

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**“RECONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE LA CABINA DEL  
AVIÓN DOUGLAS DC-3 DE LA COMPAÑÍA SERVICIO AÉREO  
REGIONAL EN LA CIUDAD DE SHELL – MERA, PROVINCIA DE  
PASTAZA”**

**POR:**

**ABARCA PEÑAFIEL VINICIO PAÚL**

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título  
de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCIÓN MOTORES**

**AÑO**

**2013**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el **Sr. ABARCA PEÑAFIEL VINICIO PAÚL**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**.

---

**Ing. Guillermo Trujillo.**

**Latacunga, Julio 03 del 2013**

## **DEDICATORIA**

Muy especial les dedico a mi madre y toda mi familia que siempre han estado incondicionalmente brindándome su amor y apoyo en todo momento durante esta etapa y toda mi vida. Por enseñarme valores como la humildad, el esfuerzo y sacrificio. Enseñarme a enfrentar los obstáculos que se presenten día a día. Son la propulsión de mi motivación para seguir adelante.

A mis amigos, una amistad de plena sinceridad y respeto, que hemos vivido tantas alegrías y tristezas. Compartiendo consejos y experiencias pasadas, las cuáles han servido para mejorar como amigo, compañero y persona.

Al personal docente por enseñarnos desinteresadamente sus conocimientos adquiridos y contribuir a nuestra formación profesional.

**Sr. Abarca Peñafiel Vinicio Paúl**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por la vida que me ha dado, por guiarme por su camino y sus bendiciones de cada mañana. A mi madre por enseñarme las cosas buenas de la vida, por permitirme tener la oportunidad de aprovechar y culminar mi carrera profesional. A mis primos, tíos y abuelos que han sido un apoyo inmenso además de su filosofía y consejos.

A mi director de trabajo de graduación Ing. Guillermo Trujillo por su tiempo, paciencia y guía durante todo este trabajo, a los Sres. Jair Nazareno, Tarcisio Kuja, mecánico de la compañía Servicio Aéreo – Regional. Tlgo. Miguel Pozo, jefe de mantenimiento y Cap. Edgar Rosero por el auspicio del mismo.

A mis compañeros Andrés, Tito y David por su cooperación y el esfuerzo que juntos, logramos este reto propuesto.

**Sr Abarca Peñafiel Vinicio Paúl**

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene de forma escrita el proceso del desarrollo práctico en la reconstrucción, reparación y adecuación de la cabina Douglas DC-3.

Además consta de un análisis económico del presupuesto y costo total e individual de cada uno de los materiales utilizados, así como las herramientas y equipos de seguridad que fueron necesarias en el trascurso del proyecto.

El tema fue planteado bajo un estudio e investigación a fondo de las necesidades requeridas por la compañía y se obtuvo como resultado la realización de un simulador de movimientos, con el fin de ayudar al continuo entrenamiento de los pilotos y personal técnico, además, de los estudiantes de mecánica aeronáutica destinados a realizar sus respectivas practicas pre profesionales finalizados cada ciclo semestral.

La adecuación se realizó de tal manera para proporcionar la mayor confortabilidad y seguridad posible al operario e impactar con su imagen a todo público.

## **SUMMARY**

This graduate work in writing containing the practical development process in the reconstruction, repair and upgrading of the Douglas DC-3 cockpit.

Also includes an economic analysis of budget and individual and total cost of each of the materials used as well as the tools and safety equipment that were necessary in the course of the project.

The issue was raised under a thorough study and research of the needs required by the company and as a result was obtained performing a motion simulator, in order to help the continuous training of pilots and technical personnel, moreover, the aeronautical mechanics students destined to make their pre-professional practice completed each semester cycle.

The adaptation was done so to provide the greatest possible comfort and safety to the operator and impact their image to the public.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
RESUMEN.....	V
SUMMARY.....	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XV

### CAPÍTULO I

EL TEMA.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Generales.....	2
1.3.2 Específicos.....	2
1.4 Alcance.....	2

### CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO .....	3
2.1 Avión Douglas DC-3.....	3
2.1.1 Historia del Douglas DC-3.....	3
2.1.2 Características del Douglas DC-3.....	5
2.1.2.1 Fuselaje.....	6
2.1.2.2 Ventanas .....	7
2.1.2.2.1 Parabrisas.....	7
2.2 Instrumentos de la cabina.....	7

2.2.1 Instrumentos de vuelo del panel de mandos.....	7
2.2.1.1 Altímetro.....	7
2.2.1.2 Anemómetro o indicador de velocidad.....	10
2.2.1.3 Horizonte artificial.....	9
2.2.1.4 Indicador de viraje (bastón y bola).....	9
2.2.1.5 Indicador de velocidad vertical.....	10
2.2.2 Instrumentos de navegación del panel de mandos.....	10
2.2.2.1 Indicador de dirección.....	11
2.2.2.2 Brújula.....	12
2.2.2.3 Indicador de ADF.....	12
2.2.2.4 Indicador de VOR.....	13
2.2.3 Instrumentos del panel del motor.....	14
2.2.3.1 Indicador de presión de aceite.....	14
2.2.3.2 Indicador de temperatura de aceite.....	14
2.2.3.3 Indicador de termómetro de la culata de cilindro.....	15
2.2.3.4 Indicador de gases de escape.....	16
2.2.3.5 Indicador de presión de combustible.....	16
2.2.3.6 Indicador de flujo de combustible.....	17
2.2.3.7 Indicador de cantidad de combustible.....	18
2.2.3.8 Tacómetro.....	18
2.3 Corrosión .....	19
2.3.1 Factores que afectan a la corrosión.....	20
2.3.2 Tipos de corrosión .....	20
2.3.2.1 Corrosión galvánica.....	20
2.3.2.2 Corrosión por fisuras.....	21
2.3.2.3 Corrosión intergranular.....	21
2.3.2.4 Corrosión por fatiga.....	22
2.3.2.5 Corrosión por picadura.....	23
2.3.2.6 Corrosión atmosférica.....	23
2.3.3 Métodos para detectar la corrosión.....	24
2.3.3.1 Inspección visual.....	24
2.3.3.2 Líquidos penetrantes.....	25
2.3.3.3 Inspección por ultrasonido.....	26

2.3.3.4 Inspección por partículas magnéticas.....	27
2.3.3.5 Inspección por rayos X.....	28
2.2.4 Pintura.....	29
2.2.4.1 Solventes, diluyentes y productos de acabado.....	29
2.2.4.2 Métodos para pintar.....	30
2.2.4.3 Rotulación y métodos para pintar marcas de identificación.....	31
2.2.4.4 Marcas de nacionalidad.....	31
2.2.5 Tapicería de cabina .....	32
2.2.5.1 Instalación de tapicería en aviones no presurizados.....	32
2.2.5.2 Decoración interior de cabina.....	32
2.2.5.3 Limpieza y cuidados de tapicería .....	33

### CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA.....	34
3.1 Preliminares.....	34
3.2 Rehabilitación.....	35
3.2.1 Reparación y adecuación conjuntos internos-externos.....	36
3.2.1.1 Reparación sección posterior.....	36
3.2.1.2 Adecuación del conjunto de puerta de acceso a cabina.....	40
3.2.1.3 Ventanas y marcos .....	43
3.2.2 Adecuación interna de la cabina.....	45
3.2.2.1 Adecuación de los instrumentos en el panel de mandos.....	45
3.2.2.2 Instalación de piso.....	49
3.2.2.3 Instalación y tapizado de asientos.....	50
3.2.2.4 Tapizado de cabina.....	51
3.2.3 Adecuación externa de cabina.....	51
3.2.3.1 Reparación de nariz de cabina.....	51
3.2.3.2 Proceso de fondo y pintura.....	52
3.2.3.2.1 Proceso anticorrosivo.....	52
3.2.3.2.2 Proceso de fondo.....	53
3.2.3.2.3 Proceso de pintura.....	54
3.3 Codificación de máquinas, herramientas y materiales.....	58

3.4 Diagrama de proceso de reparación de cabina.....	61
3.4.1 Diagrama de proceso de reconstrucción sección posterior.....	61
3.4.2 Diagrama de proceso de instalación de piso.....	63
3.4.3 Diagrama de pintado de nariz.....	65
3.4.4 Diagrama de proceso de pintado de cabina.....	67
3.4.5 Diagrama de proceso de ensamblaje de cabina .....	69
3.6 Manual de uso, mantenimiento y hojas de registro .....	70
3.6.1 Descripción general.....	70
3.6.2 Registro de datos técnicos.....	70
3.7 Análisis económico.....	76
3.7.1 Recursos.....	76
3.7.2 Costos.....	76
3.7.2.1 Costo primario.....	77
3.7.2.2 Costo secundario.....	77
3.7.2.3 Costo total.....	78

## CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
4.1 Conclusiones.....	79
4.2 Recomendaciones.....	79
GLOSARIO.....	80
BIBLIOGRAFÍA.....	83
NETGRAFÍA.....	83
ANEXOS.....	85
HOJA DE VIDA.....	111
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS.....	113
CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	114

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO III

Tabla 3.1. Codificación de máquinas.....	58
Tabla 3.2. Codificación de herramientas.....	59
Tabla 3.3. Codificación de materiales.....	60
Tabla 3.4. Simbología.....	60
Tabla 3.5. Proceso de reconstrucción sección posterior.....	62
Tabla 3.6. Proceso de instalación de piso.....	64
Tabla 3.7. Proceso de pintado de nariz de avión.....	66
Tabla 3.8. Proceso de pintado de cabina.....	68
Tabla 3.9. Recursos humanos.....	76
Tabla 3.10. Costo primario.....	77
Tabla 3.11. Costos secundarios.....	77
Tabla 3.12. Costo total.....	78

# ÍNDICE DE FIGURAS

## CAPÍTULO II

Figura 2.1. Douglas DC-3.....	4
Figura 2.2. Características Douglas DC-3 .....	5
Figura 2.3. Fuselaje semimonocasco .....	6
Figura 2.4. Altímetro.....	8
Figura 2.5. Anemómetro.....	8
Figura 2.6. Horizonte artificial.....	9
Figura 2.7. Indicador de viraje.....	10
Figura 2.8. Variómetro.....	11
Figura 2.9. Indicador de dirección.....	11
Figura 2.10. Brújula.....	12
Figura 2.11. Indicador de ADF.....	13
Figura 2.12. OmniBearingIndicator.....	13
Figura 2.13. Indicador de presión de aceite.....	14
Figura 2.14. Indicador de temperatura de aceite.....	15
Figura 2.15. Indicador de T° de culata de cilindro.....	15
Figura 2.16. EGT.....	16
Figura 2.17. Indicador de presión de combustible.....	17
Figura 2.18. Indicador de flujo de combustible.....	17
Figura 2.19. Medidores de combustible.....	18
Figura 2.20. Tacómetro.....	19
Figura 2.21. Corrosión.....	19
Figura 2.22. Corrosión galvánica.....	20
Figura 2.23. Corrosión por fisura.....	21
Figura 2.24. Corrosión intergranular.....	22
Figura 2.25. Corrosión por fatiga.....	22
Figura 2.26. Corrosión por picadura.....	23
Figura 2.27. Corrosión atmosférica.....	24
Figura 2.28. Inspección visual.....	25
Figura 2.29. Líquidos penetrantes.....	26

Figura 2.30. Inspección por ultrasonido.....	27
Figura 2.31. Partículas magnéticas.....	28
Figura 2.32. Rayos X.....	28

### CAPÍTULO III

Figura 3.1. Cabina Douglas DC-3 deteriorada.....	35
Figura 3.2. Cabina montada en estructura.....	36
Figura 3.3. Sección posterior destruida.....	37
Figura 3.4. Larguerillos nuevos.....	37
Figura 3.5. Largueros y larguerillos montados.....	38
Figura 3.6. Lamina instalada.....	39
Figura 3.7. Incorporación parte estructural posterior.....	40
Figura 3.8. Conjunto de puerta de ingreso a cabina.....	41
Figura 3.9. Conjunto de puerta en desmontaje y mantenimiento.....	42
Figura 3.10. Montaje de conjunto de puerta de acceso a la cabina.....	43
Figura 3.11. Ventanas Douglas DC-3.....	44
Figura 3.12. Marcos en mantenimiento.....	44
Figura 3.13. Instalación de ventanas y marcos.....	45
Figura 3.14. Panel principal de instrumentos.....	46
Figura 3.15. Montaje de instrumentos de panel de copiloto.....	47
Figura 3.16. Montaje de instrumentos del panel del motor.....	48
Figura 3.17. Montaje de instrumentos de comunicación y navegación.....	48
Figura 3.18. Instalación de piso.....	49
Figura 3.19: Instalación y tapizado de asientos.....	50
Figura 3.20. Tapizado de cabina.....	51
Figura 3.21. Nariz en tratamiento de fallas.....	52
Figura 3.22. Remoción de corrosión.....	53
Figura 3.23. Cabina “fondeada”.....	54
Figura 3.24. Cabina pintura blanca.....	55
Figura 3.25. Cabina y morro en proceso de pintado.....	56
Figura 3.26. “Stikers” de la cabina.....	57
Figura 3.27. Recubrimiento parte posterior.....	58

Figura 3.28. Diagrama de proceso de reconstrucción sección posterior.....	61
Figura 3.29. Diagrama de proceso de instalación de piso.....	63
Figura 3.30. Diagrama de pintado de nariz de avión.....	65
Figura 3.31. Diagrama de proceso de pintado de cabina.....	67
Figura 3.32. Diagrama de proceso de ensamblaje de cabina.....	69

## ÍNDICE DE ANEXOS

### ANEXO

Anexo A Carta de aceptación del proyecto.....	86
Anexo B Herramientas utilizadas.....	88
Anexo C Equipos de seguridad.....	92
Anexo D Máquinas utilizadas.....	94
Anexo E Cabina Douglas en estado deteriorado.....	96
Anexo F Cabina Douglas en mantenimiento.....	98
Anexo G Cabina Douglas reparada.....	100
Anexo H Cabina Douglas en auto CAD.....	102
Anexo I RDAC 045.....	104

## **CAPÍTULO I**

### **EL TEMA**

#### **1.1 Antecedentes**

La Compañía de Servicio Aéreo Regional caracterizada por ser una de las mejores en aviación menor, presta servicios durante quince años en la Región Amazónica y parte de la Región Sierra, la misma que brinda servicios de transporte de carga y pasajeros y cuenta con una flota moderna de aviones.

Hace cuatro meses la compañía adquirió una cabina de un Avión Douglas DC-3 en mal estado, con el fin de construir un simulador de movimientos de una aeronave para la práctica constante de sus pilotos, debido a que varias veces por el mal estado del clima en la Región, sus pilotos pasan tiempo sin volar, lo que ocasiona tiempos muertos.

#### **1.2 Justificación**

La aviación civil oriental del Ecuador se ha desarrollado desde siempre sujeto a varios factores los cuáles mueven el fluido operacional de vuelos. Entre ellos está el clima, uno de los más apreciables, debido, a que, el oriente ecuatoriano cuenta con abundante selva tropical, una humedad relativa del 85% al 90% y las precipitaciones diarias son del 10% al 20% durante todo el año, provoca la constante observación de éste para el desarrollo de las actividades aéreas.

La compañía Servicio Aéreo-Regional al estar bajo este medio de atención, requiere la importancia de dar solución y posibles alternativas al adiestramiento

de los pilotos presentes cuando no exista movimiento alguno de las labores frecuentes. Así, la implementación de un simulador satisfecerá ésta necesidad, beneficiando y fortaleciendo al máximo las capacidades de los mismos.

Siendo un proyecto único e innovador dentro de la misma empresa y de la provincia de Pastaza, es un modelo a seguir para el resto de aerolíneas operables en el Oriente y en el país. Además aporta con la inversión tecnológica actualizada y el avance hacia la modernización de la aviación civil.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Generales**

**“RECONSTRUIR Y ADECUAR LA CABINA DEL AVIÓN DOUGLAS DC-3 DE LA COMPAÑÍA SERVICIO AÉREO REGIONAL EN LA CIUDAD DE SHELL – MERA PROVINCIA DE PASTAZA”**

#### **1.3.2 Específicos**

- Analizar la manera más sofisticada de reconstrucción y adecuación.
- Reconstruirlas zonas deterioradas de la cabina DC-3.
- Completar con instrumentos el panel principal de la cabina.
- Adecuar de la mejor manera la cabina DC-3 reconstruida.

### **1.4 Alcance**

El presente proyecto permitirá al personal técnico de la Compañía Servicio Aéreo Regional, ubicado en la provincia de Pastaza ciudad de Shell-Mera, reconocer y comprender el mantenimiento y adecuación de la estructura de la cabina junto con su panel principal de instrumentos. Optimizará los espacios vacíos de los pilotos mediante el continuo adiestramiento en el simulador, los cuales, deben sentirse confortables y cómodos al momento de realizar la práctica. Además servirá de apoyo a los estudiantes de mecánica y curso de piloto privado.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Avión Douglas DC-3**

##### **2.1.1 Historia del Douglas DC-3**

Su desarrollo se debió en parte por la competencia que representó la aparición del Boeing 247, un avión con características similares, hacia 1933. Sin embargo, las prestaciones que ofrecía el Douglas DC-3 le hicieron merecedor del lugar que ocupa en la historia.

El primer proyecto fue el DC-1 (Douglas Commercial-1), para 12 pasajeros, construido en un único ejemplar, que voló en julio de 1933. El DC-2 fue de fuselaje ensanchado, de más envergadura y con motores más potentes, llamado "DST" (Douglas Sleeper Transport). Este fue el verdadero origen del DC-3, que fue el nombre que se dio a una versión diurna para rutas más cortas, con capacidad para 21 pasajeros. Esta capacidad fue la que lanzó al DC-3 a la conquista definitiva del transporte aéreo de pasajeros. La compañía Douglas vendió 400 de estos aviones a las principales compañías de aviación de la época y rápidamente desplazaron al tren en los viajes de larga distancia dentro de los Estados Unidos de América.

Durante la Segunda Guerra Mundial muchos de estos aviones fueron reconvertidos para su uso militar y se construyeron miles de unidades de variantes de este avión denominadas C-47, C-53, R4D y Dakota. Tras la contienda, miles de estos aviones fueron reconvertidos para uso civil y convirtieron al DC-3 en el equipamiento estándar durante muchos años de todas las compañías de aviación del mundo.

Entre muchas curiosidades se encuentra el que sea el único avión de tren

retráctil en el mundo capaz de aterrizar con sus ruedas guardadas sin dañar las superficies o las hélices.

Esto se debe a que parte del sistema queda expuesto cuando se guarda, ya que tiene (como muchos aviones de la época) sus trenes principales alojados en un compartimiento inferior del carenaje de los motores. Si al presentarse una falla hidráulica, los trenes principales no descendían de su posición, era posible de todos modos que el suelo hiciera contacto con ellos si era posible apagar los motores y dejar sus hélices detenidas en una "Y" invertidas.

De esta manera se podía aterrizar de forma segura, sin dañar los motores y sin exponer la estructura. Sin embargo, y muy a pesar de las ventajas que presentaban las nuevas versiones para el transporte aéreo masivo, muchas desaparecieron en el olvido de la historia bajo distintas circunstancias, mientras que el Douglas DC-3 continúa aun volando en algunos países, e incluso existen versiones repotenciadas con motores turbohélice. Este hecho lo convierte para muchos en el mejor avión que haya visto el siglo XX, ya que a pesar de todo, ha volado por poco más de setenta años en todos los lugares del mundo, siendo un ícono de los tiempos pasados y presentes de la aviación.”<sup>1</sup>



Figura 2.1. Douglas DC-3  
Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Douglas\\_DC-3](http://es.wikipedia.org/wiki/Douglas_DC-3)

---

<sup>1</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Douglas\\_DC-3](http://es.wikipedia.org/wiki/Douglas_DC-3)

## 2.1.2 Características del Douglas DC-3<sup>2</sup>

### Características técnicas:

- **Envergadura:** 28,95m.
- **Longitud:** 19,65m.
- **Altura:** 5,77m.
- **Peso máximo:** 11.890kg.
- **Carga:** 3.00kg.
- **Velocidad crucero:** 300km/h.
- **Tripulación:** 2 pilotos, 1 auxiliar de vuelo.
- **Motores:** 2 Wright R-1820 o Pratt&Whitney R-1830-92 Twin Wasp de 1.200 HP, con 14 cilindros de disposición radial de dos bielas maestras, enfriados por aire, de temperatura regulable, y con hélices de 3 palas de paso variable y velocidad constante a 2500 RPM.

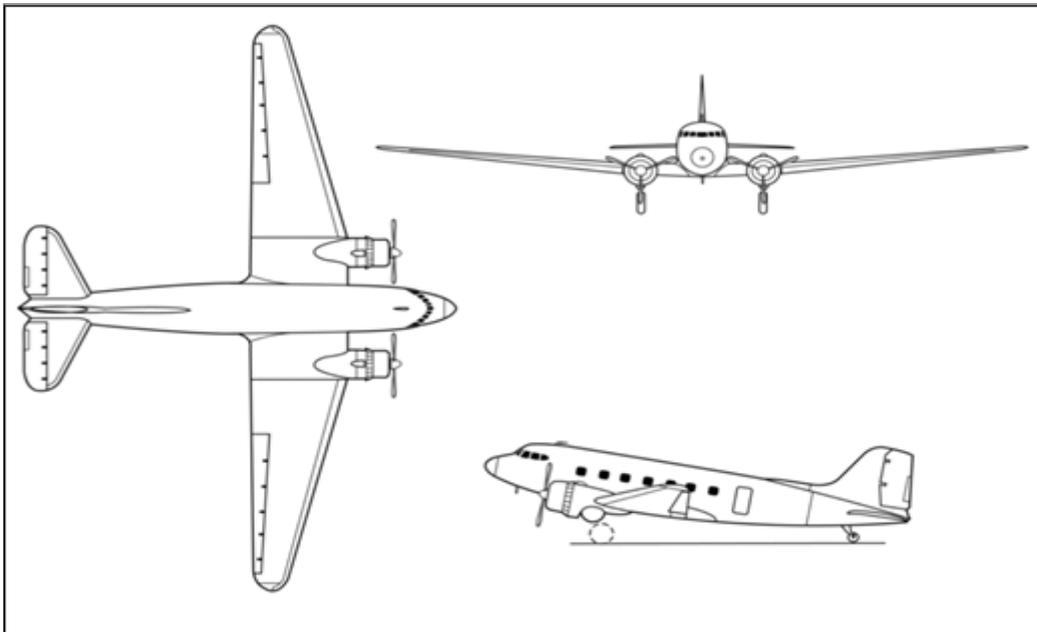


Figura 2.2. Características Douglas DC-3

Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Douglas\\_DC-3](http://es.wikipedia.org/wiki/Douglas_DC-3)

<sup>2</sup> <http://www.airventuremuseum.org/collection/aircraft/2Douglas%2520DC-3%2520Specifications.asp&>

### 2.1.2.1 Fuselaje

El fuselaje es el cuerpo estructural del avión, en su interior se sitúan la cabina de mando, la cabina de pasajeros y las bodegas de carga, además de diversos sistemas y equipos que sirven para dirigir el avión. Se considera la parte central porque a ella se acoplan directamente o indirectamente el resto de partes como las superficies aerodinámicas, el tren de aterrizaje y el grupo motopropulsor. El fuselaje variará dependiendo de las tareas que el avión va a desempeñar.

#### ➤ Fuselaje Semimonocasco

Este tipo de fuselaje tiene su origen en la industria naval, fue utilizado en hidroaviones. Es el más usado hoy en día, resolviendo el problema del peso y espesor del anterior modelo. Las cuadernas se unen mediante largueros y larguerillos que recorren el avión longitudinalmente. Los largueros y larguerillos permiten el adelgazamiento de la chapa de revestimiento. Todo esto forma una compleja malla de cuadernas, larguerillos, largueros y revestimiento, unida mediante pernos, tornillos, remaches y adhesivos<sup>3</sup>.



Figura 2.3. Fuselaje Semimonocasco

Fuente:

[http://4.bp.blogspot.com/\\_QcPSRUCyrgg/R6cDHIwQ7jI/oYo/s400/insise-747.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_QcPSRUCyrgg/R6cDHIwQ7jI/oYo/s400/insise-747.jpg)

---

<sup>3</sup> <http://www.ivao.es/pdf>.

[dtotraining//estructurasprincipalesdelavión/fuselaje/fuselajesemimonocasco.pdf](http://dtotraining//estructurasprincipalesdelavión/fuselaje/fuselajesemimonocasco.pdf)

### **2.1.2.2 Ventanas**

Las ventanas de los aviones son las aberturas que se practican en el fuselaje para instalar transparencias que permitan ver el exterior. Encontramos dos tipos de aberturas. Las ventanas frontales situadas en la cabina de mandos se denominan parabrisas, mientras que el resto ventanillas. Las ventanillas de un avión se componen de dos paneles de presión y de un tercer panel interior que impide acceder a los otros y tener un accidente.

#### **2.1.2.2.1 Parabrisas**

El parabrisas está formado por capas de vidrio templado, que aguanta las cargas de presurización y aerodinámicas; y otras capas de polivinilo que proporciona resistencia al impacto de las aves u otros objetos. El objetivo de los parabrisas, aparte de proporcionar una buena visión al piloto, es la de protegerlo de impactos de aves u otros móviles, de ahí el uso de tantas capas.<sup>4</sup>

## **2.2 Instrumentos de la cabina**

### **2.2.1 Instrumentos de vuelo del panel de mandos**

#### **2.2.1.1 Altímetro**

El altímetro muestra en pies (ft) o metros (m) la altitud a la cual está volando el avión. A partir de las tomas estáticas, mide la presión atmosférica existente a la altura en que el avión se encuentra y están conectadas mecánicamente a las agujas del indicador marcan la altitud sobre una escala granulada.

La torre de control da el dato de presión para que el piloto gradúe dicho instrumento, esto se debe a que la presión atmosférica cambia diariamente en función de la humedad, temperatura y viento.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> <http://www.ivao.es/pdf.dtotraining//estructurasprincipalesdelavión/parabrisasyventanilla/pdf>.

<sup>5</sup> <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV14.html>



Figura 2.4. Altimetro

Fuente:<http://buckerbook.com/es/139-altimetro.html>

### 2.2.1.2 Anemómetro o indicador de velocidad

Es el indicador de la velocidad con respecto al aire y no con respecto a la superficie, esta expresada en nudos (kn), o bien en millas por hora (mph). Su funcionamiento se basa en la comparación de la presión estática y la presión mediante un sistema llamado Sistema pitot-estática.



Figura 2.5. Anemómetro

Fuente:<http://www.aeroplans-blaus.com/372-anemometro-3.html>

### 2.2.1.3 Horizonte artificial

Es un instrumento que muestra la actitud del avión respecto al horizonte. Su función consiste en proporcionar al piloto una referencia inmediata de la posición del avión en alabeo y cabeceo; es decir, si está inclinado lateralmente, con el morro arriba o abajo, o ambas cosas, con respecto al horizonte. La incorporación del horizonte artificial a los aviones ha sido fundamental para permitir el vuelo en condiciones de visibilidad reducida o nula.<sup>6</sup>



Figura 2.6. Horizonte artificial

Fuente:<http://www.taringa.net/info/Como-aterrizar-un-avion-en-emergencias.html>

### 2.2.1.4 Indicador de viraje (bastón y bola)

Este instrumento muestra dos indicadores en el mismo aparato: El indicador de viraje y el indicador de coordinación de viraje.

Indicador de viraje tiene forma de bastón o el perfil de un avión en miniatura y muestra si el avión está girando y hacia qué lado lo hace, además de servir como fuente de información de emergencia en caso de avería del horizonte artificial.

---

<sup>6</sup> <http://tacavirtual.vndv.com/escuela/ifr/ifr.htm>

Coordinador de viraje o bola: consiste de un tubo transparente de forma curvada que contiene queroseno en su interior y una bola negra de acero y sirve como indicador de balance de las fuerzas gravitatoria y centrifuga que actúan sobre el avión y muestra de forma visual la coordinación o descoordinación en el uso de los mandos.<sup>7</sup>



Figura 2.7. Indicador de viraje

Fuente: <http://www.manualvuelo.com/INS/INS28.html>

### 2.2.1.5 Indicador de velocidad vertical

También conocido como variómetro o climb enseña el ascenso/descenso y vuelo nivelado de la aeronave en pies por minuto (f.p.m) y funciona con presión estática. El variómetro tiene una única aguja sobre un dial con una escala que comienza en cero en la parte central de la izquierda. Su lectura: Las marcas por encima del cero indican ascenso, las situadas por debajo descenso, y el cero vuelo nivelado. En aviones ligeros, la escala suele estar graduada con cada marca representando una velocidad de ascenso o descenso de cien pies por minuto (100 f.p.m.), hasta un máximo de 2000 f.p.m.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV16.html>

<sup>8</sup> <http://www.pasionporvolar.com/instrumentos-del-vuelo-variometro>



Figura 2.8. Variómetro

Fuente: <http://bsas-vac.tripod.com/Dfc/Vuelo1/Instrumental/instru9.html>

## 2.2.2 Instrumentos de navegación del panel de mandos

### 2.2.2.1 Indicador de dirección

Este instrumento, también llamado direccional giroscópico o direccional, proporciona al piloto una referencia de la dirección del avión, facilitándole el control y mantenimiento del rumbo.



Figura 2.9. Indicador de Dirección

Fuente: <http://www.pasionporvolar.com/wp-content/uploads/05-blog/instrumentos/indicadorrumbo.jpg>

### 2.2.2.2 Brújula

La brújula, también conocida como compás magnético, es un instrumento que permite conocer el rumbo de la aeronave respecto al Norte magnético terrestre. En muchas ocasiones, la brújula se complementa con un giróscopo, cuyo movimiento es más estable y preciso que el del compás. Este instrumento es la referencia básica para mantener la dirección de vuelo.<sup>9</sup>



Figura 2.10. Brújula

Fuente:

[http://4.bp.blogspot.com/\\_9cu24BrSNWY/Sr43rcyatLI/AAAAAAAAAB4/jh3cvcCIZFQ/s320/BrujulaMagnetica.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_9cu24BrSNWY/Sr43rcyatLI/AAAAAAAAAB4/jh3cvcCIZFQ/s320/BrujulaMagnetica.jpg)

### 2.2.2.3 Indicador de ADF

El ADF (Automatic Direction Finder) conocido también como radiogoniómetro automático es el sistema de radio instalado en el avión para captar la máxima intensidad de una señal de baja frecuencia y de gran alcance de las ondas de una emisora NDB (Non-Directional Beacon) en tierra. Funciona entre las frecuencias de 100 a 1750 KC.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV20.html>

<sup>10</sup> <http://tomasenria.com/app/download/5782079204/NDB-ADF.pdf>



Figura 2.11. Indicador de ADF

Fuente: <http://javier.spantax.eu/Tutoriales/navegacion-ndb/navegacion-ndb.html>

#### 2.2.2.4 Indicador de VOR

El OBI (Omni Bearing Indicator) es un instrumento del avión destinado a proveer guía en la navegación aérea. Para ello operan conjuntamente con equipos de estación transmisora en tierra llamada VOR (Very High Frequency Omnidirectional Range). La estación VOR genera 360 rutas electrónicas, cada una de las cuales tienen su origen en la estación pudiendo volar sobre ellas directamente hacia la estación o desde ella. El VOR trabaja en la banda de 112 a 118 MC/s.<sup>11</sup>



Figura 2.12. Omni Bearing Indicator

Fuente: <http://quest.arc.nasa.gov/aero/virtual/demo/navigation/tutorial.html>

<sup>11</sup> <http://tacavirtual.vndv.com/escuela/ifr/vor.htm>

### 2.2.3 Instrumentos del panel del motor

Este panel proporciona información del control y mediciones de los sistemas del motor de la aeronave. Los instrumentos del motor son los elementos fundamentales que permiten mantener un adecuado control sobre su utilización y funcionamiento.<sup>12</sup>

#### 2.2.3.1 Indicador de presión de aceite

El indicador de presión de aceite muestra la presión transmitida por el transmisor de presión de aceite que está instalado a la salida de la bomba de aceite. Opera en una escala granulada en psi (libras por pulgada cuadrada) con dos líneas rojas que indican peligro, verde: normal.

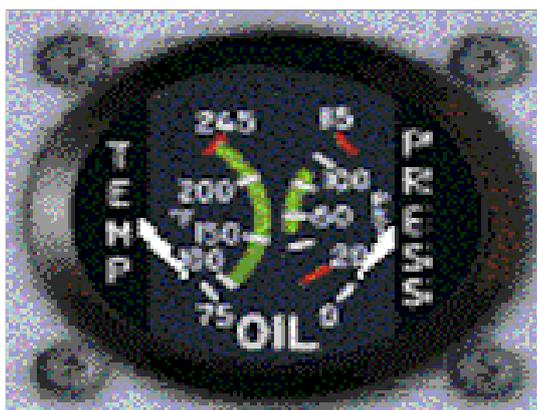


Figura 2.13. Indicador de presión de aceite

Fuente: <http://joanjosep.tripod.com/images/aceite.gif>

#### 2.2.3.2 Indicador de temperatura de aceite

El termómetro de aceite mide la temperatura en grados Fahrenheit (°F) del aceite de lubricación a la entrada del motor. Muestra al piloto si el aceite ha alcanzado la temperatura suficiente para el despegue y puede servirle de comprobación del buen funcionamiento del motor.

<sup>12</sup> <http://www.pasionporvolar.com/instrumentos-del-motor-nociones-basicas>



Figura 2.14. Indicador de temperatura de aceite  
Fuente: <http://joanjosep.tripod.com/images/aceite.gif>

### 2.2.3.3 Indicador de termómetro de la culata de cilindro

Detecta la temperatura superficial de la culata, es decir, la cabeza del cilindro, el punto más caliente del motor, el más alejado del flujo de aire de refrigeración. Tiene marcas que señalan las temperaturas máximas permisibles. Como su tiempo de respuesta es menor que el termómetro de aceite, puede alertar al piloto sobre defectos en la refrigeración del motor.



Figura 2.15. Indicador de T° de culata de cilindro  
Fuente: <http://www.aeroplans-blaus.com/66-559-large/termometro-de-culata.jpg>

### 2.2.3.4 Indicador de gases de escape

Este instrumento es muy útil para conseguir la mejor mezcla de aire-combustible y consecuentemente la máxima potencia. Muestra la temperatura de los gases de escape (EGT: Exhaust Gas Temperature) en grados centígrados originados por la combustión y medidos por los termopares.<sup>13</sup>



Figura 2.16. EGT

Fuente:[http://www.aircraftflightinstruments.com/photo/pl398963-2\\_e\\_g\\_t.jpg](http://www.aircraftflightinstruments.com/photo/pl398963-2_e_g_t.jpg)

### 2.2.3.5 Indicador de presión de combustible

En los aviones de ala alta, la alimentación del combustible es por gravedad, en los aviones de ala baja consiste en un detector de presión instalado a la salida de la bomba de combustible, el cuál transmite eléctricamente a las variaciones de la presión de combustible. Si la presión de combustible es baja puede indicar que el filtro se encuentra tapado. Una disminución de la presión de combustible con una fuerte aceleración indica insuficiente capacidad de bombeo por parte de la bomba de combustible.<sup>14</sup>

<sup>13</sup> <http://www.aircraftflightinstruments.com/ExhaustGasTemperature>

<sup>14</sup> <http://www.cameraspain.es/INSTRUMENTAEROFUELPRESS>



Figura 2.17. Indicador de presión de combustible

Fuente: <http://www.cameraspain.es/INSTRUMENTOAEROFUELPRESS.JPG>

### 2.2.3.6 Indicador de flujo de combustible

El indicador de flujo de combustible (fuel flow) indica, en función del tiempo, la cantidad de combustible que está recibiendo y consumiendo el motor. Indicado en Galones por Hora (GAL/HR). El sistema consta de un transmisor electromecánico que utiliza un dispositivo mecánico para, en función del flujo recibido, producir una señal eléctrica proporcional al flujo que se señala en el indicador.



Figura 2.18. Indicador de flujo de combustible

Fuente: <http://www.aircraftspruce.com/catalog/graphics/10-02407.jpg>

### 2.2.3.7 Indicador de cantidad de combustible

Este sistema utiliza una boya o flotador de material ligero o corcho impermeable que flota en la superficie del líquido, el cual con la timonería adecuada hace variar un potenciómetro que, por medio de la corriente eléctrica transmite esta información al indicador.<sup>15</sup>



Figura 2.19. Medidores de combustible

Fuente: <http://pictures2.todocoleccion.net/tc/29888974.jpg>

### 2.2.3.8 Tacómetro

Nos indica las revoluciones (giros por minuto) que realiza el cigüeñal y por lo tanto la hélice del avión. La escala se muestra en RPM x100. Indica la potencia que desarrolla el motor en los aviones con hélice de paso fijo. Este instrumento suele tener un arco verde que indica el rango normal de operación en vuelo de crucero, y un arco rojo que muestra el rango que no es conveniente mantener de una forma sostenida.<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup> <http://www.pasionporvolar.com/wp-content/uploads/05-blog/instrumentos/medidordecombustible>

<sup>16</sup> <http://bsas-vac.tripod.com/Dfc/Vuelo2/Instrumental/instru18.RPM.htm>



Figura 2.20. Tacómetro

Fuente:<http://www.aeroplans-blaus.com/tacometro-aviasport-im-104.jpg>

### 2.3 Corrosión

Corrosión es un proceso natural, el cual, deteriora un metal por una reacción electroquímica con su medio ambiente. Cualquier acción química en contacto con un medio electrolítico (medio líquido que conduce la electricidad por la migración de iones), se llama corrosión Electroquímica.<sup>17</sup>



Figura 2.21. Corrosión

Fuente: Investigación de campo

---

<sup>17</sup> <http://www.textoscientificos.com/quimica/corrosion>

### 2.3.1 Factores que afectan a la corrosión

- Humedad
- Temperatura
- Contaminantes manufacturados
- Contaminantes naturales
- Microorganismos

### 2.3.2 Tipos de corrosión

Hemos visto la definición de Corrosión, dentro de la aviación existen diversas formas de corrosión debido a que la aeronave está expuesta al medio. Por ello identificar el tipo de corrosión es muy importante para el mantenimiento, pues conocido el tipo de corrosión se comprenderá la causa y se buscará la forma de disminuir el ataque.<sup>18</sup>

#### 2.3.2.1 Corrosión galvánica

Es la corrosión electroquímica, ocurre cuando dos metales diferentes (disimil) están en contacto con la presencia de un electrolito (agua, humedad) y el factor que principalmente influye en este tipo de corrosión es la diferencia de potencial entre los dos metales



Figura 2.22. Corrosión galvánica

Fuente: <http://www.preguntaleasherwin.cl/wp-content/uploads/corrosion-galv%C3%A1nica.jpg>

---

<sup>18</sup> <http://www.aero.ing.unlp.edu.ar/catedras/archivos/Apunte%20Corrosion.pdf>

### 2.3.2.2 Corrosión por fisuras

La corrosión por fisuras es la que se produce en pequeñas cavidades o huecos formados por el contacto entre una pieza de metal, igual o diferente a la primera, o más comúnmente con un elemento no-metálico. En las fisuras de ambos metales, se deposita la solución que facilita la corrosión de la pieza. Se dice, en estos casos, que es una corrosión con ánodo estancado, ya que esa solución, a menos que sea removida, nunca podrá salir de la fisura.<sup>19</sup>

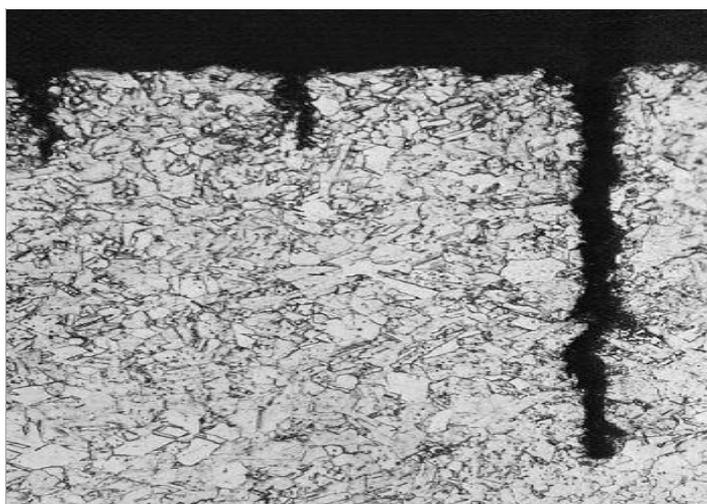


Figura 2.23. Corrosión por fisura

Fuente:[http://www.cimsaww.com/internet/media/aleaciones\\_cupropedia/imagenes/506.jpg](http://www.cimsaww.com/internet/media/aleaciones_cupropedia/imagenes/506.jpg)

### 2.3.2.3 Corrosión intergranular

Es un deterioro por corrosión localizada en los límites de grano de una aleación. Aparece mayormente en aceros inoxidable austeníticos (18% Cr, 8% Ni). Ésta corrosión es responsable del fabricante de la aeronave y es el tipo de corrosión que empieza en la superficie y continúa hacia el interior, difícil de detectar ya que se aloja debajo de la superficie<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> <http://www2.uca.es/grup-invest/corrosion/curso/TemaXXII/pdf/Fisura-01.pdf>

<sup>20</sup> [http://www.sye.com.es/pdf\\_informacion/SYE\\_indust\\_05.pdf](http://www.sye.com.es/pdf_informacion/SYE_indust_05.pdf)



Figura 2.24. Corrosión intergranular

Fuente: [http://www.phoenix-shotpeening.metalimprovement.com/spanish/images/exfoliate\\_tn.jpg](http://www.phoenix-shotpeening.metalimprovement.com/spanish/images/exfoliate_tn.jpg)

#### 2.3.2.4 Corrosión por fatiga

Es una reducción o fractura de un metal como consecuencia de soportar esfuerzos cíclicos o repetidos y un medio corrosivo produciendo pequeñas grietas. Entre los esfuerzos cíclicos tenemos las vibraciones, tensiones cíclicas y cambios bruscos de temperatura.<sup>21</sup>



Figura 2.25. Corrosión por fatiga

Fuente: [http://2.fimágenes.com/i/1/4/8e/vi\\_79222\\_2246876\\_59883.jpg](http://2.fimágenes.com/i/1/4/8e/vi_79222_2246876_59883.jpg)

---

<sup>21</sup> <http://www.analisisdefractura.com/fatiga-con-corrosion/html>

### 2.3.2.5 Corrosión por picadura

Es una de corrosión localizada más común y peligrosa que produce hoyos o pequeños agujeros. Constituye un tipo de daño especialmente grave, a causa de la rapidez con la que puede llegar a provocar la perforación de la sección afectada. Si se produce corrosión sobre un área de metal relativamente pequeña, el ataque progresa en profundidad. Si por el contrario, el área de ataque es más amplia, y no tan profunda, la picadura se denomina superficial.<sup>22</sup>



Figura 2 .26. Corrosión por Picadura

Fuente: <http://imagencorrosioner.blogspot.com.es/2011/02/corrosion-2010.html>

### 2.3.2.6 Corrosión atmosférica

Es un tipo de corrosión uniforme o general. El Oxígeno (O<sub>2</sub>), agua (H<sub>2</sub>O) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) son elementos corrosivos que se encuentran constantemente en la atmósfera. Pueden variar en pequeñas cantidades por lo que la rapidez de corrosión variará según la atmósfera. Sin embargo el elemento más crítico es el agua debido a que la tasa de corrosión se ve incrementada según la humedad que presente el H<sub>2</sub>O.<sup>23</sup>

---

<sup>22</sup> <http://imagencorrosioner.blogspot.com.es/2011/02/corrosionporpicadura-2010>.

<sup>23</sup> <http://equipo5-elzinc-3f.blogspot.com.es/2011/05/como-evitar-la-corrosion/corrosionatmosferica>.



Figura 2 .27. Corrosión atmosférica

Fuente: <http://equipo5-elzinc-3f.blogspot.com.es/2011/05/como-evitar-la-corrosion.html>

### **2.3.3 Métodos para detectar la corrosión**

La corrosión es el mayor problema que se puede presentar en aviación, es inevitable y por lo tanto se inspeccionará periódicamente acorde a lo establecido en el manual de mantenimiento de la aeronave y así la elección de un método de protección eficiente y acorde a la situación proporcionará mayor vida útil del metal reduciendo los costos de mantenimiento. Existe una amplia variedad de técnicas para la medición de corrosión, se provee una alarma anticipada de los daños potenciales que se ocurrirían en las estructuras.

#### **2.3.3.1 Inspección visual**

La inspección visual es el método más cómodo y rápido de utilizar, es un método no destructivo aunque no el más eficiente. Se examina mediante el empleo del “ojo desnudo” solamente, o mediante el auxilio de dispositivos sin causar daño alguno al componente. Es conveniente planificar un recorrido estándar alrededor de la zona de inspección y observar minuciosamente si puede ser con la ayuda de linterna y/o lupa o algún otro instrumento que facilite la detección de corrosión. Hay que tener en cuenta que la iluminación es primordial

para este tipo de inspección. Se requiere conocimiento previo del componente a inspeccionar.<sup>24</sup>



Figura 2.28. Inspección visual

Fuente:<http://www.jpsargentina.com/blog/fuerza-aerea-argentina-tecnologia-de-confiabilidad-en-aviones/>

### 2.3.3.2 Líquidos penetrantes

La inspección por líquidos penetrantes es un tipo de ensayo no destructivo que se utiliza para detectar e identificar discontinuidades presentes en la superficie de los materiales examinados. Consiste en aplicar un líquido coloreado o fluorescente a la superficie, el cual penetra en cualquier discontinuidad que pudiera existir. Después de un determinado tiempo se elimina el exceso de líquido y se aplica un revelador, el cual absorbe el líquido que ha penetrado en las discontinuidades y sobre la capa del revelador se delinea el contorno de éstas.<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Inspecci%C3%B3n\\_por\\_l%C3%ADquidos\\_penetrantes](http://es.wikipedia.org/wiki/Inspecci%C3%B3n_por_l%C3%ADquidos_penetrantes)

<sup>25</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Inspecci%C3%B3n\\_por\\_l%C3%ADquidos\\_penetrantes](http://es.wikipedia.org/wiki/Inspecci%C3%B3n_por_l%C3%ADquidos_penetrantes)

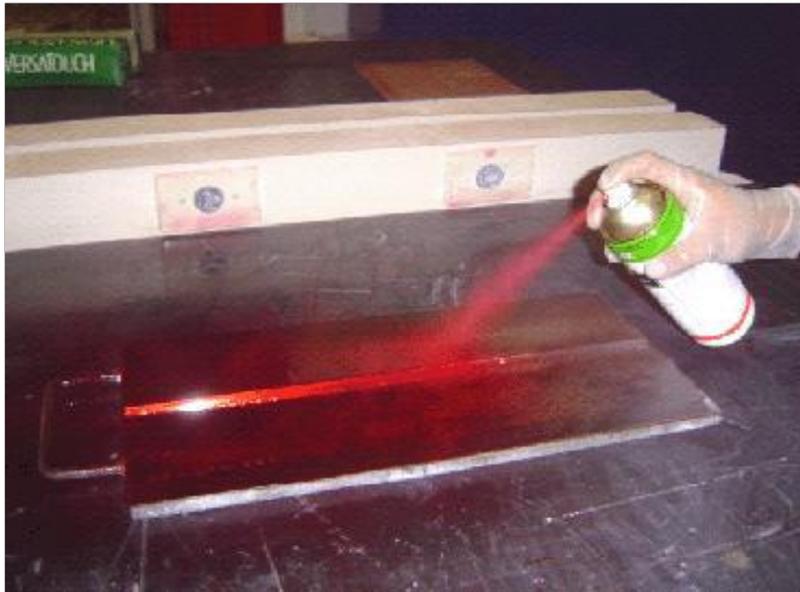


Figura 2.29. Líquidos penetrantes

Fuente: <http://www.ricsa.com.mx/images/calidad/calidad-5.jpg>

### 2.3.3.3 Inspección por ultrasonido

Es un método usado para inspección no destructiva, que se basa en propagación de ondas de altas frecuencias introducidas en el material inspeccionado. Son utilizadas para detectar defectos superficiales e internos. Las ondas atraviesan el material con cierta atenuación y son reflejadas en las interfases, siendo este haz reflejado, detectado y analizado en un osciloscopio para definir su ubicación, profundidad y dimensión de las discontinuidades.

Las principales ventajas son:

- Pueden ser usado en la inspección de materiales ferrosos y no ferrosos.
- Indicación instantánea de las discontinuidades.
- Alto poder de penetración, que permite detectar discontinuidades en grandes espesores.
- Portabilidad del equipo



Figura 2.30. Inspección por ultrasonido

Fuente:<http://info.catec.aero/photo/art/default/3751400-5579227.jpg?v=1328016490>

#### 2.3.3.4 Inspección por partículas magnéticas

El principio de este método consiste en que cuando se induce un campo magnético en un material ferro magnético (como el hierro, el cobalto y el níquel) se forman distorsiones en este campo si el material presenta una zona en la que existen discontinuidades perpendiculares a las líneas del campo magnetizables, por lo que, éstas se deforman o se producen polos. Estas distorsiones o polos atraen a las partículas magnetizables que son aplicadas en forma de polvo o suspensión en la superficie a examinar y por acumulación producen las indicaciones que se observan visualmente de forma directa o empleando luz ultravioleta. Los materiales no ferrosos como el aluminio no tienen propiedades ferri magnéticas y no sirve para hacer este tipo de prueba con partículas magnéticas.<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Inspecci%C3%B3n\\_por\\_part%C3%ADculas\\_magn%C3%A9ticas](http://es.wikipedia.org/wiki/Inspecci%C3%B3n_por_part%C3%ADculas_magn%C3%A9ticas)



Figura 2.31. Partículas magnéticas

Fuente: [http://www.shcm.es/galsgs/INSPECCI%C3%93N%20DE%20PART%C3%8DCULAS%20MAGN%C3%89TICAS%20\(2\).jpg](http://www.shcm.es/galsgs/INSPECCI%C3%93N%20DE%20PART%C3%8DCULAS%20MAGN%C3%89TICAS%20(2).jpg).

### 2.3.3.5 Inspección por rayos X

Los rayos X son una forma de transferencia de energía. La energía, viaja a la velocidad de la luz en el vacío, penetra en los materiales que absorben o reflejan luz y detectan las fallas internas. Los rayos X producen una imagen en películas fotosensibles, y pueden visualizarse mediante el revelado de la misma.



Figura 2.32. Rayos X

Fuente: <http://www.interempresas.net/FotosArtProductos/P25003.jpg>

## **2.2.4 Pintura<sup>27</sup>**

Es material orgánico que contiene resinas que es usado para el recubrimiento, protección y decoración en cualquier tipo de superficie. El objetivo de la pintura de avión, es formar una fina película impermeable al aire y resistente a las inclemencias atmosféricas, con un mínimo de exceso de peso.

### **2.2.4.1 Solventes, diluyentes y productos de acabado**

#### **Diluyentes**

Se emplean para rebajar la consistencia de pinturas y esmaltes, para obtener mayor rendimiento de la pistola y reducir el espesor de las capas; con cada material es necesario emplear un diluyente específico.

#### **Removedores**

El objetivo es quitar la pintura, barniz y otros acabados de las superficies sobre las que hayan sido aplicados; esta operación puede ser realizada por medio de una brocha o pistola en capas de gran espesor. La película, una vez ablandada o suelta, se quita con una corriente de agua o espátula. Para manipular este líquido es necesario emplear guantes de goma, actuar al aire libre para evitar vapores tóxicos y reducir el peligro de incendio.

#### **Aceleradores**

Son sustancias que propician el rápido secado de algunas pinturas, debiendo usarse únicamente en casos especiales; cuando la temperatura es ligeramente inferior a la estipulada.

---

<sup>27</sup> Tela y Pintura, Escuela Técnica de aviación Civil, (1978)

## **Secantes**

Para aumentar el secado, puede añadirse a la pintura, secante pero sin excederse, pues de no ser así, el acabado tendría una película quebradiza propensa a agrietarse. En general, estos secantes son óxidos metálicos que aceleran la oxidación lenta del aceite.

## **Pinturas bases o primarios**

Son compuestos que se usan como base de pinturas y tienen como objeto evitar la corrosión y propiciar una mejor adhesión de la pintura a las superficies.

### **2.2.4.2 Métodos para pintar**

Los métodos para pintar dependen de varios factores, tales como la naturaleza del material sobre el que se va a aplicar, su forma y su lugar, además de las características de la pintura por usar y del equipo que se tiene a mano.

La pistola de aire, se utiliza para recubrir con laca, esmaltes o primarios, grandes áreas con uniformidad y rapidez. Para obtener un trabajo de calidad, se requiere la observación de:

- Limpiar perfectamente las superficies por pintar.
- Dar a la pintura la consistencia adecuada.
- Filtrar la pintura antes de usarla.
- Tener la temperatura y humedad adecuadas.
- Regular correctamente la presión de aire.
- Abrir la boquilla de acuerdo con la forma del área que se va a pintar.
- El abanico o rocío de pintura debe formar un ángulo de 90 grados con respecto a la superficie que se está pintando.
- Mover la pistola en línea recta.
- Mantener la pistola a la distancia correcta, 15 a 20 cm.
- Soltar el gatillo después de cada pasada.

### **2.2.4.3 Rotulación y métodos para pintar marcas de identificación**

Todos los aviones tienen marcas y diseños que sirven para insignias distintivas para organizaciones a que pertenecen. Estas marcas pueden localizarse en cualquier lugar visible del avión. Las marcas de matrícula pueden identificar no solo el país de origen sino también al dueño actual de la aeronave. Se puede saber a qué país pertenece por medio de la primera letra o letras antes del guión. La segunda serie de letras o números después del guión identifica a la persona que está registrada.

El tipo de marcas para decoración que se pueden pintar de acuerdo con la destreza y experiencia del pintor. No obstante, los dibujos elementales, bandas y rayas, pueden pintarse usando cintas de enmascarar (masking tape) como una guía para las líneas que sean curvas o rectas.

Cuando se va a usar el mismo tipo de marcas en gran cantidad (letras y/o números), se puede emplear calcomanías, cintas de papel adhesivo ya que facilitan el trabajo y el tiempo que se emplea es menor. (VER ANEXO I)

### **2.2.4.4 Marcas de nacionalidad**

Los números y/o letras que se usan para la identificación de las aeronaves, deben ponerse solamente sobre un color que haga contraste para que las marcas se puedan ver desde una distancia considerable.

El manual No 7 de la OACI tiene una lista con las letras para uso en todos los aviones de los países. A Ecuador le corresponde las letras “HC”.

Se debe seguir un método uniforme para las marcas de identificación tanto en el lugar como en el tamaño de ellas. (VER ANEXO I)

Las dimensiones de los números y/o letras deben ser:

- Para las alas, altura de por lo menos 50cm (20 pulgadas). Ancho total 2/3 partes de la altura. Ancho de las líneas, 1/6 parte de la altura. Espacio, cada una estará separada de la que precede por un espacio igual a la mitad del ancho de cualquiera de los caracteres. Guión, igual en anchura y espacio de las letras.
- Para el fuselaje las mismas proporciones con el tamaño apropiado y que no vaya a ocasionar confusión con el contorno del fuselaje o estructura equivalente.

### **2.2.5 Tapicería de cabina<sup>28</sup>**

El propósito de la tapicería es dar el mayor confort a la tripulación y, aislando el ruido exterior, conservando una atmósfera agradable y evitando vibraciones así como protegiendo a las estructuras contra la corrosión. Además causa buena impresión en cuanto al gusto, orden, seguridad y limpieza de las cabinas interiores.

#### **2.2.5.1 Instalación y de tapicería en aviones NO presurizados**

En aviones de carga, entrenamiento cuando las cabinas son convencionales (sin presión) se instalan las tapicerías simples ya sea por medio de aspersion o por contacto o sujeción mecánica. En el sistema de aspersion se aplica un rociado de materiales a base de caucho natural o sintético, después un aglutinante a base de materiales o productos de línea comercial.

Se usa piel plástica o tela de algodón y fieltro cuando la tapicería es por contacto o sujeción mecánica.

---

<sup>28</sup> Tela y Pintura, Escuela Técnica de aviación Civil, (1978)

### **2.2.5.2 Decoración interior de cabina**

En la industria aeronáutica actual y sobre todo en los aviones comerciales, las compañías se esfuerzan por presentar los interiores lo mejor posible ante los ojos del usuario, es por esto que la decoración ocupa un lugar importante.

- **Cortinas**

Deberán ser funcionales de materiales resistentes a la decoloración, gruesas para evitar los excesos de la luz solar que molesten al tripulante y pasajero; fáciles de limpiar y desmontar.

- **Alfombras**

Tiene triple función, ayudan a conservar el clima artificial, absorben el ruido y decoran los interiores.

### **2.2.5.3 Limpieza y cuidados de tapicería**

Las sustancias usadas para la limpieza deberán ser de fácil evaporación y no tóxicas con el objeto de conservar una atmósfera sana y carente de olores molestos, usándose productos aromáticos que dan sensación de frescura.

Los procedimientos y revisiones periódicas son variados dependiendo del sistema de mantenimiento de la empresa. Por lo general se requiere una revisión diaria y reemplazos tan pronto como muestren mal aspecto.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1 Preliminares**

Partiendo de la información técnica detallada en el capítulo anterior, la adecuación de la cabina del avión Douglas DC-3, se efectuó de manera que se alcancen los objetivos planteados para lograr el entrenamiento de sus pilotos y capacitación de aquellos alumnos pilotos que deseen prepararse.

#### **Situación actual de la cabina**

A primera vista la cabina se encontraba en condiciones reprobables, debido a que, durante muchos años ha permanecido estática y como consecuencia su estructura deteriorada. Después de un estudio y análisis de la misma se llegó a la conclusión de la necesidad de repararla y adecuarla, por lo cual, se procedió a realizar su respectivo mantenimiento.

#### **Identificación de partes defectuosas**

La primera fase fue inspeccionar minuciosamente e identificar todas las partes deterioradas de la cabina y elegir las herramientas necesarias y disponibles en el taller para el mantenimiento del fuselaje, estructura y adecuación del interior. Se observaron cañerías, alambres y partes que llenaban espacio, el cual, se necesitaba para el proyecto y sobre todo peso, por lo que se procedió a retirarlos ya que eran recargos innecesarios.



Figura 3.1. Cabina Douglas DC-3 deteriorada

Fuente: Investigación de campo

### 3.2 Rehabilitación

Para la reparación de la cabina se realizó una búsqueda de sus pesos y dimensiones, el lugar más idóneo en donde va a permanecer inmóvil sin causar molestia para el resto de aviones y personal técnico. Una vez hecha y montada la estructura y después de saber que es segura, se procedió a la implementación de la cabina en la misma, así se terminó la primera fase del simulador. Para el montaje de la cabina en la estructura fue necesaria la ayuda de un tecele prestado por la compañía de servicios AeroKashurko. Su contribución fue indispensable al momento de levantamiento, ya que, sin el tecele no se podría haber montado.



Figura 3.2. Cabina montada en estructura

Fuente: Investigación de campo

### **3.2.1 Reparación y adecuación conjuntos internos-externos**

#### **3.2.1.1 Reparación sección posterior**

Uno de los mayores problemas que se presentó al momento de entrar en la cabina fue el daño de los largueros, larguerillos y fuselaje de la sección posterior. La corrosión los había deteriorado completamente al punto que, esa parte era irreconocible y se procedió a reconstruir nuevamente esa zona de la cabina. Para su reparación fue necesario un estudio previo de la manera más factible de reconstruir esa zona específica. Fue así, como primero se removió la corrosión, se compró el material necesario y se procedió a realizar el trabajo.



Figura 3.3. Sección posterior destruida

Fuente: Investigación de campo

#### ➤ **Reconstrucción de larguerillos**

Se sacó todos los larguerillos de la estructura que estaban en mal estado y se procedió a construir nuevos. Se utilizó como modelo el larguerillo con menos desgaste y con el equipo de trabajo adecuado dentro del taller de mantenimiento se logró hacer larguerillos semejantes al modelo.



Figura 3.4. Larguerillos nuevos

Fuente: Investigación de campo

La labor de los larguerillos se hizo minuciosamente, debido a que, son partes de la cabina que soportan peso de personas al momento de desplazarse de un

lado a otro dentro de la cabina. Una vez hechos se procedió a instalarlos y sujetar con remaches a la parte estructural.



Figura 3.5. Largueros y larguerillos montados

Fuente: Investigación de campo

### ➤ **Reconstrucción de fuselaje**

Se utilizó lámina de aluminio que había en el taller de mantenimiento para el cubrimiento del fuselaje de la parte posterior. Después de medir y recortar y lijar el retazo se procedió a colocar en la cabina. Se sujetó a los largueros y larguerillos con remache dando la forma ovalada de la cabina. Para mayor comodidad y aseguramiento de trabajo se utilizó sujetadores (prensas).



Figura 3.6. Lamina instalada  
Fuente: Investigación de campo

➤ **Incorporación de parte estructural posterior a la cabina**

Una vez sujetos los larguerillos y la lámina de tool al fuselaje, se procedió a la incorporación de la parte estructural a la cabina. Para ello se le propició el debido mantenimiento anticorrosivo. Cepillos de alambre puestos en un taladro eléctrico y/o neumático contribuyeron a su limpieza. Se unieron larguerillos, ángulo y estructura mediante remache de 5/32 pulgadas. En los bordes de la cabina se puso macilla para tener un acabo de primera. Como resultado tenemos una base firme y segura y disponible para poder entrar con confianza al interior de la cabina.



Figura 3.7. Incorporación parte estructural posterior

Fuente: Investigación de campo

### **3.2.1.2 Adecuación del conjunto de puerta de acceso a cabina**

#### **➤ Desmontaje de conjunto de puerta de acceso a cabina**

Al trasladar la puerta al tope posterior de la cabina se aprovechó al máximo el espacio interior para ampliar la cabina de piloto (cockpit) y dar comodidad al momento de funcionamiento del simulador de movimientos. Además de mejorar la imagen de la parte trasera.



Figura 3.8. Conjunto de puerta de ingreso a cabina

Fuente: Investigación de campo

Se tuvo que desmontar junto con el conjunto contiguo de la puerta. Fue un trabajo muy laborioso y tardío, puesto que, había segmentos complicados de retirar en todo de fuselaje, sobre todo, en la parte superior. Gracias a las herramientas propicias del taller de mantenimiento (taladro eléctrico, guía, martillo, alicate y moladora) la labor no supo problema. El equipo de protección como las gafas, orejeras y guantes muy importantes porque se trabajó con equipos corto punzantes.



Figura 3.9. Conjunto de puerta en desmontaje y mantenimiento

Fuente: Investigación de campo

Al igual que cada parte se dio el respectivo mantenimiento. Se quitó la corrosión. Se parchearon los agujeros con trazos de lámina de tool adquirido del taller de mantenimiento y se cambiaron los remaches deteriorados por unos nuevos.

➤ **Montaje de conjunto de puerta de acceso**

Una vez realizado en mantenimiento se procedió a la incorporación del conjunto de puerta en el posterior de la cabina, asegurando a la estructura con ángulos, tubos cuadrados y remaches tanto arriba y abajo. Seguidamente se instaló la puerta, la cual encaja correctamente y listo para la siguiente fase de “fondeo”.



Figura 3.10. Montaje de conjunto de puerta de acceso a la cabina

Fuente: Investigación de campo

**3.2.1.3 Ventanas y marcos**

➤ **Desmontaje de marcos y ventanas**

Como se puede observar los marcos y ventanas están defectuosos, trisados y corrían riesgo de ruptura en cualquier momento, por lo que, se procedió a retirarlos para mayor seguridad de trabajo y cambiarlos por otros.



Figura 3.11. Ventanas Douglas DC-3

Fuente: Investigación de campo

Las ventanas sirvieron como moldes para las nuevas. Se utilizó mica que había en la bodega de repuestos. Un reconocimiento del deterioro de los marcos de las ventanas y fue indispensable para el respectivo mantenimiento de limpieza, lavado y pintado para poder reutilizar.



Figura 3.12. Marcos en mantenimiento

Fuente: Investigación de campo

### ➤ **Incorporación de ventanas a la cabina**

Terminadas de cortar las ventanas nuevas se procedió a la incorporación a la cabina, seguidamente de los marcos. Para ello se utilizaron sujetadores como ayuda de contención hasta la puesta de remaches alrededor de los marcos.



Figura 3.13. Instalación de ventanas y marcos

Fuente: Investigación de campo

### **3.2.2 Adecuación interna de la cabina**

Las secciones internas tienen que estar en óptimas condiciones para prestar servicio de calidad, por lo que, se procedió a hacer una serie de reformas dentro de la cabina.

#### **3.2.2.1 Adecuación de los instrumentos en el panel de mandos**

Para que el trabajo sea más conveniente se decidió colocar los instrumentos primero en el panel y después sujetar a la cabina para optimizar tiempo. La colocación de los instrumentos se presentó en primera estancia como una tarea minuciosa debido a sus tornillos eran difíciles de encontrar. No obstante tras varias discusiones se llegó a la conclusión de sustituir por otros.

➤ **Montaje de instrumentos del panel del piloto**

Puesto que era el único panel existente en la cabina y además estaba completamente vacío, la selección de instrumentos fue con detalle. Se consiguió obtener la mayoría de instrumentos en el taller de mantenimiento y se procedió a su colocación guiándonos en imágenes del avión Douglas DC-3.



Figura 3.14. Panel principal de instrumentos

Fuente: Investigación de campo

➤ **Montaje de instrumentos del panel del copiloto**

De la misma manera se procedió a la colocación de instrumentos en el panel de copiloto. A similitud del primero había instrumentos que faltaban. Sin embargo, se llenó con fotocopias de instrumentos que iban en su lugar pegadas sobre láminas de aluminio y sujetos con tornillos o a su vez con remaches simples. De esta manera se consiguió dar la mejor apariencia posible ante el alumno piloto.



Figura 3.15. Montaje de instrumentos de panel de copiloto

Fuente: Investigación de campo

➤ **Montaje de instrumentos de panel del motor**

El panel central al estar completamente vacío se procedió a buscar dentro de la bodega de la compañía los instrumentos del motor y una vez que se encontró (aquellos estaban no operables), se colocó en el panel. Los tornillos no calzaban en los agujeros de los instrumentos, de manera que se los hizo más grandes y los tornillos ingresen perfectamente en los agujeros. Para la firmeza del panel se colocó cuatro tuercas que sujetaban a la estructura. Así mientras el simulador este en uso, los instrumentos y el panel permanecen firmes y seguros. Una vez puestos todos los instrumentos se pintó con “negro mate” las láminas de aluminio y tornillos con la finalidad de dar toda la luminosidad posible de los instrumentos al piloto y copiloto.



Figura 3.16. Montaje de instrumentos del panel del motor

Fuente: Investigación de campo

➤ **Montaje de instrumentos de comunicación y navegación**

Los instrumentos de comunicación y navegación son indispensables para la ubicación de la aeronave en vuelo. En la caja de repuestos dentro del taller de mantenimiento se encontró una serie de instrumentos de este tipo. Se retiró la suciedad y tras retoques de pintura se procedió a la colocación en el panel.



Figura 3.17. Montaje de instrumentos de comunicación y navegación

Fuente: Investigación de campo

### 3.2.2.2 Instalación del piso

Se llegó a la conclusión de que el material más efectivo es “*tabla triplex*”, por su peso, gran resistencia y fácil manipulación; de manera que, para un montaje y desmontaje cómodo se cortó en varios trozos a modo de “rompecabezas”. El piso no quedó firmemente sujeta a la estructura, para que su mantenimiento sea rápido y cómodo, además de que en caso que exista algún incidente con el único pistón que está en dentro de la cabina, se pueda quitar el piso con ligereza y así manipular el pistón. Una vez medidas y trazadas las tablas con bolígrafo y flexómetro se pasó a pegar y cubrir con alfombra azul a la misma medida que cada pedazo. Se utilizaron tres litros de cemento de contacto porque es un buen pegamento para pegar los dos materiales (tabla y alfombra). Seguidamente se señaló las posiciones de terceros (tres, cuatro y cinco), en caso de que suban al simulador de movimientos.

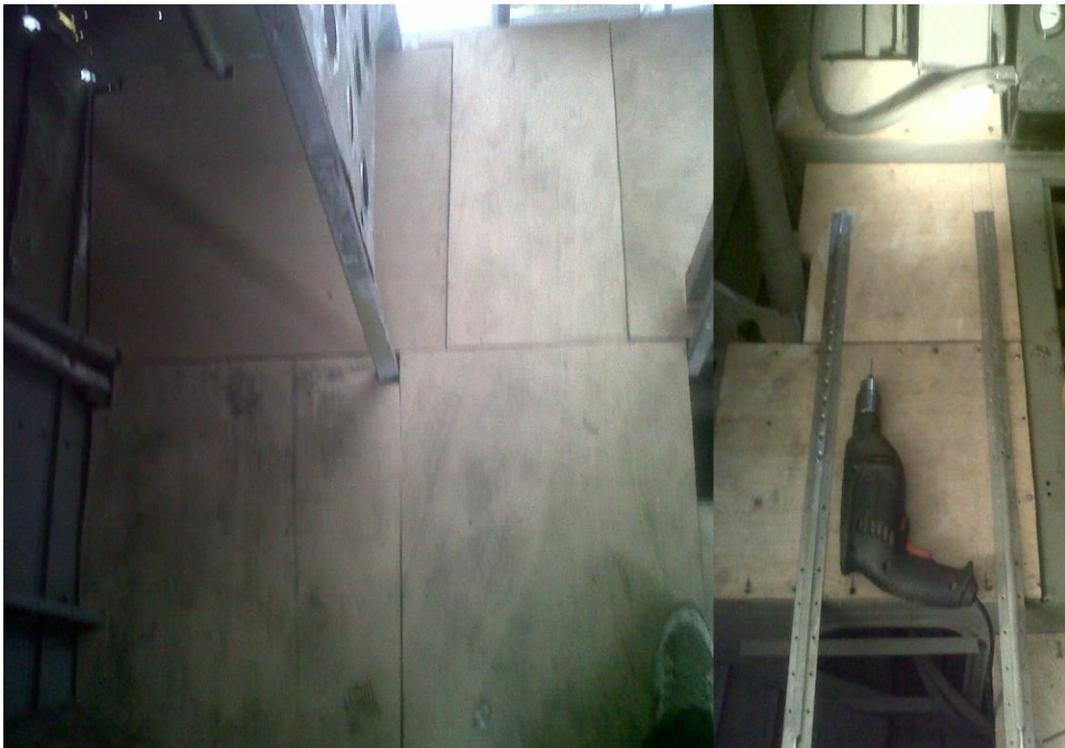


Figura 3.18. Instalación de piso

Fuente: Investigación de campo

### 3.2.2.3 Instalación y tapizado de asientos

En el taller de mantenimiento de la compañía había dos asientos de avión Cessna-206. Fue necesario conseguir 4 rieles respectivos del modelo del asiento para su instalación. Tras dar el tratamiento respectivo de limpieza se procedió a instalar en el interior de la cabina. Fue necesaria la utilización de taladro, y tornillos con tuercas para su firme sujeción al piso. Los asientos no se encontraban en mal estado, al contrario, han permanecido guardados en la bodega, emplastados y disponibles para su uso en cualquier momento. Excepto su forro, que estaba deteriorado. Sin embargo si sirvió como modelo para los nuevos forros. Una vez hechos los forros se procedió a cubrir a los asientos y tener una imagen impecable y presentable. Su instalación no fue difícil, simplemente se los forró. Para su limpieza se los retira del respectivo asiento.



Figura 3.19. Instalación y tapizado de asientos

Fuente: Investigación de campo

### 3.2.2.4 Tapizado de cabina

Se procedió a contratar un tapicero para que realice el trabajo del tapiz de la cabina. Entre varios tapiz se escogió el de rombos color café oscuro ya que se asemeja lo más posible al tapiz real de avión Douglas DC-3. Al momento de la instalación se utilizó cemento de contacto, y para mayor sujeción remaches. Así se tapó toda la cabina dando su forma curva.

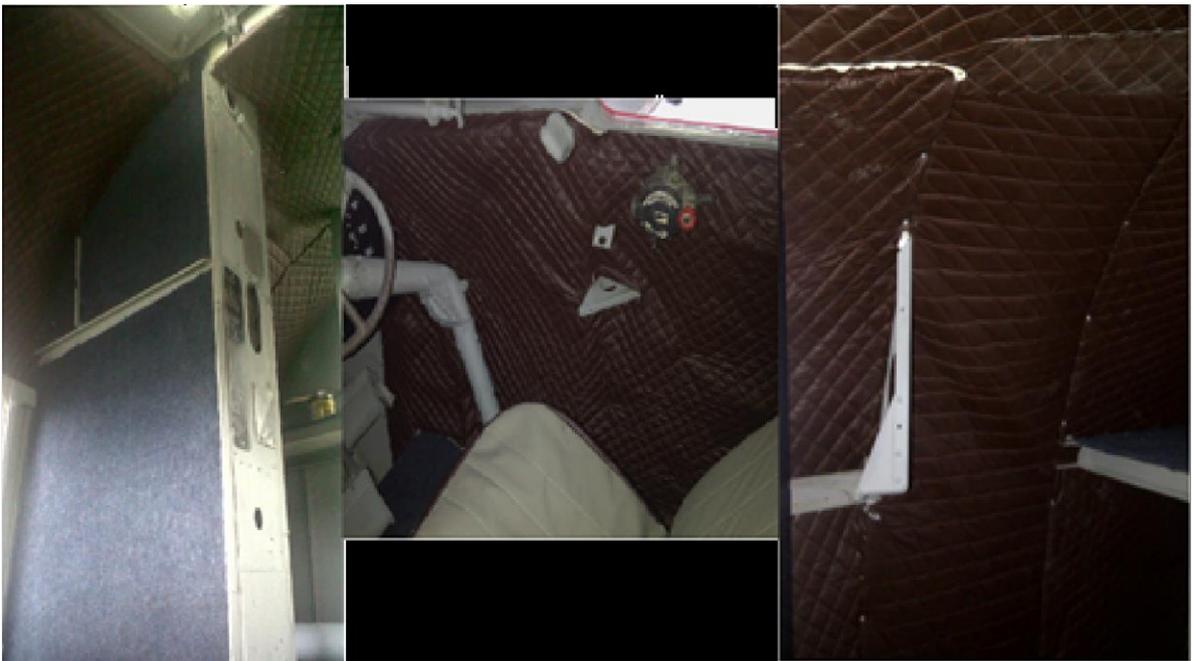


Figura 3.20. Tapizado de cabina

Fuente: Investigación de campo

### 3.2.3 Adecuación externa de cabina

#### 3.2.3.1 Reparación de nariz de cabina

Ya que la cabina permaneció verticalmente durante mucho tiempo a la intemperie el morro sufrió daños severos. Estaba trisado y había desniveles de tal manera que su tratamiento fue delicado y paciente debido a que debe presentar una estética impecable.



Figura 3.21. Nariz en tratamiento de fallas

Fuente: Investigación de campo

Lo primero que se hizo fue llenar las superficies huecas y trisadas con fibra de vidrio junto con sus componentes (mec y cobalto). Su lijado se hizo de varias formas con la finalidad de optimizar tiempo, pues se utilizó moladora eléctrica con cepillo de pulir (alambre), lijadora eléctrica y por último manualmente. Para este trabajo se utilizó lija #84 (lija gruesa). La macilla para carros, se utilizó para lo que se conoce como “coger fallas” por todo el morro. Una vez seca la macilla se procedió a lijar los “picos” salientes con la ayuda de agua y lija #40 (mucho más fina que la anterior). Se hizo una inspección visual y “al tacto” con el fin de asegurar de que el morro está completamente liso y listo para el siguiente proceso de fondo y pintura.

### **3.2.3.2 Proceso de fondo y pintura**

#### **3.2.3.2.1 Proceso anticorrosivo**

Terminado de realizar las reparaciones internas y externas se pasó al momento de limpieza total de la cabina. Para ello se cubrieron las ventanas y se utilizó cepillos de alambre para pulir las zonas corrosivas. Al finalizar este proceso se procedió a aspirar la suciedad, impurezas y residuos de los materiales

utilizados durante el transcurso del proyecto. Se inspeccionó visualmente con la ayuda de instrumentos (linternas y gafas) para pasar a la fase siguiente.



Figura 3.22. Remoción de corrosión

Fuente: Investigación de campo

### 3.2.3.2.2 Proceso de Fondo

El tratamiento de fondo es un proceso que se utiliza para proteger a la lámina de cualquier agente corrosivo. Es por ello que se empleó este proceso en toda la cabina para evitar que se produzca una corrosión acelerada. Tres litros de fondo fueron suficientes para cubrirla y a punto para el proceso de pintado. Se preparó la mezcla de: fondo + tñer poliuretano + catalizador. Después de pasar dos capas de fondo y dejar secar un día entero es así como queda la cabina; con un color gris semejante al del aluminio y lo que es más importante cubierta de la corrosión dispuesta para su proceso final de pintura.



Figura 3.23. Cabina “fondeada”

Fuente: Investigación de campo

### 3.2.3.2.3 Proceso de pintura

#### ➤ Pintura blanca (base)

En esta última etapa se tuvo que cubrir las ventanas con papel para evitar pintarlas y mancharlas. Se utilizó el mismo proceso que el fondo. En este caso pintura blanca poliuretana + tñner poliuretano + catalizador. La mezcla de los 3 componentes en proporciones propicias, la filtración de partículas y la regulación de las válvulas de aire y pintura fueron importantes para mantener la constante capa de pintura en la cabina. Fueron necesarias tres capas o pasadas de pintura para obtener el resultado deseado.



Figura 3.24. Cabina pintura blanca

Fuente: Investigación de campo

➤ **Líneas azul y rojo de decoración**

Se debía seguir el modelo de las otras aeronaves que tiene la compañía. Se cubrió con papel y cinta los lados contiguos de la cabina a excepción de las líneas a pintar. Al igual que con el fondo, y pintura blanca se utilizó el soplete para pintar. El modelo de las aeronaves son: Parte frontal incluido bordes de las ventanas: rojo, franja blanca, franja azul, franja blanca, franja azul. Al ser líneas de decoración se utilizó  $\frac{1}{4}$  de litro de pintura de cada color, con su respectivo catalizar y tñer poliuretano.

➤ **Nariz de cabina negra**

EL morro tras el fondo gris se procedió a pintar con las mismas herramientas (soplete + compresor) de color negro anticorrosivo, al igual que la estructura. Dos

litros de pintura negra + 1 litro de thinner se utilizaron en este proceso y obtener un aspecto brillante gracias a las propiedades del anticorrosivo.



Figura 3.25. Cabina y morro en proceso de pintado

Fuente: Investigación de campo

### ➤ Adhesivos y Carteles

Unos de los momentos cumbres fue, después del pintado (y seco), la adición de los “*stikers*” y carteles para dar una imagen impecable de altura ante el observador. Dentro de estos están:

- Sello del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico
- Sello de la carrera de Mecánica

- Simulador de movimientos
- Matrícula: “HC-ERR”
- N° de avión de la compañía: “F-00”
- Nombre de la Empresa: “*Servicio Aero-regional*”
- Nombre de cabina de avión: “*Douglas DC-3*”
- Entrada
- Salida
- Capacidad máxima (300 kg)
- Salidas de emergencia
- Ecuador ama la vida



Figura 3.26. “Stikers” de la cabina

Fuente: Investigación de campo

### ➤ **Recubrimiento parte posterior**

Para finalizar el exterior de la cabina en la parte posterior se decidió utilizar pizarras blancas de tiza líquida para recubrir la base y las paredes. Tres pizarras fueron las necesarias para taparla. Con la ayuda de un lápiz se dio la forma ovalada de la cabina en cada pizarra y se cortó con la caladora que hay en el taller de mantenimiento. Para su sujeción se utilizaron tornillos cada 10 cm de distancia alrededor de la cabina. Además de las señalizaciones de: “Capacidad máxima de 300kg (5 personas)” y “Solo personal autorizado”.



Figura 3.27. Recubrimiento parte posterior

Fuente: Investigación de campo

### 3.3 Codificación de máquinas, herramientas y materiales:

Tabla 3.1. Codificación de máquinas

Nº	Maquina	Código
1	Aspiradora	M1
3	Caladora	M3
4	Cepillo de Acero de banco	M4
5	Compresor	M5
6	Esmeril de Banco	M6
7	Moladora Eléctrica	M7

<b>8</b>	Soplete Neumático	M8
<b>9</b>	Taladro Eléctrico	M9
<b>10</b>	Taladro neumático	M10

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Vinicio Abarca Peñafiel

**Tabla 3.2. Codificación de herramientas**

<b>Nº</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Código</b>
<b>1</b>	Aguantador	H1
<b>2</b>	Broca	H2
<b>3</b>	Brocha	H3
<b>4</b>	Cepillo de Acero	H4
<b>5</b>	Cinzel	H5
<b>6</b>	Cortador	H6
<b>7</b>	Cortador de Lamina	H7
<b>8</b>	Chaveta	H8
<b>9</b>	Destornilladores	H9
<b>10</b>	Espátula	H10
<b>11</b>	Flexómetro	H11
<b>12</b>	Lija	H12
<b>13</b>	Limas	H13
<b>14</b>	Llaves de boca/corona	H14
<b>15</b>	Marcador	H15
<b>16</b>	Martillo	H16
<b>17</b>	Pinza	H17
<b>18</b>	Prensa	H18
<b>19</b>	Punta	H19
<b>20</b>	Regla	H20
<b>21</b>	Remachadora Manual	H21
<b>22</b>	Remachadora Neumática	H22
<b>23</b>	Sierra	H23
<b>24</b>	Sujetador	H24
<b>25</b>	Tijeras	H25

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Vinicio Abarca Peñafiel

**Tabla 3.3. Codificación de materiales**

<b>N°</b>	<b>Material</b>	<b>Código</b>
1	Remache	M1
2	Tornillo	M2
3	Angulo	M3
4	Tubo cuadrado	M4
5	Tabla Triplex	M5
6	Macilla	M6
7	Tiñer	M7
8	Anticorrosivo	M8
9	Fondo	M9
10	Pintura	M10
11	Spray	M11
12	Pegamento	M12

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Vinicio Abarca Peñafiel

**Tabla 3.4. Simbología**

<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Simbología</b>
1	Proceso	
2	Inspección	
3	Línea de procesos	
4	Producto terminado	

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Vinicio Abarca Peñafiel

### 3.4 Diagrama de proceso de reparación de cabina

#### 3.4.1 Diagrama de proceso de reconstrucción sección posterior

**Cantidad:** 6m de  $\frac{3}{4}$  plg

**Material:** Angulo de Acero

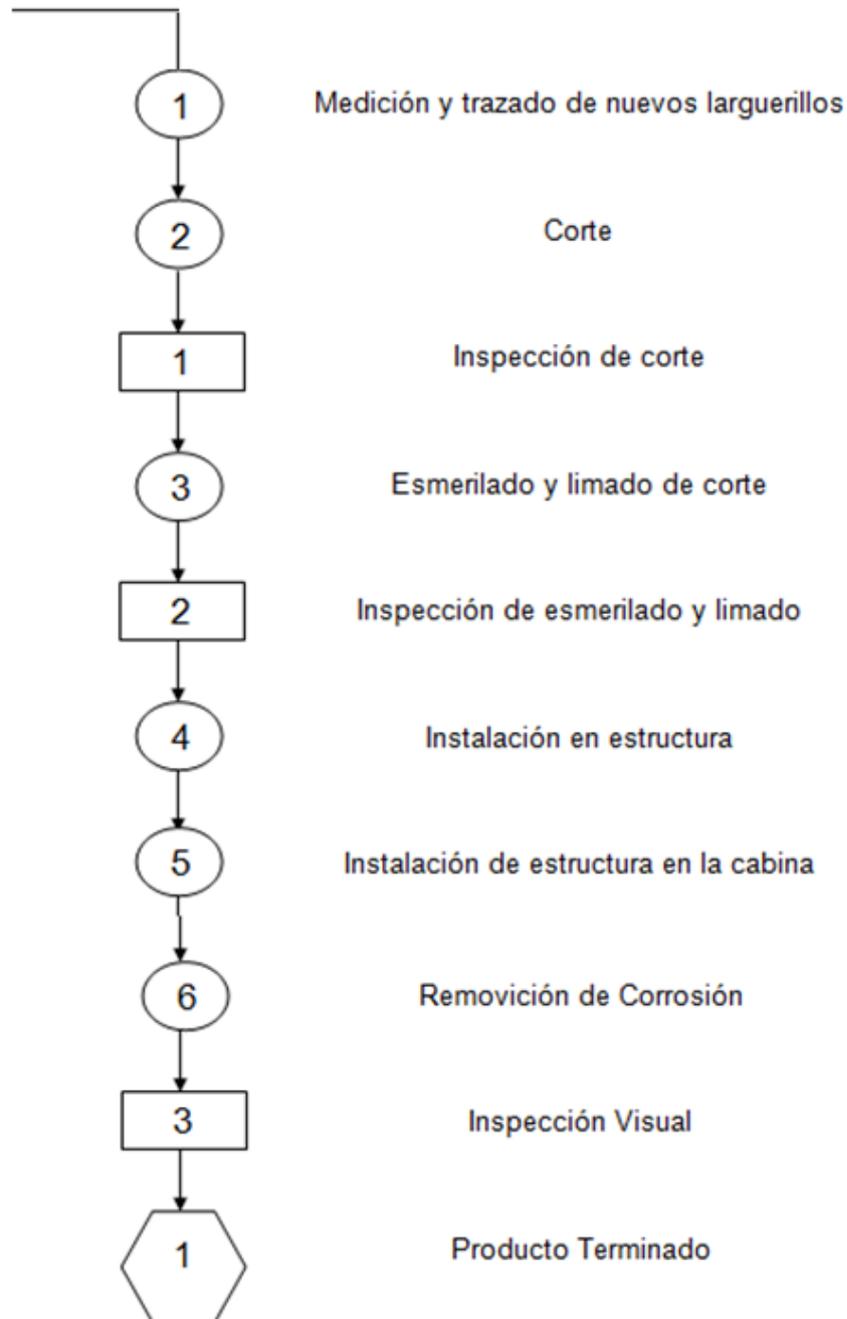


Figura 3.28. Diagrama de proceso de reconstrucción sección posterior

Fuente: Investigación de campo

**Tabla 3.5. Proceso de reconstrucción sección posterior**

<b>Nº</b>	<b>Proceso</b>	<b>Máquina - Herramienta</b>	
		<b>M</b>	<b>H</b>
1	Medición y Trazado		H11-H15
2	Corte	M7	
3	Esmerilado	M6	H13
4	Incorporación a estructura		H1-H2-H18-H22

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Vinicio Abarca Peñafiel

### 3.4.2 Diagrama de proceso de instalación de piso

**Cantidad:** 2 de 145 cm x 255 cm

**Material:** Planchas de tabla triplex 9 cm de espesor.

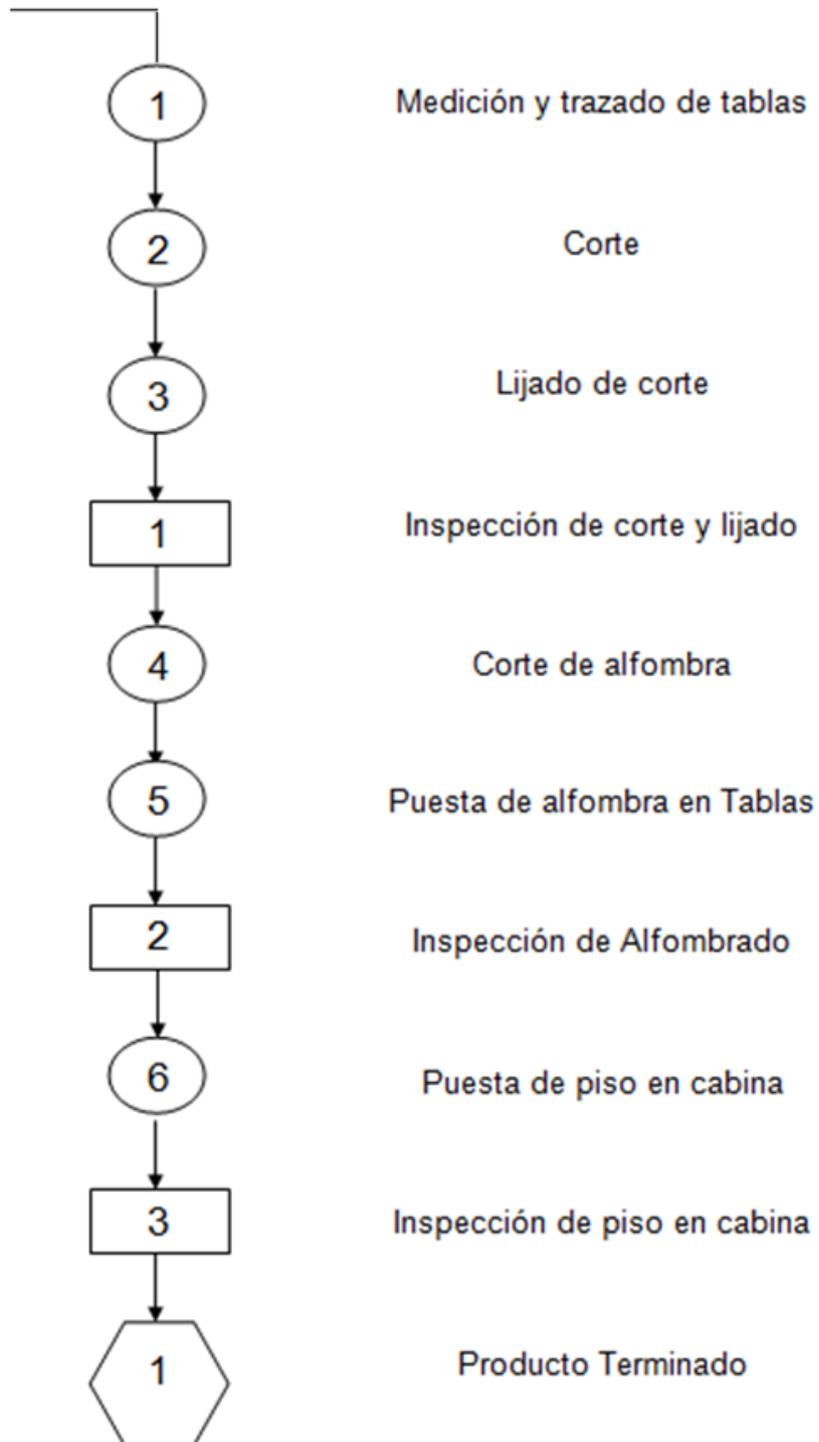


Figura 3.29. Diagrama de proceso de instalación de piso

Fuente: Investigación de campo

**Tabla 3.6. Proceso de instalación de piso**

<b>Nº</b>	<b>Proceso</b>	<b>Máquina - Herramienta</b>	
		<b>M</b>	<b>H</b>
1	Medición y trazado de tabla		H8-H11-H15
2	Corte	M3	H23
3	Limado		H13
4	Medición y trazado de alfombra		H8-H15-H20-H25

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Vinicio Abarca Peñafiel

### 3.4.3 Diagrama de pintado de nariz

**Cantidad:** 2 litros

**Material:** Pintura Negra Anticorrosiva

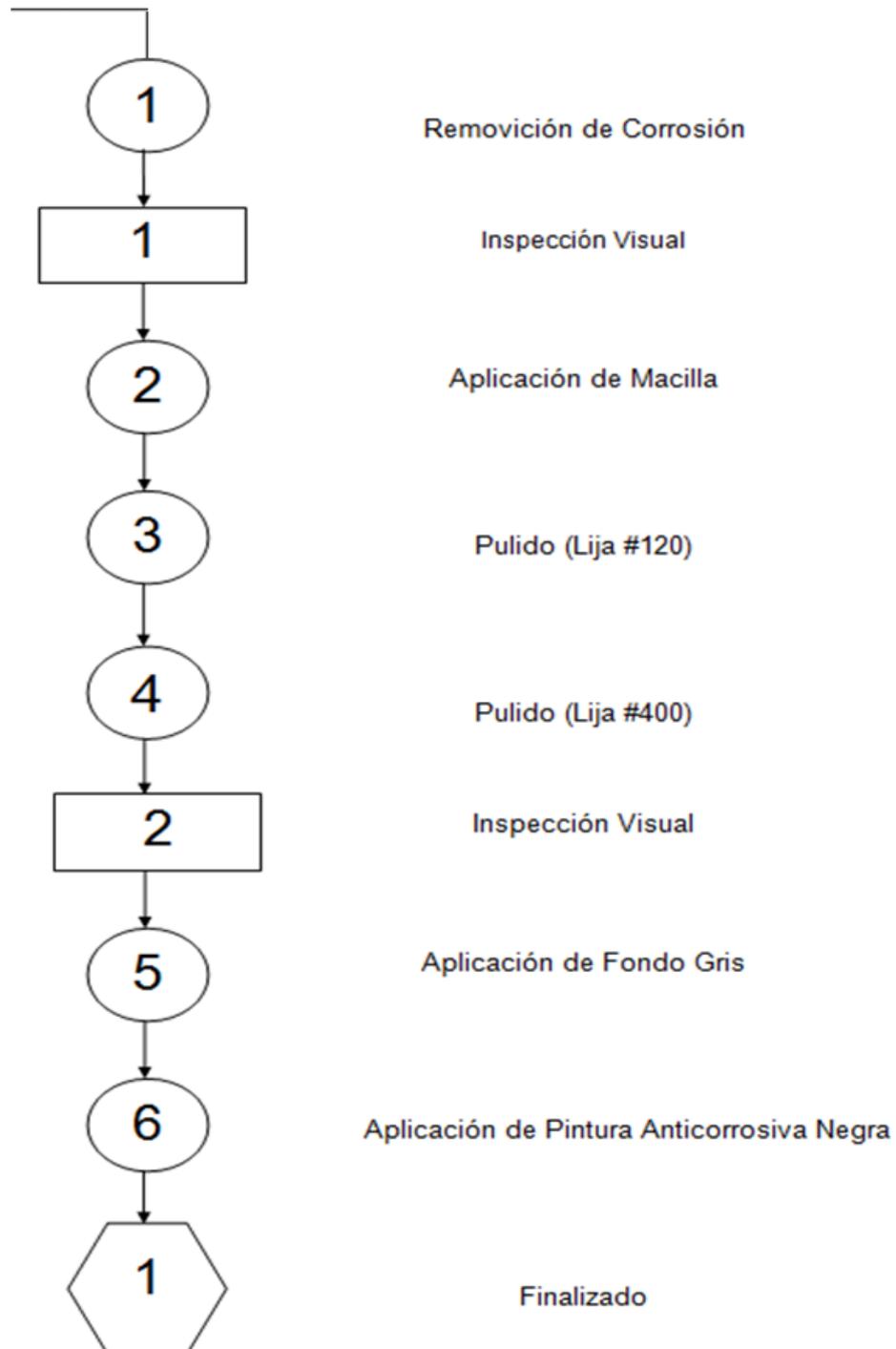


Figura 3.30. Diagrama de pintado de nariz de avión

Fuente: Investigación de campo

**Tabla 3.7. Proceso de pintado de nariz de avión**

<b>Nº</b>	<b>Proceso</b>	<b>Máquina - Herramienta</b>	
		<b>M</b>	<b>H</b>
1	Aplicación de macilla		H10
2	Pulido	M7	H4
3	Lijado		H12
4	Aplicación de Fondo	M5-M8	
5	Aplicación de Pintura	M5-M8	

Fuente: Investigación de Campo  
Elaboración: Vinicio Abarca Peñafiel

### 3.4.4 Diagrama de proceso de pintado de cabina

**Cantidad:** 6 litros

**Material:** Pintura poliuretana (varios)

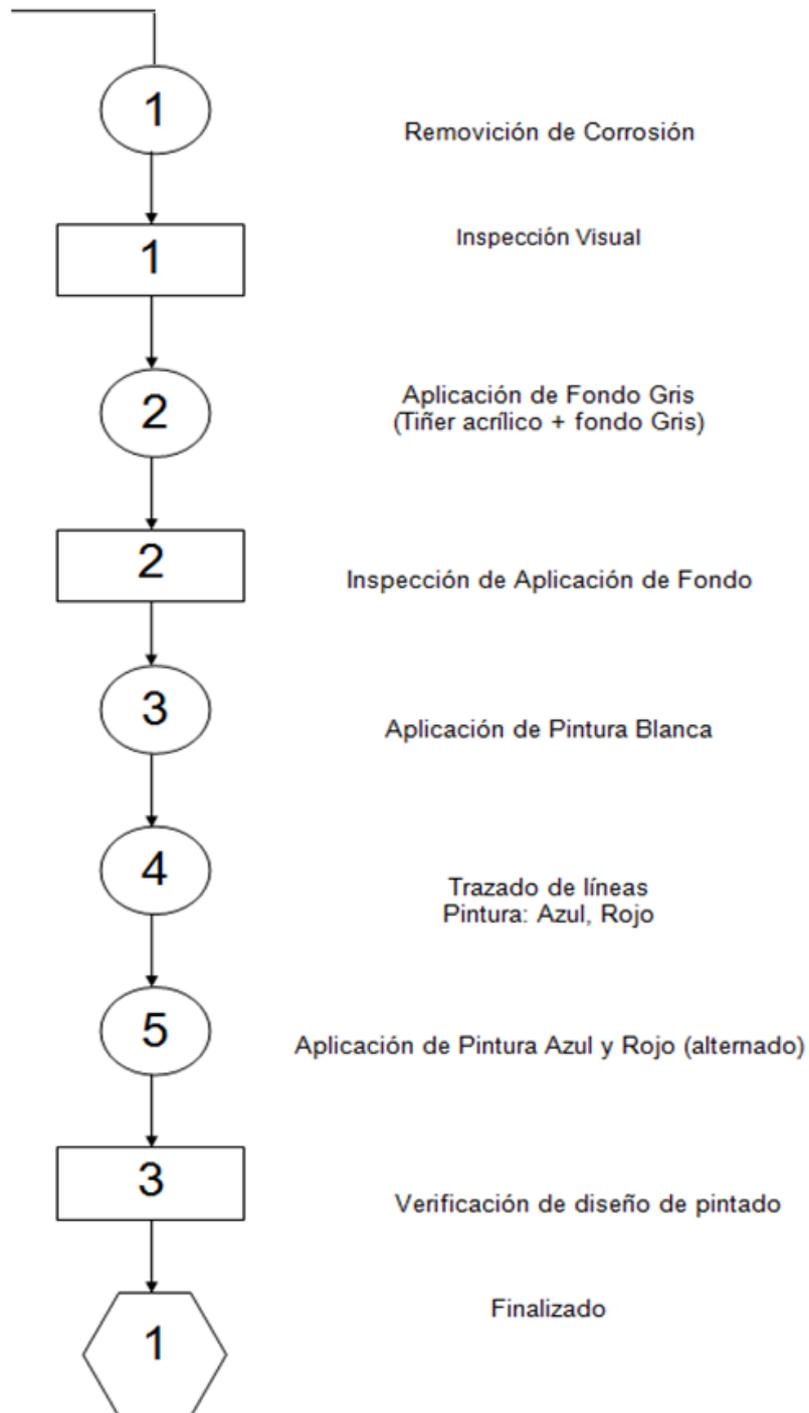


Figura 3.31. Diagrama de proceso de pintado de cabina

Fuente: Investigación de campo

**Tabla 3.8. Proceso de pintado de cabina**

<b>Nº</b>	<b>Proceso</b>	<b>Máquina - Herramienta</b>	
		<b>M</b>	<b>H</b>
1	Remoción de corrosión		H4
2	Aplicación de Fondo	M5-M8	
5	Aplicación de Pintura	M5-M8	

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Vinicio Abarca Peñafiel

### 3.4.5 Diagrama de proceso de ensamblaje de cabina

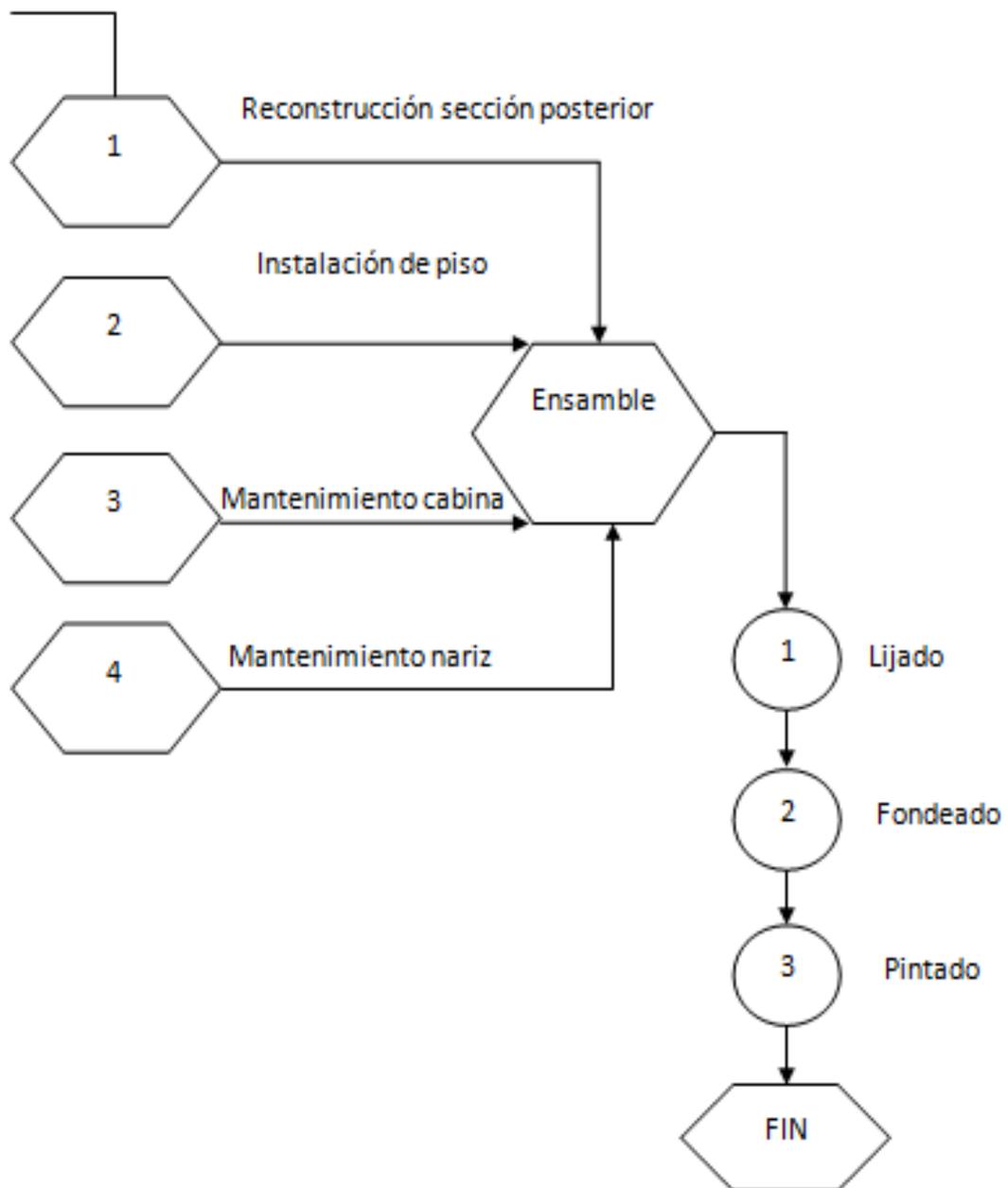


Figura 3.32. Diagrama de proceso de ensamblaje de cabina

Fuente: Investigación de campo

## **3.6 Manual de uso, mantenimiento y hojas de registro**

### **3.6.1 Descripción general**

En el manual se encuentran los pasos que se deberán seguir para el buen uso de la cabina empleando normas de seguridad y conservación.

Las normas de uso de la cabina son básicas debido a que la complejidad de utilizar el simulador de movimientos, esta se basa en las seguridades que se debe tener al momento de realizar cada uno de los movimientos y de cómo conservarlos para alargar su vida útil.

Las precauciones que se debe tomar no están por demás advertirlas, a pesar que el uso de dicho simulador de movimientos es extremadamente sencillo, hay que tener en cuenta las debidas previsiones para evadir cualquier accidente o incidente.

### **3.6.2 Registro de datos técnicos**

La hoja de datos o registros es un instrumento necesario e importante para llevar en forma ordenada y organizada el uso de la cabina, ya que, en ellas se registran los datos de todas las imperfecciones que acontecen al usar el simulador de movimientos.

Estas hojas sirven de respaldo para las personas que manipulen el simulador de movimientos, porque las mismas indican la actividad que se está llevando a cabo, indica también si se ha realizado alguna actividad de mantenimiento, reparación, etc.

Las hojas de registro incorporan datos específicos de cada una de las acciones tomadas en cuanto a mantenimiento además de las prestaciones y los daños los cuales se han suscitado a medida que se use el simulador de movimientos.

<p style="text-align: center;"><b>ITSA</b></p> 	<b>MANUALES</b>	<b>Pág. :</b>
	<b>MANUAL DE USO DE LA CABINA DOUGLAS DC-3</b>	<b>1 de 3</b>
	<b>Elaborado por:</b> Sr. Vinicio Abarca Peñafiel	<b>Revisión</b> <b>Nº. : 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Guillermo Trujillo	<b>Fecha :</b> <b>Julio 2013</b>

### 1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos de uso de la cabina para el simulador de movimientos de la cabina del Avión Douglas DC - 3.

### 2. ALCANCE

Dar a conocer al operador los pasos que debe seguir para utilizar el simulador.

**3. NOMBRE DEL EQUIPO:** Simulador de movimientos - Cabina del avión DOUGLAS DC-3.

### 4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

↵ Asientos	2
↵ Modelo	Cessna 206
↵ Longitud	150 cm x 50 cm x 50cm
↵ Peso máx.	120 kg

### 5. ANTES DEL USO

- ↵ Al encender el simulador, asegúrese que estén correctamente encendido para prevenir daños.
- ↵ Inspeccione la estructura, los cilindros hidráulicos y los al rededores, antes de su uso para confirmar el correcto estado de sus componentes.

- ⌚ Asegúrese que el simulador este en perfectas condiciones para realizar la simulación de los movimientos.
- ⌚ Analice los posibles riesgos antes de su uso.

## **6. ANTES DEL USO**

- ⌚ Retire los seguros de la cabina, antes del uso.
- ⌚ Encienda el sistema, antes del uso.
- ⌚ El sistema hidráulico debe tener la suficiente presión para poder realizar la simulación de los movimientos.
- ⌚ Tenga en cuenta el riesgo de colisión contra la cabina de simulación durante la simulación de los movimientos, como peatones, o aeronaves que estén alejadas en el hangar.
- ⌚ Identifique posibles peligros eléctricos en el área de simulación.
- ⌚ Evite movimientos bruscos y sobre peso en la cabina, si esto sucede tome obligatoriamente medidas de seguridad como poner a la persona apta para la simulación y disminuya el peso.

## **7. DURANTE EL USO**

- ⌚ Nunca exceda la carga máxima permitida para la cabina.
- ⌚ Nunca se asome por los laterales de la cabina.
- ⌚ No utilice la cabina simuladora de movimientos para jugar o estar realizando movimientos bruscos, sin seguridades adicionales.
- ⌚ Tome precauciones con las demás personas que le rodean.
- ⌚ Mantenga un buen comportamiento durante la simulación de movimientos.
- ⌚ No trate de forzar a los cilindros hidráulicos el momento de su simulación debido a que dichos cilindros tienen un fin de carrera.

## **8. DESPUES DEL USO**

- ↵ Asegúrese la cabina esté en lista para su aseguramiento.
- ↵ Asegúrese que los seguros estén fijos a la cabina.
- ↵ Apague el circuito hidráulico.
- ↵ Revise que todo esté ordenado.
- ↵ Inspeccione alrededor de la cabina por si existe alguna falla.

## **9. REPARACIÓN, ALMACENAMIENTO Y MANTENIMIENTO**

### ↵ Reparaciones:

Toda reparación y mantenimiento se debe realizar por personal competente.

### ↵ Almacenamiento:

Al almacenar la puerta, piso, ventanas y asientos tenga en cuenta posibles caídas de los mismos o algún imperfección, es conveniente después de cada uso de simulación realizar un pequeño chequeo a cada uno de los componentes.

### ↵ Mantenimiento:

Es aconsejable realizar algún tipo de inspección regularmente para prevenir posibles defectos durante el uso de la cabina simuladora de movimientos.

Fíjese en la tabla de puntos de inspección como referencia al realizar la ficha de inspección. La frecuencia del proceso de inspección dependerá del uso de la cabina simuladora.

La pintura debe realizarse un mantenimiento preventivo de corrosión cada cinco meses mediante líquidos penetrante, para ver si no existe desprendimiento de la misma.

**Pág. 3**

La estructura y los cilindros también deben ser inspeccionados cada dos meses, se debe inspeccionar los, pines, sus puntos de sujeción, y el cilindro completo y su pistón que no exista imperfecciones.

**Firma del Responsable :**

**Pág. 4**

	<b>REGISTRO</b>	<b>Código:</b>	
	<b>LIBRO DE VIDA DE LA CABINA</b>	<b>Registro No:</b>	

Hoja: ..... de.....

No	FECHA		HORAS DE SIMULACIÓN	ENCARGADO	OBSERVACIONES
	ENTRADA	SALIDA			

Firma del Responsable: \_\_\_\_\_

### 3.7 Análisis económico

Se realizó un presupuesto general para la elaboración de este proyecto que tenía como finalidad crear un simulador de movimientos dentro de la compañía. A continuación se presente detalladamente el costo real del presupuesto inicial en dos grupos.

- Recursos
- Costos

#### 3.7.1 Recursos:

Se contará con el talento humano que en este caso será el apoyo del director dl proyecto y el autor del mismo.

**Tabla 3.9. Recursos humanos**

<b>Talento Humano</b>	<b>Denominación</b>
Abarca Peñafiel Vinicio Paúl	Autor del proyecto
Ing. Trujillo Guillermo	Director del proyecto

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Vinicio Abarca Peñafiel

#### 3.7.2 Costos

Se detalla el costo del proyecto dividido en dos costos, el mismo que es asumido por el investigador.

### 3.7.2.1 Costo primario

Tabla 3.10. Costo primario

N°	Material	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Angulo de hierro 3/4x1/8 (6m)	1	\$ 8,50	\$ 8,50
2	Fondo	3	\$ 9,50	\$ 28,50
3	Macilla	1	\$ 5,50	\$ 5,50
4	Pintura Anticorrosivo Negra	2	\$ 5,00	\$ 10,00
5	Pintura Azul Poliuretano	1/4	\$ 28,00	\$ 7,00
6	Pintura Blanca Poliuretano	3	\$ 28,00	\$ 84,00
7	Pintura Roja Anticorrosiva	1/4	\$ 21,00	\$ 5,25
8	Remaches 5/32 plg	500	\$ 0,02	\$ 10,00
9	Riel de asiento	4	\$ 20,00	\$ 80,00
10	Sello ITSA	1	\$ 5,00	\$ 5,00
11	Sello Matricula	1	\$ 3,00	\$ 3,00
12	Sello Mecánica	1	\$ 5,00	\$ 5,00
13	Sello Salida	1	\$ 10,50	\$ 10,50
14	Sprays	3	\$ 2,50	\$ 7,50
15	Tablas triplex 144x154cm (9mm)	2	\$ 23,00	\$ 46,00
16	Tiñer	9	\$ 5,00	\$ 45,00
17	Tornillos	150	\$ 0,01	\$ 1,50
18	Tubo Cuadrado 5X5cm (6m)	1	\$ 26,00	\$ 26,00
19	Tapizado cabina	1	\$ 500,00	\$ 500,00
<b>Total</b>				<b>\$ 888,25</b>

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Vinicio Abarca Peñafiel

### 3.7.2.2 Costo secundario

Tabla 3.11. Costos secundarios

N°	Material	Costo
1	Pago aranceles de Graduación	\$ 120,00
2	Alimentación	\$ 200,00
3	Hospedaje	\$ 160,00
4	Transporte	\$ 160,00

<b>N°</b>	<b>Material</b>	<b>Costo</b>
<b>5</b>	Impresiones	\$ 50,00
<b>6</b>	Empastados, anillados y CD	\$ 50,00
<b>Total</b>		<b>\$ 740,00</b>

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Vinicio Abarca Peñafiel

### 3.7.2.3 Costo Total

**Tabla 3.12. Costo Total**

<b>Costo primario</b>	\$ 888,25
<b>Costo secundario</b>	\$ 740,00
<b>Total</b>	<b>\$ 1.628,25</b>

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Vinicio Abarca Peñafiel

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

- Se realizó la adecuación de cada uno de los instrumentos del panel principal.
- Se adecuó la sección interna de la cabina con la finalidad de propiciar confortabilidad al personal de la compañía.
- Se repararon todas las secciones deterioradas de la cabina.
- La rehabilitación de la cabina permitirá que los pilotos instructores y alumnos puedan estar en continuo adiestramiento.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Utilizar los equipos de seguridad al momento de manipulación de la cabina. (VER ANEXO C)
- Usar los manuales de uso, mantenimiento y funcionamiento de la cabina.
- Tomar la debida distancia cuando se realice la simulación de los movimientos de la cabina del avión Douglas DC-3.

## GLOSARIO

### A

**Adecuación:** Acomodo, ajuste o adaptación de una cosa a otra.

**Aerodinámico:** Dicho de un cuerpo móvil: Que tiene forma adecuada para disminuir la resistencia del aire.

**Aeródromo:** Sitio destinado al despegue y aterrizaje de los aviones.

**Aeronave:** Vehículo que se emplea para la navegación aérea.

**Alabeo:** Movimiento del avión respecto del eje longitudinal.

**Asesoramiento:** Consejo, información que se otorga sobre un material de las que se tiene conocimientos especiales.

**Aviación Menor:** Nombre que se da para aeronaves pequeñas como son avionetas, helicópteros.

### B

**Beneficios:** Son pagos financieros no monetarios ofrecidos por la organización a sus empleados.

**Bibliografía:** Descripción, conocimiento de libros, de sus ediciones.

### C

**Cabeceo:** Movimiento que hace una aeronave al subir y bajar alternativamente la parte delantera y trasera.

**Cabina:** Cuarto o recinto pequeño y cerrado donde se encuentran los mandos de un aparato o máquina y tiene un espacio reservado para el conductor, el piloto u otro personal encargado de su control.

**Cilindro:** Pieza de un motor donde se mezcla y se quema el combustible, impulsando el pistón que pone en marcha el árbol motor.

**Clima:** Conjunto de condiciones atmosféricas propias de una zona geográfica.

### D

**Dependencias:** Referida a los servicios sociales, es la situación de una persona que o puede valerse por sí misma.

**Docente:** Persona encargada de impartir sus conocimientos.

## E

**Entrenamiento:** Adiestramiento y preparación física y técnica que se realiza para perfeccionar el ejercicio de una actividad.

**Entrevista:** Reunión mantenida por dos o más personas para tratar de un asunto, generalmente profesional o de negocios.

**Estructura:** Conjunto de relaciones que mantienen entre sí las partes de un todo.

## F

**Factible:** Que se puede hacer.

**Fuselaje:** Cuerpo del avión donde van los pasajeros y las mercancías.

## G

**Guiñada:** Desvío de la proa hacia un lado u otro del rumbo a que se navega.

## H

**Habilidades:** Existen diferentes definiciones que intentan englobar el concepto de habilidad. Es el grado de competencia de un sujeto concreto frente a un objetivo.

**Hangar:** Cobertizo grande, generalmente abierto, para guarecer aparatos de aviación o dirigibles.

## I

**Implementación:** Poner en funcionamiento, aplicar los métodos y medidas necesarios para llevar algo a cabo.

## L

**Larguerillos:** Son pequeñas vigas (más pequeñas que los largueros) que se sitúan entre costillas para evitar el pandeo local del revestimiento.

**Larguero:** Cada uno de los dos palos o barrotes que se ponen a lo largo de una obra de carpintería, ya sea unido con los demás de la pieza, ya separados, p. ej., los de las camas, ventanas, bastidores.

## **M**

**Mantenimiento:** Conservación, mantener en buen estado o en situación óptima de un objeto.

**Movimiento:** Cambio de posición de un cuerpo respecto de un sistema de referencia.

## **O**

**Objetivo:** Relativo al objeto en sí, independientemente de juicios personales.

**Observación:** Acción y resultado de observar.

## **P**

**Piloto:** Persona que dirige un buque, un avión u otro vehículo.

**Primordial:** Muy importante, fundamental o necesario.

**Población:** Conjunto de los individuos o cosas sometidas a una evaluación estadística mediante muestreo.

## **R**

**Reconstrucción:** Hecho de volver a construir.

## **S**

**Semimonocoque:** Una estructura del fuselaje en la que los miembros longitudinales (largueros), así como anillos o marcos que van circunferencial alrededor del fuselaje refuerzan la piel y ayudan a llevar el esfuerzo. También conocido como fuselaje rígido con cáscara.

**Simulador:** Dispositivo o sistema diseñado para simular un determinado proceso como si fuera real.

## **T**

**Turbohélice:** Motor de aviación en que una turbina mueve la hélice.

## **U**

**Universo:** Conjunto de individuos o elementos cualesquiera en los cuales se consideran una o más características que se someten a estudio estadístico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Antonio Ceus Sole, (2008), Iniciación a la aeronáutica, 2da Edición, España.
- Escuela Técnica de aviación Civil, (1978), Tela y Pintura, 1ra Edición, Quito.
- Manual de Ingeniería para la reparación de aviones, Ferretería estructural para aviones, O.T. AN I-IA-B, República de Colombia.
- Dirección de General de Aviación Civil, Actualizado (25-Sep-2009), Identificación de Productos, marcas de nacionalidad y matrícula de aeronave, RDAC Parte 045, Quito.
- Jara Solorzano y Juan Teófilo, (27-enero-2004), Reconstrucción de una cabina y estructura de un simulador didáctico del avión mirage F-1, Tesis 041 Latacunga.
- Herrera Edison, Rehabilitación de la cabina de piloto y copiloto del avión escuela AT-33<sup>a</sup>, Tesis 168, Latacunga.
- Sarmiento Christian, (2011), Adecuación e instalación de los instrumentos componentes de las secciones interiores del avión FAIRCHILD FH-227 J, Tesis 402, Latacunga.
- Ñato Jairo, (2012), Pintado de la estructura exterior y señalética de avión Fairchild FH-227J HC-BHD, Tesis 384, Latacunga.

## Netgrafía

- <http://tomasenria.com/app/download/5782079204/NDB-ADF.pdf>
- <http://bsas-vac.tripod.com/Dfc/Vuelo1/Instrumental/instru11.htm>
- <http://tacavirtual.vndv.com/escuela/ifr/ifr.htm>
- <http://www.pasionporvolar.com/instrumentos-del-motor-nociones-basicas/>
- <http://www.textoscientificos.com/quimica/corrosion>
- [http://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm12/pfcm12\\_4\\_5.html](http://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm12/pfcm12_4_5.html)
- <http://www2.uca.es/grup-invest/corrosion/curso/TemaXXII/pdf/Fatiga-01.pdf>
- <http://www.analisisdefractura.com/fatiga-con-corrosion/>
- <http://www.aero.ing.unlp.edu.ar/catedras/archivos/Apunte%20Corrosion.pdf>

- [http://es.wikipedia.org/wiki/Inspecci%C3%B3n\\_por\\_l%C3%ADquidos\\_penetrantes](http://es.wikipedia.org/wiki/Inspecci%C3%B3n_por_l%C3%ADquidos_penetrantes)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Inspecci%C3%B3n\\_por\\_part%C3%ADculas\\_magn%C3%A9ticas](http://es.wikipedia.org/wiki/Inspecci%C3%B3n_por_part%C3%ADculas_magn%C3%A9ticas)
- <http://tacavirtual.vndv.com/escuela/ifr/adf.htm>

# ANEXOS

# **ANEXO A**

## **CARTA DE ACEPTACIÓN DEL PROYECTO**



A petición verbal de la parte interesada:

Yo, Tlgo. Miguel Pozo en calidad de Jefe de mantenimiento de la Compañía Servicio Aéreo Regional, me permito informar lo siguiente:

El proyecto de graduación elaborado por el señor: **ABARCA PEÑAFIEL VINICIO PAÚL** con el tema: **“RECONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE LA CABINA DEL AVIÓN DOUGLAS DC-3 DE LA COMPAÑÍA SERVICIO AÉREO REGIONAL EN LA CIUDAD DE SHELL – MERA PROVINCIA DE PASTAZA”**

Ha sido efectuado en forma satisfactoria y el mismo que cuenta con todas las garantías de funcionamiento, por lo cual existiendo este aval que respalda el trabajo realizado por el mencionado estudiante y además agradeciendo al **INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**, por ayudar al desarrollo de la aviación en el Ecuador.

Tlgo. Miguel Pozo

Jefe de Mantenimiento

**SERVICIO AÉREO REGIONAL**

# **ANEXO B**

**HERRAMIENTAS**

**UTILIZADAS**



Figura 01 Brocha



Figura 02 Cepillo de acero



Figura 03 Cincel



Figura 04 Cortador



Figura 05 Cortador de Lámina



Figura 06 Chaveta



Figura 07 Destornilladores



Figura 08 Espátula



Figura 09 Flexómetro



Figura 10 Lijas



Figura 11 Limas



Figura 12 Llaves de boca



Figura 13 Marcador



Figura 14 Martillo



# **ANEXO C**

## **EQUIPOS DE SEGURIDAD**



Figura 01 Gafas de protección



Figura 02 Overol



Figura 03 Botas



Figura 04 Guantes de protección



Figura 05 Mascarilla



Figura 06 Orejeras

# **ANEXO D**

## **MÁQUINAS UTILIZADAS**



Figura 01 Caladora



Figura 02 Pulidora / Moladora de banco



Figura 03 Aspiradora



Figura 04 Compresor



Figura 05 Moladora



Figura 06 Taladro Neumático

# **ANEXO E**

## **CABINA DOUGLAS EN ESTADO DETERIORADO**



Figura 01 Interior cabina



Figura 02 Sección posterior



Figura 03 Corrosión



Figura 04 Puerta de acceso

# **ANEXO F**

## **CABINA DOUGLAS EN MANTENIMIENTO**



Figura 01 Sección Posterior en Mantenimiento



Figura 02 Sección Delantera



Figura 03 Instalación de asientos



Figura 04 Interior Fondeado

# **ANEXO G**

## **CABINA DOUGLAS REPARADA**



Figura 01 Vista derecha



Figura 02 Vista Izquierda



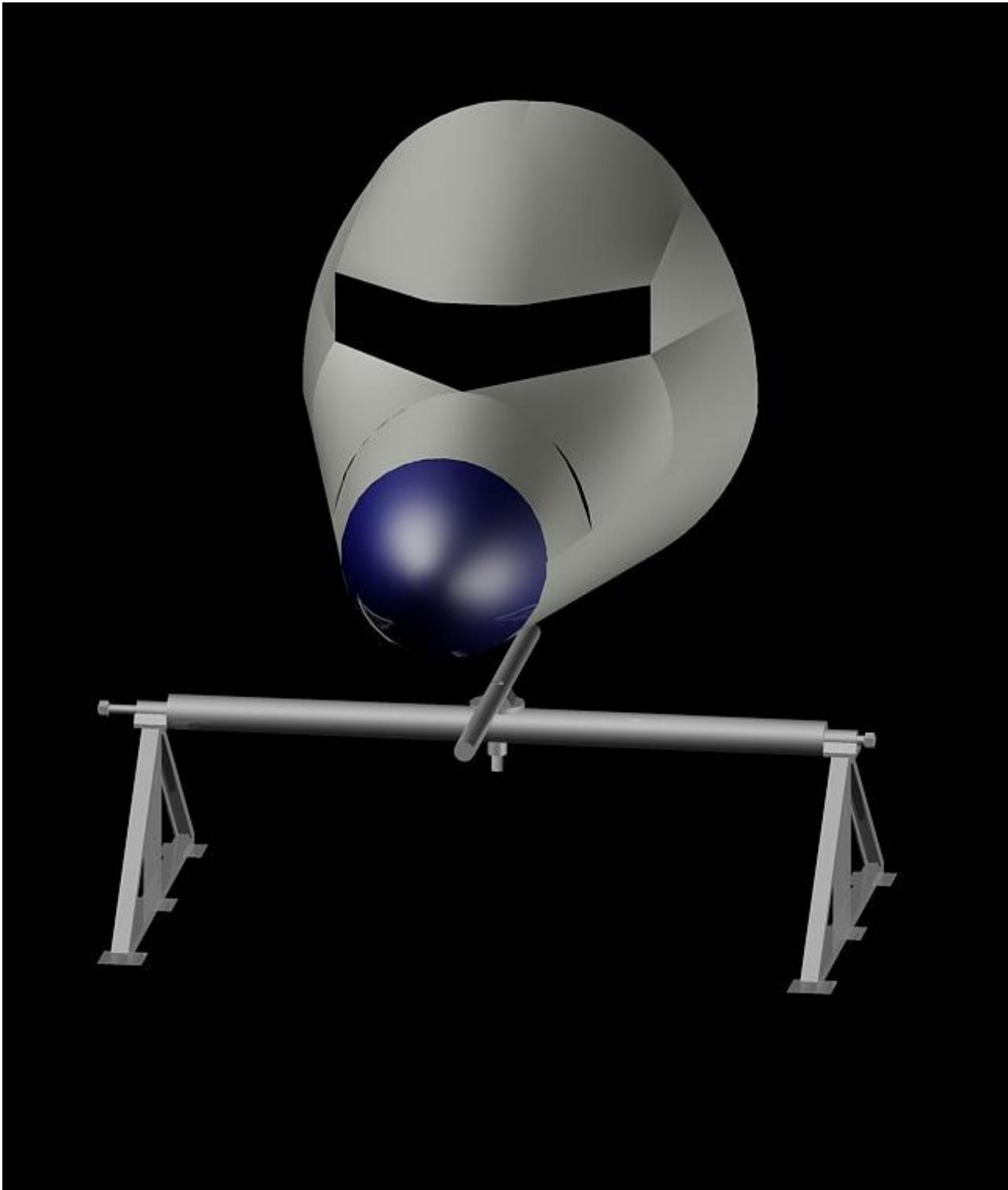
Figura 03 Vista Frontal



Figura 04 Vista de Profundidad

# **ANEXO H**

## **CABINA EN AUTOCAD**



# **ANEXO I**

**RDAC 045**

# DIRECCION GENERAL DE AVIACION CIVIL

## RDAC PARTE 045

### IDENTIFICACION DE PRODUCTOS, MARCAS DE NACIONALIDAD Y MATRICULA DE AERONAVE

#### INDICE

#### SUBPARTE A - GENERALIDADES

45.1 Aplicabilidad

45.3 Vigencia

#### SUBPARTE B - IDENTIFICACIÓN DE AERONAVES Y DE PARTE \$ RELACIONADA \$ CON PRODUCTOS AERONÁUTICOS

45.11 Generalidades

45.13 Datos de identificación

45.14 Identificación de componentes críticos

45.15 Reemplazo y modificación de partes

#### SUBPARTE C - MARCA \$ DE NACIONALIDAD Y MATRÍCULA DE AERONAVE \$ CIVILES

45.21 Generalidades

45.23 Exhibición de marcas de nacionalidad y matrícula

45.25 Ubicación de matrículas sobre aeronaves de ala fija

45.27 Ubicación de las marcas de nacionalidad y matrícula sobre aeronaves de ala rotatoria

45.29 Dimensiones de las marcas de nacionalidad y matrícula

45.31 Marcas para aeronaves de exportación

45.33 Venta de una aeronave: Remoción de las marcas de identificación

### IDENTIFICACION DE PRODUCTOS, MARCAS DE NACIONALIDAD Y MATRICULA DE AERONAVE

#### SUBPARTE A - GENERALIDADES

45.1 Aplicabilidad

Esta Parte prescribe los requerimientos para:

- (a) La identificación de las aeronaves, motor de aeronave y hélices que son fabricados bajo los términos de un Certificado Tipo, o de Certificado de Fabricación;

(b) La identificación de ciertas partes de reemplazo y partes modificadas, fabricadas para su instalación en productos con Certificado Tipo; y,

(c) Aplicación de marcas de nacionalidad e identificación de aeronaves civiles registradas en la República del Ecuador.

#### 45.3 Vigencia

Los requisitos establecidos regirán a partir de su publicación por lo que los productos aeronáuticos afectados con anterioridad deberán quedar regularizados en la próxima renovación del certificado y/o inspección de 100 horas o equivalente, salvo expresa disposición de la, autorizando nuevos plazos.

#### SUBPARTE B - IDENTIFICACIÓN DE AERONAVES Y DE PARTE \$ RELACIONADA \$ CON PRODUCTOS AERONÁUTICOS

#### 45.11 Generalidades

- (a) aeronaves y motores de aeronaves. Las aeronaves enmarcadas bajo la sección 21.182 de estas Regulaciones deberán estar identificadas y cada persona que fabrique un motor de aeronave bajo un Certificado Tipo o un Certificado de Fabricación deberá identificar tal motor por medio de una placa a prueba de fuego la cual contendrá la información especificada en la sección 45.13 de esta Parte mediante estampado, grabado, o cualquier otro método ignífugo de marcación aprobado. La placa de identificación para las aeronaves deberá estar asegurada de manera tal, que no pueda desfigurarse o desprenderse con el uso normal, ni tampoco destruirse o perderse en un accidente. A excepción de lo previsto en el párrafo (c) de esta sección, la placa de identificación de aeronaves deberá estar fijada al exterior del fuselaje de la aeronave en una ubicación accesible, cerca de una de las entradas de la aeronave, o bien, colocándole, sobre la superficie exterior del fuselaje, cerca de la superficie del empenaje, de tal manera que pueda ser legible por una persona desde tierra. Para motores de aeronaves, la placa de

Identificación debe ser fijada al motor en una ubicación accesible y de forma tal que no pueda desfigurarse o desprenderse por el uso normal, ni perderse o destruirse en un accidente.

(b) **Hélices, palas de hélices y cubos de hélice.**

Cada persona que fabrica hélices de avión, palas, o cubos de hélices bajo los términos de un Certificado Tipo o de un Certificado de Fabricación, deberá identificar estos productos por medio de una placa grabada, estampada, o cualquier otro método ignífugo de identificación aprobado, conteniendo la información especificada en la sección 45.13 y ubicándola sobre una superficie no crítica y de forma tal que no pueda desfigurarse o desprenderse, perderse o destruirse en un accidente.

(c) **Para globos libres tripulados.**

La placa de identificación descrita en el párrafo (a) de esta sección deberá estar asegurada a la envoltura del globo y colocada, de ser factible, donde pueda ser visible al operador, cuando el globo está inflado. Asimismo, tanto la canastilla como el conjunto productor de calor deberán estar marcados, en forma legible y permanente, con el nombre del fabricante, el número de parte (o equivalente) y número de serie (o equivalente).

#### 45.13 Datos de Identificación

(a) La identificación requerida en la sección 45.11, párrafos (a) y (b) deberá incluir la siguiente información:

- (1) Nombre del fabricante;
- (2) Designación de modelo;
- (3) Número de serie de fabricación;
- (4) Número de Certificado Tipo (si hubiera alguno);
- (5) Número de Certificado de Fabricación (si hubiera alguno);
- (6) Para los motores de aeronaves, las potencias de regímenes establecidos; y,
- (7) Toda otra información, que el Director General encuentre apropiada agregar.

(b) A excepción de lo previsto en el párrafo (d) (1) de esta sección ninguna persona podrá cambiar, quitar, o cobrar la información de identificación requerida por el párrafo (a) de esta sección sobre alguna

aeronave, motor de aeronave, hélice, pala de hélice, o cubo de hélice sin la aprobación del Director General;

(c) A excepción de lo previsto en el párrafo (d) (2) de esta sección, ninguna persona podrá remover, o instalar cualquiera de las placas de identificación requeridas por la sección 45.11 de esta Subparte, sin contar con la aprobación del Director General;

(d) Las personas que realicen los trabajos estipulados bajo la Parte 43 de estas RDAC, de acuerdo con los métodos, técnicas y prácticas aceptables por el Director General, podrán:

- (1) Cambiar, remover o colocar información de identificación requerida por el párrafo (a) de esta sección, en cualquier aeronave, motor de aeronave, hélice, palas y cubos de hélice; o,
- (2) Remover la placa de identificación requerida en la sección 45.11 cuando sea necesario durante las operaciones de mantenimiento.

(e) Ninguna persona puede instalar una placa de identificación que ha sido removida de acuerdo con el párrafo (d) (2) de esta sección, en cualquier aeronave, motor de aeronave, hélice, pala o cubo de hélice, distinto de aquél del cual fue removida.

#### 45.14 Identificación de componentes críticos

Toda persona que fabrique una parte de un producto aeronáutico, la cual tenga tiempo para reemplazo, intervalos de inspección o procedimientos relacionados que estén especificados en la sección de Limitaciones de Aeronavegabilidad del "Manual de Mantenimiento del Fabricante" o instrucciones para mantener sus condiciones de aeronavegabilidad continuada deberá marcar tales componentes con un número de parte (o equivalente) y número de serie (o equivalente).

#### 45.15 Reemplazo y modificación de partes

(a) A excepción de lo previsto en el párrafo (b) de esta sección, toda persona que fabrique una parte de reemplazo o modificación bajo Aprobación de Fabricación de Partes (PMA) emitido bajo la sección 21.303

de estas RDAC, deberá marcarlo en forma legible y permanente con:

- (1) Las letras "-PMA";
- (2) El nombre, marca registrada y/o símbolo del titular del PMA;
- (3) El número de parte; y,
- (4) El nombre y la designación de modelo de cada producto con Certificado Tipo sobre el cual la parte es elegible para ser instalada.

- (b) Si el Director General encuentra que una pieza es demasiado pequeña o que de algún modo sea impracticable marcar en ella cualquiera de las informaciones requeridas en el párrafo (a) de esta sección, se adjuntará una tarjeta a la parte o al envase de la misma conteniendo la información que no pudo ser incorporada por marcación del elemento. Si las marcaciones requeridas en el párrafo (a) (4) resultasen tan extensas que su inscripción sobre la tarjeta adjunta sea impracticable, en la misma se deberá hacer una referencia a un Manual o Catálogo de Parte, específico y fácilmente disponible que contenga información sobre la elegibilidad de la parte.

#### SUBPARTE C - MARCAS DE NACIONALIDAD Y MATRÍCULA DE AERONAVES CIVILES

##### 45.21 Generalidades

- (a) Ninguna persona puede operar una aeronave registrada en la República del Ecuador, a menos que la misma exhiba las marcas de nacionalidad y matrícula de acuerdo con los requisitos de esta sección y a los establecidos en la sección 45.23 y subsiguientes hasta la sección 45.33 inclusive;
- (b) A menos que sea autorizado por el Director General, ninguna persona podrá colocar sobre una aeronave diseños, lecturas, marcas o símbolos, que modifiquen o confundan las marcas de nacionalidad y matrícula;
- (c) Las marcas de nacionalidad y matrícula de las aeronaves deberán:
- (1) A excepción de lo previsto en el párrafo (d) de esta sección, estar pintadas o aplicadas por algún otro medio de forma tal que garantice un grado de permanencia similar;

- (2) No tener ningún tipo de ornamentación;
- (3) Contrastar con el color de fondo; y,
- (4) Ser legible.

- (d) Las marcas de nacionalidad y matrícula de las aeronaves civiles pueden ser fijadas a la aeronave con material de fácil remoción en aquellos casos en que:

- (1) Haya intención de una entrega inmediata a un comprador extranjero;
- (2) Esté sujeta a una matrícula temporal;
- (3) [Reservado]

##### 45.22 [Reservado]

##### 45.23 Exhibición de marcas de nacionalidad y matrícula

- (a) Generalidades

Las marcas de nacionalidad y de matrícula que aparezcan en las aeronaves estarán compuestas de un grupo de cinco letras mayúsculas, en caracteres romanos y sin acentos:

- (1) La marca de nacionalidad para las aeronaves civiles ecuatorianas estará determinada por las siglas HC;
- (2) La marca de matrícula para las aeronaves civiles ecuatorianas deberá ser asignada por el Director General y consistirá en un grupo de tres letras mayúsculas;
- (3) Las marcas de nacionalidad deberán separarse por un guión de las marcas de matrícula y preceder a las mismas;
- (4) Las letras de cada grupo ablado de marcas será de la misma altura;
- (5) Las aeronaves prototipos, de experimentación o de prueba, se identificarán con la marca de nacionalidad (HC) seguida de una matrícula especial, separada por un guión, consistente en una letra "X" mayúscula acompañada por el número de orden correspondiente; y,
- (6) Los ultralivianos motorizados (ULV), se identificarán con la marca de nacionalidad seguida, después del guión, de una matrícula

orden correspondiente.

(p) Exhibición.

- (1) Las marcas de nacionalidad y matrícula se pintarán con letras mayúsculas tipo romano y números tipo arábigo, sin adornos, ni ornamentación alguna, de un solo trazo y de conformación en paralelogramo recto a 90° en lugar visible del exterior de la misma, y deberán guardar las siguientes proporciones:

- (i) Las marcas deberán aparecer a cada lado del fuselaje, entre las alas y las superficies de cola;
- (ii) Los caracteres tendrán una altura de 50 cm. o en proporción a las dimensiones de la aeronave;
- (iii) El ancho de cada una de las letras y números y la longitud de los guiones serán de 2/3 (dos tercios) de la altura de los caracteres, excepto la letra 'i';
- (iv) Los caracteres y los guiones estarán constituidos por líneas llenas y serán de un color que contraste claramente con el fondo. El ancho de la línea o trazo será igual a una sexta parte (1/6) de la altura de cualquiera de los caracteres; y,
- (v) Los caracteres estarán separados del que inmediatamente les precede y del que continúa por un espacio por lo menos igual a la cuarta parte (1/4) de la anchura de un carácter. Para este fin el guión se considerará un carácter.
- (2) En aeronaves nacionales con Certificado de Aeronavegabilidad en Categoría Limitada o Restringida o que posean un Certificado Provisional Experimental Sección 21.175 (b) el explotador aplicará, además de las marcas de nacionalidad leyendas que identifiquen la certificación otorgada. Estas leyendas, deberán colocarse cerca de

cada acceso a la cabina o cockpit, con letras del tipo romano cuya altura esté entre los seis (6) y quince (15) cm., las mismas, según el caso, serán LIMITADA, RESTRINGIDA, EXPERIMENTAL y AERONAVEGABILIDAD PROVISIONAL.

45.25 Ubicación de matrículas sobre aeronaves de ala fija

- (a) Los explotadores de estos tipos de aeronaves aplicarán su marca de nacionalidad y matrícula en las superficies a ambos lados del plano fijo vertical o sobre las superficies a ambos lados del fuselaje. De la misma manera se colocarán estas marcas en ambas alas, alternativamente sobre la superficie superior del ala derecha y en la inferior del ala izquierda;
- (b) Las marcas mencionadas se aplicarán:
- (1) En la superficie del plano fijo vertical con la leyenda en forma horizontal. En caso de aeronaves con multiempujes las marcas se efectuarán sobre las superficies exteriores únicamente. La localización y las superficies y la dimensión de las letras se ajustarán a lo estipulado por el Director General;
- (2) En ambos lados del fuselaje, con la leyenda centralizada con el eje del fuselaje y en forma horizontal entre el borde de salida del ala (en el caso de biplanos, de borde de salida posterior) y el borde de ataque del plano horizontal del timón de dirección. Si resultara imposible por la ubicación de las barquillas de los motores u otras estructuras del fuselaje colocadas en esta área, se podrán aplicar las marcas sobre las superficies exteriores de dichas estructuras en la forma señalada en instructivos técnicos de la DGAC, y si aún así resultara imposible, se deberá optar por la aplicación de las leyendas en el plano fijo vertical;
- (3) Cuando se elija la ubicación de las marcas en el fuselaje se

- podrá repetir la aplicación de las leyendas, a opción del interesado, en el empenaje, en cuyo caso la altura de las letras será de entre los cinco (5) y los ocho (8) centímetros del tipo romano y la configuración expresado en Instructivo técnico de la :
- (4) En aquellas aeronaves multifuseajes la aplicación de las leyendas se efectuará sobre las superficies exteriores de los mismos siguiendo las reglas de forma, tamaño y ubicación expresadas anteriormente;
- (5) En las aeronaves monoplanos las marcas se aplicarán siguiendo lo expresado en la sección 45.25 (b), centralizadas a lo largo del eje del ala, con el extremo superior de las letras orientado hacia el borde de ataque y en lo posible en la mitad exterior de los planos; y,
- (6) En aquellas aeronaves multiplanos la aplicación de las leyendas se efectuará alternativamente sobre el ala superior derecha y en el ala inferior izquierda siguiendo lo expresado en la sección 45.25 (b) y el Instructivo técnico de la DGAC.
- (c) **Planeadores y motoplaneadores (planeadores motorizados):** Todo explotador de un planeador o motoplaneador se asegurará que éstos exhiban las marcas requeridas en la sección 45.23 y 45.25 (b) (1) y además que las alas exhiban las siglas de nacionalidad y matrícula en la superficie inferior de ambas alas. Este caso particular se establece para las leyendas reglamentarias una altura entre los ocho (8) y doce (12) centímetros, manteniendo las proporciones establecidas en el Instructivo técnico de la DGAC, según lo establecido en la sección 45.25 (b) (5);
- (d) **Ultralivianos (ULV):** Todo explotador de un ULV, se asegurará que éstos exhiban las marcas reglamentarias que se prescriben en la sección 45.23 (a) (4) de la siguiente forma:
- (1) En el estabilizador vertical se aplicará lo establecido en la sección 45.25 (b) (1) y de acuerdo con las prescripciones reglamentarias, ajustando las medidas a lo que establece en la sección 45.29; y,
- (2) En las alas se aplicará lo establecido en las secciones 45.25 (a) y 45.25 (b) (5) en lo que hace a sus medidas según lo prescrito en la sección 45.29
- (e) En las aeronaves experimentales, prototipos de ensayo y de construcción de aficionados, los explotadores o fabricantes de dichas aeronaves, se asegurarán que las mismas exhiban las marcas reglamentarias secciones 45.23 (a) (3) y 45.23 (b) (2):
- (1) Lo prescrito en la sección 45.25 conforme a la configuración de la aeronave; y,
- (2) Lo prescrito en la sección 45.29.
- (f) Si, debido a la configuración de una aeronave, es imposible para una persona marcar la misma de acuerdo con las secciones 45.21; 45.23; 45.25 hasta 45.33, dicha persona puede solicitar al Director General se le permita un procedimiento de marcado diferente.
- 45.27 Ubicación de las marcas de nacionalidad y matrícula sobre aeronaves de ala rotatoria**
- (a) **Helicópteros:** Cada explotador de helicóptero aplicará las marcas de nacionalidad y matrícula sobre ambos lados de la superficie de la cabina, o del fuselaje o del carenado del eje del rotor principal o del plano fijo vertical, siguiendo las reglas establecidas en la sección 45.23;
- (b) **Dirigibles:** Todo explotador deberá marcar la nacionalidad y matrícula requeridas en la sección 45.23 sobre:
- (1) Las superficies del estabilizador horizontal de igual forma en lo establecido en las secciones 45.25 (a) y 45.25 (b) (5) para las alas de los aviones monoplanos; y,
- (2) A cada lado del estabilizador vertical en forma similar a lo establecido en la sección 45.25 (b) (1).
- (c) **Aerostatos esféricos:** Todo explotador de un globo aerostático esférico aplicará las marcas de identificación de nacionalidad y matrícula,

requeridas en la sección 45.23 en dos lugares diametralmente opuestos y próximos a la circunferencia horizontal mayor del globo;

las marcas ecuatorianas de la aeronave.  
(RO 188: 06-nov-1997)

- (d) *Aerostatos no estérilos:* Todo explotador de un globo de este tipo aplicará las marcas de identificación próximas a la máxima Subparte transversal, ligeramente por encima de la fijación de las cuerdas que sostienen al globo la barquilla o canasta (cabina), también ella deberá exhibir las leyendas que estipula la sección 45.23 en dos lugares sobre superficies opuestas con letras de una altura de 50 cm., manteniendo el resto de las medidas; y,
- (e) En aquellos casos que la configuración de la aeronave no admita el cumplimiento de las reglas previstas en las secciones 45.23 y 45.25, se propondrá a la DGAC, las alternativas viables para su aprobación.

#### 45.29 Dimensiones de las marcas de nacionalidad y matrícula

Todas las aeronaves con matrícula ecuatoriana deberán ostentar las marcas de nacionalidad y matrícula con caracteres de no menos de 50 cm. de altura, y con las proporciones indicadas. Los caracteres podrán ampliarse manteniendo las proporciones debidas de acuerdo a las dimensiones de la aeronave.

#### 45.31 Marcas para aeronaves de exportación

Toda persona que fabrique una aeronave en la República del Ecuador destinada a la exportación podrá colocar las marcas de nacionalidad y matrícula del Estado donde la aeronave será matriculada. No obstante ninguna persona podrá operar la aeronave así identificada dentro del territorio nacional, excepto para vuelos de prueba y demostración por un periodo limitado autorizado por el Director General o para cumplir el vuelo de tránsito a través del país hacia aquel donde será matriculada.

#### 45.33 Venta de una aeronave: Remoción de las marcas de identificación

Cuando una aeronave que está inscrita en el Registro Aeronáutico de la República del Ecuador es vendida a un comprador radicado en el extranjero, el poseedor del Certificado de Registro deberá remover, antes de la entrega al comprador, todas

## HOJA DE VIDA



### DATOS PERSONALES

NOMBRE: Abarca Peñafiel Vinicio Paúl

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: 04 de Abril de 1991

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 060394010-7

TELÉFONOS: 032-968667 / 0984553104

CORREO ELECTRÓNICO: viniabpe@hotmail.com

DIRECCIÓN: Uruguay 11-33 y 12 de Octubre.

### ESTUDIOS REALIZADOS

#### Universitarios:

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica, mención motores.

Latacunga – 2009-2012

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Centro de Idiomas Suficiencia en el Idioma Inglés.

Latacunga - 2009-2012

#### Estudios Secundarios:

I.E.S. EL CARMEN MURCIA – ESPAÑA 2004-2009

#### Estudios Primarios:

Unidad Educativa San Felipe Neri - Riobamba 1997-2003

### TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller en Ciencias de la Naturaleza y de la Salud.

Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica, mención Motores.

Suficiencia en el Idioma Inglés.

## EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

Empresa: **CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO “CEMA” – LATACUNGA**

Cargo: **PRACTICANTE (160 H)**

Desde/Hasta: **14 DE FEBRERO DEL 2011 / 18 DE MARZO DEL 2012**

Empresa: **ALA DE TRANSPORTE N° 11 FAE - QUITO**

Cargo: **PRACTICANTE (160 H)**

Desde/Hasta: **08 DE AGOSTO DEL 2011 / 02 DE SEPTIEMBRE DEL 2011**

Empresa: **CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO “CEMA” – LATACUNGA**

Cargo: **PRACTICANTE (200 H)**

Desde/Hasta: **30 DE ENERO DEL 2012 / 09 DE MARZO DEL 2012**

Empresa: **SERVICIO AERO-REGIONAL - SHELL**

Cargo: **PRACTICANTE (200 H)**

Desde/Hasta: **30 DE JULIO DEL 2012 / 31 DE AGOSTO DEL 2012**

Empresa: **SERVICIO AERO-REGIONAL - SHELL**

Cargo: **PRACTICANTE (800 H)**

Desde/Hasta: **08 DE OCTUBRE DEL 2012 / 29 DE MARZO DEL 2012**

Empresa: **PROYECTO “MANITAS TRABAJADORAS RIOBAMBA”**

Cargo: **EDUCADOR**

Desde/Hasta: **JUNIO DEL 2010 / DICIEMBRE DEL 2012**

Empresa: **ALMAR-PHONE LOCUTORIO (MURCIA – ESPAÑA)**

Cargo: **EMPLEADO**

Desde/Hasta: **OCTUBRE DEL 2006 / MAYO DEL 2009**

## CURSOS Y SEMINARIOS

**Curso:** Jornadas de Ciencia y Tecnología ITSA 2010 - Latacunga

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, 16 Horas.

**Curso:** Recurrente de Primeros auxilios Basicos y Manejo de Extintores – Shell Mera

Compañía Servicio Aereo Regional, 6 Horas.

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA  
EL AUTOR**

---

**Abarca Peñafiel Vinicio Paúl**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

---

**Subs. Tec. Avc. Ing. ATENCIO HEBERT**

---

Latacunga, Julio 04 del 2013

## **CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Yo, VINICIO PAÚL ABARCA PEÑAFIEL, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica, en el año 2013, con Cédula de Ciudadanía N° 060394010-7, autor del Trabajo de Graduación “**RECONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE LA CABINA DEL AVIÓN DOUGLAS DC-3 DE LA COMPAÑÍA SERVICIO AÉREO REGIONAL EN LA CIUDAD DE SHELL – MERA, PROVINCIA DE PASTAZA**”, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**Abarca Peñafiel Vinicio Paúl**

---

Latacunga, Julio 04 del 2013