



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

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

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
MOTORES**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
“MOTORES”**

**TEMA: “MONTAJE DE ALAS, ESTABILIZADORES VERTICAL  
Y HORIZONTAL E INSTALACIÓN DE SUS CONTROLES DE  
VUELO PRIMARIOS Y SECUNDARIOS CON SUS  
RESPECTIVOS ACCESORIOS, EN LA AERONAVE CESSNA  
150M CON NÚMERO DE SERIE No: 15076319; PARA LA  
EMPRESA AMAZONAS AIR CIA. LTDA. UBICADA EN LA  
PROVINCIA DE PASTAZA - PARROQUIA SHELL.”**

**AUTOR: VILCACUNDO CASTILLO PABLO RAÚL**

**DIRECTOR: TLGO. SARMIENTO ROLANDO**

**LATACUNGA**

**2015**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**  
**UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**  
**MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

**CERTIFICADO**

Tlgo. Rolando Sarmiento

**CERTIFICA:**

Que el trabajo titulado **“MONTAJE DE ALAS, ESTABILIZADOR VERTICAL Y HORIZONTAL E INSTALACIÓN DE SUS RESPECTIVOS CONTROLES DE VUELO PRIMARIOS Y SECUNDARIOS CON SUS RESPECTIVOS ACCESORIOS, EN LA AERONAVE CESSNA 150M CON NÚMERO DE SERIE No: 15076319; PARA LA EMPRESA AMAZONAS AIR. CIA. LTDA., UBICADA EN LA PROVINCIA DE PASTAZA-PARROQUIA SHELL”** realizado por el Sr. PABLO RAÚL VILCACUNDO CASTILLO, ha sido guiado y revisado continuamente y cumple con todas las normas estatutarias establecidas por la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

Debido a que el mismo se trata de una investigación y busca la motivación en el alumnado se recomienda su publicación. El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato de documento portátil (pdf). Autoriza al Sr. PABLO RAÚL VILCACUNDO CASTILLO que lo entregue al Tecnólogo ALEJANDRO PROAÑO en su calidad de Coordinador de la Carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores.

---

Tlgo. Rolando Sarmiento

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

Latacunga, Mayo del 2015

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE  
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS  
MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, Pablo Raúl Vilcacundo Castillo, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores, en el año 2015, con Cédula de Ciudadanía N° 1600575904, autor del Trabajo de **“MONTAJE DE ALAS, ESTABILIZADORES VERTICAL Y HORIZONTAL E INSTALACIÓN DE SUS CONTROLES DE VUELO PRIMARIOS Y SECUNDARIOS CON SUS RESPECTIVOS ACCESORIOS, EN LA AERONAVE CESSNA 150M CON NÚMERO DE SERIE No. 15076319; PARA LA EMPRESA AMAZONAS AIR CIA. LTDA., UBICADA EN LA PROVINCIA DE PASTAZA - PARROQUIA SHELL.”**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**Vilcacundo Castillo Pablo Raúl**

**C.C: 1600575904**

Latacunga, Mayo del 2015.

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE  
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS  
MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, Vilcacundo Castillo Pablo Raúl, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, la publicación en la biblioteca virtual de la institución, del trabajo **“MONTAJE DE ALAS, ESTABILIZADORES VERTICAL Y HORIZONTAL E INSTALACIÓN DE SUS CONTROLES DE VUELO PRIMARIOS Y SECUNDARIOS CON SUS RESPECTIVOS ACCESORIOS, EN LA AERONAVE CESSNA 150M CON NÚMERO DE SERIE No: 15076319; PARA LA EMPRESA AMAZONAS AIR CIA. LTDA., UBICADA EN LA PROVINCIA DE PASTAZA - PARROQUIA SHELL.”**

---

**Vilcacundo Castillo Pablo Raúl**

**C.C: 1600575904**

Latacunga, Mayo del 2015.

## **DEDICATORIA**

Este proyecto lo dedico, primero a Dios por darme salud y vida, a mis padres quienes con su esfuerzo, sacrificio y apoyo constante me han ayudado a hacer realidad mi más grande anhelo, así como también a mi familia que me han brindado su ayuda incondicional en todo momento, ya que juntos han contribuido a que hoy me convierta en un Profesional.

**Vilcacundo Castillo Pablo Raúl**

## **AGRADECIMIENTO**

Al culminar el presente trabajo, que constituye un peldaño más en mi vida, quiero dejar constancia de mi agradecimiento imperecedero a la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas, por todos los conocimientos brindados en los tres años de estudio a través de sus distinguidos docentes.

A todas las personas que de una u otra manera han contribuido al desarrollo de éste trabajo, y de manera especial a la empresa Amazonas Air Cía. Ltda., por permitirme realizar este proyecto, y a adquirir una profesión a la cual sabré honrarla y defenderla.

**Vilcacundo Castillo Pablo Raúl**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO .....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 PLanteamiento del problema.....	1
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos .....	3
1.4.1 Objetivo general .....	3
1.4.2 Objetivos específicos .....	3
1.5 Alcance.....	3
CAPÍTULO II .....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Aeronave Cessna 150M .....	4
2.2 Especificaciones técnicas .....	4
2.3 Alas ... ..	6
2.3.1 Funciones del ala.....	6
2.3.2 Terminología de los elementos del ala.....	7
2.3.3 Estructura del ala.....	11
2.3.4 Clasificación y forma de las alas.....	13

2.3.5 Posición alar .....	15
2.4 Cola o empenaje .....	16
2.4.1 Tipos de empenaje.....	17
2.5 Superficies de mando y control.....	21
2.5.1 Superficies primarias.....	23
2.5.2 Superficies secundarias .....	26
2.5.4 Fuerzas a las que está expuesto el avión en vuelo .....	28
2.6 Herramientas .....	29
2.6.1 Mango de velocidad .....	29
2.6.2 Llaves dinamométricas.....	29
2.6.3 Llaves de boca fija .....	29
2.6.4 Llaves Allen .....	30
2.6.5 Alicates de seguridad .....	30
2.6.6 Herramientas de metal.....	31
2.6.7 Tensiómetro.....	32
2.7 Materiales a usarse en la preparación estructural.....	32
2.7.1 Fondo primer epoxy .....	32
2.7.2 Thinner laca.....	32
2.7.3 Lija .....	32
2.7.4 WD-40 limpiador de superficies metálicas .....	33
2.7.5 Grasa (MIL-G-81322A) .....	34
2.8 Ferretería de aviación.....	34
2.8.1 Estándares de la ferretería de aviación.....	34
2.8.2 Sujetadores roscados .....	35
2.8.3 Pernos de aviación.....	35
2.8.4 Tuercas .....	36

2.8.5 Pasadores de acero .....	37
2.8.6 Turnbuckles.....	37
2.9 Definiciones científicas de procesos ejecutables .....	38
2.9.1 Montar (montaje) .....	38
2.9.2 Instalar.....	38
2.9.3 Reglar (reglaje).....	38
2.10 Reglamentaciones de seguridad para talleres, angares y bodegas. ....	39
2.10.1 Seguridad de las aeronaves estacionadas con vientos fuertes. ....	39
2.10.2 Almacenamiento de aeronaves.....	40
2.10.3 Remolque de aeronaves.....	40
2.10.4 Limpieza de aeronaves.....	40
CAPÍTULO III.....	41
DESARROLLO DEL TEMA .....	41
MONTAJE E INSTALACIÓN.....	42
3.1 Preliminares.....	42
3.2 Situación actual de las alas y estabilizadores .....	42
3.3 Limpieza y lubricación.....	45
3.4 Montaje e instalación de alas, parantes (struts), y controles de vuelo .....	48
3.4.1 Montaje de alas y parantes (struts).....	48
3.4.2 Instalación de los controles de vuelo del ala.....	52
3.4.3 Reglaje de los alerones.....	56
3.4.4 Reglaje de los flaps .....	58
3.5 Montaje del estabilizador horizontal.....	61
3.5.1 Instalación del elevador.....	63
3.5.2 Reglaje del elevador.....	64
3.5.3 Reglaje del Trim.....	66

3.6 Montaje del estabilizador vertical .....	68
3.7.1 Instalación del rudder .....	70
3.7.2 Reglaje del rudder .....	72
3.7 Diagrama de ensamble y configuración .....	73
3.8.1 Proceso de montaje e instalación general del ala .....	75
3.8.2 Proceso de montaje e instalación general de los estabilizadores. ....	77
3.8.3 Procesos.....	78
3.9 Pruebas de funcionamiento y conformidad de operación .....	79
3.10 Descripción de procedimientos de operación, mantenimiento, calibración y otros.....	80
3.11 Estudio económico .....	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	83
4.1 Conclusiones .....	83
4.2 Recomendaciones.....	84
GLOSARIO.....	85
BIBLIOGRAFÍA.....	87
LINKGRAFÍA .....	88
ANEXOS.....	91

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Aeronave Cessna 150M.....	4
Figura 2. Dimensiones de la aeronave Cessna 150M .....	5
Figura 3. Ala izquierda.....	7
Figura 4. Terminología del Ala.....	10
Figura 5. Flecha del Ala .....	10
Figura 6. Diedro del Ala.....	11
Figura 7. Estructura del ala .....	12
Figura 8. Ala recta.....	13
Figura 9. Ala Trapezoidal .....	13
Figura 10. Ala Elíptica .....	14
Figura 11. Ala en Flecha .....	14
Figura 12. Ala delta.....	14
Figura 13. Ala alta.....	15
Figura 14. Ala baja.....	15
Figura 15. Ala media.....	16
Figura 16. Empenaje .....	16
Figura 17. Empenaje convencional .....	17
Figura 18. Empenaje en T .....	17
Figura 19. Empenaje cruciforme.....	18

Figura 20. Empenaje en H.....	19
Figura 21. Empenaje en V.....	19
Figura 22. Empenaje en V invertida .....	20
Figura 23. Empenaje en Y.....	20
Figura 24. Empenajes dobles .....	21
Figura 25. Ejes de la Aeronave .....	22
Figura 26. Alerones.....	23
Figura 27. Funcionamiento de los Alerones .....	24
Figura 28. Elevadores.....	24
Figura 29. Funcionamiento de los Elevadores .....	25
Figura 30. Rudder.....	25
Figura 31. Funcionamiento del Rudder.....	26
Figura 32. Flaps.....	26
Figura 33. Flaps y tipos de Flaps .....	27
Figura 34. Fuerzas expuestas en una aeronave .....	28
Figura 35. Llave dinamométrica .....	29
Figura 36. Llaves de boca fija.....	30
Figura 37. Llaves tipo Allen.....	30
Figura 38. Alicates .....	31
Figura 39. Brocas de taladro eléctrico.....	31
Figura 40. Tensiómetro .....	32

Figura 41. Lijas .....	33
Figura 42. Lubricante WD-40 .....	33
Figura 43. Grasa (MIL-G-81322A).....	34
Figura 44. Sujetadores roscados.....	35
Figura 45. Identificación de pernos especiales .....	36
Figura 46. Tuercas.....	37
Figura 47. Pasadores .....	37
Figura 48. Turnbuckles .....	38
Figura 49. Situación actual de las superficies .....	43
Figura 50. Situación actual de las alas .....	43
Figura 51. Controles de vuelo y puntas ala .....	44
Figura 52. Cabina .....	44
Figura 53. Poleas, turnbuckles, cables .....	45
Figura 54. Limpieza y lavado.....	47
Figura 55. Montaje del ala derecha e izquierda .....	51
Figura 56. Montaje de alas, Struts.....	51
Figura 57. Preparación de los alerones y ferretería.....	53
Figura 58. Instalación de los alerones .....	54
Figura 59. Preparación de los flaps y accesorios. ....	55
Figura 60. Instalación de los alerones .....	56
Figura 61. Reglaje de los alerones .....	58

Figura 62. Reglaje de los flaps.....	60
Figura 63. Preparación del estabilizador vertical.....	62
Figura 64. Instalación del estabilizador vertical .....	63
Figura 65. Colocación del elevador .....	64
Figura 66. Proceso de reglaje del elevador .....	66
Figura 67. Reglaje del Trim .....	68
Figura 68. Preparación del estabilizador vertical.....	69
Figura 69. Instalación del estabilizador vertical .....	70
Figura 70. Instalación del rudder .....	71
Figura 71. Preparación de los accesorios del rudder para su reglaje .....	73

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones de la Aeronave Cessna 150M .....	4
Tabla 2. Prestaciones de la aeronave Cessna 150M.....	5
Tabla 3. Equipos y partes utilizadas en el proyecto.....	73
Tabla 4. Herramientas para el montaje e instalación.....	74
Tabla 5. Simbología para el proceso de instalación y configuración.....	74
Tabla 6. Proceso de ensamble y calibración.....	78
Tabla 7. Resultados de las pruebas de funcionamiento y conformidad de operación .....	80
Tabla 8. Costos Directos .....	81
Tabla 9. Costos Indirectos .....	81
Tabla 10. Costo Total .....	82

## RESUMEN

La compañía Amazonas Air cuenta con aeronaves tripuladas que brindan servicio a la población amazónica en calidad de servicio comunitario, de igual manera presta a demás servicios de paracaidismo en el aeropuerto Jumandy del cantón Tena, convirtiéndose por lo mencionado en una compañía aérea importante a nivel nacional. El problema se enfoca en la necesidad de mantener las aeronaves operativas prestando sus servicios, se ha encontrado falencias en el mantenimiento, esto debido a la falta de recursos económicos, programas de mantenimiento y mano de obra, lo que ha impedido la habilitación de las aeronaves en especial de la aeronave Cessna 150M, que actualmente se encuentra con las superficies sustentadoras totalmente desmontadas. Con el presente proyecto se plantean objetivos en base a la solución del inconveniente mencionado. El marco teórico que se encuentra redactado en el capítulo dos está basado en la información de manuales técnicos, específicamente de la aeronave Cessna 150. Además se ha hecho necesario la recopilación de datos, archivos y fotografías desde fuentes del internet, para facilitar el desarrollo del presente proyecto. Con la información descrita se procedió a realizar la habilitación de la aeronave en lo que corresponde a la parte del montaje tanto de las alas como de los estabilizadores vertical y horizontal e instalación de los controles de vuelo primarios y secundarios y sus respectivos accesorios, se realizaron las respectivas pruebas de operación para verificar el correcto reglaje y funcionamiento de los mismos. Terminando con el Capítulo IV en donde se encuentran las conclusiones obtenidas al finalizar el proyecto con el análisis respectivo de resultados y las recomendaciones emitidas para su utilización óptima y adecuada.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **FALENCIA**
- **CONTROLES DE VUELO**
- **CARENADOS**
- **REGLAR**
- **IPC (CATÁLOGO ILUSTRADO DE PARTES)**

## **ABSTRACT**

The Amazon Air company has manned aircraft that serve the Amazonian population as community service, just as other services provided to skydiving in the Jumandy airport in canton Tena, being a major national airline. The problem focuses on the need to maintain operational aircraft providing services, there are deficiencies in maintaining due to the lack of economic resources, maintenance programs and manpower, what has prevented enabling aircraft especially Cessna 150M, which is currently with the bearing surfaces completely disassembled. This project focuses to solve the mentioned problem. The theoretical framework is in chapter two based on information from technical manuals, specifically the Cessna 150M. In addition it has necessary data, files and photos from Internet sources, to facilitate the development of this project. The described information was used to enable the assembly wings and the horizontal and vertical stabilizers and installation of primary and secondary flight controls and respective accessories, the respective operation tests were performed to verify the correct adjustment and functioning thereof. Chapter IV contains conclusions, analysis of results and recommendations for its optimal and appropriate use.

### **KEYWORDS:**

- **GAPS**
- **FLIGHT CONTROLS**
- **FAIRINGS**
- **RIGGING**
- **IPC(ILLUSTRATED PARTS CATALOG)**

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 ANTECEDENTES**

La compañía de servicios aéreos Amazonas Air Cia. Ltda., es una empresa que tiene su cede de operaciones en el aeropuerto Río Amazonas en la provincia de Pastaza en la parroquia Shell, es una empresa aérea que está encaminada a realizar vuelos comunitarios regidos a la RDAC parte 91 sub parte N, transportando personas y carga a los diferentes sectores que existen en la Región Amazónica del Ecuador en calidad de servidores comunitarios.

La empresa Amazona Air, posee una flota de aeronaves modelos Cessna en sus instalaciones, la cuales son utilizadas para realizar sus operaciones diarias, llegando así a satisfacer la alta demanda que exigen los usuarios de este servicio.

Por el momento las aeronaves se encuentran en procesos de rehabilitación y mantenimiento mayor, una de ellas es la aeronave Cessna 150M con número de serie: 15076319; motivo por el cual se encuentran suspendidas las operaciones de la empresa, afectando a la operatividad y prestigio de la empresa, por tal razón es prioridad ejecutar el proceso de mantenimiento a dicha aeronave.

#### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La compañía de Servicios Aéreos Amazonas Air Cia. Ltda., cuenta con una flota de diversas aeronaves, con las cuales realiza todas las operaciones requeridas en su labor diaria. Hoy en día la empresa tiene en sus instalaciones una gran cantidad de aeronaves que se encuentran inoperativas, debido a su reciente compra o a su proceso de mantenimiento por lo que se encuentran en su totalidad en rehabilitaciones y reparaciones mayores, impidiendo continuar con su operatividad normal.

En la actualidad la aeronave Cessna 150M con número de serie: 15076319; de dicha empresa requiere del montaje de alas, estabilizadores vertical y horizontal e

instalación de sus controles de vuelo primarios y secundarios con sus respectivos accesorios, la falta de dicho proceso de mantenimiento hace que surjan problemas con respecto a la operación de la aeronave, por tal motivo, los vuelos comunitarios no pueden ser realizados, causando una pérdida económica para la empresa y afectando a los usuarios de este servicio, acarreando una serie de inconvenientes para la colectividad de la provincia.

Es indispensable realizar dicho tema para beneficio tanto de la empresa como del estudiante, facilitando la mano de obra, obteniendo una serie de conocimientos propios del mundo laboral aeronáutico y rehabilitando en su totalidad las superficies de sustentación de la aeronave, logrando de esta forma continuar con las operaciones de la empresa.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Al llevar a cabo el montaje de alas, estabilizadores vertical y horizontal e instalación de sus controles de vuelo primarios y secundarios con sus respectivos accesorios, en la aeronave Cessna 150M con número de serie: 15076319; se realizara un proceso práctico aplicando todos los conocimientos adquiridos como estudiante siguiendo los procedimientos detallados por el fabricante para el correcto mantenimiento de la aeronave, de esta manera se pretende rehabilitar todas las superficies de vuelo primarias y secundarias con sus respectivos controles de vuelo, aplicando procedimientos técnicos/prácticos, utilizando los diferentes manuales de la aeronave, en un ambiente de trabajo propio de aviación, acatando todas las normativas de seguridad y mejorando las habilidades del estudiante con el apoyo del personal de mantenimiento de la empresa.

De este modo se facilitara a la obtención del certificado de aeronavegabilidad de la empresa, contribuyendo de manera directa y eficaz a las operaciones de la empresa.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Ensamblar las alas, estabilizadores vertical y horizontal al fuselaje e instalar sus controles de vuelo primarios y secundarios con sus respectivos accesorios, en la aeronave Cessna 150M con número de serie No: 15076319; mediante los procedimientos detallados en los manuales de la aeronave, para la empresa Amazonas Air Cia. Ltda., ubicada en la parroquia Shell.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Proceder según los manuales de mantenimiento de la aeronave para efectuar el trabajo práctico del montaje e instalación de las superficies.
- Utilizar los equipos, herramientas, repuestos, accesorios y ferretería aeronáutica establecidos en los AMM é IPC, para facilitar los procedimientos de dicho trabajo.
- Instalar y realizar el correcto reglaje de todos los controles de las superficies de vuelo.
- Efectuar las pruebas de funcionamiento y operación de las superficies de vuelo de la aeronave.

## **1.5 ALCANCE**

El presente trabajo de investigación se enfoca en brindar beneficios de forma general a Amazonas Air Cia. Ltda., complementando con una de las tareas de mantenimiento programadas y reduciendo el tiempo estimado de inspección de una aeronave; este proyecto se lo usará como método de práctica y entrenamiento para el alumno, optimizándolas enseñanzas académicas y mejorando su perfil profesional. Y para la empresa impulsará el servicio comunitario hacia los sectores aledaños a la parroquia Shell de la provincia de Pastaza.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 AERONAVE CESSNA 150M

La Cessna C-150 es una aeronave biplaza lado a lado, de ala alta, de sección central con cuerda paralela. Posee montantes y flaps. Está construido enteramente en chapa de aluminio. Su fuselaje es de estructura semimonocoque de sección cuadrangular. Su tren es triciclo y fijo. Utiliza un motor de 4 cilindros opuestos Continental o Rolls Royce que acciona una hélice bipala metálica de paso fijo (Cessna , 2002).



Figura 1. Aeronave Cessna 150M

**Fuente:** (AEROTEAL, 2008)

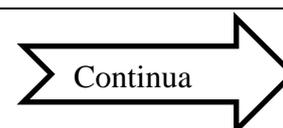
#### 2.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

La aeronave Cessna 150M es una aeronave correspondiente a la categoría de aviación menor utilizada especialmente para entrenamiento.

Tabla 1.

Especificaciones de la Aeronave Cessna 150M

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Tripulación	1 piloto – 1 copiloto
Longitud	7,24 m (23 ft y 9")



Envergadura	10,16 m (33ft y 4")
Altura	2,6 m (8 ft y 6")
Superficie alar	15 m <sup>2</sup>
Peso máximo al despegue	730 kg 1.600 lb
Planta motriz	1 motor de cuatro cilindros opuestos enfriados por aire Continental O-200 <sup>a</sup>
Potencia	75 kW (100 HP; 101 CV)
Hélices:	McCauley paso fijo, 69"

**Fuente:** (Cessna , 2002)

Tabla 2.

Prestaciones de la aeronave Cessna 150M

PRESTACIONES	
Velocidad máxima operativa	261 km/h.
Alcance	589 km.
Techo de servicio	4 267 m (14 000 ft)
Régimen de ascenso	3,40 m/s (670 ft/min)

**Fuente:** (Cessna , 2002)

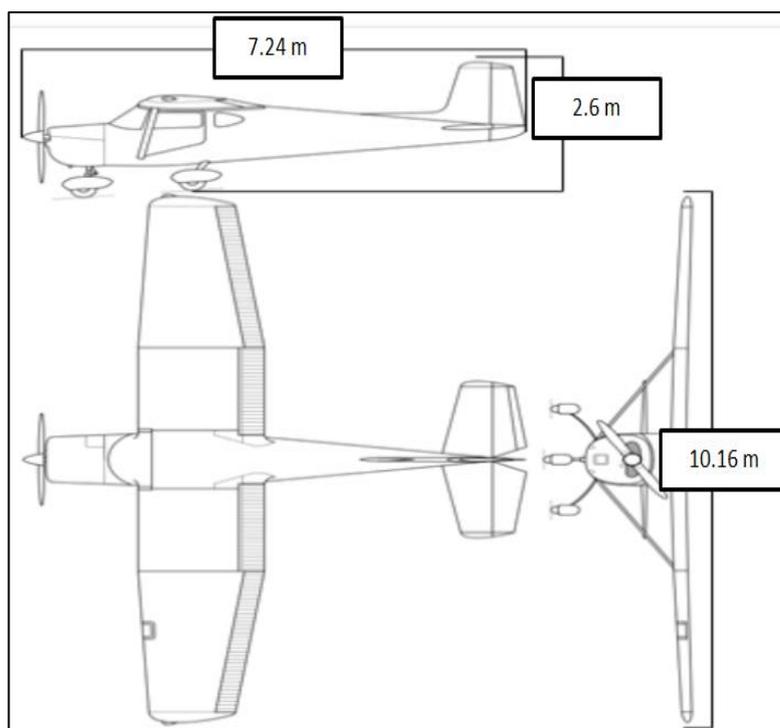


Figura 2. Dimensiones de la aeronave Cessna 150M

**Fuente:** (THE BLUE PRINTS, 2001)

## 2.3 ALAS

El ala de la Cessna 150M, es un solo conjunto metálico, de tipo semimonocasco, semivoladizo, que contiene dos largueros principales atravesados por costillas y larguerillos que están adheridos a la piel del ala.

Consta de flaps tipo bisagras y un tanque de combustible para cada ala, el mismo que se encuentra localizado entre los largueros principales del ala.

En el borde de ataque del ala izquierda se encuentran las luces de aterrizaje y taxeo, y en las puntas de ala las luces de navegación correspondientes para cada ala.

A demás cada ala cuenta con un parante (strut), ligero, con el cual se trasmite parte del peso del ala al fuselaje. El strut cuenta con los dos extremos remachados y con las dos puntas diseñadas para encajar en los montantes del ala y el fuselaje.

Son el elemento primordial de cualquier aeroplano. En ellas es donde se originan las fuerzas que hacen posible el vuelo. En su diseño se tienen en cuenta numerosos aspectos: peso máximo a soportar, resistencias generadas, comportamiento en la pérdida, etc. (Oswaldo, 1980).

Es un cuerpo aerodinámico formado por una estructura muy fuerte, compuesta por un perfil aerodinámico o perfil alar envolviendo a uno o más largueros y que es capaz de generar una diferencia de presiones entre su cara superior (extradós) y su cara inferior (intradós) al desplazarse por el aire lo que produce la fuerza ascendente de sustentación que mantiene al avión en vuelo. El ala compensará por tanto el peso del avión y a su vez generará una resistencia. El efecto de sustentación aerodinámica existe debido a las características neumáticas del aire, es su compresibilidad la que hace posible el desbalance entre las presiones de las caras del intradós y el extradós (Cessna , 2002).

### 2.3.1 Funciones del ala

Su principal función es asegurar la sustentación, que compensa al peso. Esto hace que el avión pueda mantener un vuelo estable. Pero al ser una estructura bastante grande, la evolución tecnológica de los aviones ha hecho que adquiera una

serie de nuevas funciones aparte de mantener el vuelo. El ala es diseñada basándose en criterios de actuaciones en vuelo, es decir la velocidad de diseño, el coeficiente de planeo, la carga útil, la maniobrabilidad del avión, todo ello implica consideraciones de diseño estructural y finalmente factores de diseño global del avión (por ejemplo, donde poner un sistema u otro) (Oswaldo, 1980).

Otras de sus funciones principales son:

- Proveer control al avión en vuelo.
- Asegurar la capacidad de despegue y aterrizaje del avión.
- En aquellos aviones con motores en el ala es la encargada de sujetar el o los motores y transmitir su empuje al avión completo.
- Alojar el combustible, luces y señalización.
- Soporte de armamento.
- Soporte de tanques de combustible externos.
- Alojamiento del tren de aterrizaje.
- Soporte para salida de emergencia,



Figura 3. Ala izquierda

**Fuente:** (CHEMTRAILS. FORO ACTIVO, 1993)

### 2.3.2 Terminología de los elementos del ala.

Por ser la parte más importante de un aeroplano y por ello quizá la más estudiada, es posiblemente también la que más terminología emplee para distinguir las distintas partes de la misma (Oswaldo, 1980).

- **Perfil**

Es la forma de la sección del ala, es decir lo que se observaría si se cortara esta transversalmente "como en rodajas". Salvo en el caso de alas rectangulares en que todos los perfiles ("rodajas") son iguales, lo habitual es que los perfiles que componen un ala sean diferentes; se van haciendo más pequeños y estrechos hacia los extremos del ala (Oswaldo, 1980).

- **Borde de ataque**

Es el borde delantero del ala, o sea la línea que une la parte anterior de todos los perfiles que forman el ala; o dicho de otra forma: la parte del ala que primero toma contacto con el flujo de aire (Oswaldo, 1980).

- **Borde de salida**

Es el borde posterior del ala, es decir la línea que une la parte posterior de todos los perfiles del ala; o dicho de otra forma: la parte del ala por donde el flujo de aire perturbado por el ala retorna a la corriente libre (Oswaldo, 1980).

- **Extradós**

Parte superior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida.

- **Intradós**

Parte inferior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida.

- **Espesor**

Distancia máxima entre el extradós y el intradós.

- **Cuerda**

Es la línea recta imaginaria trazada entre los bordes de ataque y de salida de cada perfil.

- **Cuerda media**

Como los perfiles del ala no suelen ser iguales sino que van disminuyendo hacia los extremos, lo mismo sucede con la cuerda de cada uno. Por tanto al tener cada perfil una cuerda distinta, lo normal es hablar de cuerda media (Muñoz, Terminología del ala, 2005).

- **Línea del 25% de la cuerda**

Línea imaginaria que se obtendría al unir todos los puntos situados a una distancia del 25% de la longitud de la cuerda de cada perfil, distancia medida comenzando por el borde de ataque (Muñoz, Terminología del ala, 2005).

- **Curvatura**

Del ala desde el borde de ataque al de salida. Curvatura superior se refiere a la de la superficie superior (extradós); inferior a la de la superficie inferior (intradós), y curvatura media a la equidistante a ambas superficies. Aunque se puede dar en cifra absoluta, lo normal es que se exprese en % de la cuerda (Muñoz, Terminología del ala, 2005).

- **Superficie alar**

Superficie total correspondiente a las alas.

- **Envergadura**

Distancia entre los dos extremos de las alas. Por simple geometría, si se multiplica la envergadura por la cuerda media se obtiene la superficie alar.

- **Alargamiento**

Cociente entre la envergadura y la cuerda media. Este dato nos dice la relación existente entre la longitud y la anchura del ala (Envergadura/Cuerda media). Por ejemplo; si este cociente fuera 1 estarías ante un ala cuadrada de igual longitud que anchura. Obviamente a medida que este valor se hace más elevado el ala es más larga

y estrecha. Las alas cortas y anchas son fáciles de construir y muy resistentes pero generan mucha resistencia; por el contrario las alas alargadas y estrechas generan poca resistencia pero son difíciles de construir y presentan problemas estructurales. Normalmente el alargamiento suele estar comprendido entre 5:1 y 10:1 (Muñoz, Terminología del ala, 2005).

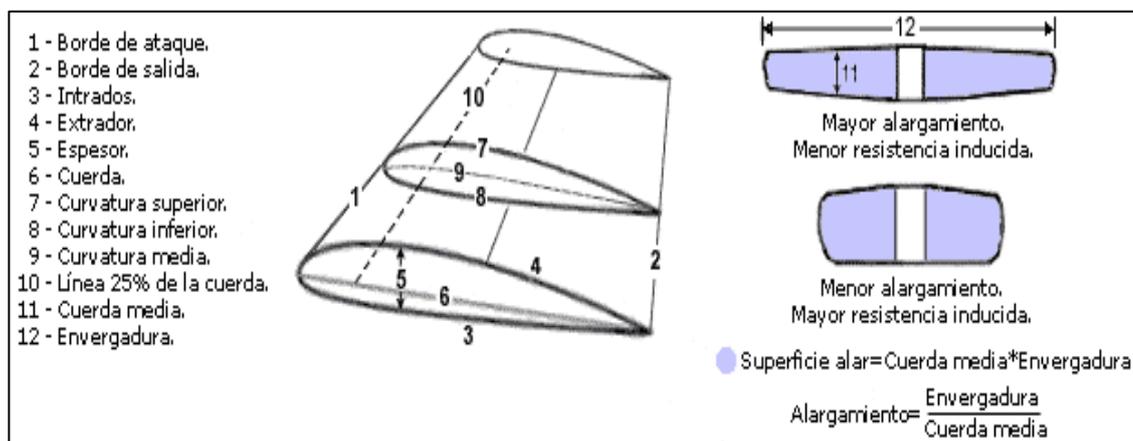


Figura 4. Terminología del Ala

**Fuente:** (Miguel Angel Muñoz, 2005)

- **Flecha**

Ángulo que forman las alas (más concretamente la línea del 25% de la cuerda) respecto del eje transversal del avión. La flecha puede ser positiva (extremos de las alas orientados hacia atrás respecto a la raíz o encastre, que es lo habitual), neutra, o negativa (extremos adelantados) (Muñoz, Terminología del ala, 2005).



Figura 5. Flecha del Ala

**Fuente:** (Miguel Angel Muñoz, 2005)

- **Diedro**

Visto el avión de frente, ángulo en forma de "V" que forman las alas con respecto al horizonte.

El ángulo diedro puede ser positivo, neutro, o negativo (Oñate, 2000).

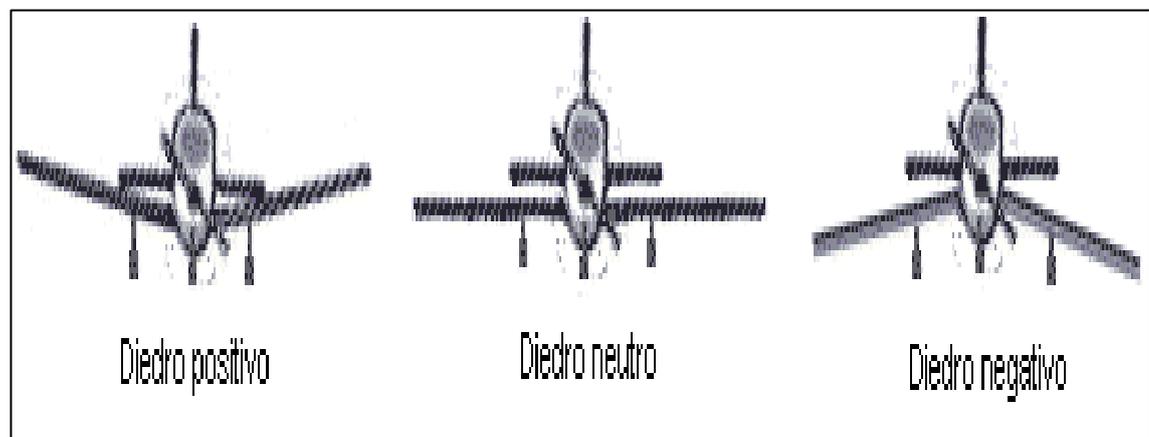


Figura 6. Diedro del Ala

**Fuente:** (Miguel Angel Muñoz, 2005)

### 2.3.3 Estructura del ala

La estructura del ala contiene componentes que brindan a la aeronave resistencia estructural, soporte de carga y además lleva los componentes primordiales para el vuelo como son tanques de combustible controles de vuelo (Muñoz, Estructura del ala, 2005).

- **Largueros**

El larguero es el miembro principal de la estructura del ala; es el componente que soporta las cargas principales en vuelo y en tierra, el material de construcción es aleación de aluminio de alta resistencia (Muñoz, Estructura del ala, 2005).

- **Costillas**

Son estructuras que dan resistencia a la torsión al ala. Se encuentran intercaladas de manera (más o menos) perpendicular a los largueros. Suelen estar vaciadas para eliminar material no necesario y aligerar peso. Junto con los largueros dan forma a

los depósitos de combustible y deben estar preparadas para resistir químicamente el combustible (Muñoz, Estructura del ala, 2005).

- **Larguerillos**

Son pequeñas vigas (más pequeñas que los largueros) que se sitúan entre costillas para evitar el pandeo local del revestimiento. Pueden estar integrados en el propio revestimiento formando una sola pieza (suelen estar integrados en los aviones recientes de material compuesto) (Muñoz, Estructura del ala, 2005).

- **Revestimiento**

Es la parte externa del ala, cuya misión es resistir esfuerzos cortantes y aislar el combustible del medio ambiente. Es lo que se observa como "la piel del ala" (Muñoz, Estructura del ala, 2005).

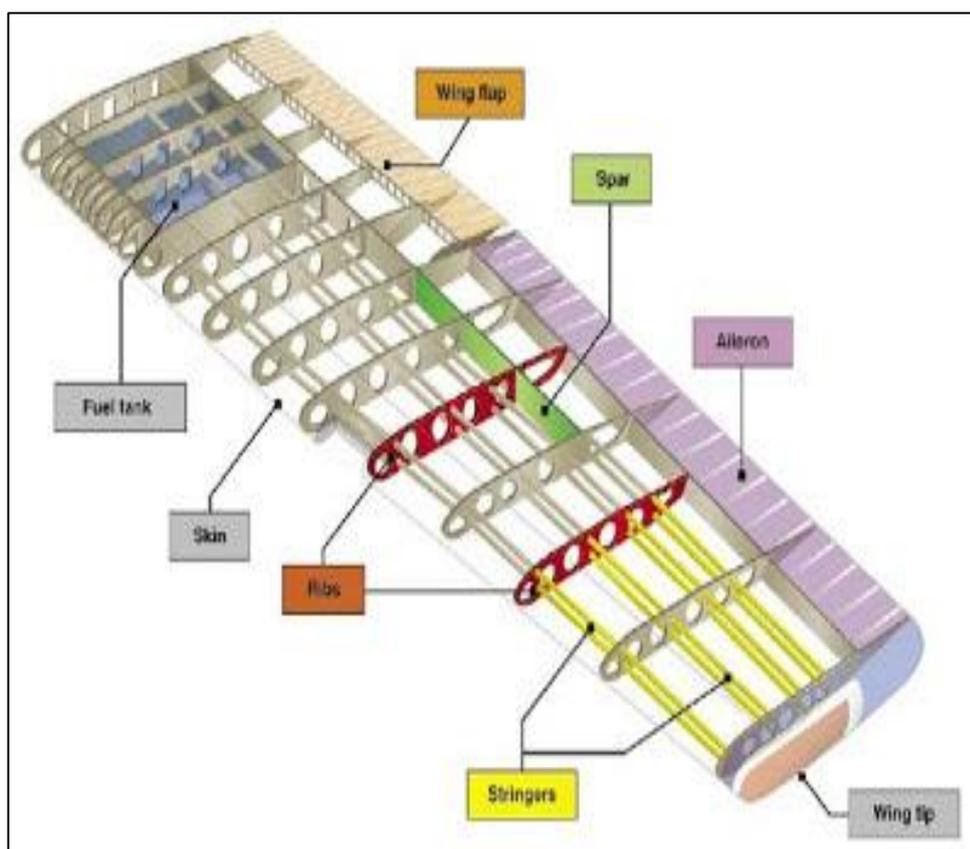


Figura 7. Estructura del ala

**Fuente:** (TECNOBLOGUEANDO. BLOGSPOT., 2013)

### 2.3.4 Clasificación y forma de las alas

Las alas se clasifican de acuerdo al tipo de vuelo a desarrollarse y acorde a las capacidades y especificaciones (Oñate, 2000).

- **Rectangular o recta**

Es típica de las aeronaves pequeñas, un ala con forma de rectángulo. Muy barata y fácil de construir. Esta ala se instala en aviones que realicen vuelos cortos (en tiempo) a baja velocidad (Oñate, 2000).

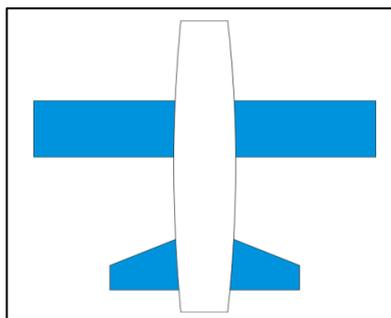


Figura 8. Ala recta

**Fuente:** (TIPOS DE ALAS, 2009)

- **Trapezoidal**

Las alas trapezoidales son muy utilizadas en aviones pequeños y aviones acrobáticos. Es un ala que su anchura se reduce de raíz a punta dándole una forma trapezoidal. Posee más ventajas que el ala recta (como por ejemplo, un ala trapezoidal produce menor resistencia y mejor eficiencia a mayor velocidad que un ala rectangular) (Oñate, 2000).

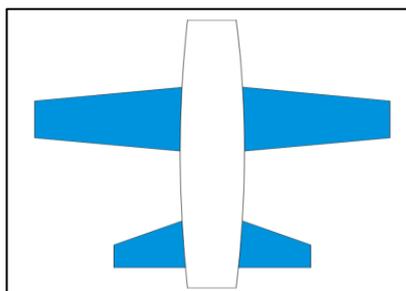


Figura 9. Ala Trapezoidal

**Fuente:** (TIPOS DE ALAS, 2009)

- **Elíptica**

Ala que minimiza la resistencia inducida. Su forma es la de una elipse y es muy eficiente en su relación peso-resistencia (Oñate, 2000).

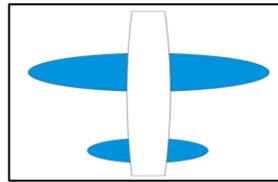


Figura 10. Ala Elíptica

**Fuente:** (TIPOS DE ALAS, 2009)

- **Flecha**

El ala forma un ángulo no recto con el fuselaje, se ingenió para reducir la aparición de ondas de choque a velocidades subsónicas, y por ello es muy eficiente a altas velocidades. Son típicas de aviones en vuelo subsónico alto, de esta forma consigue reducir el número de Mach (Oñate, 2000).

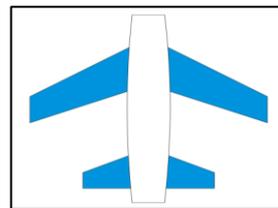


Figura 11. Ala en Flecha

**Fuente:** (TIPOS DE ALAS, 2009)

- **Delta**

Es un ala con forma triangular, llamada así por la letra mayúscula griega delta. Las alas delta o triangulares son muy utilizadas en aviones de combate o aviones con configuración Canard. Este tipo de ala es muy importante en aviones que vuelan en forma supersónica (Oñate, 2000).

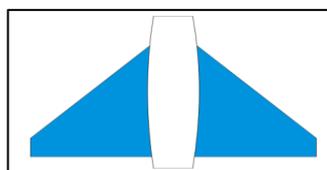


Figura 12. Ala delta

**Fuente:** (TIPOS DE ALAS, 2009)

### 2.3.5 Posición Alar

- **Ala alta**

El ala está instalada en la parte superior del fuselaje, con lo cual se requiere un tren de aterrizaje más pequeño pero crea problemas en la zona del fuselaje donde se encuentra el ala ya que el espacio es más reducido.



Figura 13. Ala alta

**Fuente:** (ALA ALTA, 1997)

- **Ala baja**

El ala va a la altura del fuselaje inferior, lo que facilita el acceso al motor pero obliga a tener un tren de aterrizaje más grande, es la más usada en aviones comerciales de pasajeros.



Figura 14. Ala baja

**Fuente:** (ALA BAJA, 2000)

- **Ala media**

El ala media se une al fuselaje por la parte media del mismo. Sus características están entre la estabilidad del ala alta y la maniobrabilidad del ala baja (Oñate, 2000).



Figura 15. Ala media

**Fuente:** (ALA MEDIA, 2004)

## 2.4 COLA O EMPENAJE

Se denomina cola o empenaje a la parte posterior de un avión donde (en las configuraciones clásicas) suelen estar situados el estabilizador horizontal y estabilizador vertical.

La importancia aerodinámica de la cola es elevada pues su forma define el tipo de desprendimiento que se encuentra en el avión en la zona trasera. Se compone de miembros estructurales como los del fuselaje, sin embargo, los conos son ligeramente más livianos puesto que reciben menos tensión que los del fuselaje (Muñoz, tipos de empenaje, 2005).



Figura 16. Empenaje

**Fuente:** (AVIATION EMPENAJE, 2002)

### 2.4.1 Tipos de empenaje

- **Convencional**

Donde los estabilizadores horizontales son la parte final del fuselaje y el estabilizador vertical se ubica sobre el fuselaje.

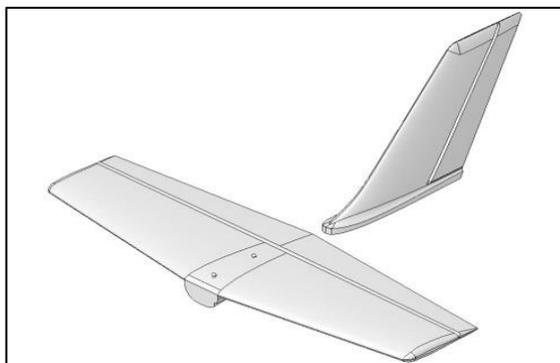


Figura 17. Empenaje convencional

**Fuente:** (EMPENAJE CONVENCIONAL, 2009)

- **Cola en T**

La cola en T resulta más pesada que la convencional porque es preciso reforzar el empenaje vertical para que resista los esfuerzos producidos por el estabilizador. Las ventajas de la cola en T son una reducción de la altura necesaria del empenaje vertical debido a un aumento de efectividad, es la segunda más empleada en aviación.

Asimismo permite subir y sacar el estabilizador de las estelas del ala y eventualmente de la hélice. Esto permite una leve reducción del tamaño del estabilizador al no estar inmerso en flujo perturbado (Muñoz, tipos de empenaje, 2005).

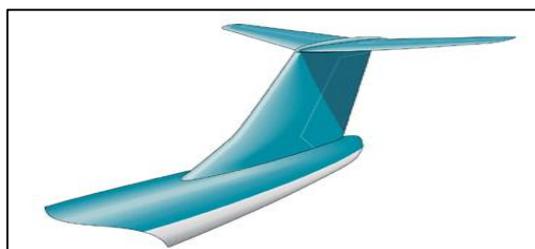


Figura 18. Empenaje en T

**Fuente:** (TIPOS DE EMPENAJES, 2000)

- **Cola Cruciforme**

La cola cruciforme es en realidad una mezcla entre la cola convencional y la cola en T. Levanta al estabilizador sacándolo de regiones de estela de fuselaje-ala y motores.

La cola que en vuelo nivelado puede estar fuera toda estela, deja de estarlo en condiciones de vuelo a gran ángulo de ataque y virajes escarpados. Tampoco hará falta reforzar el empenaje vertical tanto como en el caso anterior. Sin embargo tampoco se manifestara el beneficioso efecto de placa de punta de ala con las posibilidades de reducción de tamaño del empenaje vertical (Muñoz, tipos de empenaje, 2005).

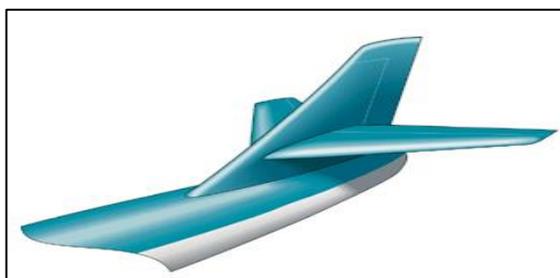


Figura 19. Empenaje cruciforme

**Fuente:** (TIPOS DE EMPENAJES, 2000)

- **Cola en H**

La cola en H se utiliza para ubicar los empenajes verticales en regiones de flujo no perturbado durante operaciones de vuelo a grandes ángulos de ataque. Hay casos en que precisamente se desea aumentar los efectos de control de tipo ala soplada colocando los empenajes en la estela de las hélices de un bimotor. Si bien la cola en H resulta más pesada que una convencional, posee efectos de placa de punta de ala en el estabilizador que permite una reducción de tamaño (y peso). En ciertos aviones militares el empleo de la cola en H cumple finalidades nada aerodinámicas como ocultar los escapes calientes de las turbinas a proyectiles antiaéreos con sensores infrarrojos.

Otra aplicación no aerodinámica de la cola en H es la reducción de altura del empenaje vertical para que el avión quepa dentro de un hangar convencional

(Muñoz, tipos de empenaje, 2005).

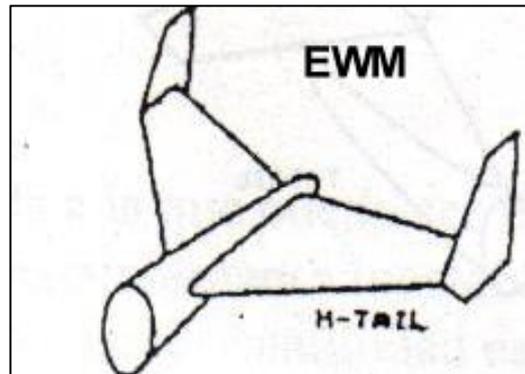


Figura 20. Empenaje en H

**Fuente:** (EMPENAJES, 1990)

- **Cola en V**

La necesidad de reducir la fricción superficial llevó al diseño de cola en V. Las deflexiones de los correspondientes timones pueden deducirse a través de comunes planteos trigonométricos en los cuales una cola convencional se proyecta sobre la cola en V.

Evidentemente el efecto resultante será diferenciado entre los dos timones por lo que habrá que incluir un mecanismo de mezcla para el movimiento de los timones dirección-profundidad (ruddervators). Indudablemente estas colas reducen también la resistencia de interferencia pero al precio de una mayor complicación.

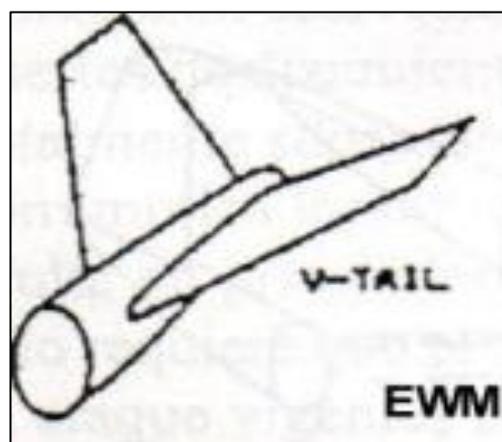


Figura 21. Empenaje en V

**Fuente:** (EMPENAJES, 1990)

- **Cola en V invertida**

La cola en V invertida evita el efecto de roll adverso, generando un acople favorable “roll-guiño”. Se dice que la disposición en V ayuda a reducir tendencias de entrada en tirabuzón. Esta disposición puede presentar problemas por su cercanía al suelo.

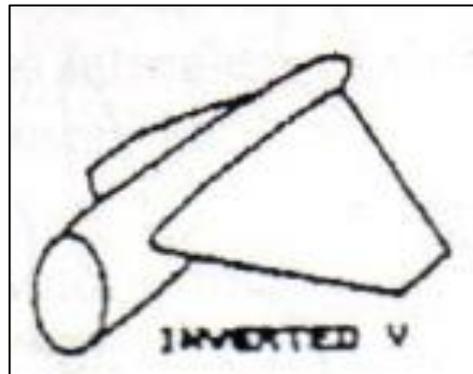


Figura 22. Empenaje en V invertida

**Fuente:** (EMPENAJES, 1990)

- **Cola en Y**

La cola en Y es paralela a la cola en V. La parte del empenaje evita los problemas de las colas en V. Esta disposición introduce mayor resistencia de interferencia que una cola convencional. El F-4 utiliza una cola en Y para elevar el empenaje cuasi horizontal por encima de la estema del ala a grandes ángulos de ataque (Muñoz, tipos de empenaje, 2005).

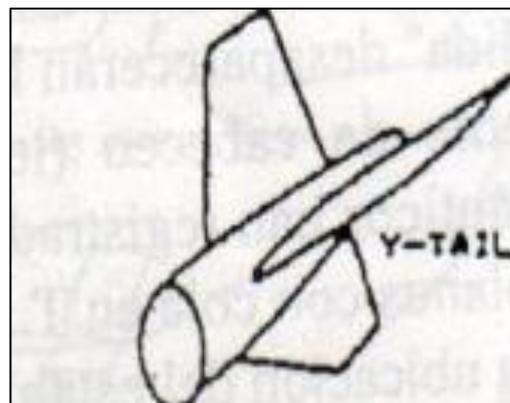


Figura 23. Empenaje en Y

**Fuente:** (EMPENAJES, 1990)

- **Colas Dobles**

Las colas dobles al quitar las colas del eje central del aeroplano contrarrestan indeseables efectos de estela del ala y fuselaje a grandes ángulos de ataque. A menudo son utilizadas para reducir la altura de un empenaje convencional. Las colas dobles a pesar de ser más pesadas que las colas convencionales resultan más eficientes que estas.

Existen asimismo colas montadas en apéndices tubiformes del fuselaje como ejemplo en el Cessna Skymaster (Muñoz, tipos de empenaje, 2005).

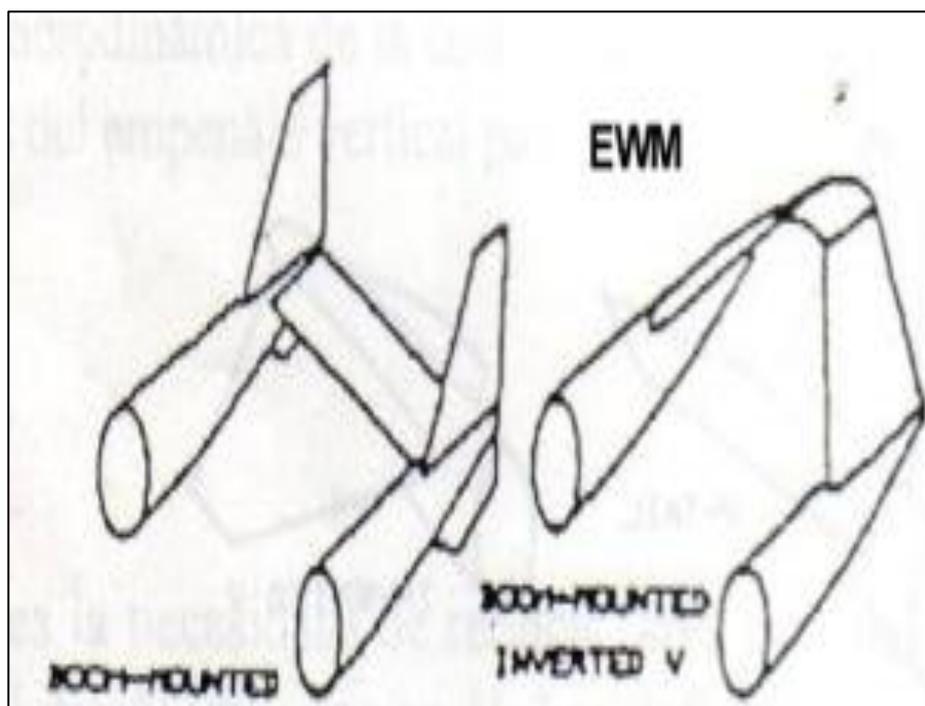


Figura 24. Empenajes dobles

**Fuente:** (EMPENAJES, 1990)

## 2.5 SUPERFICIES DE MANDO Y CONTROL

Las superficies de mando y control modifican la aerodinámica del avión provocando un desequilibrio de fuerzas, una o más de ellas cambian de magnitud. Este desequilibrio, es lo que hace que el avión se mueva sobre uno o más de sus ejes, incremente la sustentación, o aumente la resistencia (Oñate, 2000).

## Ejes de la aeronave

Se trata de rectas imaginarias e ideales trazadas sobre el avión. Su denominación y los movimientos que se realizan alrededor de ellos son los siguientes:

- **Eje longitudinal**

Es el eje imaginario que va desde el morro hasta la cola del avión. El movimiento alrededor de este eje (levantar un ala bajando la otra) se denomina alabeo (en inglés "roll") (Muñoz, ejes de la aeronave, 2005).

- **Eje transversal o lateral**

Eje imaginario que va desde el extremo de un ala al extremo de la otra. El movimiento alrededor de este eje (morro arriba o morro abajo) se denomina cabeceo ("pitch" en inglés) (Muñoz, ejes de la aeronave, 2005).

- **Eje vertical**

Eje imaginario que atraviesa el centro del avión. El movimiento en torno a este eje (morro virando a la izquierda o la derecha) se llama guiñada ("yaw" en inglés) (Muñoz, ejes de la aeronave, 2005).

En un sistema de coordenadas cartesianas, el eje longitudinal o de alabeo sería el eje "x"; el eje transversal o eje de cabeceo sería el eje "y", y el eje vertical o eje de guiñada sería el eje "z". El origen de coordenadas de este sistema de ejes es el centro de gravedad del avión (Oñate, 2000).

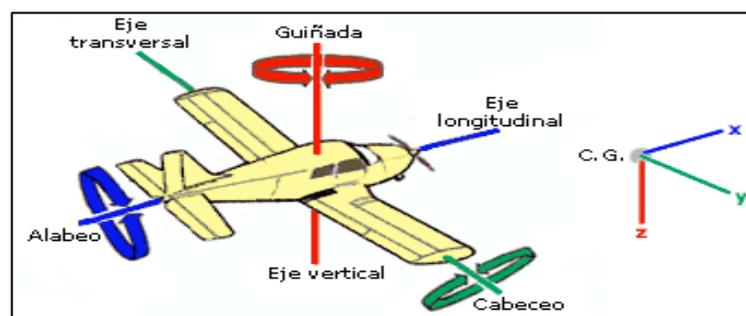


Figura 25. Ejes de la Aeronave

**Fuente:** (EJES DEL AVIÓN, 1990)

### 2.5.1 Superficies Primarias

Son superficies aerodinámicas móviles que, accionadas por el piloto a través de los mandos de la cabina, modifican la aerodinámica del avión provocando el desplazamiento de este sobre sus ejes y de esta manera el seguimiento de la trayectoria de vuelo deseada.

Las superficies de control son tres: alerones, timón de profundidad y timón de dirección. El movimiento en torno a cada eje se controla mediante una de estas tres superficies (Oñate, 2000).

- **Alerones**

Palabra de origen latino que significa "ala pequeña", son unas superficies móviles, situadas en la parte posterior del extremo de cada ala, cuyo accionamiento provoca el movimiento de alabeo del avión sobre su eje longitudinal.

El sistema de los alerones está compuesto por diferentes accesorios como pull-push rods (barras de tracción de empuje), bellcranks (balancines), poleas, cables, sprockets (piñones), roller chains (cadenas giratorias), todos los cuales están conectados a las ruedas de control de los alerones. Un control en Y está conectado a las ruedas de control de los alerones (Muñoz, ejes de la aeronave, 2005).

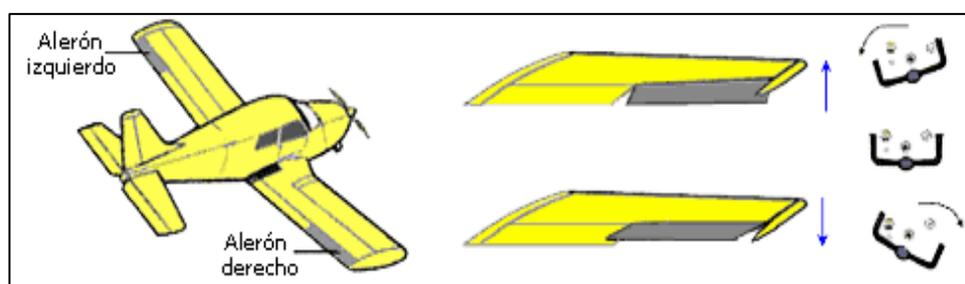


Figura 26. Alerones

**Fuente:** (Miguel Angel Muñoz, 2005).

**Funcionamiento:** Los alerones tienen un movimiento asimétrico. Al girar el volante hacia un lado, el alerón del ala de ese lado sube y el del ala contraria baja, ambos en un ángulo de deflexión proporcional a la cantidad de giro dado al volante.

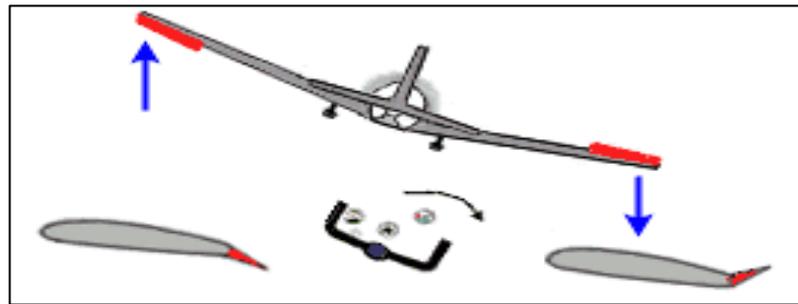


Figura 27. Funcionamiento de los Alerones

**Fuente:** (Miguel Angel Muñoz, 2005)

- **Timón de profundidad**

Es la superficie o superficies móviles situadas en la parte posterior del empenaje horizontal de la cola del avión. Aunque su nombre podría sugerir que se encarga de hacer elevarse o descender al avión, en realidad su accionamiento provoca el movimiento de cabeceo del avión (morro arriba o morro abajo) sobre su eje transversal. Obviamente, el movimiento de cabeceo del avión provoca la modificación del ángulo de ataque; es decir que el mando de control del timón de profundidad controla el ángulo de ataque (Muñoz, ejes de la aeronave, 2005).

Los elevadores son accionados desde cabina mediante una fuerza ejercida desde una rueda de control, a través de sus accesorios.

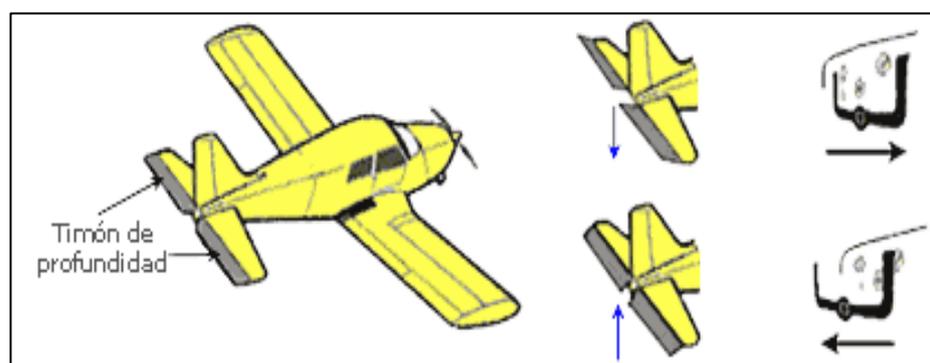


Figura 28. Elevadores

**Fuente:** (Miguel Angel Muñoz, 2005).

**Funcionamiento:** Al tirar del volante de control, esta superficie sube mientras que al empujarlo baja en algunos aviones se mueve la totalidad del empenaje horizontal. El timón arriba produce menor sustentación en la cola, con lo cual esta

baja y por tanto el morro sube (mayor ángulo de ataque). El timón abajo aumenta la sustentación en la cola, esta sube y por tanto el morro baja (menor ángulo de ataque) (Muñoz, ejes de la aeronave, 2005).

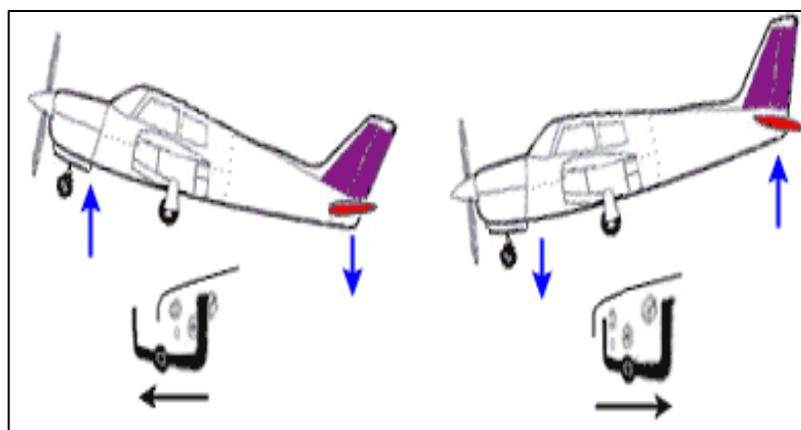


Figura 29. Funcionamiento de los Elevadores

**Fuente:** (Miguel Angel Muñoz, 2005).

- **Timón de dirección**

Es la superficie móvil montada en la parte posterior del empenaje vertical de la cola del avión. Su movimiento provoca el movimiento de guiñada del avión sobre su eje vertical, sin embargo ello no hace virar el aparato, sino que se suele utilizar para equilibrar las fuerzas en los virajes o para centrar el avión en la trayectoria deseada. Suele tener una deflexión máxima de  $30^\circ$  a cada lado (Muñoz, ejes de la aeronave, 2005).

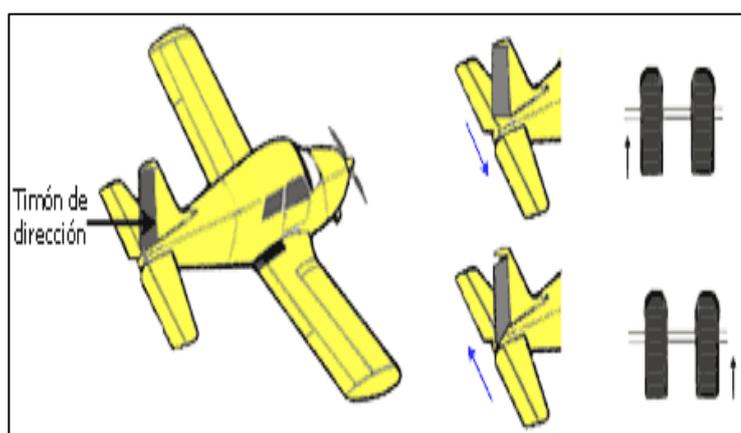


Figura 30. Rudder

**Fuente:** (Miguel Angel Muñoz, 2005).

**Funcionamiento:** Al pisar el pedal derecho, el timón de dirección gira hacia la derecha, provocando una reacción aerodinámica en la cola que hace que esta gire a la izquierda, y por tanto el morro del avión gire (guiñada) hacia la derecha.

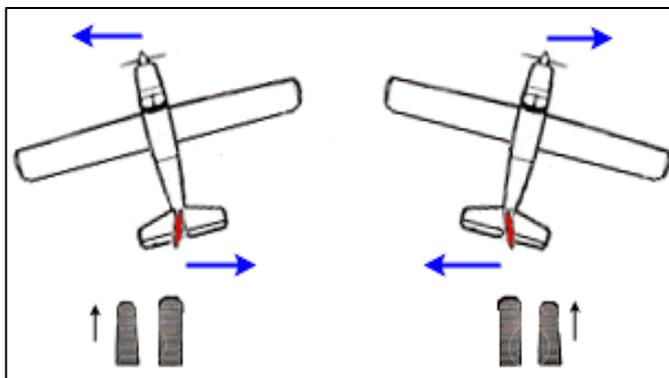


Figura 31. Funcionamiento del Rudder

**Fuente:** (Miguel Angel Muñoz, 2005).

### 2.5.2 Superficies Secundarias

Las superficies secundarias se utilizan en general para modificar la sustentación del avión y hacer más fáciles muchas maniobras. Las superficies secundarias son: flaps, slats y spoilers o aerofrenos (Muñoz, ejes de la aeronave, 2005).

- **Flaps**

Los flaps son dispositivos hipersustentadores, cuya función es la de aumentar la sustentación del avión cuando este vuela a velocidades inferiores a aquellas para las cuales se ha diseñado el ala (Muñoz, ejes de la aeronave, 2005).

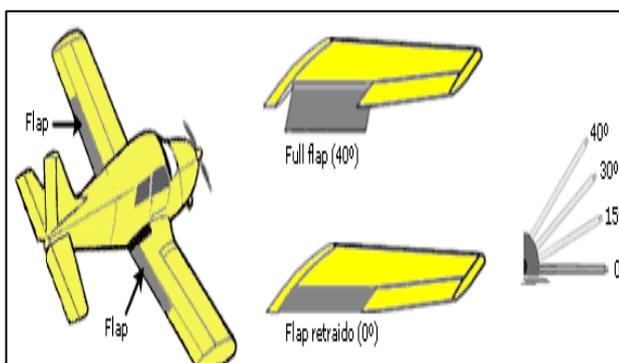


Figura 32. Flaps

**Fuente:** (Miguel Angel Muñoz, 2005).

Se accionan desde la cabina, bien por una palanca, por un sistema eléctrico, o cualquier otro sistema, con varios grados de calaje ( $10^\circ$ ,  $15^\circ$ , etc.) correspondientes a distintas posiciones de la palanca o interruptor eléctrico, y no se bajan o suben en todo su calaje de una vez, sino gradualmente. Hay varios tipos de flaps:

- **Sencillo:** Es el más utilizado en aviación ligera. Es una porción de la parte posterior del ala.
- **De intradós:** Situado en la parte inferior del ala (intradós) su efecto es menor dado que solo afecta a la curvatura del intradós.
- **Zap:** Similar al de intradós, al deflektarse se desplaza hacia el extremo del ala, aumentando la superficie del ala además de la curvatura.
- **Fowler:** Idéntico al flap Zap, se desplaza totalmente hasta el extremo del ala, aumentando enormemente la curvatura y la superficie alar.
- **Ranurado:** Se distingue de los anteriores, en que al ser deflektado deja una o más ranuras que comunican el intradós y el extradós, produciendo una gran curvatura a la vez que crea una corriente de aire que elimina la resistencia de otros tipos de flaps.
- **Krueger:** Como los anteriores, pero situado en el borde de ataque en vez del borde de salida.

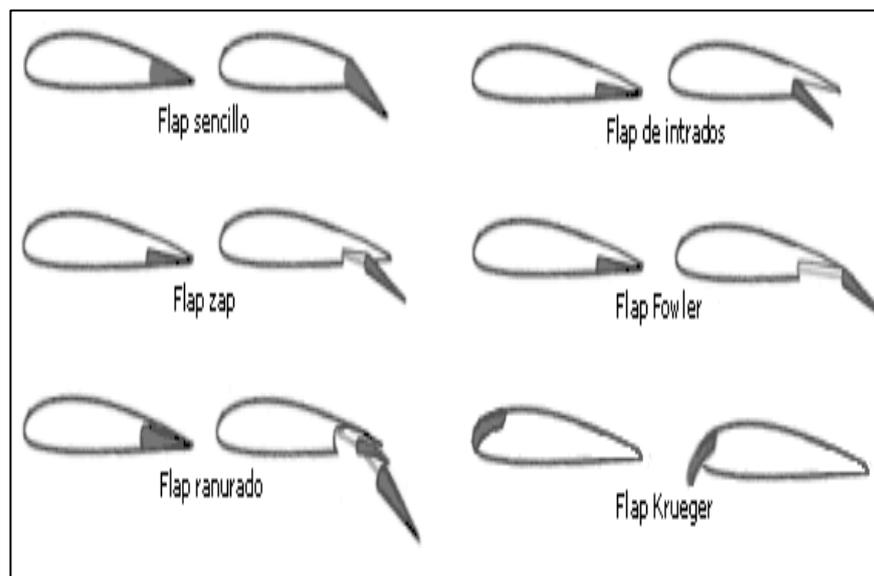


Figura 33. Flaps y tipos de Flaps

**Fuente:** (Miguel Angel Muñoz, 2005).

### 2.5.4 Fuerzas a las que está expuesto el avión en vuelo

Las fuerzas que actúan constantemente sobre el avión en vuelo son:

#### **Peso – Sustentación – Tracción – Resistencia**

El avión posee un peso y la función aerodinámica es tratar de crear una fuerza igual y de sentido contrario al peso del avión. La sustentación se logra dando velocidad al ala, en nuestro caso mediante la hélice del avión que es impulsada mediante un motor. La hélice es la encargada del movimiento de tracción.

La creación de la sustentación logra una resistencia parásita e inducida que se denominará en general resistencia.

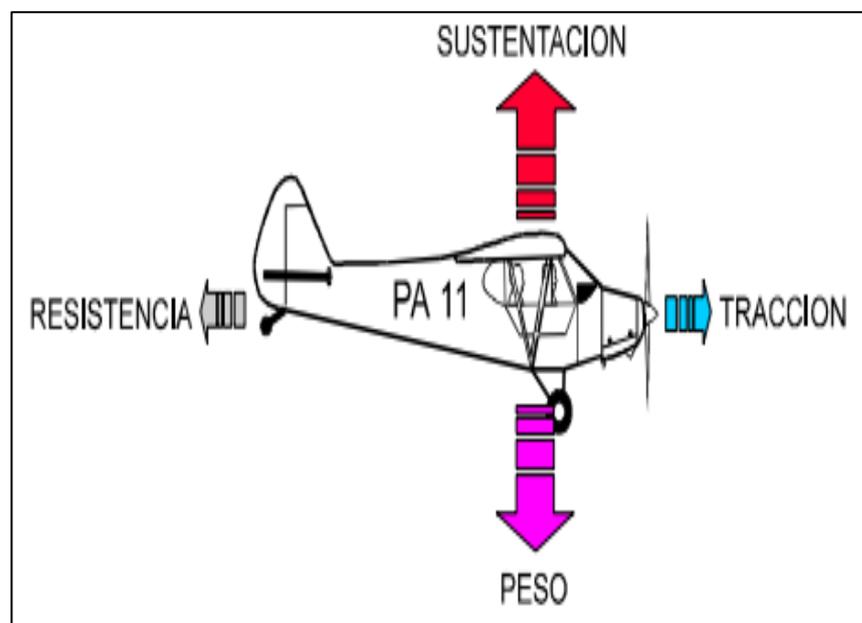


Figura 34. Fuerzas expuestas en una aeronave

**Fuente:** (Miguel Angel Muñoz, 2005).

El Avión en vuelo recto nivelado y sin aceleración, equilibra estas cuatro fuerzas igualando de la siguiente forma:

En el caso que aumenta la tracción, el avión aumentará la velocidad, aumentando la resistencia hasta equilibrar la tracción y la resistencia. Si el avión pierde peso, el avión ascenderá hasta equilibrar el peso y la sustentación (Muñoz, ejes de la aeronave, 2005).

## 2.6 HERRAMIENTAS

### 2.6.1 Mango de velocidad

Un mango de velocidad es básicamente un destornillador muy largo con el centro de su eje de desplazamiento. Esta parte se utiliza como un mango que un mecánico puede girar muy rápidamente con una mano mientras usa la otra mano, o todo el cuerpo, para el apalancamiento. Los mangos de velocidad también se pueden equipar con conectores.

### 2.6.2 Llaves dinamométricas

Las llaves dinamométricas se utilizan para aplicar fuerza para girar tuercas, pernos y otros elementos ajustables hacia la derecha e izquierda. Lucen como llaves de tubo pero tienen mecanismos internos que aplican fuerza y disminuyen la fatiga desgarradora manual, con un dial que mide las vueltas en pulgadas/libras. Miden la tensión del tornillo donde la opresión es más necesaria y también se utilizan para medir la presión extra.



Figura 35. Llave dinamométrica

Fuente: (DINAMOMÉTRICA, 1997)

### 2.6.3 Llaves de boca fija

Las llaves de boca fija son herramientas manuales destinadas a ejercer esfuerzos de torsión al apretar o aflojar pernos, tuercas y tornillos que posean cabezas que

correspondan a las bocas de la herramienta.

Están diseñadas para sujetar generalmente las caras opuestas de estas cabezas cuando se montan o desmontan piezas. Los principales son:

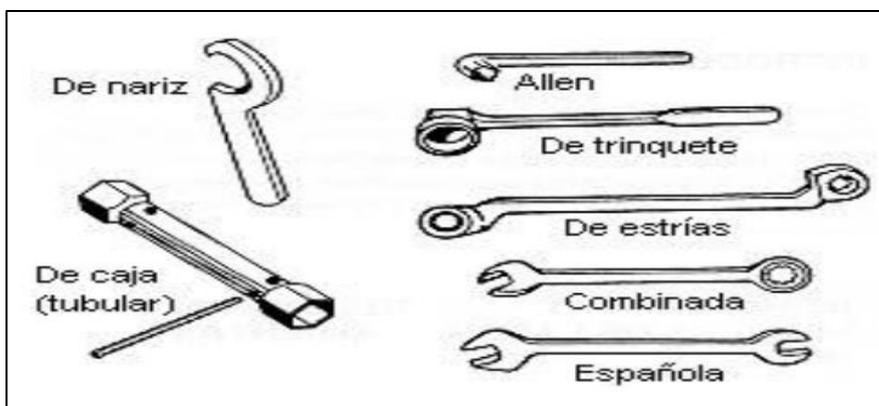


Figura 36. Llaves de boca fija

**Fuente:** (LLAVES, 1990)

#### 2.6.4 Llaves Allen

También llamada llave L, por su forma, es la herramienta usada para atornillar/desatornillar tornillos que tienen cabeza hexagonal interior a diferencia de los tornillos normales que tienen forma lisa o de estrella.



Figura 37. Llaves tipo Allen

**Fuente:** (LLAVE ALLEN, 2011)

#### 2.6.5 Alicates de seguridad

A pesar de que los sujetadores están apretados según las especificaciones de seguridad, a menudo se emplean mecanismos a prueba de fallos para asegurarse de

que no se suelten. El cable de seguridad es uno de los métodos más comunes de hacer esto. Los alicates de alambre de seguridad giran hilos de alambre de aluminio en una trenza fuerte que se usa para "atar" tuercas y tornillos juntos de una manera tal que cualquier aflojamiento de una tuerca o perno aumentaría la resistencia en la cadena de cable de seguridad y evitaría que se afloje más.



Figura 38. Alicates

**Fuente:** (ALICATES, 2006)

### 2.6.6 Herramientas de metal

La mecánica de la estructura del avión repara las estructuras metálicas reales de los aviones. Utiliza herramientas para cortar, doblar, moler y sujetar de metal. Los taladros y pistolas de remaches son esenciales para la instalación de remaches que sujetan pieles de aeronaves y otros componentes estructurales integrales. Los trabajadores utilizan amoladoras de troqueles con discos intercambiables para cortar o moler aluminio, acero e incluso titanio. Los trabajadores también utilizan otras herramientas que son mucho menos móviles, como las sierras de cinta eléctrica y rodillos de chapa.



Figura 39. Brocas de taladro eléctrico

**Fuente:** (HERRAMIENTAS DE METAL, 1993)

### 2.6.7 Tensiómetro

Es un dispositivo que se encarga de medir la tensión de los cables, existen varios tipos como son: los electrónicos, digitales, analógicos, y mecánicos (Cessna , 2002).



Figura 40. Tensiómetro

**Fuente:** (TENSÍOMETRO, 2010)

## 2.7 MATERIALES A USARSE EN LA PREPARACIÓN ESTRUCTURAL

### 2.7.1 Fondo Primer Epoxy

Recubrimiento de uso aeronáutico, es un fondo anticorrosivo, según norma MIL-P-23377, son recubrimientos de alta resistencia a diferentes ataques, las pinturas Epóxicas son sistemas de dos componentes, ya que están compuestas en su mayoría por una parte que contiene la resina Epoxi y en la otra parte el reactor o endurecedor que normalmente son a base aminas o de poliamidas. Su secado se produce luego de la reacción química entre los 2 compuestos, después de evaporarse el disolvente.

### 2.7.2 Thinner Laca

Es un adelgazador o rebajador de pinturas, es una mezcla de disolventes de naturaleza orgánica derivados del petróleo que ha sido diseñado para disolver, diluir o adelgazar sustancias insolubles en agua, como la pintura de esmalte o basada en aceites.

### 2.7.3 Lija

El papel de lija o simplemente lija, es una herramienta que consiste en un soporte de papel sobre el cual se adhiere material abrasivo, como polvo de vidrio o esmeril.

Se usa para quitar pequeños fragmentos de material de las superficies para dejar sus caras lisas, como en el caso del detallado de maderas, a modo de preparación para pintar o barnizar. También se emplea para pulir hasta eliminar ciertas capas de material o en algunos casos para obtener una textura áspera, como en los preparativos para encolado.



Figura 41. Lijas

**Fuente:** (HERRAMIENTAS BASICAS, 2013)

#### 2.7.4 WD-40 limpiador de superficies metálicas

Está compuesto en su mayoría por hidrocarburos. El ingrediente activo del WD-40 es un aceite viscoso volátil, que al aplicarse a ciertos elementos los lubrica y los protege contra la humedad. Este se diluye con un hidrocarburo volátil para dar un líquido de baja viscosidad que puede ser pulverizado y por tanto entrar en las grietas. Un propulsor (dióxido de carbono) es usado para hacer presión y que el líquido salga por la boquilla del envase para difundirse.



Figura 42. Lubricante WD-40

**Fuente:** (WD-40, 2011)

### 2.7.5 Grasa (MIL-G-81322A)

Aero Shell (MIL-G-81322A), es un lubricante multipropósito avanzado, que satisface todos los requerimientos del avión tanto de pistón como de turbina, está diseñada para lubricar rodamientos, engranajes, instrumentos y la estructura de la aeronave en general (Cessna , 2002).



Figura 43. Grasa (MIL-G-81322A)

**Fuente:** (AERO SHELL, 2000)

## 2.8 FERRETERÍA DE AVIACIÓN

Ferretería de Aviación es el término utilizado para describir los distintos tipos de sujetadores y otros pequeños elementos utilizados en la fabricación y reparación de aeronaves. La importancia de la ferretería de aviación es a menudo pasado por alto debido a su pequeño tamaño, sin embargo, la operación segura y eficiente de cualquier aeronave en gran medida depende de la correcta selección y uso de la ferretería de aviación. Una aeronave, a pesar de los mejores materiales y las partes más fuertes, sería de valor dudoso a menos que las partes se mantengan unidas firmemente. Diversos métodos son utilizados para mantener unidas las piezas de metal, que incluyen remachado, empernado, cobre soldadura y soldadura.

### 2.8.1 Estándares de la ferretería de aviación

La mayoría de ítems de ferretería de aviación son identificados por su número de especificación o nombre comercial. Roscados de sujeción y remaches son normalmente identificadas por números:

- **AN:** (Air Force-Navy)
- **NAS:** (National Aircraft Standard)
- **MS:** (Military Standard)

Los sujetadores de liberación rápida son usualmente identificados por los nombres comerciales de fábrica y denominaciones de tamaño (Cessna , 2002).

### 2.8.2 Sujetadores Roscados

Varios tipos de dispositivos sujetadores permiten el desmantelado rápido o la sustitución de partes de aeronaves que deben ser tomadas aparte y ponerlos juntos de nuevo a intervalos frecuentes. El remachado o soldadura de estas partes cada vez que son atendidos podría debilitar o arruinar la unión. Además, algunas uniones requieren una mayor resistencia a la tracción y la rigidez que los remaches pueden proporcionar. Cuando se hace necesario reemplazar los sujetadores de aviación, un duplicado del sujetador original debe ser utilizado si es posible. Si el sujetador duplicado no está disponible, una extrema atención y prudencia deben ser utilizadas en la selección de sustitutos (Cessna , 2002).



Figura 44. Sujetadores roscados

**Fuente:** (FERRETERIA DE AVIACION, 2004)

### 2.8.3 Pernos de Aviación

Los pernos de aviación son fabricados de acero resistente a la corrosión enchapados con cadmio o zinc, acero resistente a la corrosión no enchapado, o aleación de aluminio anodizado. La mayoría de los pernos usados en las estructuras

de aviones son tanto para propósito general, pernos AN, o NAS asegurado interno o pernos de tolerancia cerrada, o pernos MS. En ciertos casos, los fabricantes de aeronaves hacen pernos de diferentes dimensiones o una mayor fuerza que los de tipo estándar. Estos pernos son hechos para una aplicación particular, y es de extrema importancia para el uso así como en la sustitución de los pernos. Los pernos especiales son usualmente identificados por la letra "S" estampada en la cabeza. Los pernos AN vienen en cabeza de tres estilos cabeza hexagonal, horquilla, y anilla.

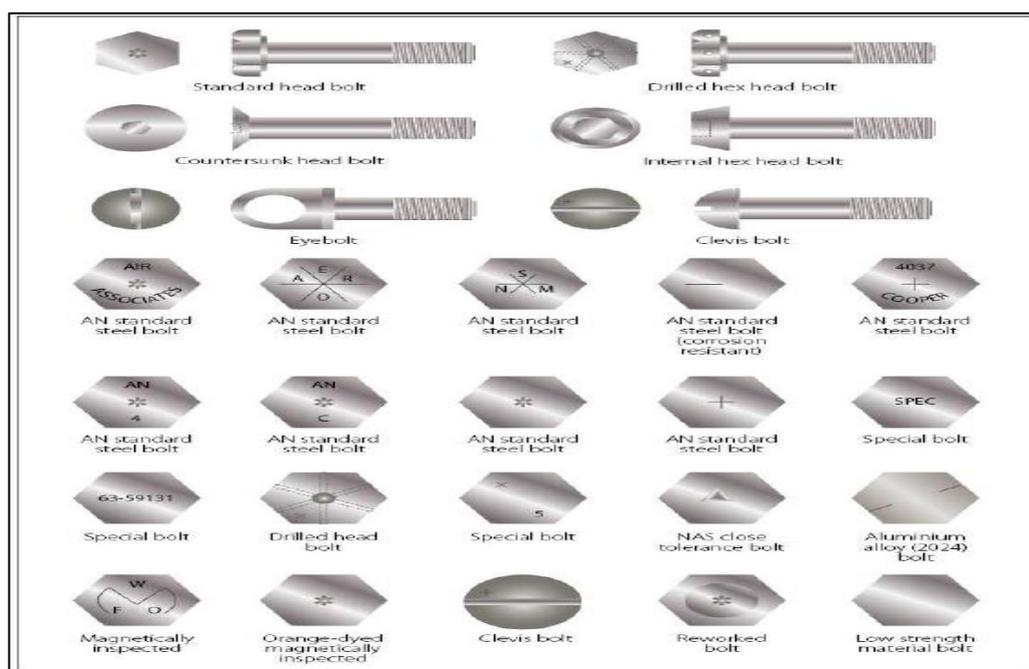


Figura 45. Identificación de pernos especiales

Fuente: (FERRETERIA DE AVIACION, 2004)

#### 2.8.4 Tuercas

Una tuerca es una pieza con un orificio central, el cual presenta una rosca, que se utiliza para acoplar a un tornillo en forma fija o deslizante. La tuerca permite sujetar y fijar uniones de elementos desmontables. En ocasiones puede agregarse una arandela para que la unión cierre mejor y quede fija.

Las tuercas se fabrican en grandes producciones con máquinas y procesos muy automatizados. Los pernos se utilizan siempre junto a las tuercas mientras que los tornillos generalmente roscan directamente en la última pieza de la unión sin

perjuicio de que puedan utilizarse en algún caso con ellas.

La tuerca siempre debe tener las mismas características geométricas del tornillo con el que se acopla, por lo que está normalizada según los sistemas generales de roscas.



Figura 46. Tuercas

**Fuente:** (MATERIALES AERONÁUTICOS, 2013)

### 2.8.5 Pasadores de acero

Son dispositivos sujetadores no permanentes, utilizado en aviación para sujetar pernos y tuercas para evitar que se suelten, y para guiar los cables en las poleas.



Figura 47. Pasadores

**Fuente:** (PASADORES , 2000)

### 2.8.6 Turnbuckles

Es un dispositivo utilizado para ajustar la tensión o la longitud de las cuerdas ,cables , varillas de unión , y otros sistemas de tensado. Normalmente consiste en dos pernos de ojo roscados, atornillados en cada extremo de un marco de metal pequeño, uno con una rosca a la izquierda y el otro con una rosca a la

derecha. La tensión se puede ajustar girando el marco, lo que hace que ambos pernos de ojo puedan ser ajustados simultáneamente (Cessna , 2002).

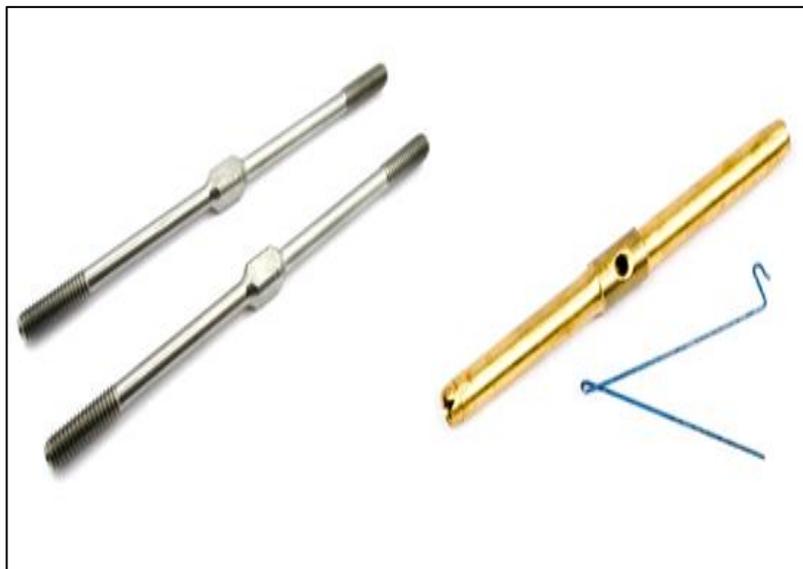


Figura 48. Turnbuckles

**Fuente:** (Buffers and chain coupler, 2007)

## 2.9 DEFINICIONES CIENTÍFICAS DE PROCESOS EJECUTABLES

### 2.9.1 Montar (montaje)

Se define como la acción de colocar o subir un equipo a su estructura principal con el debido proceso de instalación. Este término se utiliza en aviación para indicar el accesorio o equipo que va a ser colocado en el avión luego de que el mismo ha sido removido o reemplazado.

### 2.9.2 Instalar

Se define instalar al efecto de conectar uno o varios accesorios a un equipo para permitir la ejecución óptima y poder llevar a cabo una misión, el cual se encuentra provisto por los medios necesarios.

### 2.9.3 Reglar (reglaje)

El término reglar hace referencia a alinear y comprobar la correcta instalación de equipos removidos que han sido reubicados en el avión.

## **2.10 REGLAMENTACIONES DE SEGURIDAD PARA TALLERES, ANGARES Y BODEGAS.**

Los accidentes pueden reducirse a través del cumplimiento de las siguientes reglas de seguridad:

- El personal de mantenimiento debe estar completamente familiarizado con largas reglas de seguridad básica y métodos de trabajo establecidos.
- Cualquier método de trabajo que no esté perfectamente claro, deberá discutirse ampliamente con el piloto, Jefe de mantenimiento y Jefe de operaciones.
- La conducta y las acciones del personal de mantenimiento son más importantes que todas las protecciones que se puedan colocar sobre el equipo y todas las reglamentaciones que puedan establecerse.
- Es importante reportar de inmediato a su Jefe todo incidente ocurrido sin importar su gravedad, ya sea a personas o a los equipos. La persona lesionada deberá recibir atención médica lo antes posible.
- Cualquier persona que se encuentre bajo la influencia de bebidas alcohólicas o drogas es un peligro para la seguridad operacional, por lo que debe ser reportado inmediatamente a su Jefe.
- Una de las prácticas más peligrosas es jugar en el trabajo, ya que como consecuencia de esto pueden cometerse actos que ocasionen accidentes.
- Cuando usted vea una señal de peligro “respétela”.
- El fumar en áreas prohibidas, puede ocasionar un serio incendio con las consiguientes pérdidas humanas y materiales. Está estrictamente prohibido fumar en los lugares establecidos y señalados con letreros de advertencia (Amazonas Air, 2008).

### **2.10.1 Seguridad de las aeronaves estacionadas con vientos fuertes.**

Es responsabilidad del Jefe de Mantenimiento después del último vuelo del día dejar los aviones con tacos instalados en los tres trenes, y más seguridades (Amazonas Air, 2008).

### **2.10.2 Almacenamiento de aeronaves.**

El almacenamiento de aeronaves por tiempos cortos o prolongados se los realizará de acuerdo a lo recomendado por los manuales del fabricante, y para volver a poner en servicio dicha aeronave el Jefe de Mantenimiento será el responsable de planificar los trabajos necesarios (Amazonas Air, 2008).

### **2.10.3 Remolque de aeronaves.**

Se usarán las barras de tiro manual instaladas en los puntos especificados en el tren de nariz, un mecánico de mantenimiento y/o piloto situado en cabina estará listo para usar los frenos en caso de emergencia, otra persona realizará señales manuales al mecánico de mantenimiento que manejará la barra de remolque (Amazonas Air, 2008).

### **2.10.4 Limpieza de aeronaves.**

Bajo supervisión del Jefe de Mantenimiento, las aeronaves pueden ser lavadas externamente usando agua a baja presión y jabón líquido. Nunca use jabón detergente en polvo, porque produce corrosión (Amazonas Air, 2008).

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO DEL TEMA**

En el siguiente argumento se redacta de manera específica y detallada el desarrollo, avance del tema, y procedimientos para la culminación del proyecto que será de utilidad para la empresa Amazonas Air Cia. Ltda., así como para los usuarios de este servicio.

**CAMPO:** Mecánica Aeronáutica

**ÁREA:** Estructuras

**ASPECTO:** Montaje de las superficies sustentadoras e instalación de los controles de vuelo en la aeronave Cessna 150M.

**TEMA:** Montaje de alas, estabilizadores vertical y horizontal e instalación de sus controles de vuelo primarios y secundarios con sus respectivos accesorios, en la aeronave Cessna 150M con número de serie: 15076319; para la empresa Amazonas Air Cia. Ltda., ubicada en la provincia de Pastaza - parroquia Shell.

**BENEFICIARIOS:** Empresa Amazonas Air Cia. Ltda.

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

**UBICACIÓN:** Provincia de Pastaza – Parroquia Shell.

**COSTO:** 815.75\$

## **MONTAJE E INSTALACIÓN**

### **3.1 PRELIMINARES**

Para el montaje de alas, estabilizadores vertical y horizontal e instalación de sus controles de vuelo primarios y secundarios con sus respectivos accesorios, se procedió a tomar los datos de los manuales de servicio de la aeronave Cessna 150M con número de serie No: 15076319; para la empresa Amazonas Air Cia. Ltda.

Es importante mencionar que las consideraciones de montaje e instalación obtenidas de la documentación técnica (manuales de servicio y el catálogo ilustrado de partes) de la aeronave van a permitir realizar el presente trabajo investigativo.

La instalación se lleva a cabo una vez finalizado el montaje de las alas, esto consiste en unir de manera adecuada los terminales de los cables y poleas que son requeridos para el control de la aeronave, conocidos también como mandos primarios y secundarios de vuelo. Por otra parte el montaje de los estabilizadores tanto horizontal como vertical se lleva a cabo de acuerdo a los manuales técnicos especificados.

La instalación se realiza en base al complemento de los mandos de vuelo que se encuentran en este punto y que son requerimientos indispensables para el vuelo seguro de la aeronave.

### **3.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ALAS Y ESTABILIZADORES**

Al inicio del proceso las alas se encontraban almacenadas en las instalaciones de la compañía Amazonas Air, las cuales estaban expuestas a las condiciones climáticas adversas como humedad, temperaturas altas y condiciones físicas como vibraciones, contaminación por polvo u otras sustancias debido a que es un taller de mantenimiento aeronáutico.



Figura 49. Situación actual de las superficies

Los estabilizadores se encontraban de igual manera a la exposición contaminante de la compañía y en estantes no adecuados para su almacenamiento.



Figura 50. Situación actual de las alas

Todos los controles de vuelo tanto del ala como de los estabilizadores horizontal y vertical se encontraban totalmente desinstalados de sus montantes (poleas) y accesorios, de igual forma las puntas de ala, los struts y las tapas de inspección.



Figura 51. Controles de vuelo y puntas ala

Los mandos de vuelo controlados desde cabina no se encontraban apropiadamente instalados y lubricados en vista que habían sido removidos con anterioridad al momento de la compra de la aeronave.



Figura 52. Cabina

Pero es importante mencionar que las alas y estabilizadores tanto horizontal

como vertical de la aeronave Cessna 150 M disponen de cables, poleas, turnbuckles y otros componentes en condiciones operativas.

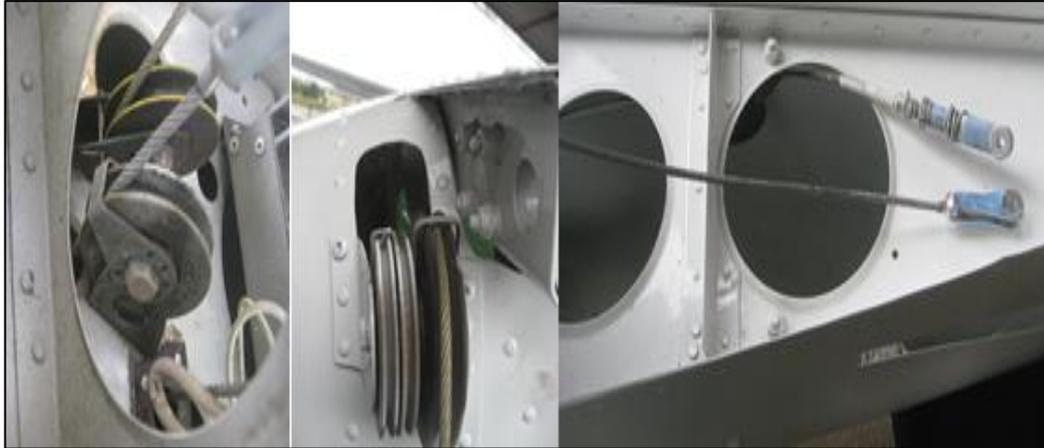


Figura 53. Poleas, turnbuckles, cables

### 3.3 LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN

#### MATERIALES

- KIT de limpieza (detergente – escobas- waype)
- Solventes.
- Grasa (MIL-G-81322A)
- Agua.

Para la lubricación y limpieza de los componentes, controles, y accesorios del proyecto a realizarse se procedió de acuerdo al manual de servicio de la aeronave, donde se describe los procesos de limpieza y lubricación en la sección II (ver ANEXO B).

#### Procedimiento de limpieza:

- Parabrisas y ventanas: (sección II pág. 2-9)

Deben ser limpiados cuidadosamente con abundante agua fresca y un detergente suave, con la palma de la mano para sentir y desalojar cualquier suciedad o barro adherido. Una esponja, paño suave, o una gamuza se pueden utilizar, pero sólo como

un medio de transporte de agua al plástico. Enjuague bien, luego seque con una gamuza media húmeda y limpia. No frote el plástico con un paño seco, ya que se acumula una carga electrostática que atrae el polvo. El aceite y la grasa pueden eliminarse frotando suavemente con un paño suave humedecido con solvente Stoddard.

- Superficies de aluminio: (sección II pág. 2,13)

La superficie de aluminio requiere de un mínimo cuidado, pero nunca debe ser descuidado. El avión se puede lavar con agua limpia para eliminar la suciedad o con disolventes de grasa no alcalino para eliminar el aceite y / o grasa.

Los detergentes en polvo usados en el hogar son limpiadores eficaces, pero deben usarse con precaución, ya que algunos de ellos son fuertemente alcalinos. Muchos buenos limpiadores de aluminio, pulimentos, ceras y están disponibles de proveedores comerciales de productos de aviación.

- Tapizado e interior:

Mantener la tapicería interior limpia, prolonga la vida de la misma. Para limpiar el interior, proceda de la siguiente manera:

- a. Vaciar todos los ceniceros y los contenedores de basura.
- b. Cepille o aspire la tapicería y alfombras para eliminar el polvo y la suciedad.
- c. Limpie el cuero y adornos de plástico con un paño húmedo.
- d. Las telas de la tapicería y alfombras sucias se pueden limpiar con un detergente de tipo espuma utilizada de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
- e. Las manchas de aceite se pueden limpiar con quitamanchas de uso doméstico, utilizado con moderación. Antes de utilizar cualquier disolvente, lea las instrucciones del envase y pruébelo en un lugar oscuro en el tejido a limpiar. Nunca saturar la tela con disolvente volátil; que podría dañar el material de relleno y de respaldo.
- f. Raspe los materiales pegados a la tela con un cuchillo sin filo, para limpiar la zona.

**Procedimiento de lubricación:** (sección II figura 2-5 pág. 2-16, 2-17).

- Antes de agregar grasa a los puntos de engrase, limpie la suciedad de los mismos. Lubrique hasta que aparezca la grasa alrededor de las partes se lubricadas, y limpie el exceso de grasa de las partes.
- Los rodamientos sellados no requieren lubricación.
- No lubricar cadenas de rodillos o cables excepto bajo condiciones costa, limpie con un paño limpio y seco.
- Lubrique los cojinetes no sellados, poleas, cabezas de rótula, rodamientos de Oilite, pivote y la bisagra de puntos, y cualquier otro punto de fricción, obviamente, necesitan lubricación, con aceite de propósito general cada 1000 horas o más a menudo si es necesario.
- La cera de parafina frotada sobre las rieles de los asientos facilitará deslizamiento de los asientos.
- Lubrique el mecanismo de enganche con MIL-G-81322A grasa de uso general, aplicado con moderación a los puntos de fricción, cada 1000 horas o más a menudo, si se produce la unión.
- No se recomienda la lubricación en el control giratorio.

## PROCEDIMIENTO

Los accesorios de las alas y estabilizadores se encontraban en estado crítico de limpieza y lubricación. Fue requerido el proceso de limpieza como primer punto en la superficie exterior del ala, se utilizó detergente líquido bajo en compuestos alcalinos y agua, así como también se chequeó la parte interna descartando la sospecha de corrosión por humedad u otros agentes.



Figura 54. Limpieza y lavado

Una vez realizada la limpieza en los compartimientos tanto internos como externos del ala, se chequeó por condición las poleas, cables y turnbuckles, se usó grasa como lubricante, así como también se utilizó limpiador de superficies metálicas para los terminales.

Previo al montaje e instalación, de igual forma se realiza en los componentes de los estabilizadores tanto horizontal como vertical.

### **3.4 MONTAJE E INSTALACIÓN DE ALAS, PARANTES (STRUTS), Y CONTROLES DE VUELO**

#### **3.4.1 Montaje de alas y parantes (struts)**

##### **ALAS**

##### **MATERIALES**

- **PERNOS:** AN7-24 A
- **TUERCAS:** MS 20365-720C
- **TUERCAS:** MS 20365-820C
- **ARANDELAS:** AN 960816
- **GRASA:** MIL-G 81322A

Con la información obtenida de los manuales técnicos: Manual de servicio, Manual de Mantenimiento y el Catálogo Ilustrado de Partes, se procedió ejecución secuencial del montaje de las alas.

Primero se realizó el montaje del ala derecha, los pasos a seguirse están descritos en el Manual de Servicio de la Aeronave en la sección IV (Ver ANEXO C). Y se detallan a continuación:

- a. Mantenga el ala en su posición e instale los pernos, bujes, arandelas y tuercas que sujetan los largueros del ala a los accesorios del fuselaje. Asegúrese que los bujes excéntricos se posicionen como está marcado.

- b. Instale los pernos, espaciadores y tuercas para asegurar los extremos superior e inferior de los parantes del ala y los acoples del fuselaje.
- c. Guíe los cables de los alerones y los flaps, utilizando el cables guía.

**Nota 4-4:** Para facilitar el enrutamiento de los cables, un cable guía, puede conectarse a cada cable antes de remover el ala. El cable puede entonces ser desconectado. Deje el cable guía colocado a través del ala; este puede ser unido de nuevo durante la reinstalación y usado para jalar el cable a su lugar.

- d. Conecte:
  - El cableado eléctrico en las desconexiones de la raíz del ala.
  - Las líneas de combustible a raíz del ala.
  - Línea de Pitot (instalando el ala izquierda).
  - Tubo de ventilación instalado en la raíz del ala.
- e. Reglaje del Sistema de alerones (Sección VI).
- f. Reglaje del Sistema de flaps (Sección VII).
- g. Reabastecer el tanque de combustible lateral y comprobar si hay fugas.
- h. Compruebe el funcionamiento de las puntas del ala y las luces de aterrizaje y taxi.
- i. Compruebe el funcionamiento del medidor de combustible.
- j. Instale carenados raíz del ala.

**Nota:** Asegúrese de insertar el panel de insonorización en la brecha de ala, si dicho grupo se instaló originalmente, antes de ser reemplazar por los carenados de raíz del ala.

- k. Instale todas las tapas de inspección del ala, paneles interiores y tapicería.

## **PARANTES DEL ALA (Wing Struts)**

### **MATERIALES**

- **PERNOS:** AN8-17A
- **ARANDELAS:**AN960-816
- **TUERCAS:** MS20365-820C

- **PERNOS:** AN8-25A
  - **ESPACIADORES:**0 523307
  - **TORNILLOS:**AN515-8R8
- a. Coloque el strut en el fuselaje. Luego coloque las tuercas, pernos y espaciadores que unen el strut con el fuselaje.
  - b. Por su seguridad sujete el ala mientras coloca el strut en los montantes del ala, coloque pernos, tuercas y espaciadores.
  - c. Colocar las tapas de inspección de los Struts y los puntos de unión de los mismos.
  - d. Colocar los carenados de los extremos de los Struts en el fuselaje.

**Como está especificado anteriormente de la misma manera se procedió con el montaje del ala izquierda.**

Se consideraron aspectos relevantes los mismos que se encuentran notados a continuación:

- Se requirió de tres personas para sostener el ala y colocarlo en posición de montaje.
- Dos personas colocaron las cañerías de combustible, alinearon los bujes y colocaron los pernos en los montantes del ala.
- Se lubricó los bujes y los pernos para brindarles mayor accesibilidad de entrada.
- Para colocar los pernos se hizo necesario el uso de un guía y una extensión para mayor comodidad.
- Se guiaron los cables hacia las poleas para que los mismos no se quedaran retenidos en la estructura interna del ala.
- Una vez finalizado el montaje del ala se colocaron los carenados en el strut.
- Se colocaron los pernos primero en la parte inferior del strut y luego en la parte superior.
- Se procedió a tapar los extremos del strut con los carenados.
- Se utilizó un guía y una extensión para colocar los pernos del strut.

- Una vez nivelada el ala mediante los bujes se procedió a dar el torque respectivo como recomienda el manual de mantenimiento en los pernos de las alas y los Struts.



Figura 55. Montaje del ala derecha e izquierda

- Utilizando el torquímetro con una copa 5/8", 3/4", una llave dinamométrica con extensión y copa 5/8", 3/4", para completar el trabajo.



Figura 56. Montaje de alas, Struts

### 3.4.2 Instalación de los controles de vuelo del ala

#### ALERONES

#### MATERIALES

- **PERNOS:** NAS 221-8
- **TUERCAS:** MS 21044N3

Concluido el montaje tanto del ala derecha como del ala izquierda se continuó con la instalación respectiva de los controles de vuelo, primero se instalaron los alerones en las alas, la información obtenida se encuentra especificada en la sección VI del Manual de Mantenimiento de la aeronave, (Ver ANEXO D). Los pasos a seguir se notan a continuación:

- a. Posicionarlas bisagras del alerón entre la piel y los largueros auxiliares e instalar los tornillos y tuercas de fijación que unen las bisagras con el borde de salida del ala.
- b. Adjuntar la varilla de tracción y empuje del alerón.

**Nota:** Si el reglaje es correcto y la varilla de tracción-empuje esta acoplada sin percances, no debería ser necesario realizar el reglaje al sistema.

- c. Compruebe el recorrido de los alerones y la alineación, en caso de ser necesario realizar el reglaje, de conformidad con el párrafo aplicable en esta sección.

#### Cables y Poleas

- a. Retire las tapas de inspección, carenados de raíz del ala y la tapicería según sea necesario.
- b. Desconecte los cables de los balancines de los alerones y soltar las guardias de cables y poleas que sean necesarios para trabajar con los cables libres en el fuselaje.

**Nota:** para facilitar el enrutamiento de los cables, un cable guía puede estar sujeto a los demás cables, guiando a los demás por la estructura del ala, al finalizar el proceso se jalaría de ellos y se los conectaría a sus lugares respectivos.

- c. Después de guiar los cables, instalar poleas y guardias de cables. Asegurar que el cable se coloca en la ranura de la polea antes de instalar la guardia.
- d. El reglaje del sistema de alerones se realiza de conformidad con el párrafo aplicable en esta sección, asegurar los tensores e instalar tapas de inspección, carenados y tapicería retirados en el paso "a".

Se consideraron aspectos relevantes los mismos que se encuentran notados a continuación:

- Inicialmente se procedió a conectar los alerones de cada ala con la varilla de control conectada a la bellcrank.
- Continuamente y con el alerón elevado se colocaron los 24 pernos para cada alerón.
- Se hizo necesaria la colaboración de tres personas; una para sujetar el alerón y dos para ajustar los pernos.



Figura 57. Preparación de los alerones y ferretería

- Se utilizó un destornillador estrella, una llave dinamométrica, una extensión y copa 3/8”.



Figura 58. Instalación de los alerones

## FLAPS

### MATERIALES

- **PERNOS:** AN2-7A
- **PERNOS:** AN3-10A
- **RODILLOS:** 0 523921
- **PERNOS:** AN3-11A
- **TUERCA:** MS21044N3
- **ESPACIADORES:** S1450-5N12
- **ESPACIADORES:** 1220114-2
- **RODILLOS:** 523920

Para la instalación de los flaps en las alas, la información obtenida se encuentra especificada en la sección VII del Manual de Mantenimiento de la aeronave. (Ver ANEXO E). Los pasos a seguir se notan a continuación:

- a. Para proceder coloque los flaps en la posición completamente ABAJO.
- b. Retire las tapas de inspección del borde de ataque superior de los flaps.
- c. Colocar la varilla de empuje-tracción en el soporte de solapa.
- d. Colocar los bujes, los espaciadores, los rodillos, y las arandelas en sobre las pistas de los flaps, colocar los pernos y las tuercas por las tapas de inspección.
- e. Colocar las tapas de inspección retiradas en el paso b.
- f. Si la varilla de tracción y empuje está correctamente ubicada sin disturbios no es necesario realizar el reglaje, en caso contrario revisar el párrafo respectivo.

Se consideraron aspectos relevantes los mismos que se encuentran notados a continuación:

- Se lubricó las poleas, el bellcrank de los flaps, los rodillos y los bujes.
- Se conectó la varilla de control de los flaps que une con el bellcrank.
- Se procedió a colocar los 4 cojinetes de rodillo y los bujes en las superficies especificadas en el manual.



Figura 59. Preparación de los flaps y accesorios.

- Se acopló los flaps cuidadosamente a cada una de las 4 superficies de instalación, percatándose de la posición de cada una de las arandelas y los espaciadores para la simetría de los flaps.
- Se acopló los cables al bellcrank de los flaps para su posterior reglaje.
- Se hizo necesario la colaboración de dos personas para la instalación de los flaps, una sosteniendo y guiando los flaps, y la otra sujetando los pernos de fijación al ala.
- Se utilizó una extensión y un guía para la colocación de los cojinetes
- Además de una llave dinamométrica de 1/4", una extensión con copa 3/8, y una llave mixta 3/8, para la sujeción de los pernos.



Figura 60. Instalación de los alerones

### 3.4.3 Reglaje de los alerones

Para ejecutar el reglaje de los alerones fue necesario utilizar, las herramientas adecuadas, estas incluyen un tensiómetro, pines de giro, tablas de reglaje y un termómetro. La información acerca del reglaje de los alerones esta especificada en el manual de servicio sección VI (Ver ANEXO D). Se realizaron los siguientes procedimientos:

- a. La posición del brazo de control debe ser horizontal e instalar la cadena con el mismo número de enlaces que se extienden desde el centro de la rueda dentada de accionamiento en el brazo.
- b. Ajuste los turnbuckles para eliminar holgura de la cadena y sincronizar las ruedas de control (nivel).

**Nota:** Ajuste los turnbuckles de la cadena con el mínimo de tensión requerido para eliminar la holgura.

- c. Pegue una barra a través de las dos ruedas de control para mantenerlos en su posición neutra.
- d. Ajuste los turnbuckles del bellcrank con los topes de los bujes que se centran en las ranuras del bellcrank con  $40 \pm 10$  libras de tensión a través del cable. Haga caso omiso de la tensión en los cables directos, ya que será diferente a la tensión que lleva a través del cable.
- e. Ajustar varilla de empuje-tracción en cada alerón, los alerones son neutrales con referencia al borde de salida de los flaps de las alas. Asegurarse que los alerones estén en la posición totalmente arriba para realizar el ajuste. Apriete las tuercas de la varilla de empuje-tracción.
- f. Por seguridad todos los turnbuckles deben ser frenados por el método de envoltura individual utilizando cable de seguridad 0,041 pulgadas.
- g. Retire la barra de la rueda de control e instalar todas las piezas desmontadas para el acceso.
- h. Compruebe los alerones para el recorrido correcto, usando en clinómetro.

**Precaución:** Asegúrese alerones se mueven en la dirección correcta cuando se opera por la rueda de control.

Se consideraron aspectos relevantes los mismos que se encuentran notados a continuación:

- Se verificó que los cables estén dentro de las poleas.
- Los cables que se encontraban desconectados fueron unidos con los turnbuckles y se determinaron las posiciones correctas dentro del ala.

- Se aseguraron y se ajustaron los cables con los pines de giro.
- El reglaje fue realizado con las especificaciones y tolerancias establecidas en el manual.
- Se utilizó el tensiómetro para medir la tensión en los cables junto con el termómetro para establecer la temperatura especificada en las tablas de reglaje.
- Concluido el reglaje se aseguró los turnbuckles con alambre de freno de 0.041” de diámetro.



Figura 61. Reglaje de los alerones

#### 3.4.4 Reglaje de los flaps

Para ejecutar el reglaje de los flaps también fue necesario el uso, de herramientas adecuadas, como un tensiómetro, pines de giro, tablas de reglaje y un termómetro. La información acerca del reglaje de los flaps esta especificada en el manual de servicio sección VII (Ver ANEXO E). En esta parte se realizaron los procedimientos realizados a continuación:

### **Reglaje de las Varillas de control**

- a. Desalojar o retirar las tapas de inspección según sea necesario para el acceso de los turnbuckles.
- b. Desconectar la abrazadera del cable y liberar lentamente el indicador del cable hasta el muelle y la tensión se alivia.
- c. Retire el cable de seguridad, alivie la tensión del cable, desconecte los turnbuckles y cuidadosamente baje el Flap izquierdo.
- d. Desconecte las varillas de empuje-tracción de las poleas de transmisión en ambas alas, y baje el Flap derecho suavemente.
- e. Desconecte el tubo actuador de las poleas de transmisión.

**Nota:** Si los cables de control no están conectados a la derecha y a la izquierda de las poleas de transmisión, el tubo actuador y las varillas de empuje-tracción deberían estar desconectado antes de instalar los cables. Si las poleas de transmisión no están instaladas, conecte los cables de control antes de instalar las poleas de transmisión en las alas.

- f. Ajuste ambas varillas de empuje-tracción a  $8,83 \pm 0.12$  pulgadas entre el centro de los cojinetes de extremo de la barra y apriete las tuercas de seguridad en ambos extremos. Conecte las varillas de empuje-tracción de los flaps y poleas de transmisión.

**Nota:** Conecte temporalmente los cables de tensores y aletas de prueba con la mano para asegurarse de ambas aletas se extienden y retraen juntos. Si no lo hacen, los cables no están conectados correctamente a las poleas de transmisión.

Asegúrese de que la polea de transmisión a la derecha gira en sentido horario cuando se mira desde abajo, cuando los flaps están extendidos.

### **Reglaje de los Flaps**

- a. Opere flaps a la posición totalmente ARRIBA.
- b. Abra o retire las tapas de inspección para el acceso.
- c. Afloje la abrazadera asegure el cable flexible con el cable directo del Flap y ajuste el cable tal como se requiere para colocar el puntero a  $0^\circ$  (flaps hacia

arriba) en el indicador. Envuelva el alambre alrededor de la abrazadera un mínimo de 2 veces y apriete el perno.

- d. Comprobar el ciclo de operación de los flaps.
- e. Cerrar las tapas de inspección que se removieron en el paso b.

Se consideraron aspectos relevantes los mismos que se encuentran notados a continuación:

- Se verificó la correcta instalación de la varilla de control del motor de los flaps hacia el bellcrank, y el sistema de poleas.
- Se verificó la temperatura ambiente utilizando el termómetro, para la determinación del valor adecuado del reglaje, se utilizó la tabla de reglaje, así como el tensiómetro y luego se revisó los valores indicados en el manual.
- Concluido el reglaje se aseguró los turnbuckles con alambre de freno de 0.41” de diámetro.



Figura 62. Reglaje de los flaps

### 3.5 MONTAJE DEL ESTABILIZADOR HORIZONTAL

#### MATERIALES

- **PERNOS:** AN3-6A
- **ARANDELAS:** AN960-10
- **TUERCAS:** MS21044N3
- **PERNOS:** AN3-5A
- **COJINETES:** S1866-3
- **TORNILLOS:** AN520-10R7
- **PERNOS:** AN3-6A
- **TUERCAS:** AN320-3
- **PERNOS:** AN3-5A
- **PERNOS:** AN3-7A
- **TUERCAS:** AN310-3

De igual manera con la información obtenida de los manuales técnicos: Manual de servicio, Manual de Mantenimiento y el Catálogo Ilustrado de Partes, se procedió a realizar la ejecución secuencial del montaje del estabilizador horizontal.

Los pasos a seguirse están mostrados en el Manual de Servicio de la Aeronave, y detallados en la sección IV (Ver ANEXO C), se consideraron aspectos relevantes los mismos que se encuentran notados a continuación:

- a. Remover loselevadores de acuerdo con los procedimientos descritos en (Secciones VIII).
- b. Ponga en posición el estabilizador horizontal.
- c. Coloque y asegure los pernos que sujetan al estabilizador con la estructura del

fuselaje.

- d. Guíe los cables del Trim del elevador, del elevador y el rudder.

Se consideraron aspectos relevantes los mismos que se encuentran notados a continuación:

- En primera instancia se procedió a la limpieza y lubricación de los montantes del estabilizador horizontal.
- Se determinó que ya estaba instalado el Trim en el elevador, para lo cual solo se realizó su respectiva limpieza y lubricación de la varilla de control.
- Se requirió de la ayuda de dos personas, una para sujetar y colocar el estabilizador horizontal, y la otra para la sujeción de los pernos.



Figura 63. Preparación del estabilizador vertical

- Se sujetaron 4 pernos para montar el estabilizador vertical, 2 en la parte posterior, y dos la parte delantera.
- Del mismo modo al no tener especificados los torques en el AMM en la sección V parte pertinente al estabilizador se procedió a tomar las dimensiones del perno, para aplicar los torque recomendados en la sección I (Ver ANEXO A).

- Debido a la incomodidad de la ubicación de los montantes se utilizó, torquímetro una llave dinamométrica, una extensión, un nudo, y una copa 3/8".



Figura 64. Instalación del estabilizador vertical

### 3.5.1 Instalación del elevador

Concluido el montaje del estabilizador horizontal se continuó con la instalación respectiva de los controles de vuelo, se instaló los elevadores, la información obtenida se encuentra especificada en la sección VIII del Manual de Mantenimiento de la aeronave. (Ver ANEXO F). Los pasos a seguir se notan a continuación:

**Nota:** Este proceso está descrito para la instalación del elevador derecho el cual contiene adherido en su superficie el Trim.

- a. Coloque los pernos del bellcrank del elevador entre los dos conjuntos de los tubos del elevador.
- b. Ajustar los pernos, tornillos que sujetan el elevador.
- c. Conectar los cables y ajustar la tensión de los mismos en la bellcrank.
- d. Coloque el tapizado de cabina.

Se consideraron aspectos relevantes los mismos que se encuentran notados a continuación:

- De igual modo se realizó una limpieza y lubricación del bellcrank del elevador, los cables y poleas.

- Se procedió a zafar los pernos de unión del elevador para colocar uno por uno los elevadores, primero colocando el elevador derecho y luego el izquierdo.



Figura 65. Colocación del elevador

- Se debe tomar en cuenta la posición del bellcrank al momento de soltar la unión de los elevadores.
- En el elevador derecho se acoplo primero la varilla de control del Trim, con la ayuda de dos llaves 3/8”.
- Se requirió la ayuda de dos personas, una para levantar y colocar en posición el elevador, y la otra para la sujeción de los pernos, arandelas y tuercas.
- Se acoplo el cableado de movimiento al bellcrank.
- Se utilizó llaves de boca fija 3/8” para soltar los elevadores, una llave dinamométrica, copa 3/8”, y un guía.

### 3.5.2 Reglaje del elevador

Para ejecutar el reglaje de los elevadores fue necesario utilizar los accesorios y herramientas indicados en el reglaje anterior. La información acerca del reglaje de los elevadores esta especificada en el manual de servicio sección VIII (Ver ANEXO F). Se llevó a cabo los siguientes pasos:

**Nota:** Un inclinómetro para medir el recorrido de las superficies de control está

disponible en Cessna Service Parts Center.

- a. Localice la posición neutral de elevadores mediante la alineación de los elevadores con estabilizador.
- b. Coloque el inclinómetro sobre el elevador y céntralo en cero.
- c. Ajuste los topes del elevador para alcanzar los recorridos que se especifica en la Sección I (Ver ANEXO A)
- d. Retire los asientos, tapizados y tapas de inspección según sea necesario para el acceso a los turnbuckles.
- e. Ajuste los cables a  $30 \pm 10$  libras de tensión con los turnbuckles. Asegúrese de que el control "Y" no haga contacto con el panel de instrumentos en la posición totalmente abajo.
- f. Asegure los turnbuckles y vuelva a instalar todos los elementos retirados en el paso "d".

**Precaución:** Asegúrese de que los elevadores se mueven en la dirección correcta cuando se opera la rueda de control.

Se consideraron aspectos relevantes los mismos que se encuentran notados a continuación:

- Se verificó que todo el sistema de cables y poleas este correctamente instalado.
- Se procedió a realizar el reglaje de los elevadores, tomando en cuenta la temperatura ambiente para aplicar la tensión respectiva.
- Se manipuló los turnbuckles ubicados en el piso de la aeronave, ajustando iguales hasta tener la misma tensión en los dos cables.
- Fue necesario una persona dentro de la cabina moviendo la cabrilla, y otra en la parte trasera viendo el movimiento simétrico del elevador.
- Concluido el reglaje se aseguró los turnbuckles con alambre de freno de 0.041” de diámetro.



Figura 66. Proceso de reglaje del elevador

### 3.5.3 Reglaje del Trim

Una vez concluido el reglaje del elevador se procedió al reglaje del Trim del elevador derecho. La información acerca del reglaje del Trim está especificada en el manual de servicio sección IX (Ver ANEXOG). Se llevó a cabo los siguientes pasos:

**Precaución:** Coloque un soporte de apoyo en el marco de amarre de la cola para evitar que el cono de la cola se caiga mientras se realiza el trabajo.

- a. Retire el panel de acceso trasero y las tapas de inspección según sea necesario.
- b. Afloje los bloques de tope de los cables.
- c. Desconecte el tubo de tracción-empuje del actuador.
- d. Chequear la tensión de los cables, y reajustar los turnbuckles si es necesario.

**Nota:** Si se están instalando las cadenas y/o cables, permitir que el tornillo del actuador gire libremente hasta que las cadenas y cables sean conectados. Ajuste la tensión del cable.

- e. Gire la rueda del Trim hacia delante totalmente (nariz hacia abajo).

Asegúrese de que el indicador no restrinja el movimiento de la rueda. Si es necesario, vuelva a colocar el indicador utilizando un destornillador fino para hacer palanca arrastrando el indicador.

**Nota:** La posición adelante completamente (nariz hacia abajo) de la rueda del Trim es donde más movimiento es impedido por cadena o los terminales del cable en contacto con piñones o poleas.

- f. Coloque el inclinómetro sobre el elevador y el Trim ambos en la posición neutral (alineados) en cero.
- g. Girar el tornillo del actuador dentro o fuera según sea necesario para colocar el Trim hacia arriba con un máximo de 2 ° de carrera, conecte el tornillo del actuador al tubo de tracción-empuje.
- h. Gire la rueda de ajuste para posicionar el Trim de arriba a abajo, reajustar el tornillo actuador según sea necesario para obtener el recorrido correcto en ambas direcciones.
- i. Ajustar los bloques de tope para limitar el recorrido específico detallado en la sección I (Ver ANEXO A).
- j. Asegure los turnbuckles y coloque las tapas de inspección y accesorios retirados en el paso a.

Se consideraron aspectos relevantes los mismos que se encuentran notados a continuación:

- Se verificó la correcta instalación de la varilla de control del Trim hacia el actuador y el sistema de poleas y cables.
- Para el reglaje del Trim solo es necesario regular la varilla a la posición del elevador. Desde cabina existe una rueda de control que permite la transmisión de movimiento del Trim.
- Para ver el correcto reglaje se verifica las posiciones arriba 10° y abajo 20°.

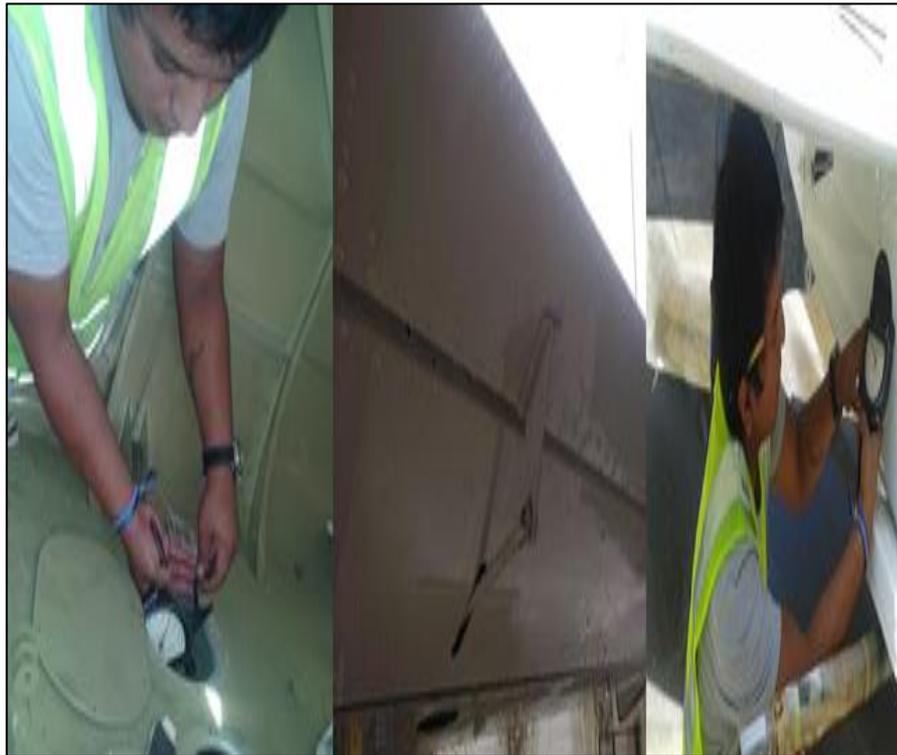


Figura 67. Reglaje del Trim

### 3.6 MONTAJE DEL ESTABILIZADOR VERTICAL

De igual manera con la información obtenida de los manuales técnicos: Manual de servicio, Manual de Mantenimiento y el Catálogo Ilustrado de Partes, se procedió a la ejecución del montaje del estabilizador vertical.

Los pasos a seguirse están mostrados en el Manual de Servicio de la Aeronave, y detallados en la sección IV (Ver ANEXO C). Los cuales se detallan a continuación.

- a. Colocar el estabilizador vertical. Sujetar los pernos que unen al estabilizador con el fuselaje.
- b. Asegure los pernos de sujeción del estabilizador.
- c. Coloque las puntas del estabilizador, las luces intermitentes, las luces de navegación y antenas antes removidas.
- d. Coloque los carenados.

Se consideraron aspectos relevantes los mismos que se encuentran notados a continuación:

- Se realizó primero el procedimiento de limpieza y lubricación de los montantes del estabilizador vertical.
- Con la ayuda de una persona que sostenía el estabilizador y lo colocaba en posición, la otra persona se aseguró de sujetar los pernos especificados en el manual.



Figura 68. Preparación del estabilizador vertical

- Se sujetaron 6 pernos en total en los montantes del estabilizador vertical, dos en la parte delantera y 4 en la parte posterior.
- Se guió los cables que se encargan de dar movimiento al rudder para que no se obstaculice en la estructura interna del estabilizador.
- Para mayor comodidad se optó por el uso de una llave dinamométrica con una copa 7/16", una extensión y una llave 7/16", para la aseguración de los pernos y tuercas.
- Debido a la carencia de las especificaciones de torque en el AMM sección IV se procedió a tomar las medidas del perno en una tabla para aplicar los torques recomendados sección I (Ver ANEXO A).



Figura 69. Instalación del estabilizador vertical

### 3.6.1 Instalación del rudder

#### MATERIALES

- **PERNOS:** AN4-10A
- **BUJES:** 0 532104
- **ARANDELAS:** AN960-4162
- **TUERCAS:** MS21042L4

Concluido el montaje del estabilizador vertical se continuó con la instalación respectiva de su control de vuelo, se instaló en rudder, la información obtenida se encuentra especificada en la sección X del Manual de Mantenimiento de la aeronave. (Ver ANEXO H). Los pasos a seguir se notan a continuación:

- a. Coloque y posicione el rudder en el estabilizador vertical fijo. Coloque los tornillos en las bisagras en los montantes del rudder.

- b. Coloque y asegure los pernos en la bellcrank, y conecto los cables en el mismo ajustando la tensión.
- c. Conecte las luces de punta del rudder.

Se consideraron aspectos relevantes los mismos que se encuentran notados a continuación:

- Se procedió a instalar la parte móvil del estabilizador vertical.
- Primero se limpió y lubricó los rodamientos y los bujes ubicados en los montantes del rudder.
- Con la ayuda de una persona guiando y colocando en posición de montaje el rudder, la otra persona aseguro los pernos tuercas y arandelas en los montantes del mismo.
- Se utilizó dos llaves de boca fija 7/16" debido al pequeño espacio de ubicación de los montantes, se procedió con cautela.
- Continuando con procedimiento de instalación se unió los cables guías con el rudder, para la movilidad del mismo, para lo cual se utilizó dos llaves de boca fija 3/8".



Figura 70. Instalación del rudder

### 3.6.2 Reglaje del rudder

Para ejecutar el reglaje del Rudder fue necesario utilizar los accesorios y herramientas indicados en el reglaje anterior. La información acerca del reglaje de los elevadores esta especificada en el manual de servicio sección X (Ver ANEXO H). Se llevó a cabo los siguientes pasos:

- a. Ajuste los topes de carrera para alcanzar los viajes que se especifica en la Sección I.
- b. Desconecte los tubos de dirección de la rueda de nariz colocando un puntal en la nariz.
- c. Ajuste los cables los terminales para alinear el timón y colocar los pedales en posición neutral, 6. 00 pulgadas desde el eje inferior y el pedal de pivote. Este paso determina automáticamente la tensión del cable a través del uso de muelles de retorno.
- d. Coloque un peso en la cola para elevar la rueda de nariz del suelo.
- e. Centrar el tren delantero contra el tope externo.
- f. Extienda los tubos de dirección hasta que se retire el juego libre. No comprima Springs.
- g. Ajustar el tubo de dirección con el terminal de la varilla a 1,25 pulgadas de distancia entre el brazo de dirección y el agujero de perno, y apriete las contratuercas.
- h. Ajuste las horquillas del tubo de dirección para alinearse con las rótulas.
- i. Instale las horquillas en los terminales dela varilla.
- j. Asegurar las horquillas e instalar todas las partes removidas para el acceso.

Se consideraron aspectos relevantes los mismos que se encuentran notados a continuación:

- Se revisó la correcta instalación del sistema de cables y poleas.
- Se necesitó de la ayuda de dos personas, la primera en cabina sujetando los pedales y nivelándolos a una misma posición mientras la otra verificó la posición del rudder.

- Se procedió a ajustar un turnbuckle, y soltar el otro hasta que se centre el rudder.
- Una vez centrado el rudder se revisó la tensión de los cables y la temperatura ambiente. Y el movimiento del rudder hasta los toques que se encuentran en el empenaje.
- Concluido el reglaje se aseguró los turnbuckles con alambre de freno 0.041” de diámetro.



Figura 71. Preparación de los accesorios del rudder para su reglaje

### 3.7 DIAGRAMA DE ENSAMBLE Y CONFIGURACIÓN

Tabla 3.

Equipos y partes utilizadas en el proyecto.

EQUIPO / PARTE	CLAVE PARA DESIGNACIÓN
Ala derecha	AD
Ala izquierda	AI
Cables	C1
Poleas	P1
Turnbuckles (conectores)	T1
Montantes	MA
Struts (parantes)	S1
Tuercas	TU1
Estabilizador horizontal	EH
Estabilizador vertical	EV
Mandos de vuelo primarios	MVP
Mandos de vuelo secundarios	MVS

**Fuente:** Investigación de Campo

Tabla 4.

Herramientas para el montaje e instalación.

HERRAMIENTA	CLAVE PARA DESIGNACIÓN
Llaves dinamométricas	LLD
Llaves de boca fija	LLBF
Kit de limpieza y lubricación	KL
Extensiones	EXT
Copas	CO
Guías	G1
Pinzas	PI1
Tensiómetro	TEN1
Torquímetro	TOR1
Tabla de dimensión de los pernos	TA1

**Fuente:** Investigación de Campo

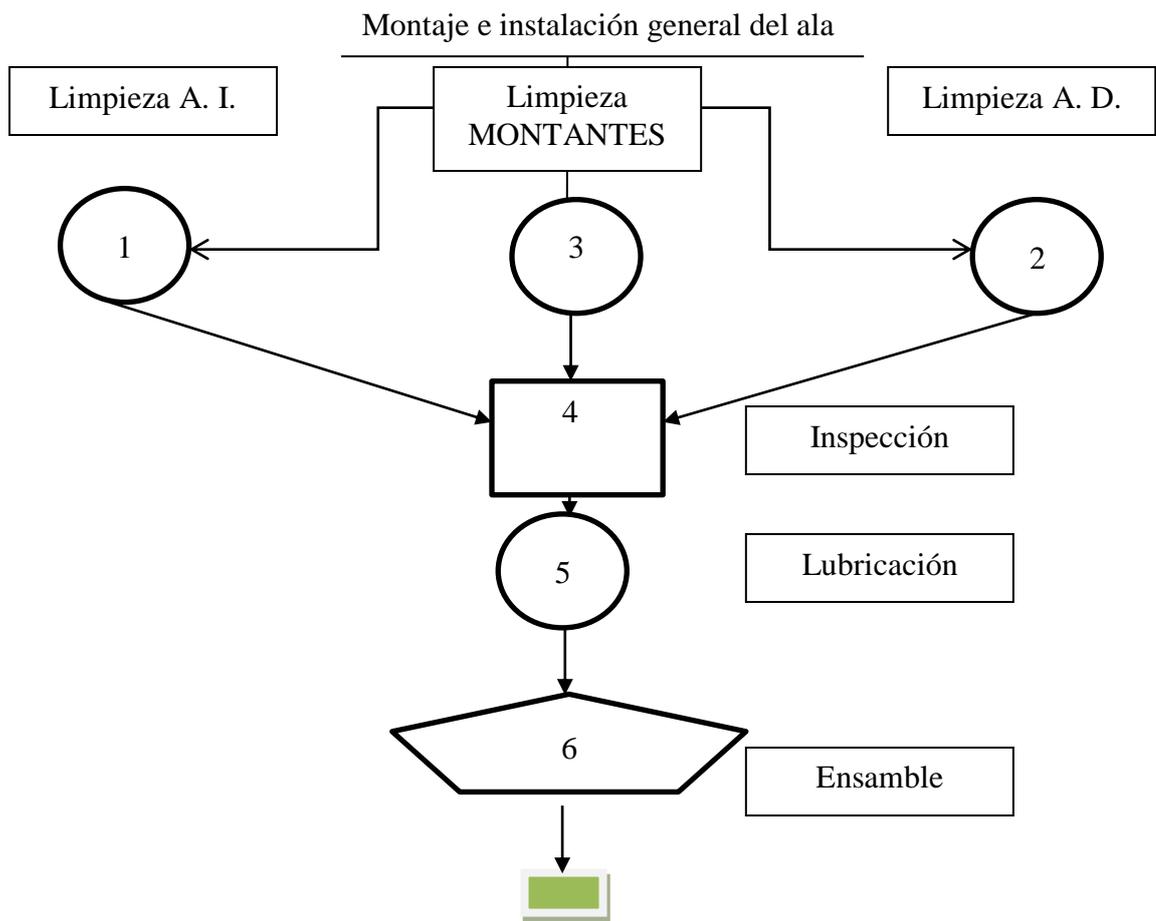
Tabla 5.

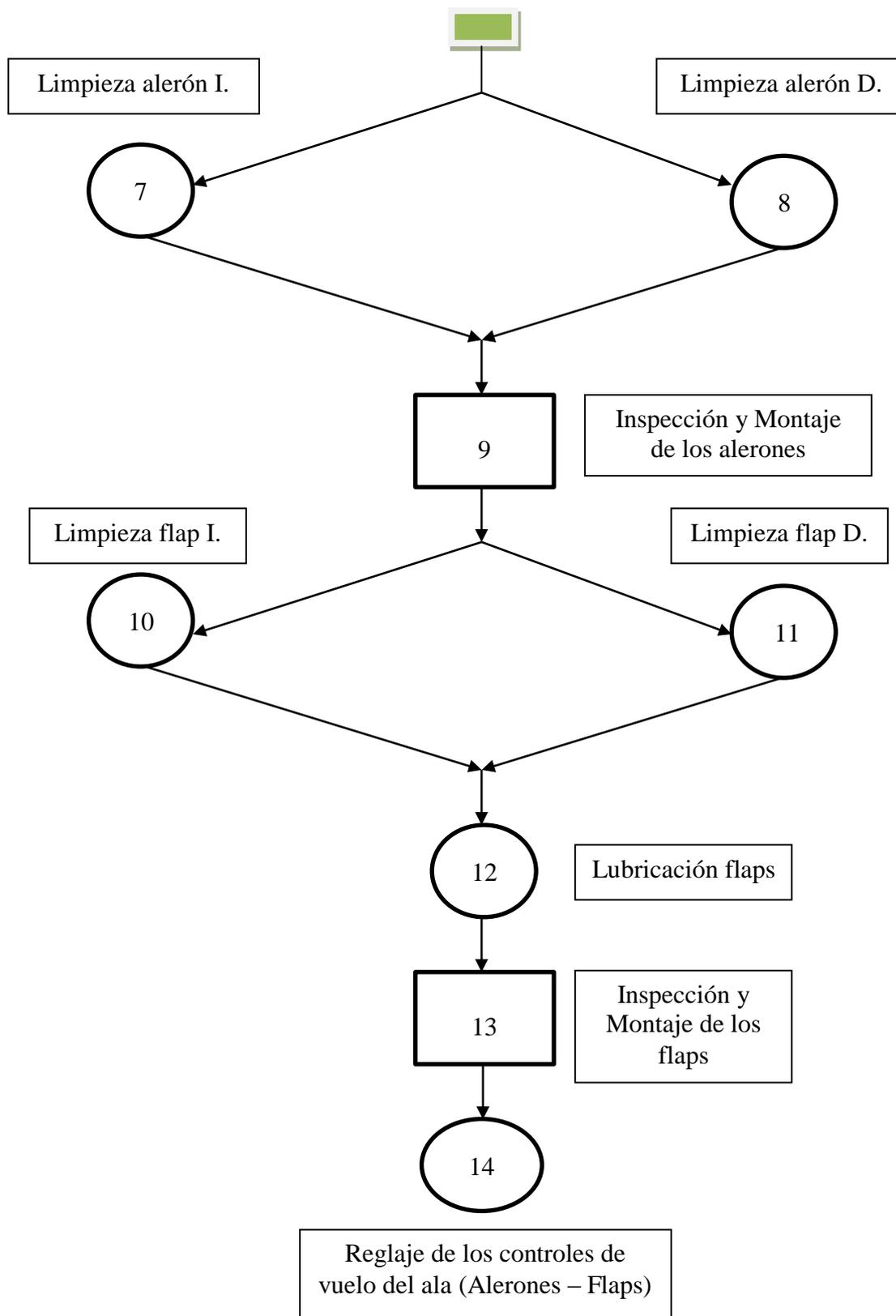
Simbología para el proceso de instalación y configuración.

FIGURA	DESIGNACIÓN
	Operación
	Inspección / Verificación
	Ensamble

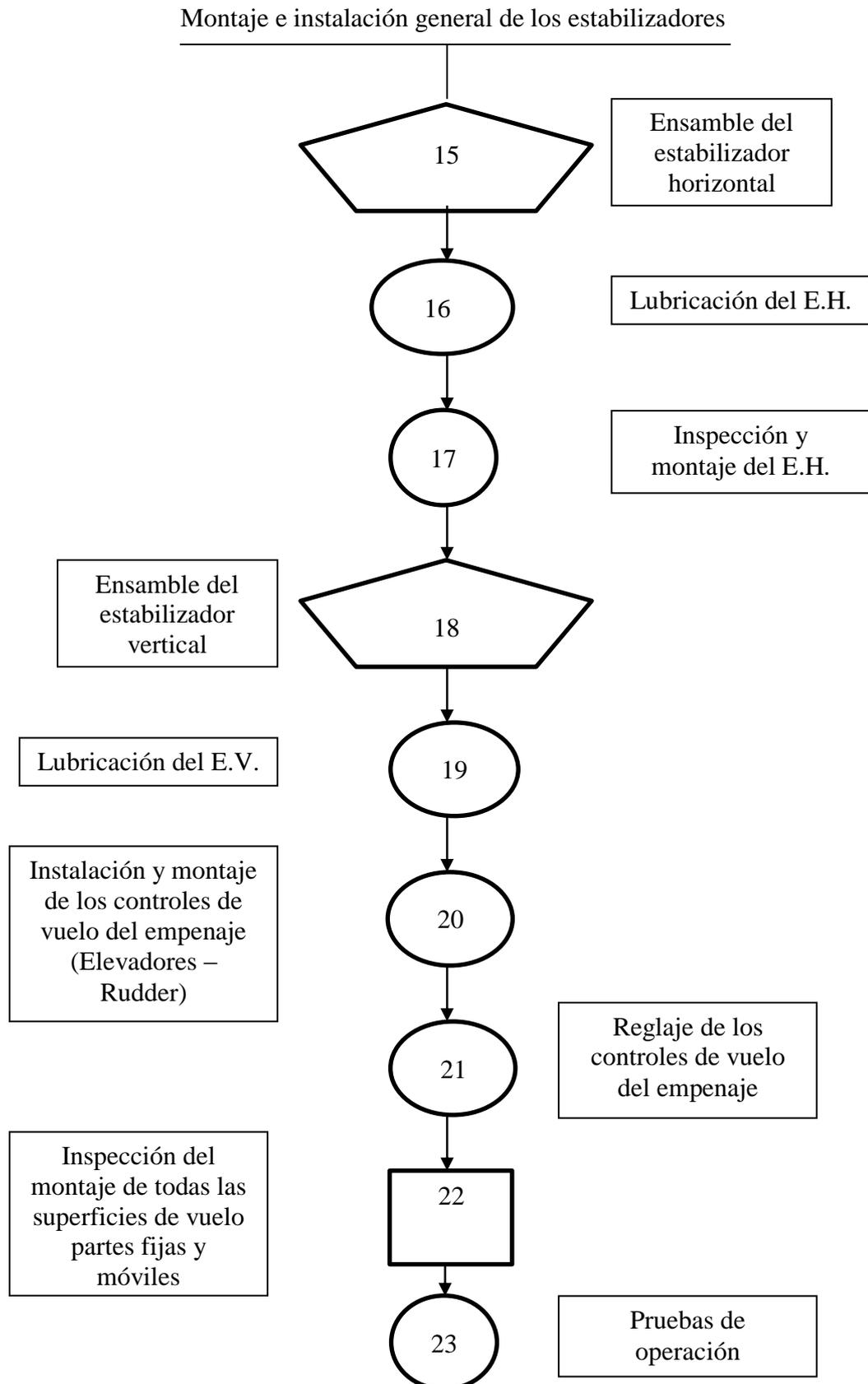
**Fuente:** Investigación de Campo

### 3.7.1 Proceso de montaje e instalación general del ala





### 3.7.2 Proceso de montaje e instalación general de los estabilizadores.



### 3.7.3 Procesos

Tabla 6.

Proceso de ensamble y calibración

Nº	OPERACIÓN	EQUIPO	DESIGNACIÓN
1	Limpiar	Superficie exterior del ala	KL-AD-AI
2	Limpiar	Compartimiento interno del ala	KL-AD-AI
3	Limpiar	Controles de cabina, accesorios y otros	KL
4	<b>Inspeccionar</b>	Limpieza general del ala	-
5	Lubricar	Cables, poleas, turnbuckles, pernos, bujes y montantes.	KL
6	Ensamblar	Alas del avión	AD-AI-LLBF- EXT-CO-G1- P11
7	Instalar	Alerón del ala derecha	AI-C1-P1-T1-MA-S1-LLBF
8	Instalar	Alerón del ala izquierda	AD-C1-P1-T1-MA-S1-LLBF
9	<b>Inspeccionar</b>	Montaje de los alerones	TEN1-TOR1-LLD
10	Instalar	Flap del ala derecha	AI-C1-P1-T1-MA-S1-LLBF
11	Instalar	Flap del ala izquierda	AD-C1-P1-T1-MA-S1-LLBF
12	Lubricar	Accesorios de los flaps	KL-TU1-C1-P1
13	<b>Inspeccionar</b>	Montaje de los flaps	TEN1-TOR1-LLD
14	Reglar	Componentes instalados en las alas (superficies de control)	TEN1- TOR1
15	Ensamblar	Estabilizador horizontal (EH)	TA1-EH-C1-P1-G1
16	Lubricar	Accesorios del EH	KL-TU1-C1-P1
17	<b>Inspeccionar</b>	Montaje del EH	TEN1- TOR1-LLD
18	Ensamblar	Estabilizador vertical (EV)	TA1-EV-C1-P1-G1
19	Lubricar	Accesorios del EV	KL-TU1-C1-P1
20	Instalar	Mandos de vuelo	MVP-MVS
21	Reglar	Superficies de control	TEN1- TOR1
22	<b>Inspeccionar</b>	Alas y estabilizadores	T1-S1-MA
23	Comprobar	Ensamble general	TEN1-TOR1-LLD

### **3.8 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y CONFORMIDAD DE OPERACIÓN**

Para las pruebas de funcionamiento ha sido necesario utilizar un espacio amplio en vista que los controles de vuelo tanto primarios como secundarios ubicados en las alas y estabilizadores requieren de movimientos para la óptima operación.

Tomando en cuenta las especificaciones de recorrido de los controles de vuelo de la aeronave detallados en la sección I se procedió a realizar las siguientes pruebas de funcionamiento.

Se procedió a realizar las respectivas pruebas de funcionamiento y conformidad de operación primeramente en las alas. Se ejecutaron los siguientes procedimientos:

- Aeronave en línea de vuelo, colocado tacos de seguridad.
- Desde cabina se mueve la cabrilla hacia atrás y hacia la derecha; en esta posición el elevador subirá, el alerón derecho se moverá hacia arriba y el alerón izquierdo hacia abajo.
- Mientras que si se mueve la cabrilla hacia adelante y hacia la izquierda; el elevador bajará, el alerón izquierdo subirá y el alerón derecha bajará.
- Cuando se compruebe el funcionamiento del timón de dirección o rudder se accionarán los pedales; pedal izquierdo visto desde la posición del piloto el rudder se moverá hacia la derecha, y se acciona el pedal derecho el rudder se moverá hacia la izquierda.
- Energizado el avión se coloca el master switch en posición “on” y se accionan los flaps, en posición up los flaps suben (si se encuentran bajados) mientras que en la posición down bajan (si están arriba). Recordando que los flaps de la aeronave Cessna 150M son de tipo bisagra.
- Si se requiere utilizar la rueda del Trim en vuelo, la aleta compensadora se ubica en el elevador derecho y su movimiento específico está reglado para subir 10 grados y bajar hasta 20 grados.

A continuación se elabora una tabla con los resultados obtenidos durante las pruebas de funcionamiento y conformidad de operación para comprobar la operatividad de los componentes:

Tabla 7.

Resultados de las pruebas de funcionamiento y conformidad de operación.

<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>		
<b>FUNCIONAMIENTO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Ala derecha	✓	Diedro positivo a 1°
Ala izquierda	✓	Diedro positivo a 1°
Estabilizador horizontal	✓	Rigged
Estabilizador vertical	✓	Rigged
Alerón derecho	✓	Rigged
Alerón izquierdo	✓	Rigged
Flap derecho	✓	Rigged
Flap izquierdo	✓	Rigged

**Fuente:** Investigación de Campo

Con las pruebas operacionales se pudo establecer el proyecto como habilitado y ejecutable en la parte correspondiente al montaje de alas y estabilizadores con sus respectivos mandos de vuelo tanto primarios como secundarios, además se realizó la respectiva toma de datos las cuales fueron comprobadas y aprobadas por el jefe de mantenimiento de la compañía Amazonas Air Cia. Ltda.

### **3.9 DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO, CALIBRACIÓN Y OTROS.**

Los procedimientos de operación y mantenimiento se encuentran especificados en los manuales técnicos de la aeronave aprobados por el fabricante. Ver Anexos desde A hasta H.

### 3.10 ESTUDIO ECONÓMICO

El estudio económico hace referencia al total de gastos realizados a lo largo de la obtención del proyecto incluyendo los gastos de alimentación, transporte entre otras cosas.

Tabla 8.

Costos Directos.

DESCRIPCIÓN	CANT.	V. UNITARIO \$	V. TOTAL \$
Solventes	4	3.50	14.00
Lubricante WD40	3	7.75	23.25
Lijas	10	0.50	5.00
Waype	10	2.00	20.00
Detergente líquido	1	25.00	25.00
Equipo de protección	1	30.00	30.00
Fibra de vidrio	4	20.00	80.00
Pulimento	1	5.00	5.00
Pintura	1	15.00	15.00
Equipo de limpieza	3	25.00	75.00
Equipo de lubricación	1	30.00	30.00
Láminas de aluminio	1	45.00	45.00
Primer Epoxy	1	20.00	20.00
Viáticos	20	10.00	200.00
<b>TOTAL</b>			587.25

Tabla 9.

Costos Indirectos.

DESCRIPCIÓN	CANT.	V. UNITARIO \$	V. TOTAL \$
Impresión	4 tomos	0.17	68.00
Papel resma	3	5,50	16.50
Empastado	1	30.00	30.00
Transporte	20	5.20	104.00
<b>TOTAL</b>			228.50

Tabla 10.

Costo total.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>V. TOTAL \$</b>
Costos Directos	587.25
Costos Indirectos	228.50
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>815.75</b>

**Fuente:** Investigación de Campo

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- Con la ayuda de los manuales de servicio de la Aeronave y el IPC disponibles en la compañía Amazonas Air, se realizó un estudio específico de la aeronave Cessna 150M, en los mismos se encontró las especificaciones técnicas para llevar a cabo la ejecución del proyecto. Se revisó el manual de servicio de la aeronave por secciones, identificando los procesos a seguirse para cada una de las operaciones.
- Los equipos, herramientas, repuestos, accesorios y ferretería aeronáutica que se utilizaron para la ejecución del proyecto se adquirieron de las instalaciones de la compañía.
- Con las herramientas, equipos, accesorios y manuales, se continuó con el desarrollo del proyecto; primero se realizó el montaje de las alas tanto derecha como izquierda, después el montaje del conjunto de empenaje, para finalmente proceder a instalar y reglar todos los controles de vuelo y sus componentes.
- Una vez culminado el proceso de instalación, se realizaron las respectivas pruebas de funcionamiento y conformidad de operación, las mismas que abordaron resultados satisfactorios que establecen como factible la elaboración del proyecto.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- La seguridad es un factor importante al usar este tipo de equipos, recordando que podría causar mucho daño al usarlo de manera incorrecta. Si las condiciones lo ameritan es importante el uso de equipo de protección requerido.
- Cuando se vaya a realizar pruebas de operación en la aeronave, ejecutar únicamente las personas autorizadas o que tengan conocimiento acerca de su modo de operación, de esta manera se evitará cualquier tipo de daño, ruptura o en sí algún tipo de inconveniente.
- Para mantener la aeronave en condiciones operativas es importante que los técnicos de Amazonas Air, realicen las respectivas inspecciones a la aeronave, estas misma que incluyen la inspección 100 horas, anuales y progresivas.
- Es importante mantener los equipos y herramientas, operativos dentro de los rangos de calibración, para cumplir las exigencias de la compañía así como con las autoridades reguladoras de la aviación como es la DGAC.

## GLOSARIO

**Brazos acodados (Bellcranks):** Es un dispositivo tipo manivela que cambia de movimiento a través de un ángulo. El ángulo puede ser cualquier entre 0 a 360 grados, pero 90 grados y 180 grados son más comunes.

**Bujes:** Es el elemento de una máquina donde se apoya y gira un eje. Puede ser una simple pieza que sujeta un cilindro de metal o un conjunto muy elaborado de componentes que forman un punto de unión.

**Carenados (Fairings):** Es el revestimiento externo realizado con duraluminio, titanio, fibra de vidrio, fibra de carbono, plástico u otro material que se adapta al chasis con fines principalmente aerodinámicos, aunque también estéticos y por mantenimiento, es decir, para mantener protegidos de los fenómenos meteorológicos tanto el motor como otros equipamientos y dispositivos internos, y de este modo conservarlos de una degradación más severa.

**Control Y:** Es un mecanismo propio de los alerones, que trasforma la energía que trasmite las ruedas de control y mueve los accesorios del alerón.

**Controles de vuelo:** Son todos aquellos mecanismos integrados en una aeronave cuyo objetivo es el de accionar las superficies de mando, variando así la orientación y posición del aparato.

**Falencias:** Error que comete una persona al afirmar algo.

**IPC:** Catálogo Ilustrado de Partes. Manual de identificación de partes productos y ferretería aeronáutica.

**Jackscrew:** Tornillo volante es un tipo de conector que es operado por girar un husillo. En la forma de un gato de tornillo que se utiliza comúnmente para levantar pesos pesados, como los cimientos de las casas, o vehículos de gran tamaño.

**Oilite:** Son aleaciones de bronce, mientras que el Súper Oilite y Súper Oilite 16 son a base de hierro. Es una aleación porosa de bronce o hierro aleación comúnmente impregnado con un aceite lubricante y utilizado de cojinetes

**Semimonocasco:** Se denomina al fuselaje que usa miembros de soporte longitudinales adicionales entre las mamparas para permitir que más estrés del aeroplano se disperse a través del marco que en los monocascos. Esto permite el uso de forros menos rígidos y ligeros, disminuyendo el peso del fuselaje.

**Solvente Stoddard:** Es un disolvente extraído del petróleo, incoloro o muy levemente amarillento, con olor a queroseno, muy poco soluble en agua y con un rango de ebullición de entre 130 y 231°C.

**Struts (Parantes):** Es un componente estructural diseñado para resistir longitudinal la compresión. Los Struts proporcionan apoyo en su dirección longitudinal, se puede utilizar para mantener otros dos componentes separados.

**Torque:** Se denomina al momento de una fuerza (respecto a un punto dado) a una magnitud (pseudo) vectorial, obtenida como producto vectorial de la posición de un punto de aplicación de la fuerza (con respecto al punto al cual se toma el momento) por el vector fuerza, en ese orden.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Amazonas Air. (2008). *Manual de operaciones y Reglamentaciones de seguridad.* shell: DGAC.
- Cessna . (2002). *Manual de servicio de la aeronave Cessna 150.* Wichita: CESSNA AIRCRAFT COMPANY.
- Muñoz, M. A. (2005). *ejes de la aeronave.* MEXICO: FEDEX.
- Muñoz, M. A. (2005). *Estructura del ala.* MEXICO: FEDEX.
- Muñoz, M. A. (2005). *Terminología del ala.* MEXICO: FEDEX.
- Muñoz, M. A. (2005). *tipos de empenaje.* MEXICO: FEDEX.
- Oñate, E. (2000). *Superficies Aerodinamicas.* Chile: Avianca Sa.
- Oswaldo, L. W. (1980). *Aerodinámica, Electricidad, Meteorología, Navegación, Regulaciones, Procedimientos, Fisiología, y Fatiga de Vuelo.* QUITO: ECUATORIANA DE AVIACIÓN.

## LINKGRAFÍA

AERO SHELL. (2000). *SUPLIAEREOS*. Obtenido de [www.supliaereos.com/grasas\\_aeroshell.htm](http://www.supliaereos.com/grasas_aeroshell.htm)

AEROTEAL. (2008). *AIRCRAFT LISTING*. Obtenido de [http://www.aeroteal.com/letsfly/aircraftlisting\\_shared\\_ownership.asp?listingid=145](http://www.aeroteal.com/letsfly/aircraftlisting_shared_ownership.asp?listingid=145)

ALA ALTA. (1997). *IMAGES SHACK*. Obtenido de <http://img186.imageshack.us/img186/3716/tonatiuh9tg.jpg>

ALA BAJA. (2000). *SANDGLASSPATROL*. Obtenido de [http://www.sandglasspatrol.com/IIGM-12oclockhigh/Conceptos%20Basicos\\_2\\_archivos/image018.jpg](http://www.sandglasspatrol.com/IIGM-12oclockhigh/Conceptos%20Basicos_2_archivos/image018.jpg)

ALA MEDIA. (2004). *IMAGES AMAZING*. Obtenido de <http://ecx.images-amazon.com/images/I/41sWRVCZ6-L.jpg>

ALICATES. (2006). *DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS*. Obtenido de <http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-manuales/alicates-planos-pinzas-tipos-y-uso>

AVIATION EMPENAJE. (2002). *PHOTOBUCKET*. Obtenido de <http://i38.photobucket.com/albums/e124/fnee1901/Aviation/Empenaje-Wallpaper.jpg>

Buffers and chain coupler. (2007). *Buffers and chain coupler*. Obtenido de [Buffers and chain coupler](#)

CHEMTRAILS. FORO ACTIVO. (1993). *CHEMTRAILS. FORO ACTIVO*. Obtenido de <http://chemtrails.foroactivo.com/t1236-tengo-la-certeza-de-que-los-aviones-fumigadores-despegan-de-los-aeropuertos-comerciales>

DINAMOMÉTRICA. (1997). *XRUKO*. Retrieved from <http://www.xruko.com/Dinamometrica.html>

EJES DEL AVIÓN. (1990). *DPACOLOMBIA*. Obtenido de

<http://dpacolombia.8k.com/imgaes/ejesdelavion.jpg>

EMPENAJES. (1990). *ALASEWM*. Obtenido de <http://www.alasewm.com.ar/ewmpenaje.htm>

FERRETERIA DE AVIACION. (2004). *ES. ESCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/.../Ferreteria-de-Aviacion-Comercial-Training>

HERRAMIENTAS BASICAS. (2013). *ASOCIACION NEW TYPE*. Obtenido de <http://asociacionnewtype.blogspot.com/2013/03/herramientas-basicas-1.html>

HERRAMIENTAS DE METAL. (1993). *INSHT*. Obtenido de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_392.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_392.pdf)

LLAVE ALLEN. (2011). *GRUPO ARANCELARIO*. Obtenido de <https://grupoarancelariojuarez.wordpress.com/2011/07/13/llaves-allen/>

LLAVES. (1990). *INSHT*. Obtenido de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_392.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_392.pdf)

MATERIALES AERONÁUTICOS. (2013). *CIATA- BLOGESPOT*. Obtenido de [bib-ciata.blogspot.com/2013/04/materiales-aeronauticos.html](http://bib-ciata.blogspot.com/2013/04/materiales-aeronauticos.html)

Miguel Angel Muñoz. (2005). *MANUAL DE VUELO*. Obtenido de [www.manualvuelo.com/](http://www.manualvuelo.com/)

PASADORES . (2000). *ESPATENTES*. Obtenido de [www.espatentes.com/pdf/8104479\\_A3.pdf](http://www.espatentes.com/pdf/8104479_A3.pdf)

TECNOBLOGUEANDO. BLOGSPOT. (2013). *COMO SE FRABICAN LOS AVIONES*. Obtenido de <http://tecnoblogueando.blogspot.com/2013/03/como-se-fabrican-los-aviones.html>

TENSIÓMETRO. (2010). *ES. ESCRIBD*. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/48453004/TENSIOMETRO-DE-CABLES-Erik->

Carabali#scribd

THE BLUE PRINTS. (2001). *AVIONES MODERNOS*. Obtenido de [http://www.the-blueprints.com/blueprints/modernplanes/cessna/59852/view/cessna\\_150/](http://www.the-blueprints.com/blueprints/modernplanes/cessna/59852/view/cessna_150/)

TIPOS DE ALAS. (2009). *algunascosas*. Obtenido de [http://www.algunascosas.com/wp-content/\\_subidas\\_/2009/07/tipos-de-alas.jpg](http://www.algunascosas.com/wp-content/_subidas_/2009/07/tipos-de-alas.jpg)

TIPOS DE EMPENAJES. (2000). *IKONET*. Obtenido de <http://www.ikonet.com/es/diccionariovisual/images/esp/ejemplos-de-empenajes-de-cola-16520.jpg>

# ANEXOS