción de la cabina de pintura a desarrollarse al frente del hangar 1007, en el cual comienza con el estudio del área o terreno a realizar para la construcción, requerimiento de materiales para la cementación e instalaciones de tuberías y canales, así como equipos y máquinas por ejemplo compresoras, boiler y extractoras. Como se muestra en la siguiente figura.

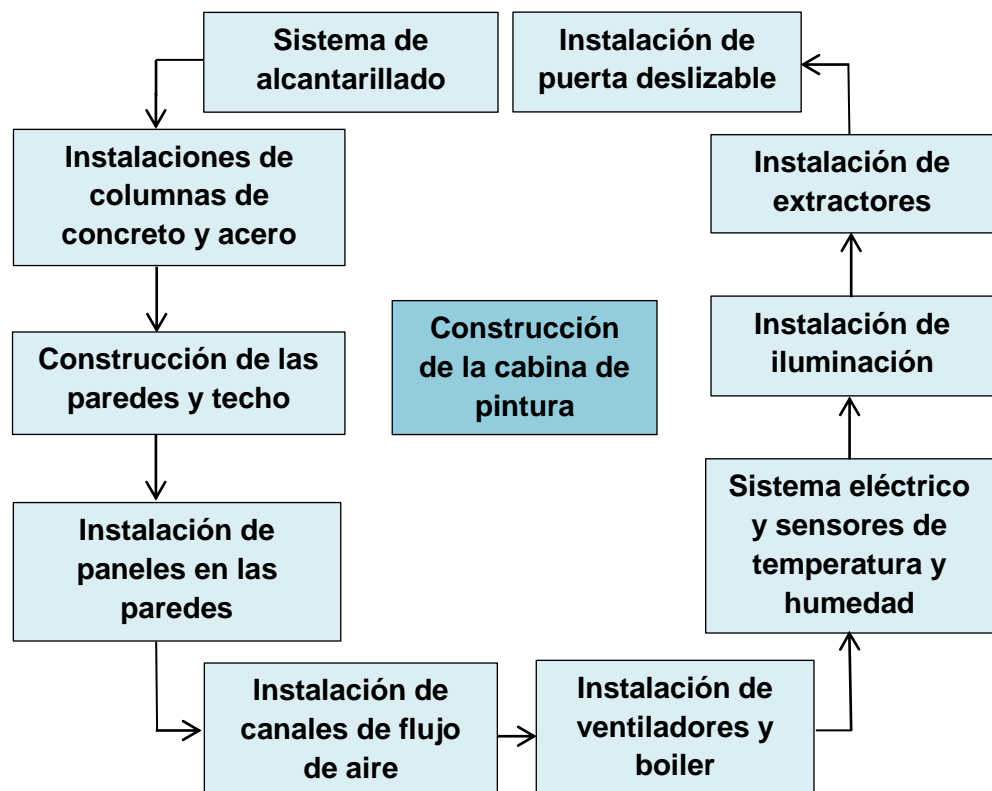
Figura N°7: Proceso general



Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura se muestra todos los pasos o etapas a seguir para la construcción de la cabina de pintura.

Figura N°8: Etapas de construcción



Fuente: Elaboración propia.



### 3.3.2 Diagrama de actividades

El tiempo que se tomará para la construcción de la cabina será de seis meses, considerando la duración de los procesos y subprocesos por cada etapa. Se ha tomado como semana de trabajo de lunes a viernes, laborando 8 horas diarias.

Además, se ha elaborado el cuadro de Gantt, indicando las tareas a realizar (ver anexo N°6).

### 3.3.3 Presupuesto

Para la realización de este trabajo se deberá contar con un presupuesto de \$ 2'414,879.00 dólares americanos. Este incluye la mano de obra, materiales de construcción y la elaboración de planos de ingeniería.

Tabla N°1: Presupuesto de la construcción de la cabina de pintura

Actividades y/o Equipos	Precio (dólares)
Mano de obra	800,000.00
Material y misceláneo	500,000.00
Piso de cabina especial	204,750.00
Pista de acceso	56,700.00
Boiler miura EZ-1500K	400,000.00
Ventiladoras	15,000.00
Compresor para las pistolas de pintura	13,000.00
Paneles de ingreso y salida	176,000.00
Extractor	160,000.00
Sensores de temperatura y humedad	306.00
Registro de temperatura y humedad	723.00
Lámparas para iluminación	88,400.00
Total:	2'414,879.00

Fuente: Elaboración propia.

Este presupuesto será recuperado en dos años debido a que esto atraerá más flotas de aviones comerciales, no solo las aeronaves

cargueras sino también de pasajeros de otras aerolíneas como Latam y Avianca, que actualmente no se realizan el mantenimiento de aeronaves a estas aerolíneas, así como la prestación a otras empresas como Helisur y aviones militares.

### 3.4 Desarrollo del trabajo

#### 3.4.1 Cabina de pintura:

El fin de una cabina de pintura es mantener el ambiente de trabajo libre de partículas suspendidas en el aire, al mismo tiempo proporcionar un nivel de calefacción necesario para la conservación térmica.

Se desarrollará en el terreno que se encuentra al frente del Hangar 1007, que tendrá una capacidad para albergar al Boeing 767 o sus variantes para su proceso de pintado, sin perjudicar a otras aeronaves durante el proceso de mantenimiento.

El diseño de la cabina de pintado está en función de las dimensiones de la aeronave de mayor envergadura proyectado a pintar, más un 30% de largo, ancho y altura, a fin de tener fácil entrada, salida y movimiento de la aeronave, para esto se realizó planos de referencia de cómo se verá la cabina de pintura (ver anexo N°7).

Figura N°9: Área para la implementación de la cabina de pintura



Fuente: Elaboración propia.

Se desarrollará un estudio del campo, luego se demarcará las medidas como se encuentra en el plano de ingeniería y que detalla los componentes que tendrá como un boiler (caldera) que incrementará la temperatura para lograr mantener el clima adecuado dentro de la cabina en tiempos de alta humedad y baja temperatura.

El piso que tendrá la cabina de pintura, deberá de ser de un material especial que pueda soportar el peso de la aeronave, esto tendrá de un espesor de 25 a 50 centímetros de profundidad, conteniendo varias capas, será de hormigón armado y asfalto para las pistas auxiliares.

El interior de la cabina mide 63m de largo, 65.20m de ancho y 20m de altura teniendo así un volumen de trabajo de  $82,152\text{m}^3$  y el flujo de aire dentro de la cabina “será renovada cada 150-275 renovaciones/hora” (Roberto, 2004, p.6).

El caudal es “Cauda (Q) = Largo x Ancho x Alto x No. Renov-aire” (Roberto, 2004, p.60).

Para nuestro caso tomaremos 150 renovaciones por hora y con el volumen de trabajo, podremos calcular el caudal que tendrá la cabina la cual es de  $12'322,800\text{m}^3/\text{h}$ .

La ventilación de aire dentro de la cabina, deberá proporcionar los caudales y temperaturas adecuadas para el proceso de pintado, para esto se contará con ventiladoras y boilers que proporcionarán la inyección del aire climatizado, que pasará por las rejillas y pre-filtros para la entrada de aire a la cabina, con el fin de pre-filtrar el aire de impurezas, polvos o cualquier otro agente indeseable dentro de la cabina.

Dentro de la cabina de pintura, la velocidad del flujo de aire recomendado en cualquier punto debe ser “0.4 a 0.55m/s en la cabina” (Fernando, 2006, p.37).

Se utilizarán 16 ventiladoras de marca Roltec, cada uno dará el ingreso de flujo de aire con un caudal de  $810,000 \text{ m}^3/\text{h}$  esto permitirá un flujo de aire constante dentro de la cabina y equivalente a los  $12'322,800 \text{ m}^3/\text{h}$  requeridos.

Figura N°10: Ventiladora Roltec



Fuente: Roltec, 2017. Compresoras, recuperado de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/china-factory-supplier-favorable-price-centrifugal-blower-fan-60608030488.html>

El boiler o caldera que utiliza la empresa KAI para la cabina de pintura de los aviones KT-1P es EZ-500K, que tiene  $321,885 \text{ Kcal/h}$  y  $500 \text{ Kg/h}$  para un área superficial de paneles de  $76 \text{ m}^2$  y que tomando como referencia esos datos, se determinó para  $1020 \text{ m}^2$  de área superficial que tendrá la cabina de pintura para el SEMAN PERÚ, será dos boiler EZ-3000K que nos dará  $3862.62 \text{ Kcal/h}$  y  $6000 \text{ Kg/h}$ . Este tendrá una eficiencia del 90%, resistencia al desgaste y excelente sistema de autoservicio. El consumo de combustible disminuye en un 15% reduciendo al mínimo las emisiones nocivas.

El aire entrará a la cabina previamente filtrado a través de canales y pre-filtros, el área de suministro de aire debe ser suficiente amplia para garantizar la ausencia de corrientes contraria al flujo, el flujo durante su travesía perderá un 10% de su presión, el aire en los

canales tendrá una velocidad intermedia de 1500 pies por minuto ó 7.62 metros por segundo.

Los canales serán de material acero galvanizado de 1.5mm de espesor, debido al flujo frio de corriente de aire de entrada que pasa a través de ellos, los ductos de agua serán de acero galvanizado, ductos de aceite serán de acero al carbono (acero de construcción), codos, nipples largos y cortos, drenajes, uniones y tuberías serán de acero al carbono, esto es debido al tipo de fluido que transitará evitando así deterioro y alta corrosión.

Figura N°11: Canales de flujo de aire de las ventiladoras



Fuente: Elaboración propia.

También, se considerará pre-filtros y filtros en la pared de entrada de aire estos son de media eficiencia y que permitira un flujo uniforme para la cabina y en la pared de salida de aire se tendrá pre-filtros y filtros multibolsa de alta eficiencia en partículas de 1 micrón, para purificar o encapsular la pintura remanente esparcida en el medio ambiente, estos garantizarán la retención del 85 ó 90 % de las partículas de pintura mediante el extractor que descargará el aire saturado de pintura y vapores al exterior en la fase de pintado.

Estas se instalarán una vez ya construido las paredes de cemento y estructuras de acero galvánico del contorno de la cabina y las

estructuras donde serán colocados, estos servirán como una segunda pared dentro de la cabina ya que serán un pre-filtro antes de ingresar al filtro de carbono activo del extractor.

Como se sabe, los contaminantes COV son perjudiciales y no deberían estar al medio ambiente, ya que sería ir contra el sistema de gestión ambiental conocido como ISO14000 e ISO 9001. Por tanto, se usará filtro con carbón activo para capturar estos vapores tóxicos que permitirán eliminar este problema y evitar multas.

El factor importante es la etapa de escape ya que puede recircular el aire contaminado, para esto se contará con extractores de alta eficiencia.

Para la extracción de los gases del proceso de pintado, constará de 16 ventiladores marca UEZU con un caudal de 47680CFM equivalente a 81,008 m<sup>3</sup>/h esto proporcionará la extracción de las partículas.

El nivel de ruido de la cabina será como máximo 75dB ya que tendrán en las paredes aislantes de ruido.

Figura N°12: Filtros de encapsulación de partículas de pintura



Fuente: Elaboración propia.

Contemplando un sistema de iluminación que tendrá 340 lámparas para una buena realización del trabajo y luces de emergencia para casos de corte de luz. Estas lámparas estarán colgadas en las

vigas estructurales del techo como se estila por lo general. Estas darán una buena visualización durante el trabajo, el calor emanado por estas lámparas no afectará en la temperatura interna de la cabina.

“El nivel de iluminación de una cabina de pintura debe ser uniforme y nunca inferior a 750 lux a la altura del piso” (Roberto, 2004, p.6). Las lámparas fluorescentes a utilizar deben cumplir con características y necesidades de la cabina de pintura.

Figura N°13: Lámparas



Fuente: Elaboración propia.

Contendrá sensores de temperatura y humedad dentro de la cabina, serán cuatro termo-higrómetros y que enviará los datos al transmisor y registro de lectura de temperatura y humedad para controlar el clima de trabajo a su vez imprimirá una hoja donde especificará la hora, temperatura y humedad relativa cada media hora, este se encontrará dentro de la cabina en la parte izquierda para su fácil visibilidad.

Este transmisor tendrá un rango de corriente de 4-20mA de corriente directa, donde la salida de 4mA indica 0°C y 0% de humedad relativa hasta 20mA que indicará 50°C y 100% de humedad relativa, el voltaje será de 1-5V de corriente directa, donde 1V indicará 0°C y 0% de humedad relativa hasta 5V la cual indicará 50°C y 100% de humedad relativa.

Figura N°14: Registros de lectura de temperatura y humedad



Fuente: Elaboración propia.

Además, tendrá ductos y cañerías en los lados laterales de la cabina para proporcionar agua temperada para la limpieza de las aeronaves y drenaje de agua según El manual de mantenimiento de aviones ATA 51-21-21. Boeing (2015) afirma: “el agua a usar debe estar a una temperatura entre 135°F a 145°F y una razón de 10 o 20 galones por minuto” (p.702).

Figura N°15: Canal de tuberías y drenaje de agua



Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la cabina se contará con mesas de trabajo, anaqueles para las herramientas de trabajo, ropero, el agitador o mezclador y un cuarto especial climatizado para almacenar los removedores, imprimantes y pinturas manteniéndola en óptimas condiciones.



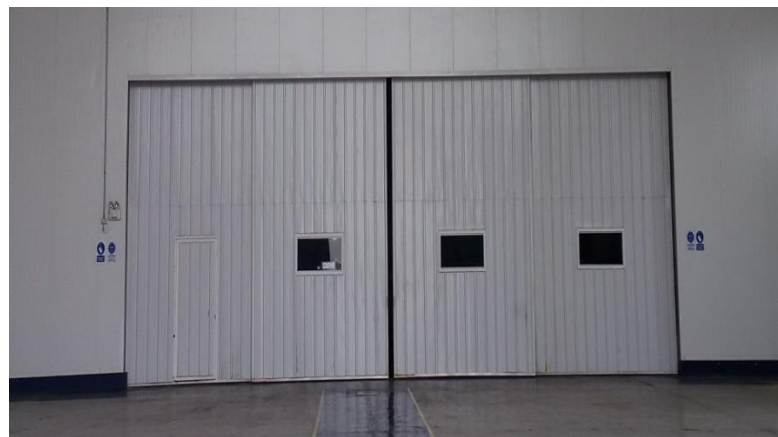
Figura N°16: Mesas



Fuente: Elaboración propia.

La cabina tendrá puertas corredizas fabricadas en láminas acanaladas de acero galvanizado con 30cm de ancho, con ventanas de poliuretano para verificar e inspeccionar el trabajo durante el proceso de pintado, las puertas harán la función de hermetizar y evitar el ingreso de aire contaminante que pueda alterar el trabajo, temperatura y humedad.

Figura N°17: Puertas corredizas



Fuente: Elaboración propia.

Dado el tipo de materiales que se utiliza en el proceso de pintado, el tamaño adecuado y el número de extintores de clase C, deben estar disponibles en el área de trabajo. Todos los extintores deben ser certificados e inspeccionados cada año.

La cabina albergará las plataformas de trabajo, que actualmente SEMAN PERÚ cuenta y que siempre están expuestas a la lluvia y propensas al deterioro por corrosión.

Figura N°18: Plataformas



Fuente: Elaboración propia.

La cabina de pintura será certificada para su operación bajo estándares de calidad, teniendo en cuenta los parámetros exigidos por el fabricante, la cuales son: registro de temperatura y humedad, flujo de aire de ingreso, extracción de aire remanente y buen sistema de iluminación. Estos requisitos convertirán a la cabina apta para realizar el proceso de pintado.

Para esto, se tendrá planos estructurales de construcción de la cabina, instalaciones eléctricas, instalaciones de tuberías de agua y desagüe, se deberá realizar la calibración anual de los equipos de medición de espesor de pintura, temperatura y humedad mediante entidades calibradoras autorizadas por la empresa Indecopi.

Esto permitirá obtener datos precisos, además de la inspección y verificación de las ventiladoras, boilers y compresoras con el fin de no generar pérdidas de caudal durante el trabajo, inspección de filtros de carbono activo, multi-bolsas y extractores permitiendo la encapsulación del 90% de pintura permanente antes de ser expulsados al medio ambiente reduciendo la cantidad de COV'S como indica la norma EPA.

Todos estos equipos estarán con certificados de calibración o inspección dando seguridad y confiabilidad de la cabina de pintura, obteniendo así el ISO14001 de gestión ambiental, normas OSHA, ASHRAE y ACGIH, las cuales certificarán la cabina como un lugar apto y apropiado a realizar el proceso de pintado de aeronaves.

Por último, se enviará los certificados obtenidos por las normas descritas, los certificados de calibración e inspección de los equipos de la cabina de pintura a las empresas de fabricación Boeing y Airbus para su análisis y aprobación, obteniendo así la certificación para la realización del proceso de pintado de las aeronaves mencionadas.

#### 3.4.2 Mejora de los procesos de pintado

Cuando llega la aeronave al servicio de mantenimiento SEMAN PERÚ, hay dos procedimientos que se debe tratar. Primero es la limpieza de la superficie, segundo es realizar el proceso de lavado de la aeronave de acuerdo al ATA 51-21-21. Boeing (2015) nos dice “el agua a utilizar debe estar a una temperatura entre 135°F (57°C) a 145°F (62.7°C) y una razón de 10 a 20 galones por minuto” (p.702).

El sistema de cañería de la cabina de pintura proporcionará agua caliente entre las temperaturas mencionadas. Se recomienda el uso de un disolvente tales como acetona o IPA (alcohol isopropílico al 99%) para limpiar el avión, para asegurar que todos los aceites, grasas, adhesivos y películas de contaminantes se eliminen. Para secar la superficie se usará gazas de bajas pelusa para superficies lisas y superficies abrasivas de Kimberly Clark.

Luego de realizar el lavado, se deberá realizar el enmascarado de partes para proteger sensores, tubos de Pitot, ángulo de ataque, ventanas, parabrisas, etc. con tal de no afectar estas partes durante el lijado y pintado de la aeronave.

El proceso de pintado consiste en la eliminación parcial o total de la pintura vieja, para esto como primer paso es lijar la superficie pintada cuyo método consume tiempo y que algunas veces llegan al sustrato metálico, este método es laborioso, lento y polvoriento. El método de lijado es empleado generalmente cuando el pintor está tratando de quitar la capa superior, permitiendo la adherencia entre la pintura vieja y la nueva, o cuando la imprimación haya fallado y ya no se adhiere al sustrato metálico.

Para realizar este trabajo hay dos formas fundamentales. Como primera de ellas es tener en cuenta el tamaño adecuado y la forma de las herramientas de lijado para el trabajo. Una lijadora orbital (La lijadora roto-orbital es una herramienta motorizada portátil que funciona en un sentido de giro aleatorio) es ideal ya que se ahorrará horas de lijado con esta herramienta, teniendo en cuenta las áreas de remachados que podrán ser a mano o lijado suave con la lijadora orbital con el fin de no deteriorar el área remachada.

El segundo es tener la técnica adecuada, asegúrese de lijar en ángulos de 45 grados y el uso de los trazos más largos posible, dentro de lo razonable. El grano de papel de lija que se necesita para la mayor parte del trabajo es 80 granos, sigue con grano 100 para quitar los arañazos profundos.

Una vez que la capa superior se ha lijado de distancia y ver que aparece la imprimación, cambiar a un grano más fino de papel de lija de grano 240 o 320 granos para evitar daños y para el activado, el cual consiste en dejar la superficie imprimante con rugosidades eliminando brillo, para obtener una mejor adhesión de la nueva pintura y si se notase que la imprimación está levantando se deberá lijar hasta que sólo se ve imprimación con buena adherencia y el metal limpio.

Una vez hecho esto, se debe aplicar alodine según el ATA 51-21-72. Boeing (2016) nos dice: “pueden ser utilizados los alodine 600, alodine 1200 y alodine 1200S” (p.701). Estos deberán ser

esparcidos de forma uniforme evitando cúmulos o chorreos de alodine ya que estos pueden generar corrosión cuando están concentrados, se aconseja usar guantes y paños húmedos con alodine para evitar la acumulación.

Transcurrido unos 30 minutos después de la aplicación del alodine impregnándose en los poros de la superficie metálica para generar una capa aislante contra la corrosión deberá ser limpiado con paños humedecidos con agua destilada o des-ionizada.

Después se procederá a ser pintado con imprimante la superficie de la aeronave o las áreas en las que el metal está expuesto según ATA 51-21-21. Boeing (2015) nos dice: “se recomienda utilizar C00259 Primer-BMS 10-11 ó C00584 Primer-BMS 10-79” (p.703). El uso de este método requiere que el imprimante tenga una buena adherencia sobre la mayoría de la superficie de la aeronave.

Para superficies abolladas o imperfecciones, se realizará una reparación estética utilizando la imprimación epoxi PT-573 gris claro. Se trata de una base epoxi, de alto espesor, diseñado tanto para rellenar pequeños orificios y otras imperfecciones en la superficie. PT-573 es dura y resistente lo cual se puede considerar como una masilla. La mayoría de las superficies compuestas necesitan ser reparados antes de lijar y pintar. Un consejo es llenar toda la superficie, comience por llenar toda la superficie a la vez mediante la aplicación de una capa bastante gruesa de la imprimación de relleno. Después de esto se puede empezar a lijar.

El decapado químico es otro método de remoción de pintura y que generalmente se usa para trenes de aterrizaje y reparaciones de partes estructurales, muy pocas veces en aviones. Decapado químico exige enmascaramiento adecuado para evitar daños a los componentes sensibles a los productos químicos abrasivos. Las sustancias tales como: caucho, silicona, pegamento, plástico, materiales compuestos y componentes electrónicos o de aviónica como equipos de radar y las antenas deben ser protegidos.

Este producto fue formulado específicamente para eliminar todas las pinturas de aeronaves e imprimante, la aplicación se debe realizar mediante un sistema de pulverización sin aire que está destinada a materiales químicos de alta viscosidad. Sin embargo, es posible que también el uso de brocha, rodillo o sumergir este producto, para lograr una capa de espesor constante (3-4 milésimas de pulgada) en toda la superficie pintada.

El levantamiento de la pintura será aproximadamente 4 horas. Esto hace la eliminación definitiva de la pintura y fácil de limpiar con agua a presión o escobilla de goma. Se aconseja el uso de un cepillo de alambre de latón, para eliminar los recubrimientos y que no genera rasguños a la superficie. Una vez que la pintura haya sido retirado o se encontrarán en partes, por lo general en las costuras o alrededor de los remaches, deberá ser limpiado y lavado con agua a presión.

Se puede utilizar también estos removedores dados por SPM y SRM el cual es MIL-R-81294, Removedor de recubrimientos epóxicos y de poliuretano sobre superficies metálicas no ferrosas. Si se realiza al avión se deberá realizar obligatoriamente el enmascarado las ventanas, marcos de parabrisas, materiales compuestos, conductos de ventilación, puertos estáticos, sellos de goma, neumáticos y controles de vuelo aplicable.

Todo el polvo deberá ser removido de la superficie que será pintada y del suelo, inmediatamente antes de realizar cualquier trabajo de pintado con imprimante o pinturas de acabado en la superficie de la aeronave.

En los siguientes procesos, se deberá realizar en un área limpia y bien ventilada, con temperaturas que oscilan entre 60 °F a 90 ° F que tendrá la cabina de pintura.

Se procederá el pintado de las aeronaves con imprimante, para esto se deberá realizar la preparación acorde con las instrucciones,

siguiendo la proporción del endurecedor o catalizador con la base de preparación C00319 Primer BMS10-79 Type II. KAI (2008) afirma: “este catalizador o endurecedor deberá ser vertido dentro de la base y no al revés, después deberá ser llevado a un agitador para dar una muestra homogénea sin grumos como mínimo deberá estar 10 minutos” (p.4).

Después se realizará la medición de la viscosidad, este deberá tener un rango de 30 a 60 segundos, para descartar defectos como:

- Piel de naranja
- Ojo de pez
- Burbujas
- Chorreos
- Agujeros tipo cráter

Se deberá etiquetar la hora en que se preparó y la duración de su uso será de 4 horas como su tiempo de vida útil de la mezcla (pot life), y si estuviese fuera de la hora indicada en la etiqueta deberá ser desechada, todos los datos serán registrados en el Formato B (ver anexo N°2). Antes de pintar la aeronave este deberá ser pintado en un espécimen de igual material que la superficie de la aeronave. KAI (2008) nos dice: “deberá ser fabricado de aluminio 2024-T3 con medida de ancho 3pulg (7.62cm), largo 6pulg (15.24cm), grosor 0.04pulg (0.1cm)” (p.10). La cual será pintado por todos los colores utilizados.

Figura N°19: Espécimen de prueba



Fuente: Elaboración propia.

Según el manual de mantenimiento de aviones ATA 51-21- 72. Boeing (2016) nos dice: “se debe realizar el pintado a temperatura ambiental de 50°F (10°C) a 90°F (32°C)” (p.701). Esto será registrado en el Formato A (ver anexo N°1), esperar mínimo 30 minutos para aplicar la siguiente capa de pintura para prevenir hundimientos, corridas o agujeros de alfiler, después se medirá el espesor del imprimante.

Tablas N°2: Requerimiento de espesor de la imprimación

Substratos	Números de capas	Mínimo espesor de película seca (Mils)	Máxima espesor de película seca (Mils)	Máxima espesor de película seca para áreas localizadas de re-trabajo o sobre pintado (Mils)
Metal	1	0.5	1.0	2.0
	2	1.1	2.1	3.0
Plástico o Composito	1	0.3*	0.8	--
	2	0.7*	1.7	--

Nota: (\*) Se recomienda el espesor objetivo para una capa es 0.3 mil. Esta tabla es conocida como figura 701 en el manual de mantenimiento boeing.

Fuente: Boeing (2016). Aircraft maintenance manual Boeing 737-300/400 /500 ATA 51-21-72.



Después de haber realizado el pintado de la capa base anticorrosiva, se tendrá que esperar un tiempo de curado.

Tabla N°3: Temperatura y tiempo de curado del imprimante

Impri- mante	Antes de volver a recubrir o sobre recubrir		Antes de enmascarar		Antes de manipular	
	Tiempo	Tempera - tura	Tiempo	Tempe- ratura	Tiempo	Tempe- ratura
BMS1 0-79, Type II, Grade A	Mín. 2 horas  Máx. 4 horas	70°F (21°C) a 100°F (38°C)	2 Horas	70°F (21°C) a 100°F (38°C)	4 Horas	70°F (21°C) a 100°F (38°C)
BMS1 0-79, Type II, Grade D	Mín.1 hora  Máx. 12 horas	60°F(16° C) a 100°F(38° C)  60°F(16°c ) a 120°F(49° C)	Figura 701	Figura 701	Figura 701	Figura 701

Fuente: Boenig (2016). Aircraft maintenance manual Boeing 737-300/400/50 0ATA 51-21-72.

Después de esperar el tiempo de secado se procederá con la medición de la película de espesor, estos serán registrados en el Formato C (ver anexo N°3). Para esto se deberá contar con un medidor de espesor de pintura, este debe ser un equipo de ultrasonido especial tomando como patrón base una superficie metálica del mismo material que la superficie de la aeronave, dentro de todos los equipos de medición, el equipo indicado para la realización de la medición es Elcometer 456 debido a su manejabilidad, mayor precisión y puede ser guardado los datos obtenidos en la memoria y posterior uso de esta información.

Figura N°20: Elcometer 456 medidor de espesor de pintura



Fuente: Elcometer (2015). Hoja técnica de Elcometer 456 en español recuperado de <http://www.elcometer.com/images/stories/PDFs/Datasheets/Spanish/456.pdf>

Si los resultados obtenidos están fuera del límite de la tabla N°2, se procederá a lijar la superficie hasta obtener un espesor que este dentro de los límites. Esto se realizará con Scotch-Brite 7447 pad de óxido de aluminio, luego limpiar la superficie con paños húmedos G50262 con solvente B01005 e inmediatamente secar la superficie evitando que el solvente se seque en la superficie. La muestra deberá tener como mínimo 20 puntos de medición de espesor.

Después de haber realizado la medición, se procederá a pintar con las pinturas de acabado, estos tendrán que ser medidos tanto la capa base como los de acabado.

Tablas N°4: Espesores de pintura de acabado

Pintura	Número de capas de pintura	Espesores de pintura		Temperatura y Humedad
		Mínima	Máxima	
Pintura de acabado	1 ó 2 capas de pintura	0.0406mm (1.6Mils)	0.0127mm (5.0Mils)	15.6°C a 35° C 30% a 85% de humedad

Fuente: KAI (2008). Aircraft & its part painting, 81PS107-3.

KAI (2008) afirma: “El espesor de los acabados finales debe ser 0.0508mm a 0.190mm (2.0 Mils a 7.5 Mils) para áreas blancas y 0.0635mm a 0.254mm (2.5Mils a 10 Mils) para otros colores” (p.4). Estos también deberán ser registrados en el Formato C (ver anexo N°3).

Este proceso puede acoplarse con el mantenimiento de aeronaves y generar a la aeronave más liviana y poder llevar más carga útil con el mismo consumo de combustible.

Después de haber realizado todo el pintado de la aeronave, se deberá realizar una prueba de adhesión para determinar la total adherencia de la pintura en la superficie, para esto se realizará una prueba de adherencia en seco y una prueba de adherencia en húmedo, donde se deberá realizar mínimo dos pruebas por cada color y por lado.

El primero en realizar es la prueba en seco la cual se deberá usar una pulgada de ancho de la cinta 3M Company's #250. KAI (2008) nos dice: “debe estar bien adherido a la superficie presionando firmemente con el rollo de la cinta acorde con ASTM D3330 para después ser removida abruptamente con un ángulo recto del área pintada” (p.9). Luego se inspeccionará la cinta en la cual no deberá haber muestra de partículas de pintura. KAI (2008) afirma:

Para el caso de la prueba en húmedo debe estar localizado en un área de 2pulg (5.08cm) x 3pulg (7.62cm) en la cual estará una gasa humedecida con agua destilada envuelto y enmascarado para prevenir la evaporación de agua por un tiempo mínimo de 24 horas luego se secará con un paño el área de prueba y se procederá con el procedimiento como si fuera la prueba en seco. (p.9)

Los resultados obtenidos se deberán plasmar en el Formato D (ver anexo N°4).

Figura N°21: Pruebas de adhesión en seco y húmedo



Fuente: Elaboración propia.

Después de haber culminado todos los procesos de pintado, el avión estará listo y seguro sin tener el miedo a que se salga la pintura en tiempos de lluvia durante el vuelo y con una seguridad que la superficie no será afectada de manera rápida a la corrosión debido al aire contaminante corrosivo del medio ambiente y será más liviano que podrá cargar más equipajes o encomiendas.

#### 3.4.3 Capacitación al personal

Se realizará una clase teórica de generalidades de la aeronave y sus partes, para que pueda saber y entender la importancia de los componentes que tiene la aeronave y como esto puede afectar al vuelo y su operatividad.

Luego se procederá a enseñar el correcto uso de sus equipos de protección personal como respiradores con filtro de carbono ya que estos pueden ser usados durante la preparación de la pintura y cuando se requiere inspeccionar después del pintado, respiradores Full-Face de silicona con cartuchos de fibra de carbono que deberán ser usados en todo el proceso de pintado sin exceptuar el trabajo que sea, minimizar la exposición de los productos químicos y polvo, uso de traje tyvek, guantes protectores y gafas al momento

del lijado ya sea con lijadoras orbitales y/o manuales especialmente los guantes para evitar la contaminación de la superficie y la transferencia de grasa en sudor de la piel u otra contaminación de la zona y para evitar la exposición química que generara corrosión durante el trabajo.

Además, el uso correcto de los equipos y herramientas de trabajo, como el uso y calibración de medidores de presión para pintar sin preocupaciones de que le pueda dar más velocidad y dañar a la aeronave, el lijado con lijadoras que tienen que estar a 45°, teniendo en cuenta las áreas remachadas, parabrisas, componentes móviles, sensores, etc.

También, el correcto proceso de como enmascarar y proteger los equipos o partes susceptibles al momento del pintado, ya que pueden indicar mal los sensores debido a la obstrucción de pintura, las antenas pueden no emitir o recibir señales ocasionando accidentes aéreos.

Antes de pintar se deberá realizar la verificación del lote, fecha de fabricación y vencimiento y luego medición de viscosidad, realizar una prueba de pintura por cada pintura diferente en un espécimen de muestra antes de pintar la aeronave, para verificar posibles discrepancias como grumos u otros defectos.

Después de cada pintado se deberá realizar una inspección para determinar si la capa esta uniforme y libre de discrepancias, luego se deberá realizar una prueba de adhesión en seco y húmedo, para determinar la total adherencia de la pintura en la superficie de la aeronave.

La empresa deberá emitir certificados a todo el personal de pintura, indicando que el personal está apto y calificado porque conoce, comprende y realiza los procesos de pintado. Esto deberá ser elaborado por un ingeniero aeronáutico inmerso en el tema de pintado de aeronaves, a su vez se deberá realizar anualmente una

capacitación a todo el personal de pintura como una forma de no perder los conocimientos adquiridos.

### 3.5 Conclusiones

En el presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

- El SEMAN PERÚ realizará proceso de pintado de las aeronaves comerciales pasajeras Boeing 737, 767, Airbus 319, 320 y 380 generando así mayor mantenimiento y reparación de aeronaves.
- Se tendrá un taller especializado para el proceso de pintado de aeronaves comerciales pasajeras y cargueras, mediante la medición de temperatura y humedad relativa. Además de un sistema de purificación del aire por paneles filtrantes de partículas de polvo durante el proceso de pintado.
- Se obtendrá un clima laboral adecuado libre de contaminación durante el proceso de pintado bajo las normas EPA y OSHA.
- El SEMAN PERÚ obtendrá mejoramiento del proceso de pintado de las aeronaves, mediante la implementación de medición de espesores de pintura y pruebas de adhesión.
- Se eliminará el excesivo peso de la pintura en la aeronave mediante la medición de espesores de la capa de pintura.
- El SEMAN PERÚ será capaz de obtener certificados ISO9001, ISO14001, AS9100 y AS9110 como entidad de mantenimiento y reparación de aeronaves, teniendo una mayor cobertura en estados unidos, Europa y Asia.
- El personal será capacitado y calificado, para la realización del proceso de pintado obteniendo mejores acabados.
- Estarán los materiales de pintura en un almacenamiento climatizado con mejor condición de conservación.

### 3.6 Recomendaciones

- La pintura deberá ser curada a temperatura de la cabina o cuarto, evitando que la pintura este en contacto de la contaminación del exterior.
- Hacer funcionar a la cabina cada cuatro meses, en caso que no se realice el proceso de pintado durante ese lapso de tiempo.
- Verificar los paneles de filtro multi-bolsas, después de cada proceso de pintado y reemplazar una vez que estén llenas.
- Antes de la aplicación de la pintura a la aeronave, verificar la vida útil de la mezcla de pintura y desechar si el tiempo de uso expiro.
- Si es necesario, agregar thinner a la mezcla de pintura en el caso que la viscosidad esa alta.
- Durante el pintado las puertas y ventanas deberán estar manteniéndose cerrada para prevenir la entrada de polvo y contaminantes.
- Evitar pasarse los límites de espesor dados en la tabla 2 y 4.
- Desarrollar cursos de capacitación anual al personal de pintura con fin de no olvidar lo aprendido.
- Evitar almacenar pinturas e imprimantes abiertos o no sellados correctamente.



## **CAPÍTULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

#### 4.1 Tesis

- Fernando Pérez Chávez, (2006). Diseño de una cabina de pintura para elementos aeronáuticos.
- Fredy Alejandro Beltrán Gómez, (2006). Diseño de una cabina modular para el pintado de muebles de madera.
- Roberto Antonio Gonzales Dávila, (2004). Diseño de la cabina de pintura de un taller automotriz de enderezado y pintura.

#### 4.2 Manuales

- BOEING, (1996). Standard practices and structures ATA 51.
- BOEING, (2016). Aircraft maintenance manual 737-300/400/500 ATA 51-21-21.
- BOEING, (2016). Aircraft maintenance manual 737-300/400/500 ATA 51-21-72.
- KAI, (2008). Specification 81PS107-3 aircraft & its part painting.
- Products Techniques Inc., (2014). Aircraft paint application manual.

#### 4.3 Libro

- Mars G. Fontana, (1967). Corrosion engineering. New York, E.U.U.: McGraw.

#### 4.4 Publicaciones web

- Aviación Solutek (2017). Mantenimiento preventivo de aviones. Recuperado de <http://solutekaviacion.com.co/service/mantenimiento-predictivo-para-aviones/>.
- Aerocivil, (2007). Procedimiento para la evaluación y aprobación de un programa de mantenimiento continuo. Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-laaviacioncivil/vigilancia/Gua%20Inspector%20Aeronavegabilidad/CAPITULO%20IV%20v2.p4.pdf>.
- ELCOMETER (2015). Hoja técnica de ELCOMETER 456 en Español. Recuperado de <http://www.elcometer.com/images/stories/PDFs/Data sheets/ Spanish/456.pdf>.

- Guido Muñoz Caprile, (s.f.). Uso de productos CPC para combatir la corrosión en unidades navales, de la Aeronáutica a la Náutica. Recuperado de <http://www.fontem.com/archivos/35.pdf>.
- Henkel, (2017). Concepto de alodine. Recuperado de [http://la.henkel-adhesives.com/3067\\_MXE\\_HTML.htm?nodeid=8797571448974](http://la.henkel-adhesives.com/3067_MXE_HTML.htm?nodeid=8797571448974).
- Inpra latina, (s.f.). Conceptos dados por la industria de pinturas y recubrimientos. Recuperado de [http://www.inpralatina.com/articulos/pinturas -y-recubrimientos/](http://www.inpralatina.com/articulos/pinturas-y-recubrimientos/).
- Manual de inspector de aeronavegabilidad, (2000). Monitoreo/revisión del programa de mantenimiento de la aeronavegabilidad continua. Recuperado de [http://www.dgac.gob.bo/DSO/manualesDSO/MGIA/Vol %20III/VOL3 CAP36R2.pdf](http://www.dgac.gob.bo/DSO/manualesDSO/MGIA/Vol%20III/VOL3CAP36R2.pdf).
- Manual del inspector de aeronavegabilidad, (2011). Evaluación/ revisión del programa de mantenimiento de aeronavegabilidad continuada. Recuperado de [http://www.dgac.gob.bo/DSO/manualesDS O/MGIA/Vol% 20II/VOL2CAP64R10.pdf](http://www.dgac.gob.bo/DSO/manualesDSO/MGIA/Vol%20II/VOL2CAP64R10.pdf).
- Manual del inspector de aeronavegabilidad, (2014). Evaluación del programa de mantenimiento. Recuperado de [https://www.mtc.gob.pe/transportes/aeronautica\\_civil/doc\\_informativos/documentos/mia/MIA%20NE%20Ed%202%20Rev%20Original/PARTE%20IV%20%20EXPLOTADORES/VOL%20I%20%20CERTIFICACION%20EXPLOTADORES/Cap%209%20%20Evaluacion%20del%20Programa%20de%20Mantenim iento.pdf](https://www.mtc.gob.pe/transportes/aeronautica_civil/doc_informativos/documentos/mia/MIA%20NE%20Ed%202%20Rev%20Original/PARTE%20IV%20%20EXPLOTADORES/VOL%20I%20%20CERTIFICACION%20EXPLOTADORES/Cap%209%20%20Evaluacion%20del%20Programa%20de%20Mantenimiento.pdf).
- Products Techniques Inc., (2012). Product data sheet, PTS-202 paint remover. Recuperado de [https://www.aircraftspruce.com/catalog/pdf/P TS-202%20PD.pdf](https://www.aircraftspruce.com/catalog/pdf/PTS-202%20PD.pdf).
- Roltec., (2017). Ventiladores centrifugos. Recuperado de [https://spa nish.alibaba.com/product-detail/china-factory-supplier-favorable-price-centrifugal-blower-fan-60608030488.html](https://spanish.alibaba.com/product-detail/china-factory-supplier-favorable-price-centrifugal-blower-fan-60608030488.html).

## **CAPÍTULO V: GLOSARIO DE TÉRMINOS**

## 5.1 Glosario de términos

### A

**Adherencia:** Unión física, resistencia tangencial que se produce en la superficie de contacto entre dos cuerpos cuando se intenta que una se deslice.

**Aeródromo:** Terreno llano provisto de pista y demás instalaciones necesarias para el despegue y aterrizaje de aeronaves, generalmente de carácter militar y más reducido que el aeropuerto.

**Aeronavegabilidad:** Es la capacidad de una aeronave para cumplir con seguridad con las condiciones de utilización previstas conforme al diseño de tipo de aeronave.

**Aerotecnia:** Técnica que aplica la aerodinámica al funcionamiento de aeronaves.

**Agente químico:** Todo elemento, sustancia, compuesto o producto químico, natural o sintético, que en forma de sólidos, gases, vapores, nieblas, humos, líquidos, partículas o aerosoles, se integra al ambiente y queda disponible para la exposición de los individuos presentes en él.

**Alodine:** Este revestimiento proporciona protección mejorada a la corrosión y adhesión de pintura en metales ligeros y sus aleaciones, para revestimientos operativos y anodizadores adecuados para uso en aluminio, magnesio y otras aleaciones no ferrosas.

**Análisis químico:** Determinación de la composición química de una sustancia.

**ANAC:** La administración nacional de aviación civil que administra los servicios de navegación aérea, aeropuertos y seguridad operacional.

**Anticorrosivo:** Sustancia que se añade a un metal para evitar que se corra o que corra a otros con el que pueda entrar en contacto.

AS9100: Es un sistema de gestión de calidad ampliamente aceptado y estandarizado para la industria aeroespacial.

## B

Boiler: Aparato que calienta sustancia y cuya fuente de calor es el gas o electricidad.

## C

Cabina: Cuarto o recinto cerrado y aislado, adaptado para diversos usos.

Calidad: Adecuación de un producto o servicio a las características especificadas.

Calibración: Es el proceso de comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia (o estándar).

Capacitación: La capacitación es un proceso continuo de enseñanza-aprendizaje, mediante el cual se desarrolla las habilidades y destrezas de los servidores, que les permitan un mejor desempeño en sus labores habituales.

Catalizado: Que acelera una reacción química sin participar en ella.

Carga útil: La carga útil de un vehículo es la masa que resulta de restar a la Masa Máxima Autorizada (MMA) y la tara del mismo.

Certificación: Documento en que se asegura la verdad de un hecho.

Composito: Material compuesto por dos o más componentes cuyas propiedades son superiores a las que tienen cada uno por separado permaneciendo todos perfectamente identificables en la masa del elemento.

COV: Compuestos orgánicos volátiles que son contaminantes del aire y cuando se mezclan con óxidos de nitrógeno reaccionan para formar ozono.

## D

Decapante: Que se utiliza para el proceso de eliminar la pintura u otras superficies plásticas o vinílicas o cualquier material que recubre una superficie.

Desalinización: Es un proceso mediante el cual se elimina la sal.

DGAC: Dirección general de la aviación civil que se encarga de la seguridad aeronáutica del país y la infraestructura aeroportuaria nacional.

Diluyente: Que se añade a una disolución para disminuir su concentración y hacerla más fluida.

DMA: Depósito de material aeronáutico.

Drawing: Significado en español plano de ingeniería.

## E

EASA: Significado en español agencia europea de seguridad aérea, su función es unificar los estándares comunes de aeronavegabilidad en los estados miembros de la unión europea.

Ensamblaje: Unir, acoplar dos o más piezas.

Envergadura: Distancia entre las dos puntas de las alas de un avión.

EPP: Equipos de protección personal.

Epoxi: El epoxi es la resina más idónea que se pueda utilizar en cualquier sistema de pintura de alto rendimiento, ya que tiene la capacidad de transformarse a partir del líquido en un recubrimiento sólido, resistente y duro.

Espesor: Dimensión más pequeña de un cuerpo de tres dimensiones.

## F

FAA: Significado en español la administración federal de aviación es la autoridad nacional de aviación de los Estados Unidos.

FAP: Fuerza aérea del Perú.

## H

Hangar: Cobertizo grande de los aeródromos destinado a albergar los aviones de la intemperie.

## I

Imprimante: La imprimación es el proceso por el cual se prepara una superficie para un posterior pintado. A la superficie ya imprimada se le llama soporte pictórico.

ISO 9001: Norma internacional que se aplica a los sistemas de calidad.

## K

Kit: Conjunto de piezas de un objeto o aparato que se venden con un folleto de instrucciones para montarlo con facilidad.

## L

Life limit: Significado en español, tiempo de vida útil.

Lijadora orbital: Estas lijadoras combinan la velocidad y agresividad. Sus resultados se suscitan al girar simultáneamente el disco lijador y moviéndolo en elipses, lo cual garantiza que ninguna parte del material abrasivo se desplace por el mismo trayecto dos veces.

Lux: Esta unidad se deriva de otra llamada lumen, que mide el flujo luminoso. Una cantidad de iluminación de 1 lux equivale a 1 lumen por metro cuadrado. Es decir, si una sala está iluminada por una bombilla de 1.000 lumen, y la superficie de la sala es de 10 metros cuadrados, el nivel de iluminación será de 100 lux.

## M

Micrón: Antigua denominación del micrómetro.

Modificaciones: Es un cambio o alteración de algo. Puede tener un sentido cuantitativo o cualitativo.



Moisture: Agua u otro líquido en pequeña proporción como vapores estos pueden contener partículas.

## N

Normatividad: Es el conjunto de reglas o leyes que se encargan de regir el comportamiento adecuado de las personas en una sociedad.

Normas EPA: Palabra en inglés cuyo significado es la agencia de protección del medio ambiente.

## O

OMA: Organización de Mantenimiento Aprobada.

Overhaul: El mantenimiento overhaul es una compleja tarea que abarca el trabajo en las estructuras, interiores, sistemas y aviónica. Los elementos que componen la aeronave se montan y se desmontan.

## P

Polímeros: Son macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión mediante enlaces covalentes de una o más unidades simples llamadas monómeros.

Poliuretano: Sustancia plástica que se emplea principalmente en la preparación de barnices, adhesivos y aislantes térmicos.

Pot life: Palabra en inglés cuyo significado es tiempo de vida.

PREVAC: Prevención de accidentes.

Pulverización: Es el procedimiento de pulverizar y el resultado del mismo.

Pylon: Soporte carenado del motor.

## Q

QAR: Siglas en inglés cuyo significado es reporte de aseguramiento de calidad.

## R

RAP: Siglas cuyo significado es regulaciones aeronáuticas peruanas.

Revestimiento: Capa de algún tipo de material con la que se cubre una superficie.

Router CNC: Es una herramienta muy útil que sirve para cortar gran variedad de materiales blandos como aluminio, láminas de acero, latón, bronce, etc.

## S

SMS: Siglas en inglés cuyo significado es Gestión de Seguridad Operacional.

SOx: Iones o radicales de óxidos de azufres.

Sustrato: Cosa que está en la base u origen de algo.

## V

Viscosidad: La viscosidad es una propiedad física característica de todos los fluidos que emerge de las colisiones entre las partículas del fluido que se mueven a diferentes velocidades, provocando una resistencia a su movimiento.

## **CAPÍTULO VI: ANEXOS**