

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**“MONTAJE DEL ALA IZQUIERDA DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 HC-BHD,  
EN EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
AERONÁUTICO.”**

**POR:**

**PALADINEZ ZAMBRANO BORIS JULIAN**

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

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCIÓN - AVIONES**

**2011**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el **Sr. PALADINEZ ZAMBRANO BORIS JULIAN**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**.

---

Tlgo. Cedillo Ulices

Latacunga, noviembre 10 de 2011

## **DEDICATORIA**

Este proyecto se lo dedico primero a Dios, ya que sin Él ningún ser humano tendría razón de existencia. Dios es quien nos otorgó el privilegio de vivir y nos ofrece lo necesario para lograr nuestras metas. Gracias por colocarme pruebas, obstáculos que me brindan experiencia y me hacen crecer como persona.

Además le dedico este proyecto a mis padres, porque ellos siempre están en las buenas y en las malas; a pesar de verme brindado el estudio, también me han inculcado valores para construirme como una persona de bien y sobre todo porque han hecho lo imposible para que yo siempre cumpla mis metas propuestas.

A todas aquellas personas que me han apoyado de una u otra forma en todo el lapso de mi carrera, a los profesores que han estado incondicionalmente ayudándome ,que vean plasmado el fruto de sus enseñanzas, a todos ellos les dedico este proyecto.

**Boris Julian Paladinez Zambrano**

## AGRADECIMIENTO

Todas las ocasiones que se presentan en nuestra vida, no son por simple coincidencia, siempre existen personas que están en los momentos más oportunos, Y en esta ocasión deseo expresar mi gratitud a todas las personas que de una u otra forma me han demostrado su apoyo: **GRACIAS; Mami**, por el apoyo y la ayuda incondicional que me ha brindado en toda mi vida; **Ing. Hebert Atencio**, por habernos motivado de una u otra forma a que este proyecto se realice y por habernos organizado de la mejor manera; **Tlgo. Ulices Cedillo**, por haberme extendido su mano y aportar con su granito de arena para la culminación de este trabajo; **Tlgo. Bautista**, por toda la ayuda técnica que me ha podido brindar; **Padre**, por toda la ayuda económica con la que me ha podido ayudar. Y a todas aquellas otras personas que me han ofrecido su apoyo y sus ideas en el desarrollo de este proyecto.

**Boris Julian Paladinez Zambrano**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>PÁGINAS PRELIMINARES</b>	<b>PAGINA</b>
Portada.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice de Contenidos.....	V
Índice de Tablas.....	VIII
Índice de Figuras.....	IX
Índice de Anexos.....	XI
Resumen.....	1
Summary.....	2
 <b>CAPÍTULO I</b>	
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Justificación e Importancia.....	4
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Alcance.....	6
 <b>CAPÍTULO II</b>	
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Generalidades.....	7
2.2 Especificaciones Técnicas.....	8
2.2.1 Dimensiones.....	9
2.2.2 Pesos.....	10
2.2.3 Prestaciones.....	10
2.3 Alas.....	11

2.3.1 Funciones del Ala.....	12
2.3.2 Elementos del Ala.....	14
2.3.3 Componentes.....	16
2.3.3.1 Largueros.....	16
2.3.3.2 Costillas.....	18
2.3.3.3 Larguerillos.....	18
2.3.3.4 Revestimiento.....	18
2.3.4 Flecha del Ala .....	19
2.3.5 Diedro Alar.....	20
2.3.6 Formas del Ala.....	21
2.3.7 Colocación del ala en el fuselaje.....	22
2.3.8 Sustentación.....	23
2.3.8.1 Teorías de la sustentación.....	23
2.3.8.2 Ángulo de ataque .....	25

### **CAPÍTULO III**

#### **3. MONTAJE DEL ALA IZQUIERDA DEL AVIÓN FAIRCHILD**

3.1 Alas del avión Fairchild .....	28
3.2 Sección exterior del ala .....	31
3.2.1 Instalar .....	31
3.3 Herramientas utilizadas para el montaje del ala.....	37
3.3.1 Lista de equipos y herramientas.....	37
3.3.2 Herramienta especial.....	39

### **CAPÍTULO IV**

4.1 Conclusiones.....	40
4.2 Recomendaciones.....	41
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>42</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>46</b>

<b>HOJA DE VIDA.....</b>	<b>101</b>
<b>LEGALIZACIÓN DE FIRMAS.....</b>	<b>103</b>
<b>CESIÓN DE DERECHOS.....</b>	<b>104</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II	PAGINA
2.2. Especificaciones Técnicas.....	8



# ÍNDICE DE FIGURAS

## PAGINA

### CAPÍTULO II

2.1 Fairchild FH-227.....	8
2.2 Dimensiones.....	9
2.3 Ala.....	11
2.4 Elementos del Ala.....	16
2.5 Largueros de metal.....	17
2.6 Flecha positiva.....	19
2.7 Flecha negativa.....	19
2.8 Flecha neutra.....	19
2.9 Diedro positivo.....	20
2.10 Diedro negativo.....	20
2.11 Diedro neutro.....	21
2.12 Formas de Alas.....	21
2.13 Ala alta.....	22
2.14 Ala baja.....	22
2.15 Ala media.....	23
2.16 Flujo de aire.....	23
2.17 Flujo de Aire alrededor de un Ala.....	24
2.18 Fuerzas que actúan en el Ala.....	25
2.19 Ángulo de Ataque.....	26
2.20 Ruptura del Flujo de Aire.....	27

### CAPÍTULO III

3.1 Aircraft wing.....	29
3.2 Ala del avión .....	30
3.3 Eslingas .....	31
3.4 Ángulo de acople .....	32
3.5 Ajuste de Pernos.....	32
3.6 Pernos 7/16 pulgada .....	33

3.7 Pernos 1/2 pulgada	33
3.8 Desacople de eslingas .....	34
3.9 Conexión de líneas de deshielo .....	34
3.10 Líneas de combustible.....	35
3.11 Arnéses eléctricos.....	35
3.12 Cables de Alerones y Flaps.....	36
3.13 Instalación del motor.....	36
3.14 Tapas y accesos.....	37
3.15 Equipo de montaje.....	38
3.16 Herramientas utilizadas en el montaje.....	39
3.17 Herramienta especial.....	39

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PAGINA</b>
<b>Anexo A</b>	
Ante Proyecto.....	48
<b>Anexo B</b>	
Torquímetro Libras – Pulgadas .....	97

## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación contiene de manera detallada el montaje del ala izquierda del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD en el instituto, también contiene las herramientas y equipos empleados de dicho montaje.

Para iniciar se detalla la concepción del tema y se fundamenta la necesidad de un avión escuela al instituto, además se establece cada uno de los objetivos planteados para el montaje.

En el desarrollo del mismo, este contiene información técnica extraída del manual de mantenimiento, dicha información fue traducida e interpretada para una mejor comprensión y poder realizar de la mejor manera el montaje del ala.

## **SUMMARY**

This includes graduate work in detail the assembly of the left wing of the Fairchild FH-227 aircraft, registration HC-BHD in high school, also contains the tools and equipment used in the assembly.

To start detailing the conception of the subject and makes the case for a plane to institute school also provides each of the objectives set for the assembly.

In its development, it contains technical information extracted from the maintenance manual, the information was translated and performed for better understanding and to make the best of the wing assembly.

## CAPÍTULO I

### EL TEMA

#### 1.1 Antecedentes

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (**ITSA**), ubicado en la provincia de COTOPAXI, cantón Latacunga, es una Institución Aeronáutica que prepara y capacita personal técnico, para satisfacer el mercado aeronáutico actual.

El ITSA necesita modernizar sus materiales didácticos de enseñanza con el fin de mejorar el aprendizaje de los futuros tecnólogos, para esto es necesario un avión escuela apto para el instituto. En la actualidad la fuerza aérea ecuatoriana (**FAE**) ha donado un avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD, en estado inoperativo al instituto para adecuarlo como avión escuela, que se encontraba ubicado en el Ala de transporte N° 11 de la ciudad de Quito – Provincia de Pichincha.

En estos momentos el avión ya se encuentra en las instalaciones del Instituto, ensamblado de acuerdo a los manuales respectivos del avión.

Este tipo de avión es turbo hélice, posee una gran cantidad de componentes en perfecto estado, vale mencionar que todos sus sistemas son adecuados para la realización de instrucción de mantenimiento por parte de los docentes relacionados a la carrera, de una mejor manera y sobre todo realizar prácticas en el mismo instituto, sin tener que movilizarse hasta el **CEMA** (Centro Especializado en Mantenimiento Aeronáutico) como comúnmente se estaba

acostumbrado hacer, este proyecto no solo beneficiara a la carrera de mecánica, si no que por ende a las demás carreras que posee el instituto, vale recalcar que este material didáctico conserva todos sus sistemas así que los directores de las demás carreras podrán impartir clases prácticas cuando ellos crean conveniente.

## 1.2 Justificación e Importancia

Anteriormente, el Instituto contaba con un avión escuela militar de acuerdo a las relaciones que el instituto tiene con la Escuela Técnica de las Fuerzas Aéreas, en estos momentos el Instituto todavía depende de la FAE y de la ESPE, por este motivo de avance, desarrollo y otros más las autoridades del instituto han preferido poseer un avión escuela, para impartir de una manera adecuada la teoría de la mano con la práctica.

Las mejoras en el Instituto suponen tener en cuenta una serie de parámetros que van desde las mejoras en calidad y seguridad hasta la mejora de las condiciones de trabajo y la optimización de los recursos.

Este tipo de aeronave, adecuado como un avión escuela es muy importante para el instituto ya que con este y otros proyectos de este tipo llegaremos a lograr cumplir la misión que el instituto se ha trazado, **“al 2015 ser el mejor instituto aeronáutico de Latinoamérica”**, de una u otra forma este proyecto es importante, ya que todo ente de enseñanza aeronáutica debe poseer un avión escuela certificado por la DGAC.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Instalar el ala izquierda del avión Fairchild FH-227 HC-BHD, en el campus del instituto, en base al manual de mantenimiento, ATA 57 **Alas**, para aportar en el aprendizaje práctico de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Recopilar información del Manual de Mantenimiento, con respecto al ATA 57 (alas).
2. Conseguir las herramientas adecuadas para el montaje del ala.
3. Colocar en los puntos correctos de sujeción las eslingas, para el acople con el ala central.
4. Instalar conforme indica el manual las cañerías de combustible, hidráulicas, y eléctricas.
5. Revisar el torque de los pernos que sujetan el ala y de los demás componentes y cañerías que intervienen en la instalación.
6. Realizar pruebas básicas para comprobar el correcto funcionamiento del ala.



#### **1.4 Alcance**

Este trabajo de investigación pretende ofrecer beneficios al ITSA, optimizando las diversas áreas en las que el instituto brinda educación, y de manera primordial a los estudiantes e instructores, de la carrera de mecánica, tanto en su formación académica y practica, ya que les brindará un conocimiento más amplio acerca de pasos grandes que la aviación continuamente lo hace, además facilitará que el estudiante se incentive en el campo aeronáutico, trazándose metas y poseer un mejor desenvolvimiento en su vida profesional.

Con la presencia de este avión escuela los alumnos podrán enriquecer sus conocimientos teóricos, podrán tener más horas de prácticas y sobre todo les ayudará a tener un mejor conocimiento de cada uno de los sistemas del avión.

También para las personas ajenas a la institución, aquellas personas que por primera vez visitan la institución, les ayudara a tener una idea general de cómo funciona un avión y para cada una de las personas que desean estudiar en la institución les beneficiara, para optar que carrera les gustaría seguir.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Generalidades<sup>1</sup>

El avión **FAIRCHILD FH-227** es un tipo de aeronave, que sale de la fusión de la fábrica *Fairchild Hiller Corporation*, después del renacimiento de esta corporación comienzan los estudios de desarrollo para un avión de mayor capacidad, siempre utilizando como base de desarrollo el Fokker F.27 y su planta motriz Rolls-Roys Dart. Se cambia la denominación de los aviones producidos, que en el futuro se llamarían **FH-227**. Los trabajos iniciales consisten en un alargamiento de la estructura del fuselaje, agregando un plug delante de las alas que aumenta su longitud en 1.98 m adicionales. Esto permite pasar de una capacidad de 40 pasajeros en los F.27 a 52 en los FH-227. Exteriormente, los aviones eran también reconocibles no solo por su mayor longitud, sino que ahora llevaba doce ventanillas ovales por lado. Comparado a los diez de los F.27

El objetivo básico de la Fairchild Hiller era lograr un avión que fuera económicamente rentable, fiable y de fácil operación para las aerolíneas regionales. Los estudios de mercado le dieron la razón y pronto el libro de pedidos registraba 42 por el nuevo avión.

---

<sup>1</sup>[en.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_Hiller\\_FH-227](https://en.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227)

## Fairchild Hiller FH-227



**Fig.2.1** Fairchild FH-227

**Fuente:** es.wikipedia.org/

## 2.2 Especificaciones Técnicas<sup>2</sup>

<b>Tipo</b>	Avión comercial y de transporte
<b>Fabricante</b>	Fairchild Hiller
<b>Primer vuelo</b>	27 de enero de 1966
<b>Introducido</b>	1 de julio de 1966
<b>Estado</b>	Algunos ejemplares todavía en servicio
<b>Usuarios Principales</b>	 Fuerza Aérea Uruguaya
	 Aces Colombia
	 Marina Peruana
<b>Producción</b>	78
<b>N° construidos</b>	78 modelos FH-227
<b>Desarrollo del</b>	Fokker F27

**Tabla N° 1**

<sup>2</sup>[en.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_Hiller\\_FH-227](https://en.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227)



Fuente: [es.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_Hiller\\_FH-227](https://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227)

### 2.2.2 Pesos<sup>4</sup>

- **Máximo al despegue(MTOW):** 20.640 kg (25.500 lbs)
- **Máximo al Aterrizar (MLW):** 20.410 kg (45.000 lbs)
- **Vacío (ZFW):** 18.600 kg (41.000 lbs)
- **Hélices:** Rotores de un diámetro nominal de 12,5 ft. El máximo régimen permitido es de 16.500 rpm con las posiciones: Ground fine pitch 0°, Flight fine pitch 16°, Cruise pitch 28° y Feathered con 83°.
- **Planta motriz:** 2 Rolls-Royce Dart 532-7L de 2.300 cv, Reduction Gearing 0.093.1. Estos motores operan a un máximo de 15.000 rpm, se recomienda evitar operaciones entre las 8.500 y las 9.500 rpm. El máximo de temperatura permitido es de 930° en el arranque y 905° en la fase de despegue por cinco minutos.

### 2.2.3 Prestaciones

- ✓ **Velocidad máxima (Vne):** 259 Kts (478 km/h)
- ✓ **Velocidad de crucero:** 220 kts (407 km/h)
- ✓ **Velocidad máxima de operación (Vmo):** 227 kts (420 km/h) a 19.000 ft
- ✓ **Velocidad de extracción de flaps (Vfe):** 140 kts (259 kph)
- ✓ **Velocidad de operación del tren de aterrizaje:** 170 kts (314 km/h)
- ✓ **Velocidad máxima de control:** 90 kts (166 kph)
- ✓ **Velocidad mínima de control:** 85 kts (157 kph)
- ✓ **Flaps:** 7 posiciones

---

<sup>4</sup> [en.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_Hiller\\_FH-227](https://en.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227)

- ✓ **Combustible:** 5.150 | (1.364 galones)
- ✓ **Consumo:** 202 gal/hora
- ✓ **Máxima autonomía:** 2.661 km (1.437 Nm)
- ✓ **Techo de servicio:** 8.535 m
- ✓ **Tripulación:** 2
- ✓ **Pasajeros:** 48 a 52
- ✓ **Carga útil:** 6.180 kg (13.626 lbs)
- ✓ **Producción:** 1966 a 1972 (cierre de la producción)
- ✓ **Ejemplares producidos:** 78

### 2.3 Alas<sup>5</sup>

Se denomina **ala** a un cuerpo aerodinámico formado por una estructura muy fuerte estructuralmente, 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 intradós y extradós al desplazarse por el aire lo que, a su vez, produce la sustentación que mantiene el avión en vuelo. Esto lo consigue desviando la corriente exterior, lo que a su vez genera una fuerza cuya componente vertical equilibra al peso. El ala compensará por tanto el peso del avión y a su vez generará una resistencia.



**Fig. 2.3.** Ala

**Fuente:** [www.manualvuelo.com](http://www.manualvuelo.com)

---

<sup>5</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Ala\\_%28aeron%C3%A1utica%29](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_%28aeron%C3%A1utica%29)

### 2.3.1 Funciones del Ala<sup>6</sup>

El ala es el principal componente de un avión, 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 adquiriera 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 como por ejemplo, donde localizar un sistema u otro.

Las principales funciones son:

- **Dar sustentación** y mantener el vuelo, compensando el peso del avión.
- **Proveer de control** al avión en vuelo. Normalmente el ala es la encargada de las funciones de control de balance, mediante la disposición del diedro, así como las funciones de control alrededor del eje longitudinal mediante los alerones. En algunas alas como por ejemplo ala en delta es también la encargada del control de cabeceo tarea normalmente realizada por el estabilizador horizontal.
- Asegurar la **capacidad de despegue y aterrizaje** del avión, cosa que suele realizar ayudándose de los dispositivos hipersustentadores, aumentando el área efectiva o el coeficiente de sustentación.

---

<sup>6</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Ala\\_%28aeron%C3%A1utica%29](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_%28aeron%C3%A1utica%29)

- En aquellos aviones con motores instalados en el ala, esta es la encargada de **sujetar el o los motores y transmitir su empuje** al avión completo. Así como los sistemas necesarios para el drenaje de aire del motor, suministros de combustible al motor y control del motor realizado mediante cableado; el sistema que realiza el control del motor no está situado en el ala.
- **Alojar el combustible**, con el paso de los años el ala se ha adaptado para llevar en el interior de su estructura el combustible que el avión utiliza para el vuelo. Esto es debido a que el peso del combustible no ha de alterar la posición del centro de gravedad para mantener el centrado aerodinámico del avión. El combustible se lleva también en la parte baja del encastre y en algunos aviones de transporte grandes en un depósito trasero para mantener el centrado. Por lo tanto la estructura interna del ala debe estar preparada para contener combustible gracias a una protección química, un conjunto de reservorios.
- **Luces y señalización**. En los extremos del ala suelen encontrarse normalmente luces que son utilizadas para la señalización como por ejemplo, la luces de navegación.
- **Soporte de armamento**. En los aviones militares los misiles suelen estar montados sobre el ala y el fuselaje.
- **Soporte de tanques de combustible externos**, muchos aviones en especial militares, llevan tanques de combustible auxiliares para misiones con el alcance extendido.
- **Alojamiento del tren de aterrizaje**, muchos aviones tiene parte o bien todo el tren de aterrizaje dentro del ala.



- **Soporte para salida de emergencia**, al estar las salidas de emergencia localizadas al lado de cada ala, cada una de estas deberán ser capaz de resistir en un momento determinado la evacuación de los pasajeros sobre ella.

### 2.3.2 Elementos del Ala<sup>7</sup>

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. A continuación se detalla esta terminología:

- ✓ **Perfil.** Es la forma de la sección del ala, lo que se visualizaría al cortar está transversalmente. Salvo en el caso de alas rectangulares en que todos los perfiles 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.
- ✓ **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.
- ✓ **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 empleado para generar sustentación por el ala retorna a la corriente libre.
- ✓ **Extradós.** Parte superior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida.

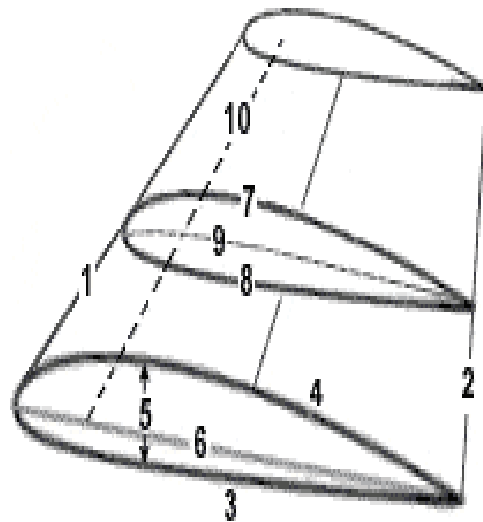
---

<sup>7</sup> [www.manualvuelo.com/PBV/PBV14.html](http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV14.html)

- ✓ **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.
- ✓ **Curvatura del ala.** Se extiende desde el borde de ataque hasta el borde 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.
- ✓ **Superficie alar.** Superficie en las alas total correspondiente a área que genera la sustentación.
- ✓ **Envergadura.** Distancia entre los dos extremos de las alas. Por simple geometría, si multiplicamos la envergadura por la cuerda media debemos obtener la superficie alar.

- ✓ **Alargamiento.** Cociente entre la envergadura y la cuerda media. Este dato nos dice la relación existente entre la longitud y el ancho del ala (Envergadura/Cuerda media). Por ejemplo; si este cociente fuera 1 estaríamos 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.

- 1 - Borde de ataque.
- 2 - Borde de salida.
- 3 - Intrados.
- 4 - Extrador.
- 5 - Espesor.
- 6 - Cuerda.
- 7 - Curvatura superior.
- 8 - Curvatura inferior.
- 9 - Curvatura media.
- 10 - Línea 25% de la cuerda.
- 11 - Cuerda media.
- 12 - Envergadura.



**Fig. 2.4.** Elementos del Ala

**Fuente:** [www.manualvuelo.com](http://www.manualvuelo.com)

### 2.3.3. Componentes<sup>8</sup>

#### 2.3.3.1 Largueros

En este tipo de aviones suele haber tres largueros en la raíz. Dos forma la caja de torsión y el tercero asegura la forma cerca del encastre donde el ala es más grande, para luego quedar sólo dos largueros. Entre los largueros anterior y posterior están situados los depósitos de combustible del ala mediante platos verticales. La misión de los largueros es dar resistencia a flexión al ala.

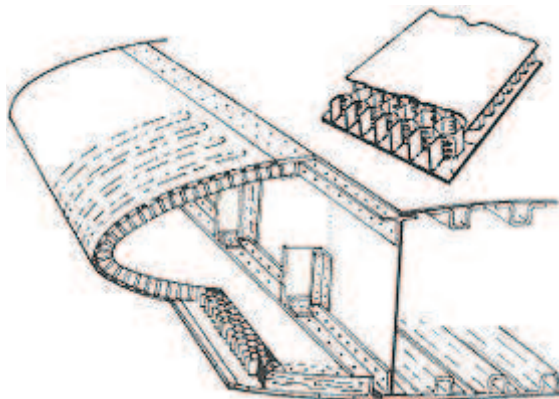
<sup>8</sup> [es.wikipedia.org/wiki/Ala\\_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica))

## Fuerzas que actúan sobre los largueros

Algunas de las fuerzas que actúan sobre los largueros son:

- Pandeo del ala hacia arriba, que es el resultado de la fuerza de sustentación, las alas que son el principal medio de sustentación, soportan el peso del fuselaje y por lo tanto, se flexan hacia los extremos.
- Cargas producidas por el peso de la estructura alar una vez que la aeronave está en el suelo y las alas no proveen de sustentación. Combustible cargado en las alas, soportes con diferentes cargas y motores instalados en los extremos alares.
- Cargas inducidas por el aumento o disminución del empuje de los motores si estos se encuentran en las alas.

Entre los materiales utilizados para la construcción de largueros tenemos la madera que son empleados para aeroplanos pequeños y los de metal para aviones de mayor capacidad.



**Figura 2.5** Largueros de metal

**Fuente:** [es.wikipedia.org/wiki/Ala\\_\(aeron%C3%A1utica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica))

### 2.3.3.2 Costillas

Son estructuras que dan resistencia a torsión al ala. Se encuentra intercalado de manera 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. Las costillas en la estación 60, 80, 100 y 120 son reforzadas con metales rígidos.

### 2.3.3.3 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).

### 2.3.3.4 Revestimiento

Es la parte externa del ala, cuya misión es resistir esfuerzos cortantes y aislar el combustible del medio ambiente. Es lo que vemos como "la piel del ala".

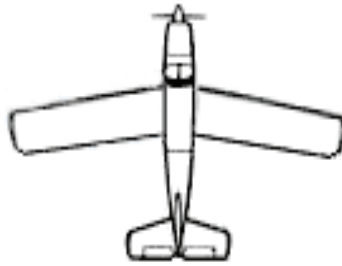
### 2.3.4 Flecha del Ala.<sup>9</sup>

Ángulo que forman las alas 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 más habitual en aviones comerciales.

---

<sup>9</sup> [es.wikipedia.org/wiki/Mandos\\_de\\_vuelo](https://es.wikipedia.org/wiki/Mandos_de_vuelo)

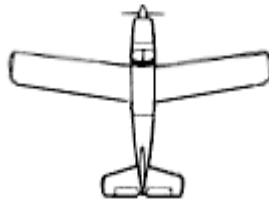


Flecha positiva

**Fig.2.6** Flecha positiva

**Fuente:** [www.manualvuelo.com](http://www.manualvuelo.com)

- **Negativa**, extremos de las alas están orientadas hacia delante con respecto a la raíz del ala, es común en algunos aviones militares.

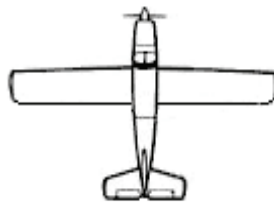


Flecha negativa

**Fig.2.7** Flecha negativa

**Fuente:** [www.manualvuelo.com](http://www.manualvuelo.com)

- **Neutra**, los extremos de las alas no están orientadas hacia ningún lado, esto es común en aviones ligeros, avionetas.



Flecha neutra

**Fig.2.8** Flecha neutra

**Fuente:** [www.manualvuelo.com](http://www.manualvuelo.com)

### 2.3.5 Diedro Alar<sup>10</sup>

Visto el avión de frente es el ángulo que forman las alas con respecto al horizonte. El ángulo diedro puede ser:

- **Diedro positivo.**- Ángulo en forma de “V”, que forman las alas con respecto al fuselaje. El efecto del diedro positivo da mejor estabilidad al momento del alabeo, al alabear el avión hacia un lado, el ala de ese lado baja, ofreciendo más sustentación mientras que en el ala contraria ocurre al revés.



**Fig.2.9** Diedro Positivo

**Fuente:** [www.manualvuelo.com](http://www.manualvuelo.com)

- **Diedro negativo.**- ángulo en forma de “V” invertida con respecto al fuselaje, el diedro negativo tiene el efecto contrario, es decir, hace al avión más "nervioso".



**Fig. 2.10** Diedro Negativo

**Fuente:** [www.manualvuelo.com](http://www.manualvuelo.com)

---

<sup>10</sup> [es.wikipedia.org/wiki/Mandos\\_de\\_vuelo](http://es.wikipedia.org/wiki/Mandos_de_vuelo)

- **Diedro neutro.-** las alas no forman ningún ángulo, están ubicadas de forma horizontal.

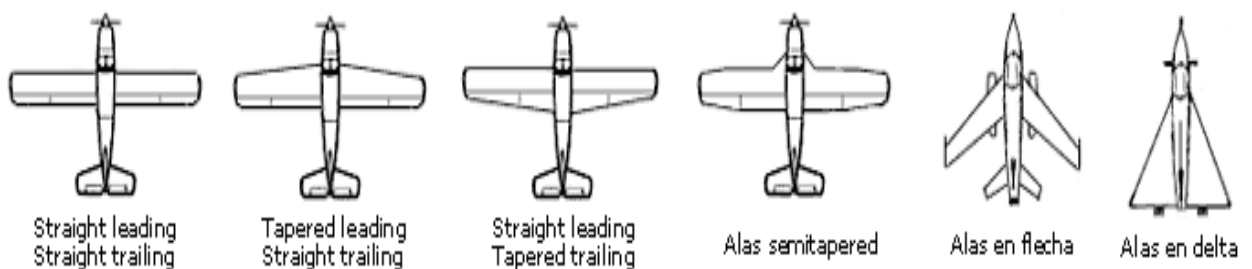


**Fig. 2.11** Diedro Neutro

**Fuente:** [www.manualvuelo.com](http://www.manualvuelo.com)

### 2.3.6 Formas de Alas

Las alas pueden tener las formas más variadas: estrechándose hacia los extremos llamada tapered o recta llamada straight, en la parte del borde de ataque llamado leading o del borde de salida llamada training, o cualquier combinación de estas; en forma de delta, en flecha, etc. Si la velocidad es el factor principal, un ala "tapered" es más eficiente que una rectangular llamada straight porque produce menos resistencia; pero un ala "tapered" tiene peores características en la pérdida salvo que tenga torsión, ángulo de incidencia decreciente hacia el borde del ala.



**Fig.2.12** Formas de Alas

**Fuente:** [www.manualvuelo.com](http://www.manualvuelo.com)



### 2.3.7 Colocación de las Alas en el Fuselaje<sup>11</sup>

Según la colocación de las alas en el fuselaje, los aviones son de ala alta, ala media, o ala baja. Asimismo, según el número de pares de alas, los aviones son monoplanos, biplanos, triplanos, etc.

También se distinguen alas de geometría fija, de geometría variable, que pueden variar su flecha, y alas de incidencia variable, que pueden variar su ángulo de incidencia. Estos dos últimos tipos son de aplicación casi exclusiva en aviones militares.

Las alas pueden estar fijadas al fuselaje mediante montantes y voladizos, con ayuda de cables, o estar fijadas sin montantes externos ni ayuda de cables las alas cantilever, también llamadas "ala en voladizo" o "ala en ménsula".



**Fig.2.13** Ala alta

**Fuente:** [www.manualvuelo.com](http://www.manualvuelo.com)



**Fig.2.14** Ala baja

**Fuente:** [www.manualvuelo.com](http://www.manualvuelo.com)

---

<sup>11</sup> [www.manualvuelo.com/PBV/PBV14.html](http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV14.html)



**Fig.2.15** Ala media

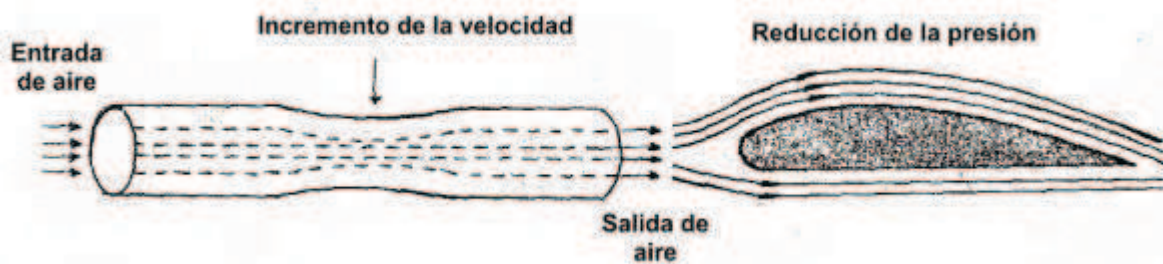
**Fuente:** [www.manualvuelo.com](http://www.manualvuelo.com)

## 2.3.8 Sustentación<sup>12</sup>

### 2.3.8.1 Teorías de la sustentación

- "Si en un tubo determinado, la velocidad del fluido que lo recorre es incrementada en algún punto, la presión se reducirá en ese punto".

Este enunciado explica por sí solo *la teoría de la sustentación*, y bien puede decirse que es la teoría fundamental del vuelo. Toda aeronave de alas fijas tiene este diseño de tal forma que el flujo de aire se incremente en su parte superior, provocando la sustentación.



**Fig.2.16** Flujo de Aire

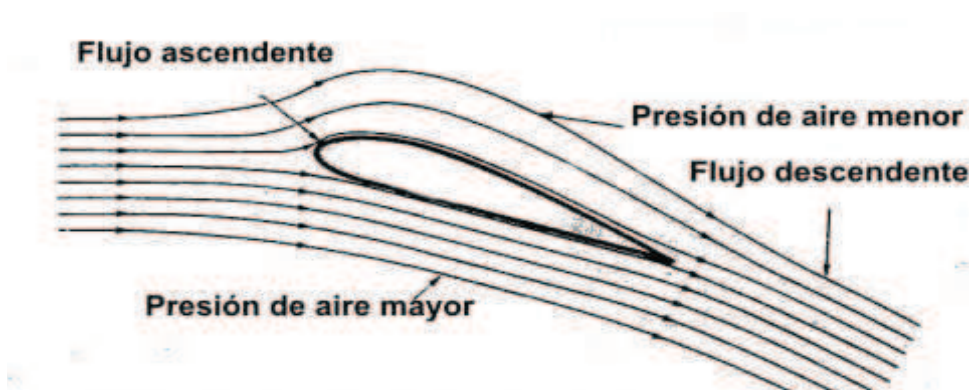
**Fuente:** [www.oni.escola.edu.ar](http://www.oni.escola.edu.ar)

<sup>12</sup> [www.oni.escola.edu.ar/2003buenos\\_aires/62/tecnolog](http://www.oni.escola.edu.ar/2003buenos_aires/62/tecnolog)

- Ley de acción y reacción de Newton que establece: “Para cada acción hay una reacción del mismo valor y de sentido opuesto”.

Con referencia a la sustentación, esta ley encuentra aplicación al establecer que el ala mantiene al avión hacia arriba, al empujar el aire hacia abajo. El empuje del aire hacia abajo es la acción a la que se opone una reacción, o sea, la sustentación.

Esta teoría explica también la sustentación a diferentes velocidades. Observando la figura 2.14 se comprueba, que el aire que pasa por la parte superior del ala, efectúa un recorrido más largo que el que lo hace por la parte inferior, y por lo tanto, aquél deberá moverse a mayor velocidad que éste, a fin de reunirse ambos a la salida, obteniendo como resultado, una zona de baja presión en la parte superior del ala.

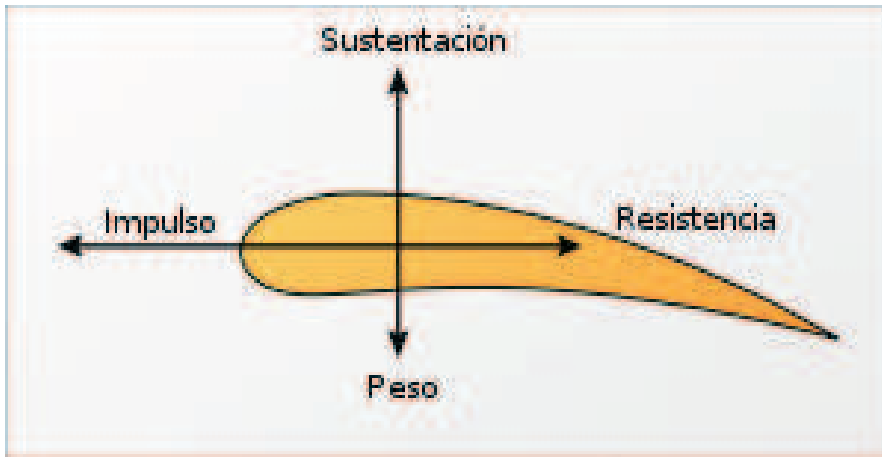


**Fig.2.17** Flujo de Aire alrededor de un Ala

**Fuente:** [www.oni.escuela.edu.ar](http://www.oni.escuela.edu.ar)

La **sustentación** es la fuerza generada sobre un cuerpo que se desplaza a través de un fluido, de dirección perpendicular a la de la velocidad de la corriente incidente.

Como con otras fuerzas aerodinámicas, en la práctica se utilizan coeficientes adimensionales que representan la efectividad de la forma de un cuerpo para producir sustentación y se usan para facilitar los cálculos y los diseños.<sup>13</sup>



**Fig.2.18** Fuerzas que actúan en el Ala

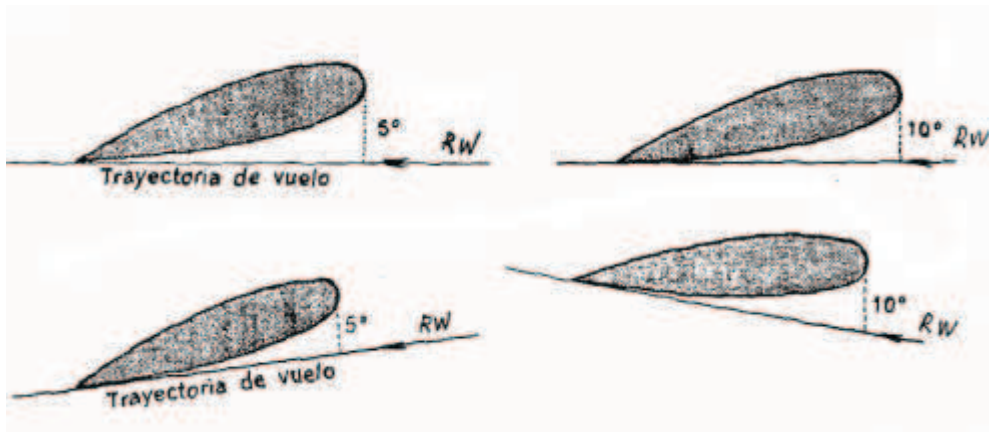
**Fuente:** es.wikipedia.org.

### 2.3.8.1 *Ángulo de ataque*<sup>14</sup>

Otro factor importante a considerar, es el ángulo de ataque, que es la posición del ala con relación al **viento relativo**, es decir el viento que se origina con respecto a un cuerpo, al desplazarse éste dentro de una masa de aire, también conocida como Trayectoria de vuelo.

<sup>13</sup> es.wikipedia.org/wiki/Sustentaci%C3%B3n

<sup>14</sup> www.oni.escola.edu.ar/2003buenos\_aires/62/tecnolog



**Fig.2.19** Ángulo de Ataque

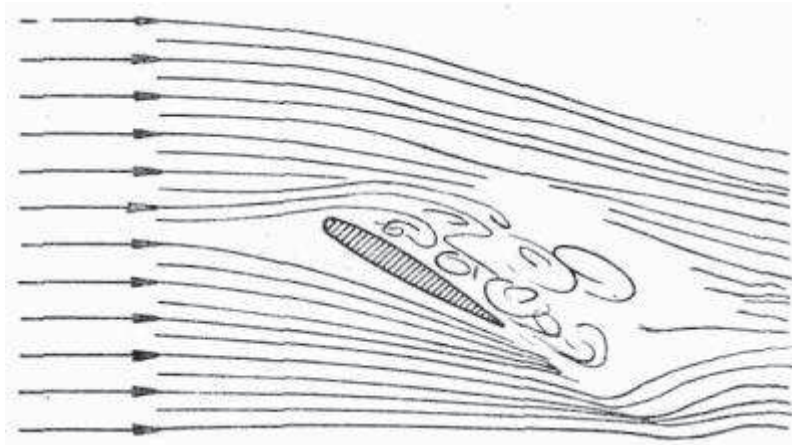
**Fuente:** [www.oni.escuela.edu.ar](http://www.oni.escuela.edu.ar)

A cualquier velocidad, el ángulo de ataque determina la sustentación que el ala puede generar. A pequeños ángulos, la sustentación es mínima.

Dado que el ángulo de ataque es una relación entre la posición del ala y el viento relativo, no debe medírsele con respecto al suelo, sino con referencia a la **trayectoria de vuelo**.

Por ello es que se habla de **viento relativo**, o sea, si bien es cierto que a mayor ángulo de ataque mayor sustentación, el aumento de dicho ángulo encontrará un punto de máxima sustentación, traspasado el cual ésta comienza a disminuir hasta desaparecer, si se insiste en el aumento de aquél ángulo se llegara aun stall o pérdida de la sustentación.

Esta disminución de la sustentación es consecuencia de la ruptura del flujo de aire sobre el perfil alar, ya que ahora, en lugar de un paso continuo de aire, se presenta una turbulencia en forma de burbujas, que lógicamente no produce las condiciones de sustentación requeridas.



**Fig.2.20** Ruptura del Flujo de Aire

**Fuente:** [www.oni.escola.edu.ar](http://www.oni.escola.edu.ar)

En la mayoría de los aviones, el punto de mayor sustentación se logra con un ángulo de ataque de  $20^\circ$ . Por otra parte, un ángulo de ataque negativo, es decir la nariz del avión por debajo de la línea de vuelo horizontal, reducirá también la sustentación.

Así mismo, cuando se aumenta el ángulo de ataque, las partículas de aire que actúan en la superficie inferior del ala ayudan a la sustentación, aunque el valor real de esa sustentación adicional no pasa de un 25 %.

## CAPÍTULO III

### MONTAJE DEL ALA IZQUIERDA DEL AVIÓN FAIRCHILD

El montaje de los componentes y sobre todo de las alas del avión se lo realizó de la mejor manera, siguiendo cada uno de los pasos que nos indica el manual de mantenimiento y sus respectivas ATAS; cabe recalcar que esta información fue traducida e interpretada del idioma inglés al español.

Este capítulo es una traducción del ATA 57, **Alas**. (Ver anexo C)

#### 3.1 ALAS DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227<sup>15</sup>

El Ala consiste de una sección central de ala, dos paneles extremos de alas removibles, dos puntas de ala intercambiables, borde de ataque, alerones y flap.

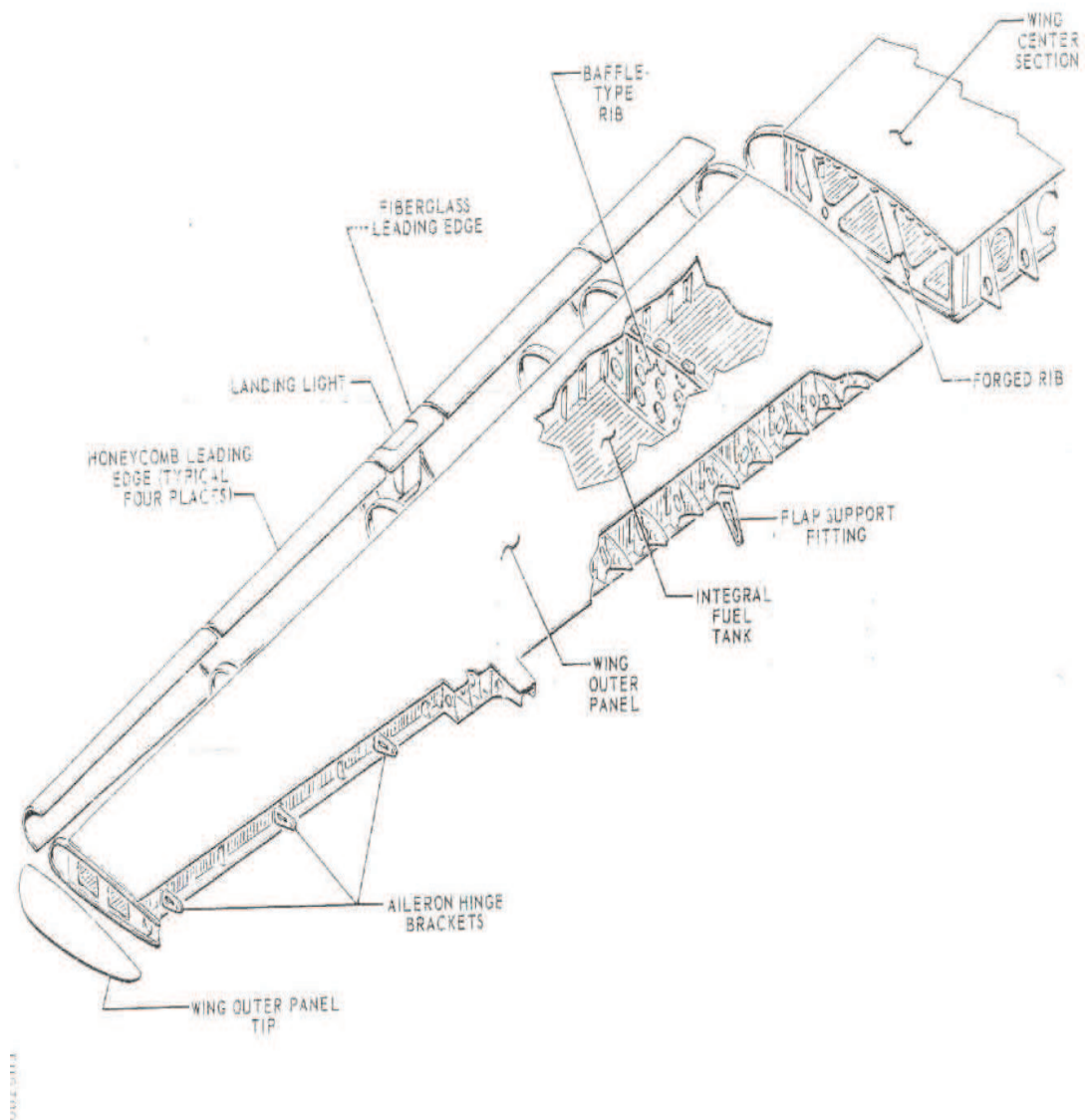
La sección central del ala tiene aproximadamente 27 pies de largo y se inserta al fuselaje a través de vínculos y conexiones en la parte delantera y trasera de la sección. Además las cargas de arrastre del ala se transfieren al fuselaje por ángulos reforzados y canales horizontales.

Los paneles extremos del ala, tiene un aproximado de 33 pies de largo cada uno y están asegurados a la sección central del ala por nueve pernos ubicados en la parte superior e inferior de las dos secciones. Cada panel extremo del ala, en la estructura interna es sellado para formar un tanque de combustible integrado.

---

<sup>15</sup> Manual de Mantenimiento Fairchild FH-227/ATA57

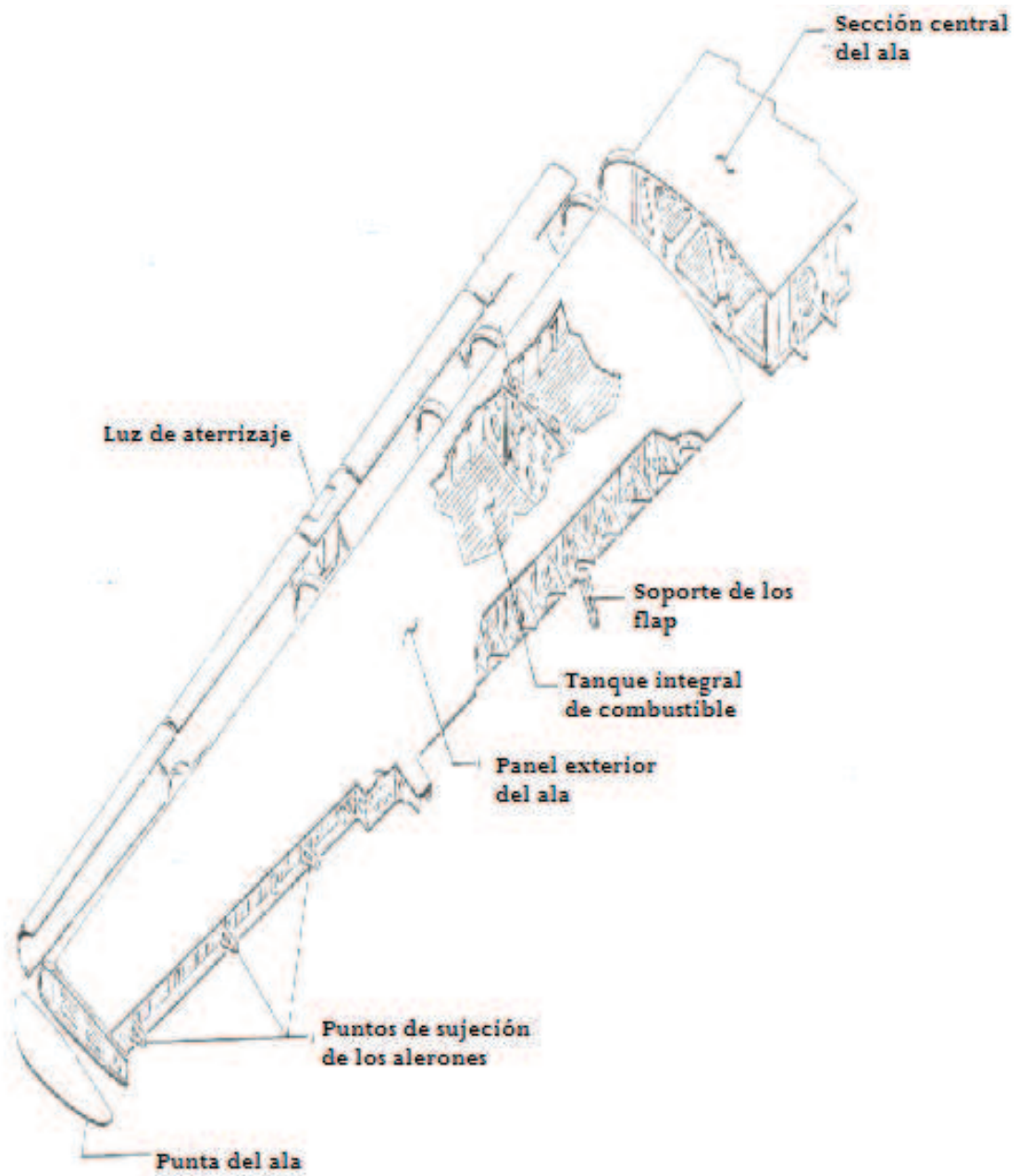
Los componentes removibles son los bordes de ataque, carenajes y las puntas de cada ala. El contorno de los carenajes, los soportes de los flap y los flap que operan mecánicamente debajo de la superficie del ala.



**Fig.3.1** Aircraft wing

**Fuente:** ATA 57 Manual Mantenimiento





**Fig.3.2** Ala del avión

**Fuente:** ATA 57 Manual Mantenimiento

## 3.2 SECCIÓN EXTERIOR DEL ALA

### 3.2.1 Instalar

1. **Instale las eslingas de elevación para el panel externo del ala, limpie todas las superficies de acoplamiento a fondo.**

Cada ala posee en su superficie superior puntos de sujeción, ya sea para su traslado o mejor agarre. Estos puntos son en sí, los que nos ayudaron para todo el acople de la sección exterior del ala con el ala central. Colocamos las eslingas en estos puntos, mediante la grúa se procedió a acoplar el ala.



**Fig.3.3** Eslingas

**Fuente:** Sr. Boris Paladinez

2. **Izar el panel exterior de las alas en la posición correcta y fijar el ángulo de acoplamiento del larguero superior, frontal y trasero y las calzas. No proceder al ajuste.**

Las alas de este tipo de avión, al momento de acoplarlo con el ala central se le debe proporcionar ángulo adecuado para que esta encaje de manera adecuada, sin esforzar los largueros u otro componente de acople.



**Fig.3.4** Ángulo de acople

**Fuente:** Sr. Boris Paladinez

- 3. Sujete la parte baja, delantera y trasera de los ángulos de acoplamiento y las calzas, ajustar los pernos.**

Para el acople, además de la grúa también se emplea sogas las que nos permitieron dar mínimos giros los que la grúa no los podría realizar. Una vez acoplado se colocan los pernos guías y de esta manera hasta tener un acople exacto.



**Fig.3.5** Ajuste de Pernos

**Fuente:** Sr. Boris Paladinez

#### 4. Inserte y ajustes los pernos de acople del larguero.

Teniendo un acople exacto, pasamos a retirar los pernos guías y a colocar toda la cantidad de pernos de 7/16 pulgadas que el manual nos indica. Teniendo en cuenta que todo larguero lleva pernos en su parte superior e inferior del ala.



**Fig.3.6** Pernos 7/16 pulgada

**Fuente:** Sr. Boris Paladinez

#### 5. Centre la lamina superior del panel externo del ala con el larguero superior e instalar nueve tornillos de ½ pulgada.

Una vez centrados de la sección exterior de ala con los del ala central, ajustados los pernos 7/16 pulgada, se procede a colocar nueve pernos de ½ pulgada, que permite otorgar una sujeción mas firme con un torque de 340 libras-pulgadas. (PSI)



**Fig.3.7** Pernos ½ pulgada

**Fuente:** Sr. Boris Paladinez

## 6. Retire la eslinga de elevación.

Una vez asegurados los pernos, dados el torque a los nueve pernos de fijación, se procede a retirar las eslingas de elevación que mantuvieron el ala elevada en todo el proceso del acople.

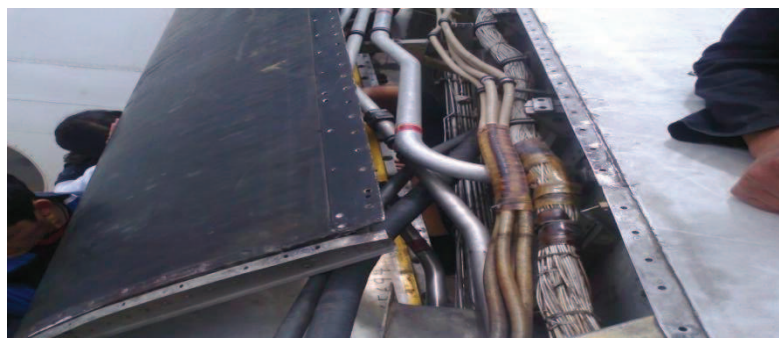


**Fig.3.8** Desacople de eslingas

**Fuente:** Sr. Boris Paladinez

## 7. Conecte las líneas de deshielo y los tubos de succión, cubra los cruces con las mangas y apriete las abrazaderas de cada unión.

Una vez realizado el acople y la sujeción de los pernos de cada ala, proceda a la conexión de las líneas de deshielo hacia el borde de ataque, ajuste las abrazaderas de cada una de las uniones, también coloque las líneas de succión por donde entra el aire de impacto.



**Fig.3.9** Conexión de líneas de deshielo

**Fuente:** Sr. Boris Paladinez

**8. Conecte las líneas de combustible y el tubo de ventilación del tanque del panel exterior del ala.**

Las siguientes líneas a conectar son las más importantes, son las líneas de combustible en estas se debe tener mucho cuidado de que el acople del ala con el del ala central sea exacto, entrando por un compartimiento en el tren de aterrizaje se debe realizar la sujeción de las líneas.



**Fig.3.10** Líneas de combustible

**Fuente:** Sr. Boris Paladinez

**9. Conecte arneses eléctricos para el ala.**

Se debe conectar todo el sistema eléctrico teniendo en cuenta que cada uno de los cables eléctricos tengan la misma numeración, cada uno de los cables eléctricos se acoplan con un terminal al motor para su funcionamiento se deben evitar errores.



**Fig.3.11** arneses eléctricos

**Fuente:** Sr. Boris Paladinez

**10. Conecte los cables de los alerones y flap, realice el proceso de tensión como se indica en el capítulo 27.**

Una vez instaladas todas las líneas, proceda a colocar los cables, poleas de los alerones y flap, siguiendo la secuencia desde la cabina se colocan los cables de manera individual para evitar confusión.



**Fig.3.12** Cables de Alerones y Flaps

**Fuente:** Sr. Boris Paladinez

**11. Instale el motor fuera de borda como se describe en el capítulo 27.**

Una vez colocada la sección externa del ala de manera segura con sus pernos de sujeción, estando seguros que el ala esta lista para soportar mayor peso proceda a colocar el motor. El motor está enganchado con cuatro pernos de sujeción, que gracias a la grúa será izado el motor y acoplado al ala.



**Fig.3.13** Instalación del motor

**Fuente:** Sr. Boris Paladinez

## 12. Cierre y cubra los accesos de conexión.

El último paso que se requiere es cerrar los accesos y colocar todas las tapas del ala.

Se debe colocar cada una de las tapas por donde cruzan los cables del flap y el alerón, en la superficie superior del ala también se deben colocar el resto de tapas, para finalizar cerrar el acceso hacia el ala que se encuentra localizado en el compartimiento del tren de aterrizaje.



**Fig.3.14** Tapas y accesos

**Fuente:** Sr. Boris Paladinez

### 3.3 HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA EL MONTAJE DEL ALA.

Para realizar el montaje de los diferentes componentes y sobre todo las alas de la aeronave fue necesario contar con un gran número de herramientas, la cual era difícil conseguirla inmediatamente.

#### 3.3.1 Lista de equipos y herramientas:

- Juego de llaves
- Juego de dados
- Brocas
- Destornilladores
- Martillo



- Taladro neumático
- Grúa
- Mangueras
- Gatos
- Escaleras



**Figura 3.15:** Equipo de montaje

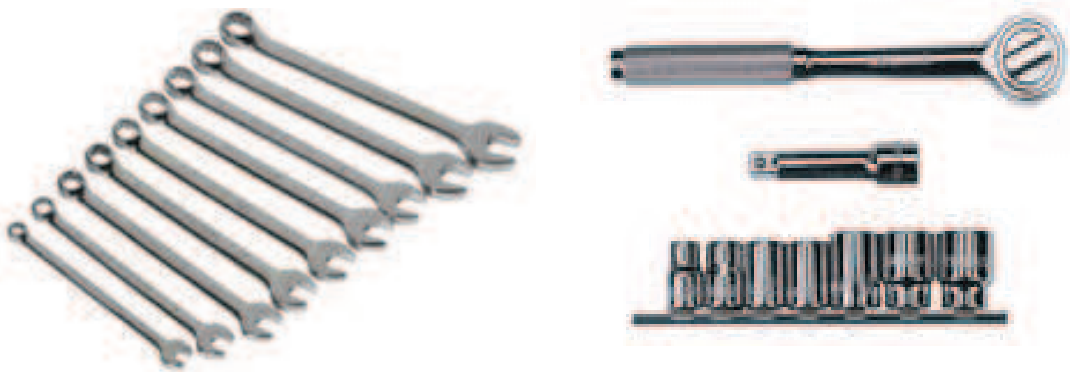
**Fuente:** Sr. Boris Paladinez

La herramienta que con mayor frecuencia se empleo eran juego de llaves, ya que casi toda la estructura del ala posee pernos, para el montaje del ala se tuvieron que conseguir varios juegos de llaves, de distintos tipos.

<sup>16</sup>Una de ellas estaba compuesta por llaves de Punta y Corona de distintas medidas, que se guardan en un estuche para su protección y cuidado, estas vienen en medidas de pulgadas o milímetros. Para facilitar el trabajo y la cantidad de herramientas a utilizar se fabrican estas herramientas combinadas, tanto llave de boca en un extremo como llave estriada en el otro.

---

<sup>16</sup> [www.serviciosglobales.es](http://www.serviciosglobales.es)



**Figura 3.16:** Herramientas utilizadas en el montaje

**Fuente:** [www.huoniao.es](http://www.huoniao.es)- [www.serviciosglobales.es](http://www.serviciosglobales.es)

### 3.3.2 Herramienta especial

**El Torquímetro o llave dinamométrica** es una herramienta manual que se utiliza para ajustar pernos que necesitan un mayor agarre.

Una llave dinamométrica consisten en una llave fija de dado que puede ser intercambiable con otras llaves de dados de diferentes dimensiones, a la que se acopla un brazo que contiene un mecanismo en el que se regula la medida de apriete, de forma que si se intenta ajustar más de lo regulado, salta el mecanismo haciendo un leve sonido. Nunca se debe utilizar una llave dinamométrica para aflojar tornillos.



**Figura 3.17:** Herramienta especial

**Fuente:** [www.huoniao.es](http://www.huoniao.es)- [www.serviciosglobales.es](http://www.serviciosglobales.es)

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- ❖ El Montaje del ala izquierda se realizó a cabalidad, como indica el manual de mantenimiento, las complicaciones leves que se presentaron fueron resueltas a su debido tiempo.
- ❖ Los Pernos de fijación fueron ubicados correctamente y colocado el torque de 340 libras-pulgadas, acorde a la indicación del manual de mantenimiento.
- ❖ Las Superficies de control del ala izquierda se encuentran funcionando correctamente.
- ❖ Las Líneas de combustibles se instalaron y acoplaron de manera adecuada siguiendo el procedimiento indicado en el manual de mantenimiento.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

- Utilizar una grúa en lugar de un tecele para el traslado y acople del ala, con el ala central, esto facilitara el movimiento y minimizara los deslices que se deben realizar para el acople adecuado.
- Emplear sogas en los extremos del ala, para mayor seguridad ya que una corriente de aire puede desplazar el ala, por la forma aerodinámica que esta posee.

- Ubicar inicialmente los pernos de fijación con el torque adecuado, para proceder a realizar el montaje del motor ya que con esto se evitara un incidente o accidente.
- Poner las respectivas etiquetas de señalización en las líneas que se desconecten, y de esta manera al momento de su acople se evitara confusiones.
- Seguir de forma mandatorio cada uno de los procedimientos indicados en el manual de mantenimiento para cualquier trabajo que se realice.
- Realizar pruebas para comprobar si funcionan correctamente las superficies de control.

## GLOSARIO

### A

**Aeronave.-** Máquina más pesada que el aire, que por medio de los motores y la sustentación de sus alas, es usada para vuelos en el aire.

**Alerones.-** Dispositivos colocados cerca de la punta del ala en su borde de salida, permiten el movimiento de alabeo y hacen girar al avión en el eje longitudinal. Cuando se activan los alerones estos se mueven siempre en sentido opuesto.

**Arnés.-** Conjunto de cables que cruzan de punta a punta la aeronave o también más conocido como mazo.

### C

**Controles de vuelo.-** componentes necesarios para el control en vuelo, consta de varios sistemas que se manejan desde la cabina del piloto mediante una palanca de mando, pedales de dirección y un conjunto de instrumentos que proporcionan la información necesaria para su uso.

**Cabina.-** Es el área ubicada en la parte frontal del avión en la que el piloto, copiloto y tripulación técnica controlan la aeronave. Esta también contiene todos los instrumentos y controles que le permiten al piloto hacer volar, dirigir y aterrizar la aeronave.

### E

**Esquemas.-** Organización del contenido de una obra en partes, componiendo un texto o figura gráfica, que deja claro las relaciones que hay en dicha obra.

**Estructura.-** Elementos con los que está conformada una aeronave, estos son de materiales livianos, con propiedades resistentes para que la aeronave contenga menor peso y con la capacidad para soportar mayores cargas.

**Empenaje.-** Consta de dos superficies básicas, la horizontal y la vertical. Cada una tiene secciones fijas para proporcionar estabilidad y móviles para controlar mejor el vuelo. La sección fija de la superficie horizontal se llama estabilizador horizontal y la sección móvil se llama Timón de Profundidad, la sección fija de la superficie vertical se llama estabilizador vertical y su sección móvil se llama Timón de Dirección.

**Envergadura.-** Distancia entre los extremos de las alas de un avión.

## F

**Factibilidad.-** (Del lat. Factibilis). Adj. Que se puede hacer.

**Flaps.-** Aumenta la superficie alar, con el fin de aumentar la sustentación a bajas velocidades y reduce la velocidad al momento de aterrizar.

## H

**Hélices.-** Dispositivo formado por un conjunto de elementos denominados palas o álabes, montados de forma concéntrica alrededor de un eje, girando alrededor de este en un mismo plano. Su función es transmitir a través de las palas su propia energía cinética (que adquiere al girar) a un fluido, creando una fuerza de tracción.

**Holísticos.-** Doctrina que propugna la concepción de cada realidad como un todo distinto de la suma de las partes que lo componen.

## L

**Logística.-** Conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, de un servicio, especialmente de distribución.

## M

**Material Didáctico.-** Se refiere a aquellos medios y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje, dentro de un contexto educativo, estimulando la función de los sentidos para acceder de manera fácil a la adquisición de habilidades, actitudes o destrezas.

## O

**Obstáculos.-** se pueden enumerar todas aquellas barreras que se interponen a una acción y que impiden el avance del objetivo concreto.

## T

**Tren de Aterrizaje.-**Suele ser uno de los mecanismos más complicados de un avión, su funcionamiento es basado bajo presión hidráulica y su objetivo es el de amortiguar el impacto al momento de aterrizar así como el del direccionamiento en tierra.

**Timón de Profundidad.-** permite el movimiento de cabeceo y hace girar al avión sobre el eje transversal.

**Transporte aéreo.-** transporte por avión, es el servicio de trasladar de un lugar a otro; pasajeros o cargas, mediante la utilización de aeronaves, con un fin lucrativo. Si fuera con fines militares, este se incluye en las actividades de logística.

## **S**

**Slats.-** aumenta la sustentación para reducir la velocidad de despegue y aterrizaje.

**Spoilers.-** aletas alineadas con la superficie superior de las alas, se pueden extender usándolos como frenos aerodinámicos tanto en vuelo como en el aterrizaje; coordinados con los alerones, se utilizan para mejorar el control de alabeo.

**Sustentación.-** Fuerza que actúa en el ala, gracias a la corriente de aire incidente, por medio de presiones es la que permite a la aeronave sustentarse.



## BIBLIOGRAFIA

### Libros

- AIR International, Vol. 44 N° 5 mayo de 1993, Stanford, Lincestershire PE9 1XQ, UK.
- Airliner World, marzo de 2002, Stanford, Lincs, PE9 1XQ, UK.
- Alle Propeller Verkehrs Flugzeuge seit 1945, Air Gallery Edition, 1999, ISBN 3-9805934-1-X.
- Departament of Transportation, FAA Type Certificate data Sheet N° 7AI, 13 de mayo de 1992.
- Enciclopedia Ilustrada de la Aviación: Vol.7 – pag. 160, Edit. Delta, Barcelona 1983 ISBN 84-85822-65-X.
- Le Fana de L'Aviation, números 245 y 246, Editions Lariviere, París 1989.
- Manuales Generales de Mantenimiento.
- Catálogo Ilustrado de Partes.

### Páginas Web

- [http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_Hiller\\_FH-227](http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227).
- <http://fh227.rwy34.com/> Sitio dedicado a el FH-227 (en inglés)
- <http://www.airliners.net/> Con información técnica y general de los FH-227 (en inglés).
- <http://www.pilotoviejo.com/> Información y fotos de los FH-227 de la Fuerza Aérea Uruguaya.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Sustentaci%C3%B3n>
- <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV14.html>
- [http://www.oni.escuela.edu.ar/2003buenos\\_aires/62/tecnolog](http://www.oni.escuela.edu.ar/2003buenos_aires/62/tecnolog)

# **A N E X O S**

# **ANEXO A**

(ANTEPROYECTO)

## **1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Planteamiento del problema**

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), prepara y capacita personal técnico con un alto nivel de conocimientos aeronáuticos, para satisfacer el mercado actual de profesionales con gran calidad.

Con el fin de conseguir este objetivo es necesario implementar nuevos materiales didácticos como es el caso de un avión escuela el cual será de vital importancia en la formación de nuevos tecnólogos familiarizándolos con aviones comerciales y brindándole una herramienta mas para un buen desempeño en el campo aeronáutico comercial. En la actualidad la fuerza aérea ecuatoriana (FAE) posee varios aviones operativos e inoperativos los cuales por diversos motivos han perdido su aeronavegabilidad, estos aviones se encuentran en diversas bases donde opera la FAE como el ejemplo en el Ala de transporte N° 11 ubicada en la ciudad de Quito – Provincia de Pichincha, en la cual existe un avión Fairchild FH-227 operativo, es perfecto para ser adecuado como avión escuela.

El Instituto ya es el legítimo dueño del avión, después de haber realizado las respectivas gestiones solo se espera la autorización final de parte de los encargados de la logística del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD del Ala de transporte N° 11 hacia el campus del Instituto.

Para transportar un avión por tierra es necesaria una gran logística y el apoyo de un grupo humano de técnicos, mecánicos y ayudantes, siendo esta una gran oportunidad para que alumnos del Instituto puedan colaborar, enriqueciendo y

fortaleciendo sus conocimientos mediante la manipulación de herramientas, equipos y partes aeronáuticas.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿De qué manera realizar los procesos técnicos para el traslado del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD desde el Ala de transporte N° 11 hasta el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico?

## **1.3 Justificación e Importancia**

En una situación, como la actual en la que el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO tiene como visión, ser el mejor instituto de educación superior a nivel nacional y latinoamericano, formando profesionales holísticos, comprometidos con el desarrollo aeroespacial, empresarial y cuidado del medio ambiente; las mejoras en el instituto suponen tener en cuenta una serie de parámetros que van desde las mejoras en calidad y seguridad hasta las mejoras de las condiciones de trabajo y la optimización de los recursos.

Este nuevo proyecto nos brindaría muchas ventajas, con el traslado del avión los alumnos pueden relacionar de una mejor manera la teoría con la práctica y tener una visión más concreta de cada uno de los sistemas que posee el avión.

También el Instituto cuenta con herramientas de aprendizaje para lo cual se pueden poner en prácticas haciendo simulaciones sobre reparaciones estructurales o de reparaciones de cualquier otro sistema.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

- Planificar los procesos técnicos para el traslado del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD desde el Ala de transporte N° 11 hasta el campus del ITSA.

### **1.4.2 Específicos**

- Recopilar información necesaria que nos ayude a realizar el traslado por tierra del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD.
- Conocer el estado actual del avión Fairchild FH-227.
- Conocer obstáculos que dificulta el traslado del avión.
- Analizar alternativas de ubicación.
- Indagar el tiempo de duración para el traslado del avión Fairchild FH-227.
- Analizar las fortalezas y debilidades del estado del avión.

## **1.5 Alcance**

Este trabajo de investigación pretende ofrecer beneficios al ITSA, optimizando las diversas áreas en las que el instituto brinda educación, y de manera primordial a los estudiantes e instructores, de la carrera de mecánica, tanto en su formación académica y practica, ya que les brindará un conocimiento mas amplio acerca de pasos grandes que la aviación continuamente lo hace, además

facilitará que el estudiante se incentive en el campo aeronáutico, trazándose metas y poseer un mejor desenvolvimiento en su vida profesional.

## 2. PLAN METODOLÓGICO

### 2.1 Modalidad básica de la investigación

En este proyecto de investigación utilizaremos las siguientes modalidades:

- ✓ **De campo.**- El trabajo de investigación se realizara en lugares precisos, donde podremos sacar resultados y conclusiones concretas que permitan el avance de la investigación.
- ✓ **Documental.**- Para el avance del proyecto investigativo utilizaremos información de las páginas de internet, de los manuales técnicos y los libros de las regulaciones de la Dirección de Aviación Civil.

### 2.2 Tipos de Investigación

- ✓ **No Experimental.**- En la elaboración de este trabajo utilizaremos el tipo de investigación *No Experimental* ya que únicamente se observará y recopilará la información de los adelantos que vayan ocurriendo durante el proceso de la investigación.

### 2.3 Niveles de Investigación

**Descriptiva.**- Vamos a utilizar la investigación descriptiva debido a que ya existe conocimiento del problema y no es ajeno a nuestra realidad este nivel especificará de forma más clara las características y propiedades a que será sometida la investigación; dará resultados más profundos y ayudará a encontrar las diferentes soluciones necesarias.

## **2.5 Recolección de Datos**

Este paso permitirá identificar la fuente de información, se realizara mediante la observación, serán de vital importancia para obtener resultados concretos.

La recolección de datos se realizará mediante la observación de campo con la que se tratara de recolectar la información primaria por lo que se pasa en contacto directo con los lugares de estudio.

### **2.5.1 Técnicas:**

#### **✓ Bibliográfica**

Para el presente anteproyecto se procederá a la utilización de información mediante el empleo de fuentes bibliográficas y del internet, de tal manera que sean fuentes de ayuda para el estudiante, que permita realizar un estudio muy detallado y completo.

#### **✓ De Campo**

##### **▪ Observación**

La observación ayudará a conseguir un registro sistemático de las tareas que se deben realizar en los sitios en el cual se va a desarrollar la investigación para que sea el complemento idóneo para la enseñanza teórica de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

## **2.6 Procesamiento de la Información**

La información para nuestro trabajo de investigación se obtendrá una vez recogida la información, eliminando la información defectuosa y de esta forma se obtendrá información que esté más acorde con el trabajo investigativo.



## **2.7 Análisis e Interpretación de Resultados**

Los datos obtenidos se presentarán en forma escrita sobre la observación, y la información obtenida servirá para buscar una solución adecuada al problema investigado.

## **2.8 Conclusiones y Recomendaciones de la Investigación**

Las conclusiones y recomendaciones de la investigación se la obtendrá una vez desarrollada la misma.

## EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO

### 3.1 Marco Teórico

#### 3.1.1 Antecedentes de la Investigación

El avión **FAIRCHILD FH-227** es un tipo de aeronave, que sale de la fusión de la fábrica ***Fairchild Hiller Corporation***, después del renacimiento de esta corporación comienzan los estudios de desarrollo para un avión de mayor capacidad, siempre utilizando como base de desarrollo el Fokker F.27 y su planta motriz Rolls-Roys Dart. Se cambia la denominación de los aviones producidos, que en el futuro se llamarían **FH-227**. Los trabajos iniciales consisten en un alargamiento de la estructura del fuselaje, agregando un plug delante de las alas que aumenta su longitud en 1.98 m adicionales. Esto permite pasar de una capacidad de 40 pasajeros en los F.27 a 52 en los FH-227. Exteriormente, los aviones eran también reconocibles no solo por su mayor longitud, sino que ahora llevaba doce ventanillas ovales por lado. Comparado a los diez de los F.27

El objetivo básico de la Fairchild Hiller era lograr un avión que fuera económicamente rentable, fiable y de fácil operación para las aerolíneas regionales. Los estudios de mercado le dieron la razón y pronto el libro de pedidos registraba 42 por el nuevo avión.

### 3.1.2 Fundamentación teórica




#### Especificaciones Técnicas de Fairchild Hiller FH-227

Fig. N° 1



Fuente: es.wikipedia.org/

Elaborado por: Autor

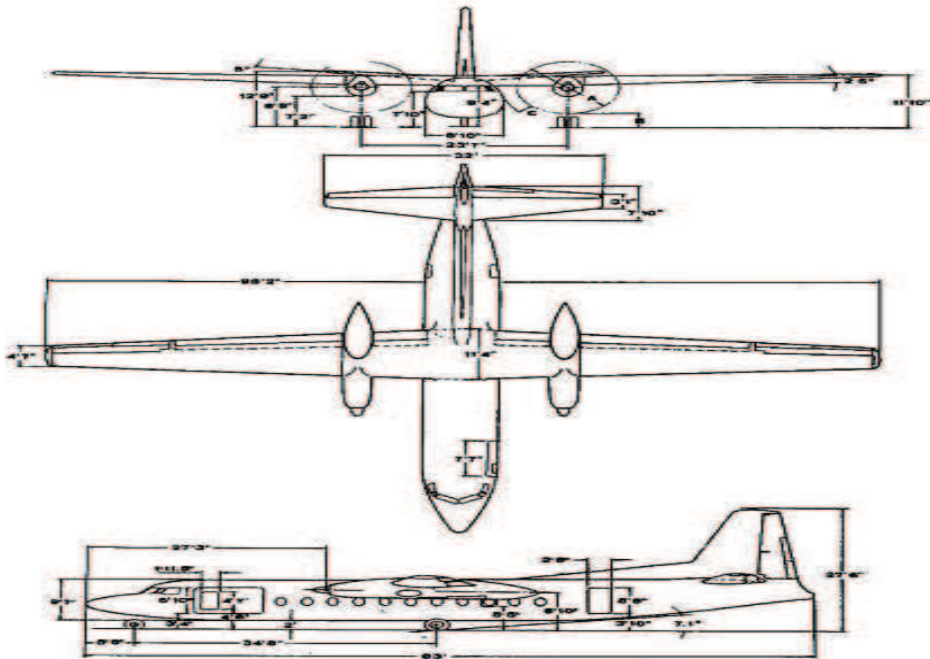
<b>Tipo</b>	Avion comercial y de transporte
<b>Fabricante</b>	Fairchild Hiller
<b>Primer vuelo</b>	27 de enero de 1966
<b>Introducido</b>	1 de julio de 1966
<b>Estado</b>	Algunos ejemplares todavía en servicio
<b>Usuarios Principales</b>	 Fuerza Aerea Uruguayana  Aces Colombia  Marina Peruana
<b>Producción</b>	78
<b>N° construidos</b>	78 modelos FH-227
<b>Desarrollo del</b>	Fokker F27

El **FH-227** fue un derivado del transporte civil holandés Fokker F27 construido bajo licencia por la Fairchild Hiller en su fábrica de Hagerstown, Maryland, en el estado de Virginia (EEUU).

### Dimensiones

- **Longitud:** 25,50 m.
- **Envergadura alar:** 29 m.
- **Altura:** 8,41 m.

Fig. N° 2



Fuente: [www.domotica.us](http://www.domotica.us)

Elaborado por: Autor

### Pesos

- **Máximo al despegue(MTOW):** 20.640 kg (25.500 lbs)
- **Máximo al Aterrizar (MLW):** 20.410 kg (45.000 lbs)

- **Vacío (ZFW):** 18.600 kg (41.000 lbs)
- **Hélices:** dos tipos Rotor de un diámetro nominal de 12,5 ft. El máximo régimen permitido era de 16.500 rpm y funcionaban en 4 posiciones: Ground fine pitch 0°, Flight fine pitch 16°, Cruise pitch 28° y Feathered con 83°.
- **Planta motriz:** 2 Rolls-Royce Dart 532-7L de 2.300 cv, Reduction Gearing 0.093.1. Estos motores permitían un máximo de 15.000 rpm, y se recomienda evitar operaciones entre las 8.500 y las 9.500 rpm. El máximo de temperatura permitido era de 930° en el arranque y 905° en la fase de despegue por cinco minutos.

### Prestaciones

<b>Velocidad máxima (Vne):</b>	259 Kts (478 km/h)
<b>Velocidad de crucero</b>	220 kts (407 km/h)
<b>Velocidad máxima de operación (Vmo):</b>	227 kts (420 km/h) a 19.000 ft
<b>Velocidad de extracción de flaps (Vfe):</b>	140 kts (259 kph)
<b>Velocidad de operación del tren de aterrizaje:</b>	170 kts (314 km/h)
<b>Velocidad máxima de control:</b>	90 kts (166 kph)
<b>Velocidad mínima de control:</b>	85 kts (157 kph)
<b>Flaps:</b>	7 posiciones
<b>Combustible:</b>	5.150   (1.364 galones)
<b>Consumo:</b>	202 gal/hora
<b>Máxima autonomía:</b>	2.661 km (1.437 Nm)
<b>Techo de servicio:</b>	8.535 m
<b>Tripulación:</b>	2

<b>Pasajeros:</b>	48 a 52
<b>Carga útil:</b>	6.180 kg (13.626 lbs)
<b>Producción:</b>	1966 a 1972 (cierre de la producción)
<b>Ejemplares producidos:</b>	78

## **ALAS DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227**

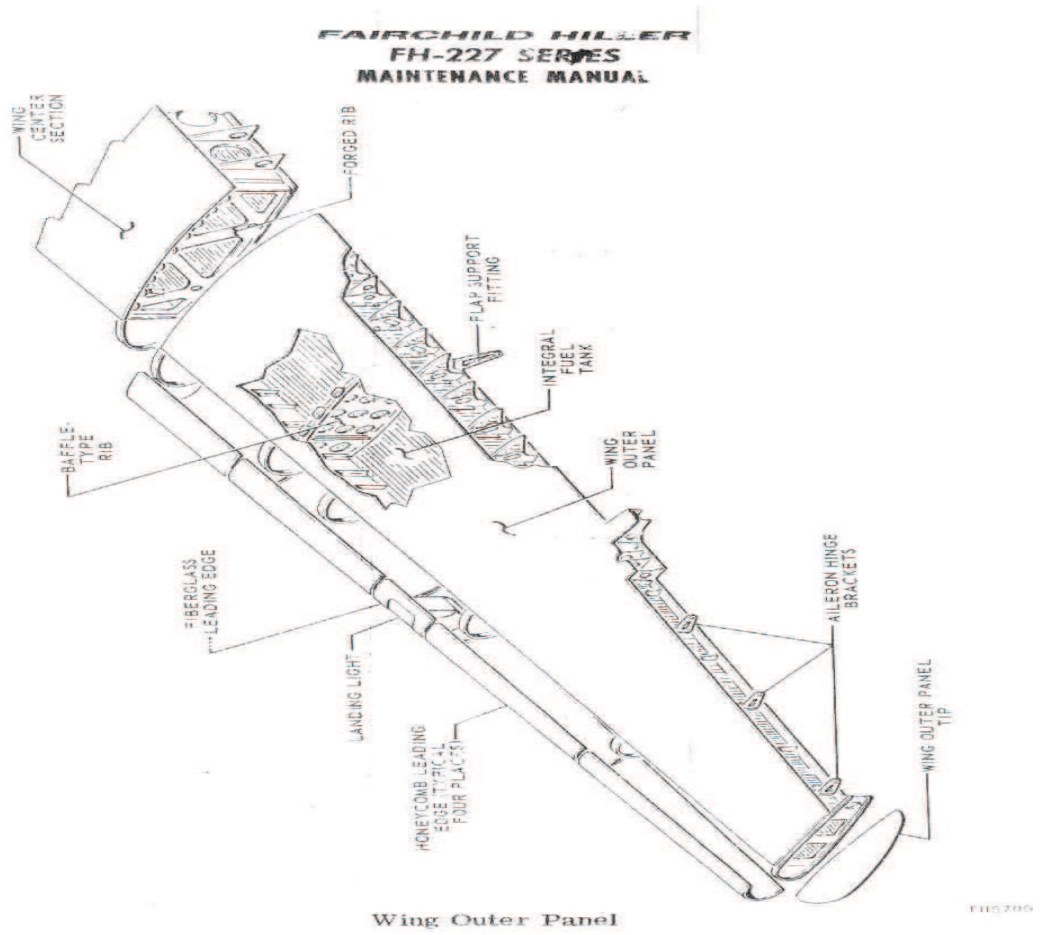
El Ala consiste de una sección central de ala, dos paneles extremos de alas removibles, dos puntas de ala intercambiables y borde de ataque de alerones y flap.

La sección central del ala tiene aproximadamente 27 pies de largo y se inserta al fuselaje a través de vínculos y conexiones en la parte delantera y trasera de la sección. Además las cargas de arrastre del ala se transfieren al fuselaje por ángulos reforzados y canales horizontales.

Los paneles extremos del ala, tiene un aproximado de 33 pies de largo cada uno y están situados a la sección central del ala por nueve pernos ubicados en la parte superior e inferior de las dos secciones. Cada panel extremo del ala, en la estructura interna es sellado para formar un tanque de combustible integrado.

Los componentes removibles son los bordes de ataque, carenajes y las puntas de cada ala. El contorno de los carenajes, los soportes de los flap y los flap que operan mecánicamente debajo de la superficie del ala.

Fig. N° 3



Fuente: ATA 57

Elaborado por: Autor

## PANEL EXTERIOR DEL ALA

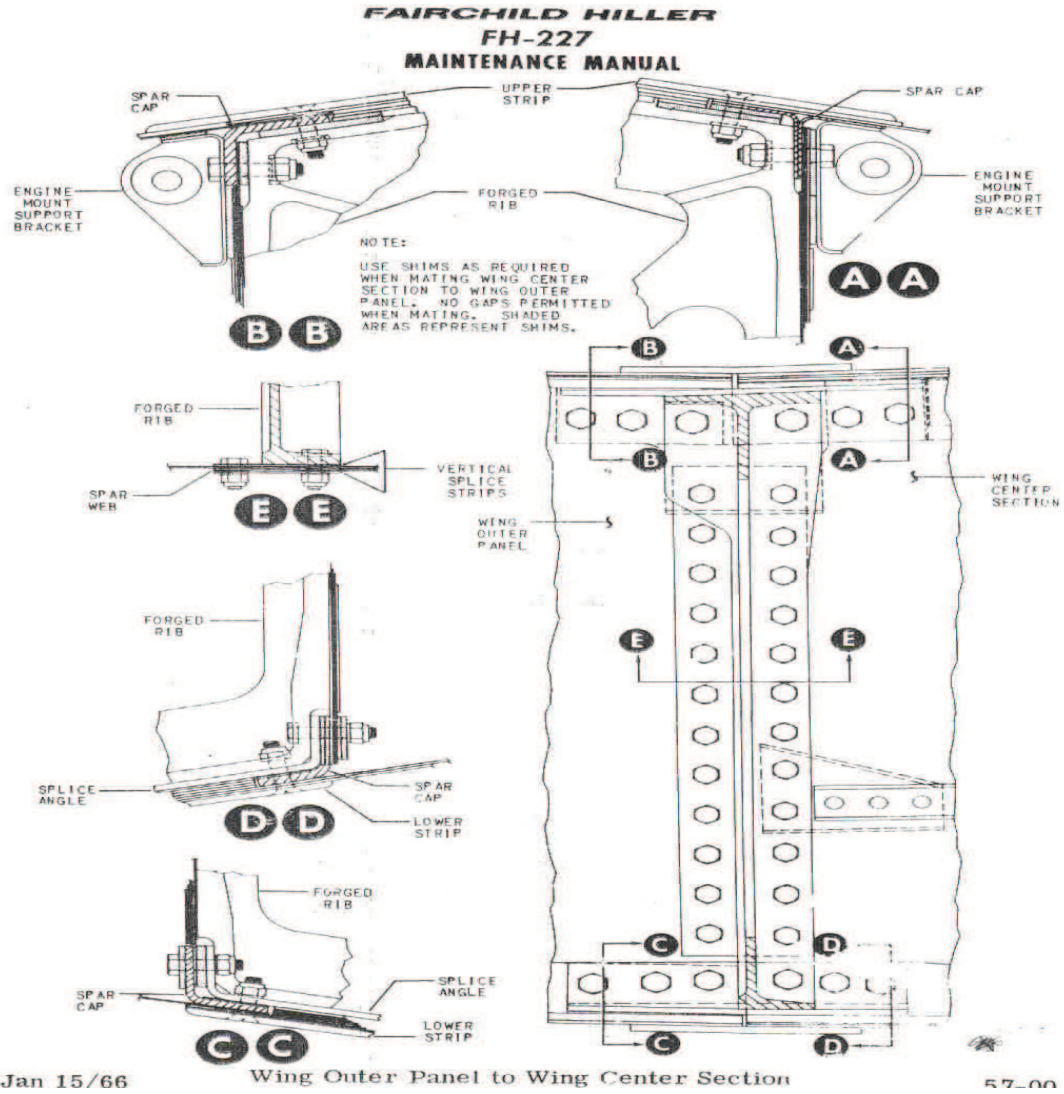
### Instalar

13. Instale las eslingas de elevación para el panel externo del ala, limpie todas las superficies de acoplamiento a fondo.
14. Alzar el panel exterior de las alas en la posición correcta y fijar el ángulo de acoplamiento del larguero superior, frontal y trasero y las calzas. No apretar.
15. Sujete la parte baja, delantera y trasera de los ángulos de acoplamiento y las calzas y apretar los tornillos.
16. Ajuste el ángulo acoplamiento superior, frontal y posterior fijar los tornillos.
17. Coloque en las partes delantera y trasera las placas de acoplamiento del larguero.
18. Inserte y ajustes los pernos de acople del larguero.
19. Alinee la tira superior del panel externo del ala con el larguero superior e instalar nueve tornillos de ½ pulgada; con un torque de 340 libra-pulgadas. Instalar pequeños tornillos como guía.
20. La tira inferior del panel exterior del ala colocarla en la posición correcta y asegurar los tornillos de fijación.
21. Retire la eslinga de elevación.
22. Conecte todas las líneas del panel exterior con las de la sección central del ala.
23. Conecte las líneas de deshielo y los tubos de succión, tape los cruces con las mangas y apriete las abrazaderas de cada unión.
24. Conecte las líneas de combustible y el tubo de ventilación del tanque del panel exterior del ala y apriete lo suficiente como para asegurar el sello.
25. Conecte la radio y arneses eléctricos para el panel externo del ala.
26. Conecte los cables de los alerones y flap y la tensión como se indica en el capítulo 27.



- 27.** Instale el motor fuera de borda y la aleta del alerón como se describe en el capítulo 27.
- 28.** Cierre y cubra los accesos de conexión.
- 29.** Llenar los tanques de combustible del ala exterior como se describe en el capítulo 28.

Fig. N° 4

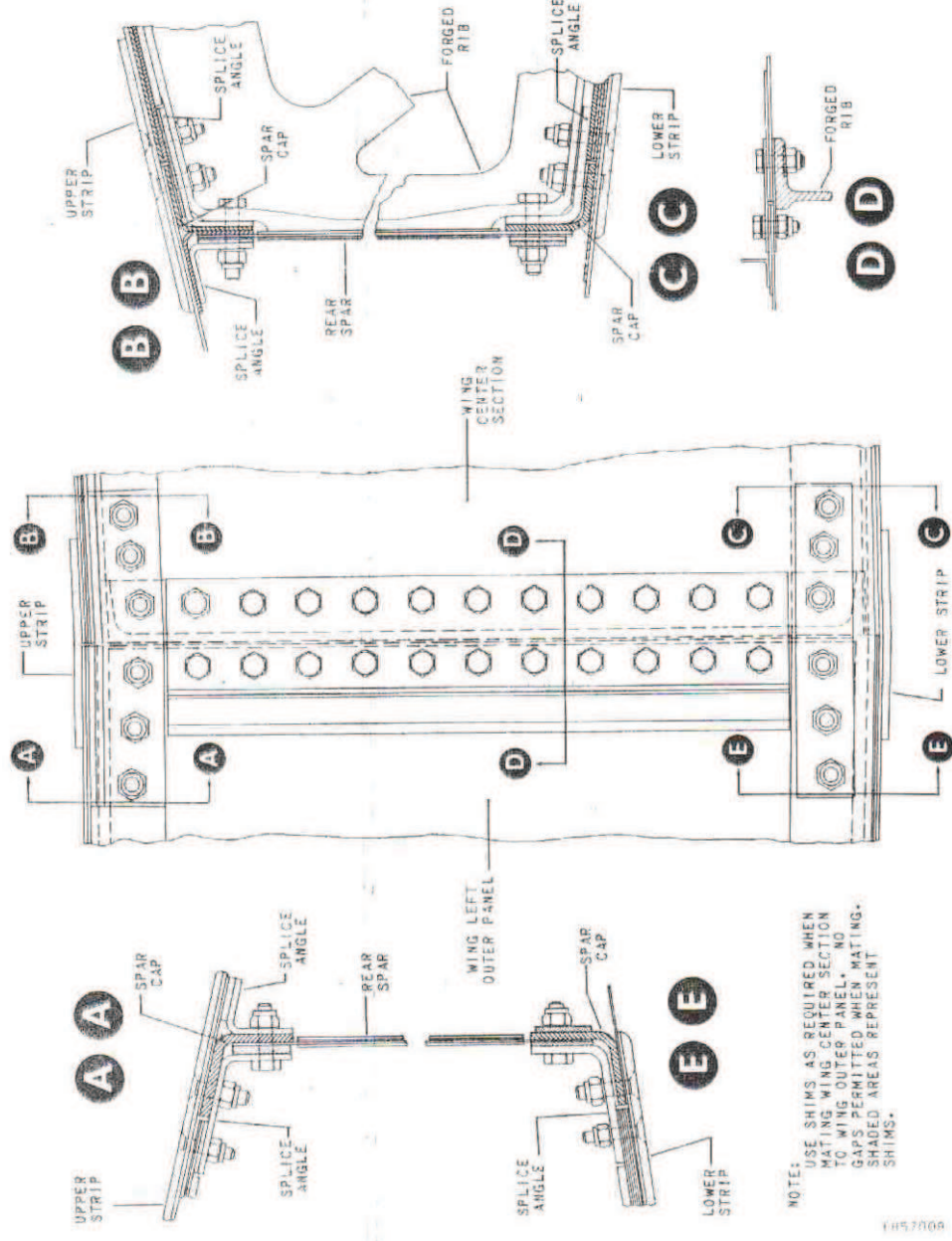


Fuente: ATA 57

Elaborado por: Autor

Fig. N° 5

**FAIRCHILD HILLER  
FH-227  
MAINTENANCE MANUAL**



Wing Outer Panel to Wing Center Section

Fuente: ATA 57  
Elaborado por: Autor



## BORDE DE ATAQUE DEL PANEL EXTERIOR DEL ALA

### Obtener materiales

1. Sellador de MIL-S-7502 (CE-801 B-4 con acelerador CE-807).
2. Aerodinámico suave CE-1328 A-1.

### Quitar

1. Quite los tornillos que fijan la sección del borde de ataque que contiene luz de aterrizaje, pero no los del borde de ataque inferior.
2. Desconectar la luz de aterrizaje de los terminales eléctricos entre el borde de ataque y el panel exterior de las alas.
3. Baje el borde de ataque y colóquela en un lugar, siendo cuidadoso de no dañar la luz de aterrizaje o el borde de ataque.
4. Quite los tornillos que fijan las secciones restantes de los bordes de ataque desde el panel exterior del ala, pero no inferior.
5. Afloje las abrazaderas de los tubos de deshielo y abrazaderas de tubos separados entre los bordes de ataque y el panel exterior de las alas. Ate las cuerdas a los tubos y las abrazaderas del panel exterior, seguros a la estructura del ala.
6. Baje los bordes principales y asiéntelas en un lugar, teniendo cuidado de no rayar o dañar.

### Instalar

1. La luz de aterrizaje en la posición correcta del borde de ataque y conectar los terminales eléctricos.
2. Conecte el borde de ataque del ala, con cuidado de no pellizcar los cables eléctricos.

3. Los bordes de ataque restantes opuestos y conectar los tubos de deshielo. Apriete las abrazaderas de tubo.
4. Conecte los bordes de ataque de ala, con cuidado de no pillarse los tubos de deshielo.
5. Rellene los bordes de ataque, los orificios de fijación con un sellador para cumplir con la superficie.
6. Rellene con un exceso de 0,04 de pulgada entre el borde de ataque y el ala con la aerodinámica más suave para cumplir con la superficie.

### **Inspección**

1. Principales secciones del borde (superficies interiores y exteriores) en busca de grietas, abolladuras, arañazos, hebillas y corrosión.
2. Principales pernos y tornillos de fijación del borde de ataque que no estén flojos, las grietas y la corrosión. Cuando los sujetadores del borde de ataque faltan, se aplicarán las siguientes restricciones:
  - a) No más de un máximo de cinco elementos de fijación pueden faltar en cualquier sección del borde.
  - b) Los elementos de fijación que faltan, justo uno en frente de al otro en sentido opuesto, no está permitido.
3. La luz de aterrizaje del borde de ataque en busca de grietas, de erosión y corrosión.

### **PUNTA DEL ALA**

#### **Quitar**

1. Retire toda la energía eléctrica del avión.
2. Quite los tornillos de sujeción de la punta de la costilla extremo exterior de la estación del ala 563 y tirar de la punta final.
3. Desconecte el cable eléctrico de la luz de posición en el acoplamiento del cable.

4. Quite y en un lugar de cartón corrugado coloque la punta del ala, para evitar arañazos en el exterior.

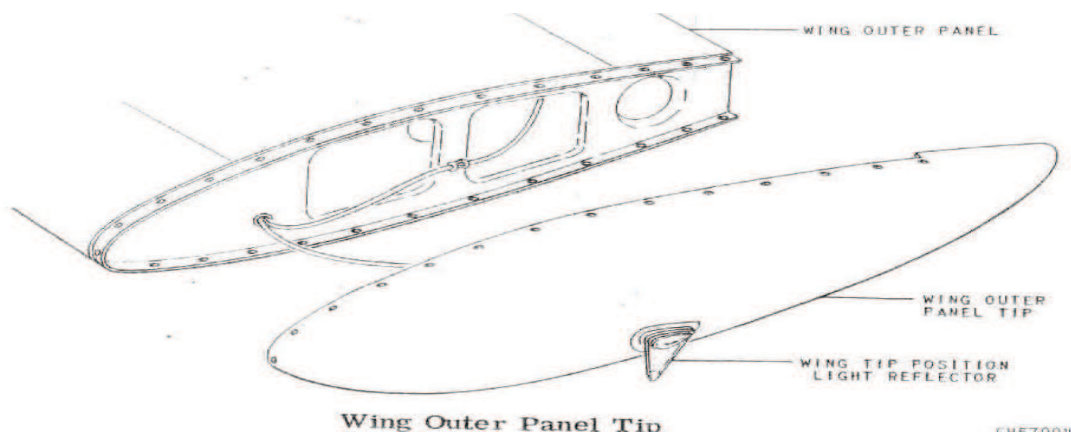
### **Instalar**

1. Levante la punta para fijarla en la posición correcta y conectar la luz de posición con los cables eléctricos.
2. Alinee los agujeros para fijar los tornillos.
3. Inserte la punta del ala, con el panel exterior del ala.
4. Restaure la energía eléctrica, para la operación del avión y compruebe la posición de la luz.

### **Inspección**

1. Las irregularidades estructurales, puntos de soldadura, soldadura de fusión, remaches flojos o ausentes, abolladuras, grietas en la piel o las costillas y que los agujeros de drenaje de humedad están abiertas.
2. La luz de posición, acoples, base, CE 750 sellador entre la lente y la base y el reflector de plástico.

**Fig. N° 7**



**Fuente:** ATA 57

**Elaborado por:** Autor

### **3.2 Modalidad básica de la investigación**

#### **3.2.1.1 De Campo**

La investigación de campo permitió trasladarnos hasta la base de transporte aérea N° 11 del aeropuerto de Quito, donde se pudo palpar y constatar que el avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD se encuentra en buenas condiciones,

Como se observa en la figura; la estructura del avión está en perfectas condiciones, posee cobertores para las distintas tomas de admisión, y constatamos el tipo de aeronave que es:

- Avión de ala alta.
- Bimotor con sus hélices de tipo cuatri-pala respectivamente.
- Tren de aterrizaje retráctil de tipo triciclo.



**Fig. N° 8**



**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Autor

Los motores están acoplados en la parte inferior de las alas, además estos posan en sus respectivos trenes. Las alas cuentan con sus superficies aerodinámicas de control como: Alerones, Flaps se observa que no presentan ninguna corrosión y que todavía están en funcionamiento.

Los trenes de aterrizaje del avión Fairchild FH-227, son del tipo triciclo retráctil, en estos se encuentran las cañerías hidráulicas en sus posiciones seguras, no existe algún tipo de anomalías en las cañerías, se constató que no se haya presentado algún tipo de fuga de líquido hidráulico en su tiempo de inoperatividad en la ALA 11.

**Fig. N° 9**



**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Autor

Con la observación se logró determinar qué:

- El timón de profundidad y de dirección se encuentran en perfectas condiciones.

La cabina del avión está totalmente completa, cuenta con todos sus paneles e instrumentos de navegación, equipos de radio, sus dos cabrillas y asientos de piloto y copiloto en buenas condiciones, no presentan algún tipo de canibalización de algún instrumento, no existen fisuras en los parabrisas.

Se constató que en el interior de la aeronave se encuentra:

- Asientos en estado regular por los años de uso que tuvo.
- Un baño en pésimas condiciones.
- En general sus condiciones del interior son regulares, pero se deben readecuar.

**Fig. N° 10**



**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Autor

### **Ubicación del Avión FH-227 en el Campus del ITSA.**

#### **Obstáculos**

- Desniveles en la ruta.
- Tendido eléctrico, internet, Tv cable.
- Obras públicas

Cabe señalar que aparte de los obstáculos citados anteriormente también se puede mencionar la falta de:

Infraestructura operativa (soportes, herramientas especiales, escaleras, grúas, etc.)

Limitación de recursos humanos para el traslado, pero estos obstáculos no es impedimento para que se pueda realizar el traslado del avión.

El avión Fairchild FH-227 se colocará en la parte sur-oeste respecto al bloque 42 del ITSA.

**Fig. N° 11**



**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Autor

### **3.3 Tipo de Investigación**

Se utilizó el tipo de investigación *NO EXPERIMENTAL*, ya que se observó rigurosamente los problemas existentes; como los distintos obstáculos, la falta de algunos instrumentos de navegación, la falta de pintura a todo el exterior del avión y así poder darle las soluciones respectivas al momento del traslado y el montaje, cuando el avión ya esté ubicado en el Instituto.

### **3.4 Niveles de Investigación**

En nuestra investigación utilizamos el nivel descriptivo el cual nos permitió referir, la falta en el Instituto de un avión escuela certificado por la **DGAC** como nos menciona la regulación 147 y tener una idea clara del estado actual de la aeronave.

Esto se logró mediante una visita al ALA de Transporte No 11, en el cual se observó la aeronave y pudimos constatar el estado de su estructura de manera general. También nos permitió observar el estado de la pintura, los trenes, las alas y el fuselaje.

## **3.6 Recolección de Datos**

### **3.6.1 Técnicas**

#### **3.6.1.1 De Campo**

- **Observación**

Esta técnica investigativa, se llevó a cabo mediante la utilización de una ficha de observación, de igual manera apoyándose en fotografías se pudo observar y determinar que el avión Fairchild FH-227, con matrícula HC-BHD se encuentra en el ALA de transporte No 11.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**Lugar de Observación:** ALA de Transporte No 11

**Fecha de Observación:** 15/02/2011

**Observador:** Sr. Paladines Boris

**Objetivo:**

- Observar a simple vista en qué condiciones se encuentra la aeronave.

**Observación:**

- Fortalezas y debilidades del avión.

PARTES DEL AVIÓN	CONDICIONES QUE SE ENCUENTRA		
	Bueno	Regular	Malo
Trenes	x		
Cabina	x		
Alas	x		
Hélices	x		
Motores	x		
Estabilizador horizontal	x		
Estabilizador vertical	x		
Ventanas	x		
Pintura			x
Puertas			x
Asientos		X	
Baño		X	
Tapicería		X	

- **Bibliografía**

Mediante esta técnica obtuvimos información muy valiosa concerniente a nuestra investigación, que nos brindaron muchas páginas de internet, los mismos manuales de la aeronave fueron una fuente investigativa de mucha importancia ya que en estos se tiene información detallada de todos los sistemas de la aeronave.

### **3.7 Procesamiento de la Información**

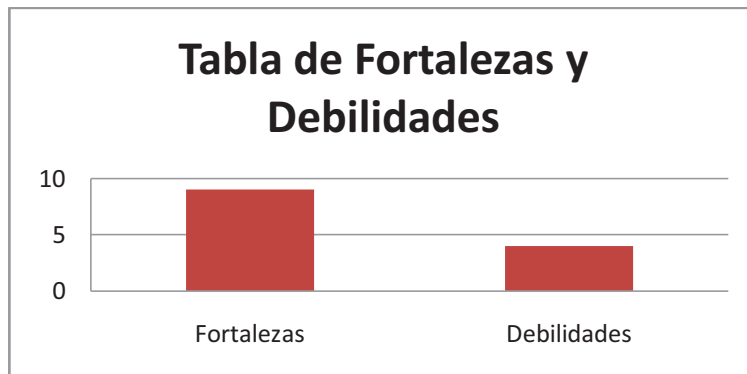
Una vez que se ha obtenido la información requerida para la investigación a través de las diferentes técnicas y niveles de investigación, se procedió a realizar una revisión crítica mediante la limpieza de información errónea, para de esta forma obtener información más confiable.

### **3.8 Análisis e interpretación de resultados**

**Tabla 3.1** Estado en el que se encuentra la aeronave.

Formato de fortalezas y debilidades

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido
<b>Fortalezas</b>	9	69.2	69.2
<b>Debilidades</b>	4	30.8	30.8
Total	13	100	100



**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Autor

- **Análisis**

Un 69.2 % en las fortalezas y un 30.8 % en las debilidades, es el resultado que nos brinda de la investigación de campo y toda la información recopilada.

- **Interpretación**

La investigación de campo nos dio el siguiente resultado 69.2 % de fortalezas, esto quiere decir que el avión FH-227 está casi en un 70% en buen estado y un 30.8 % está en mal estado.

### 3.9 Conclusiones y Recomendaciones de la investigación

- El avión Fairchild FH-227 está casi en un 70% en buen estado, a pesar de su tiempo de inoperatividad.
- ❖ Al momento de hacer el montaje del avión en las instalaciones del Instituto, es preferible reparar en su mayoría el 30% que esta en mal estado.



- El avión FH-227 es del tipo ala alta, bimotor y con tren de aterrizaje retráctil.
- ❖ Dar una limpieza a las partes internas del motor, hacer pruebas de burbujas a las cañerías hidráulicas del tren que no posean fugas.
  
- Es necesario una serie de soportes y camas para el alojamiento de las distintas partes del avión.
- ❖ Tener en cuenta de realizar primero todos los soportes antes que otra cosa, y preferible que sean hechos de madera, así evitaremos rajaduras en la superficie del avión.

## 4. FACTIBILIDAD DEL TEMA

### 4.1 Factibilidad Técnica

El montaje del panel exterior del ala izquierda si es factible, después de realizar el desmontaje y el traslado de la aeronave a las instalaciones del Instituto, ya que es necesario un avión escuela, ya sea en estado operativo o inoperativo sobre todo certificado por la **DGAC**, como nos indica la *RDGAC 147*.

### 4.2 Factibilidad Legal

La parte 147 nos indica que un Instituto Aerodinámico, debe poseer un avión escuela certificado por la Dirección General de Aviación Civil, ya sea en estado operativo o inoperativo.

Uno de los fundamentos legales que regula el tema de proyecto de grado es el ATA 57, el cual habla acerca de las **Alas** que son superficies aerodinámicas que le brinda sustentación al avión debido al efecto aerodinámico.

Así también el Manual de Mantenimiento (AMM), el cual nos permite conocer los procedimientos para el desmontaje y montaje de las alas.

### 4.3 Factibilidad Operacional

Con la finalización de este trabajo se obtendrá varios beneficios ya que este avión va a ser utilizado por todos los estudiantes del instituto, además de los docentes quienes serán los encargados de impartir todos sus conocimientos en la práctica.

Ayudando de esta manera al instituto a cumplir con su misión de formar mejores profesionales holísticos y así ser el mejor instituto de educación superior a nivel nacional y latinoamericano.

#### 4.4 Factibilidad Económica – Financiera

##### 4.4.1 Presupuesto del Tema

**Tabla 4.4.1.1 Costos Primarios**

<b>N°</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
1	Alimentación	5,00	100,00
2	Transporte	7,00	28,00
3	Hospedaje	50,00	50,00
<b>TOTAL</b>			<b>178,00</b>

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Sr. Boris Paladines.

**Tabla 4.4.1.2 Costos Secundarios**

<b>N°</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO</b>
1	Pago aranceles derecho de grado	480,00
2	Internet, anillado y empastados	50,00
3	Varios	50,00
<b>TOTAL</b>		<b>580,00</b>

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Sr. Boris Paladines.

**Tabla 4.4.1.3 Análisis Costos - Beneficios**

<b>COSTO</b>	<b>BENEFICIO</b>	
	<b>TANGIBLE</b>	<b>INTANGIBLE</b>
Montaje de la punta del ala izquierda del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD. 758 USD		Contratación de un técnico en aviación para realizar dicho trabajo 500 USD
<b>Costos Totales 758 USD</b>	<b>Beneficios Totales 500 USD</b>	

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Sr. Boris Paladines.

## **5. DENUNCIA DEL TEMA**

**“MONTAJE DEL ALA IZQUIERDA DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 HC-BHD,  
EN EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
AERONÁUTICO.”**

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

### A

**Aeronave.-** Máquina más pesada que el aire, que por medio de los motores y la sustentación de sus alas, es usada para vuelos en el aire.

**Alerones.-** Dispositivos colocados cerca de la punta del ala en su borde de salida, permiten el movimiento de alabeo y hacen girar al avión en el eje longitudinal. Cuando se activan los alerones estos se mueven siempre en sentido opuesto.

### C

**Controles de vuelo.-** componentes necesarios para el control en vuelo, consta de varios sistemas que se manejan desde la cabina del piloto mediante una palanca de mando, pedales de dirección y un conjunto de instrumentos que proporcionan la información necesaria para su uso.

**Cabina.-** Es el área ubicada en la parte frontal del avión en la que el piloto, copiloto y tripulación técnica controlan la aeronave. Esta también contiene todos los instrumentos y controles que le permiten al piloto hacer volar, dirigir y aterrizar la aeronave.

### E

**Esquemas.-** Organización del contenido de una obra en partes, componiendo un texto o figura gráfica, que deja claro las relaciones que hay en dicha obra.

**Estructura.-** Elementos con los que está conformada una aeronave, estos son de materiales livianos, con propiedades resistentes para que la aeronave contenga menor peso y con la capacidad para soportar mayores cargas.

**Empenaje.-** Consta de dos superficies básicas, la horizontal y la vertical. Cada una tiene secciones fijas para proporcionar estabilidad y móviles para controlar mejor el vuelo. La sección fija de la superficie horizontal se llama estabilizador horizontal y la sección móvil se llama Timón de Profundidad, la sección fija de la superficie vertical se llama estabilizador vertical y su sección móvil se llama Timón de Dirección.

**Envergadura.-** Distancia entre los extremos de las alas de un avión.

## F

**Factibilidad.-** (Del lat. Factibilis). Adj. Que se puede hacer.

**Flaps.-** Aumenta la superficie alar, con el fin de aumentar la sustentación a bajas velocidades y reduce la velocidad al momento de aterrizar.

## H

**Hélices.-** Dispositivo formado por un conjunto de elementos denominados palas o álabes, montados de forma concéntrica alrededor de un eje, girando alrededor de este en un mismo plano. Su función es transmitir a través de las palas su propia energía cinética (que adquiere al girar) a un fluido, creando una fuerza de tracción.

**Holísticos.-** Doctrina que propugna la concepción de cada realidad como un todo distinto de la suma de las partes que lo componen.

## L

**Logística.-** Conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, de un servicio, especialmente de distribución.

## M

**Material Didáctico.-** Se refiere a aquellos medios y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje, dentro de un contexto educativo, estimulando la función de los sentidos para acceder de manera fácil a la adquisición de habilidades, actitudes o destrezas.

## O

**Obstáculos.-** se pueden enumerar todas aquellas barreras que se interponen a una acción y que impiden el avance del objetivo concreto.

**Optimización.-** acción y efecto de optimizar, es decir busca la mejor manera de realizar una actividad.

## T

**Tren de Aterrizaje.-**Suele ser uno de los mecanismos más complicados de un avión, su funcionamiento es basado bajo presión hidráulica y su objetivo es el de amortiguar el impacto al momento de aterrizar así como el del direccionamiento en tierra.

**Timón de Profundidad.-** permite el movimiento de cabeceo y hace girar al avión sobre el eje transversal.



**Transporte aéreo.-** transporte por avión, es el servicio de trasladar de un lugar a otro; pasajeros o cargas, mediante la utilización de aeronaves, con un fin lucrativo. Si fuera con fines militares, este se incluye en las actividades de logística.

## **S**

**Slats.-** aumenta la sustentación para reducir la velocidad de despegue y aterrizaje.

**Spoilers.-** aletas alineadas con la superficie superior de las alas, se pueden extender usándolos como frenos aerodinámicos tanto en vuelo como en el aterrizaje; coordinados con los alerones, se utilizan para mejorar el control de alabeo.

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros

- AIR International, Vol. 44 N° 5 mayo de 1993, Stanford, Lincestershire PE9 1XQ, UK.
- Airliner World, marzo de 2002, Stanford, Lincs, PE9 1XQ, UK.
- Alle Propeller Verkehrs Flugzeuge seit 1945, Air Gallery Edition, 1999,ISBN 3-9805934-1-X.
- Departament of Transportation, FAA Type Certificate data Sheet N° 7AI, 13 de mayo de 1992.
- Enciclopedia Ilustrada de la Aviación: Vol.7 – pag. 160, Edit. Delta, Barcelona 1983 ISBN 84-85822-65-X.
- Le Fana de L'Aviation, números 245 y 246, Editions Lariviere, París 1989.
- Manuales Generales de Mantenimiento.
- Catálogo Ilustrado de Partes.

### Páginas Web

- [http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_Hiller\\_FH-227](http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227).
- <http://fh227.rwy34.com/> Sitio dedicado a el FH-227 (en inglés)
- <http://www.airliners.net/> Con información técnica y general de los FH-227 (en inglés).
- <http://www.pilotoviejo.com/> Información y fotos de los FH-227 de la Fuerza Aérea Uruguaya.

# **ANEXOS**

## **ANEXO A1**

**MEMORÁNDUM DE DONACIÓN DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 AL ITSA.**

4



FUERZA AEREA ECUATORIANA  
TELEGRAMA OFICIAL

ETS

ZA 63  
NUMERO : 2011 1435-EJ-2F-0  
FECHA : Quito, DM 05-FEB-11  
DESTINATARIO : EN  
C.C. : EX, EN-21 ABASTOS, EX-I-3-0,

EN CUMPLIMIENTO H.C.D. No. 9035, OFICIOS NRS. 2010-102 Y 103-EJ-2F-0 DE FECHA 09-DIC-10 DEL SENOR COMANDANTE GENERAL FAE, MEDIANTE CUAL AUTORIZA CONTINUAR DONACION AERONAVES FAIRCHILD, F27J SERIE No.122, BOEING 727-HC-BLY SERIE No.328, MOTOR JT8D, MANUALES, AGRADECERE DISPONER QUIEN CORRESPONDA REALIZAR TRAMITES ADMINISTRATIVOS REGLAMENTARIOS PARA ENTREGA DE MENCIONADAS AERONAVES AL INSTITUTO SUPERIOR AERONAUTICO, ADICIONAL REMTA COPIAS RESPECTIVAS ACTAS ENTREGA-RECEPCION.

Gustavo Valverde H.  
Cml. Téo. Avn.  
DIRECTOR DE ABASTECIMIENTOS FAE

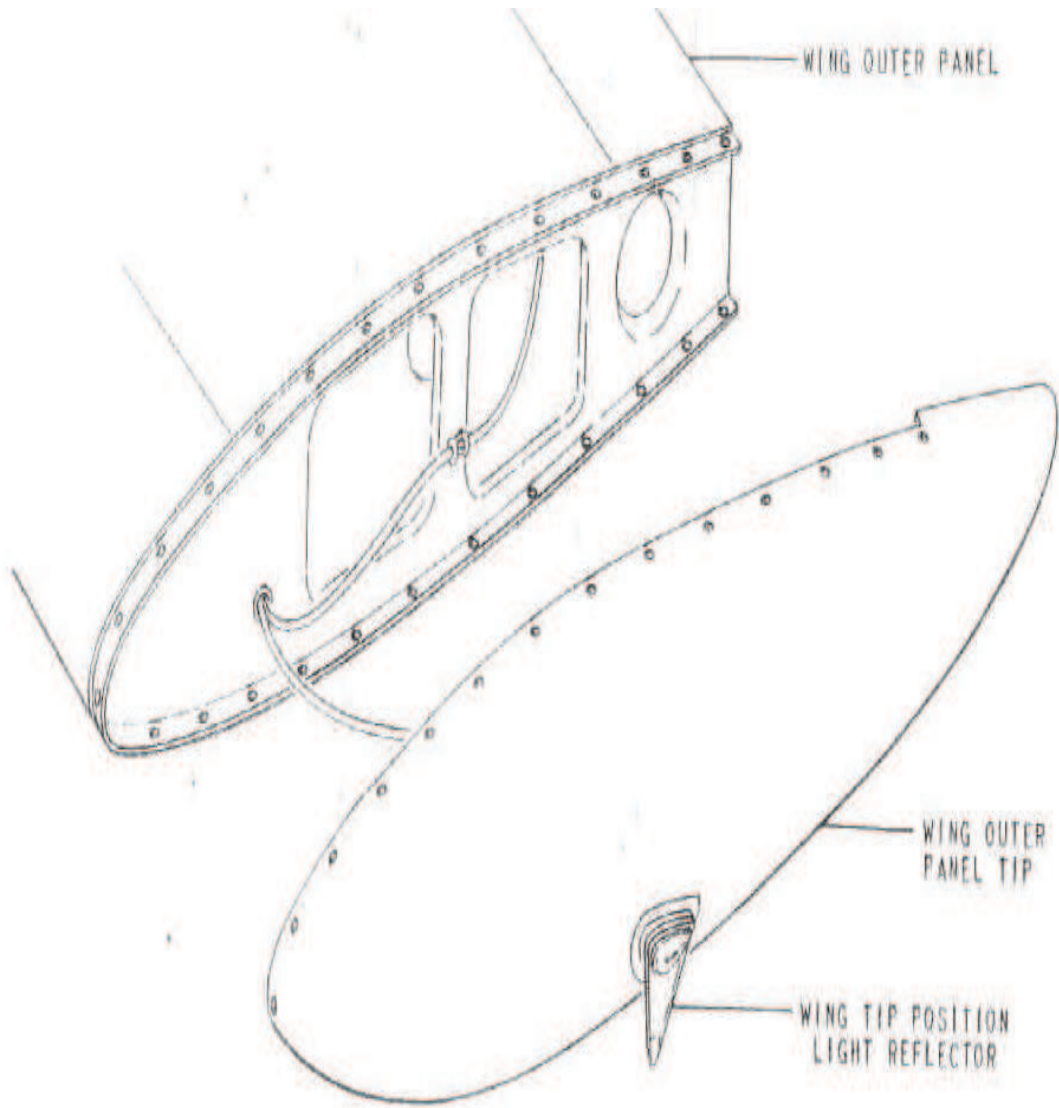
SP/Ab

1/20/11 1:55:02 AM

3679	
03 FEB 2011	

## **ANEXO A 2**

**PUNTA DEL ALA IZQUIERDA DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227**



Wing Outer Panel Tip

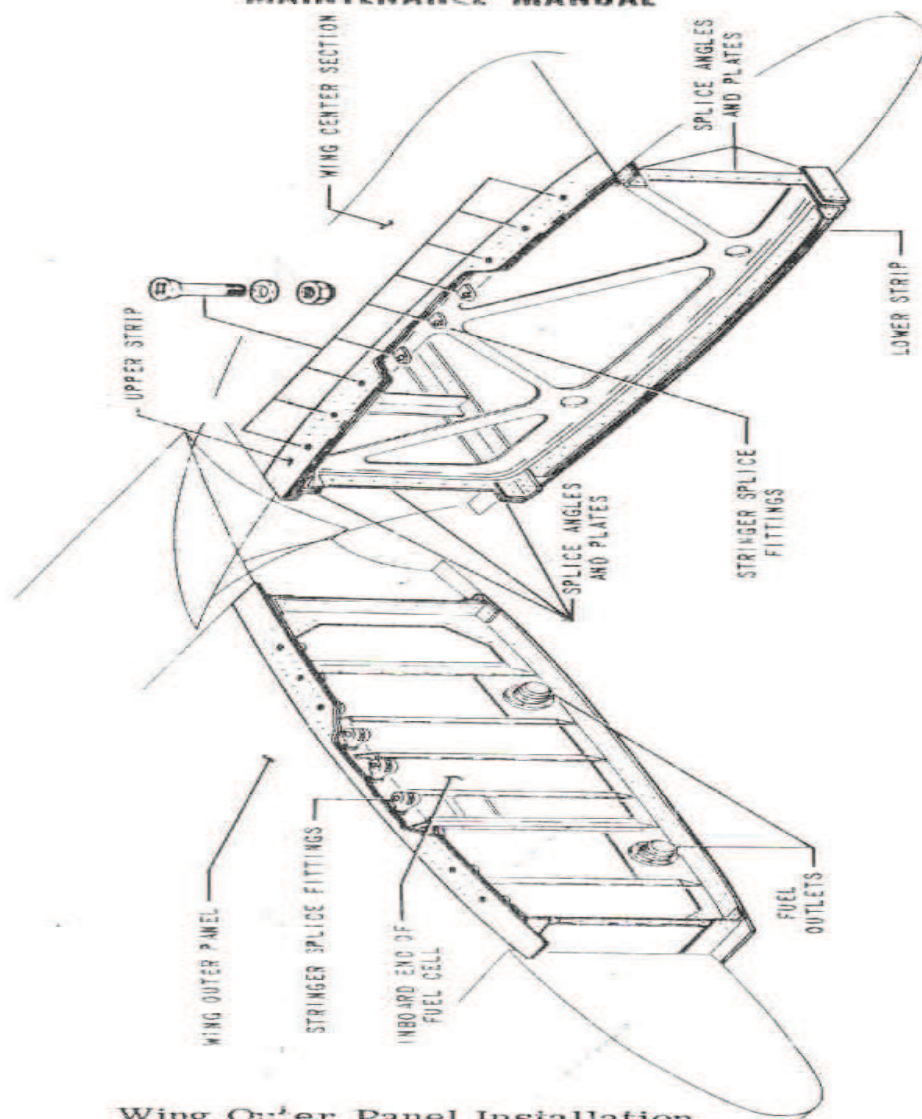
FUE7000

**ANEXO A 3**

**INSTALACIÓN DEL ALA IZQUIERDA DEL FAIRCHILD FH-227**



**FAIRCHILD HILLER  
Fh-227  
MAINTENANCE MANUAL**

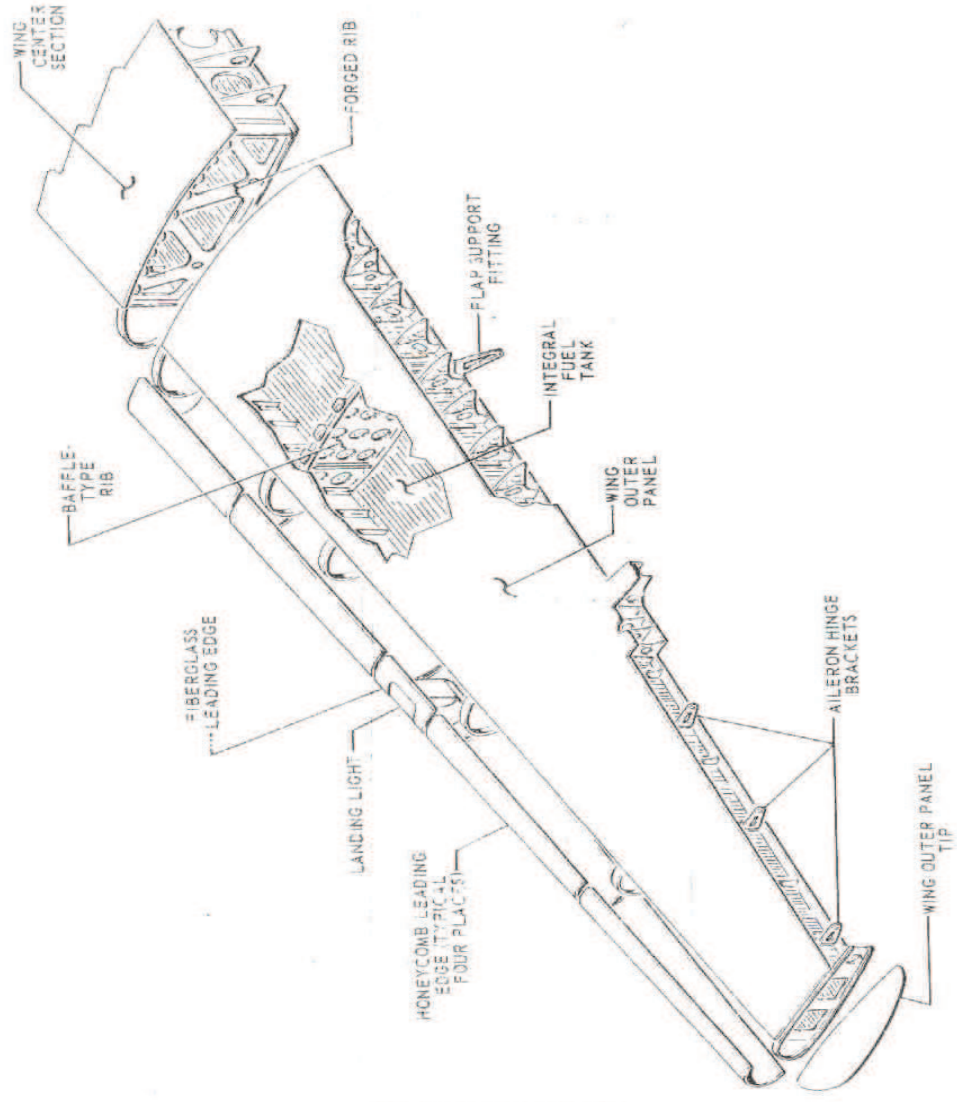


**Wing Outer Panel Installation**

## **ANEXO A 4**

**ALA IZQUIERDA DEL FAIRCHILD HILLER FH-227**

**FAIRCHILD HILLER  
FH-227 SERIES  
MAINTENANCE MANUAL**



**Wing Outer Panel**

FH5705

# **ANEXO B**

(TORQUIMETRO LIBRAS – PULGADAS)



# **ANEXO C**

(MANUAL DE MANTENIMIENTO)

**F?AIF\*CHILD HILLEFt**  
**FH-227 SERIES**  
**MAINTENANCE MANUAL**

B. Install.

- (1) Attach hoisting sling to wing outer panel as indicated in chapter 7. Clean all mating surfaces thoroughly.
- (2) Hoist wing outer panel into position and attach upper, front and rear spar splice angles and shims. Do not tighten.
- (3) Attach lower, front and rear spar splice angles and shims and tighten bolts.
- (4) Tighten upper, front and rear spar splice angle attaching bolts.
- (5) Attach front and rear spar splice plates.
- (6) Insert shims to fit on both sides of stringer splice fittings.
- (7) Align upper strip on wing outer panel and install nine 1/2-inch upper stringer splice fitting bolts; torque to 340 - 20 pound-inches. Install smaller attaching bolts.
- (8) Position lower strip on wing outer panel and secure attaching bolts.
- (9) Remove hoisting sling.
- (10) Plug hoisting fittings with plugs.
- (11) Mate deicing pressure and suction tubes; cover junctions with sleeves and tighten sleeve clamps.
- (12) Connect flap mechanism torque tube between wing center section and wing outer panel as described in chapter 27.
- (13) Connect fuel lines and vent tube to wing outer panel tank and tighten sufficiently to insure seal,
- (14) Connect radio and electrical harnesses to wing outer panel.
- (15) Connect aileron and aileron trim tab cables and tension as indicated in chapter 27.
- (16) Install outboard flap and aileron as described in chapter 27.
- (17) Close and connect access covers,
- (18) Fill wing outer fuel tanks as described in chapter 28.

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

NOMBRE: Boris Julián Paladinez Zambrano

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: Febrero 16 de 1990

CEDULA DE CIUDADANÍA: 080312726-5

TELÉFONOS: 090288449

CORREO ELECTRÓNICO: dlpalack\_mvida@hotmail.com

DIRECCIÓN: Ciudad de Esmeraldas, calle Morona entre Olmedo y Colón



### ESTUDIOS REALIZADOS

Escuela “Lic. Laura Mosquera de Ortiz”

1996 – 2002            Esmeraldas – Esmeraldas – Ecuador

Colegio Fiscomisional “María Auxiliadora” estudios básicos de 1-3 curso

2002 – 2005            Esmeraldas – Esmeraldas – Ecuador

Colegio Técnico Salesiano “San Rafael”

2005 – 2008            Esmeraldas – Esmeraldas – Ecuador

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

2008 – 2011            Latacunga – Cotopaxi – Ecuador

### TÍTULOS OBTENIDOS

Tecnología en Mecánica Aeronáutica Mención Aviones

Bachiller Técnico Especialización Mecánica Industrial



## IDIOMAS

Español

Inglés Americano (Suficiencia)

## EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRACTICAS PROFESIONALES

- Base Aerea N° 23 **MANTA**, en el area de mantenimiento Escuadròn A-29.
- Pràcticas en el centro de mantenimiento aeronàutico **CEMA**, desde el 9 de marzo hasta el 6 de abril del 2010, con un total de 160 horas.
- Pràcticas en el centro de mantenimiento aeronàutico **CEMA**, desde el 2 de agosto hasta el 3 de septiembre del 2010, con un total de 200 horas.
- Pràcticas tècnicas en la compaïa **SAEREO**, en el àrea de mantenimiento desde el mes de febrero del 2011 hasta el mes de marzo del 2011, con un total de 220 horas

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIONES  
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

---

**Boris Julián Paladinez Zambrano**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA**

---

**Ing. Hebert Atencio**

Latacunga, Noviembre 10 del 2011

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

Yo, Boris Julián Paladinez Zambrano, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones, en el año 2011, con Cédula de Ciudadanía N° 080312726-5, autor del Trabajo de Graduación " Montaje del Ala izquierda del avión Fairchild FH-227, en el campus del ITSA", cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**Boris Julián Paladinez Zambrano**

Latacunga, Noviembre 10 del 2011