

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**DESMONTAJE DEL ALA PARTE INTERIOR DEL FUSELAJE DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 HC BHD PARA SU TRASLADO DEL ALA DE TRANSPORTE No. 11 HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO.**

**POR:**

**PUSDÁ LLIGÜIN PABLO PATRICIO**

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

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCIÓN MOTORES**

**2011**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el SR. PUSDÁ LLIGÜIN PABLO PATRICIO, como requerimiento parcial para la obtención del Título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES.

---

Tlg. RODRIGO BAUTISTA  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Latacunga, Septiembre 15 del 2011.

## **DEDICATORIA**

El esfuerzo y la dedicación que he puesto en el presente trabajo me gustaría dedicarlo a todos quienes creyeron mí en especial:

A mis padres que me han dado la vida y la fortaleza, son ellos quienes verdaderamente son los dueños de este Proyecto de grado; sin su apoyo no lo habría logrado, mil gracias por ser mis guías, y por ser para mí un ejemplo de trabajo, esfuerzo y dedicación.

Finalmente quisiera dedicar este Proyecto de grado a mis hermanos que jamás dudaron de mis capacidades intelectuales y estuvieron junto a mi cuando más los necesite.

**Pablo Patricio PUSDÁ LLIGÜIN**

## **AGRADECIMIENTO**

Son muchas las personas que han contribuido para que este Proyecto de Grado haya sido cristalizado y como tal quiero dedicarles estas líneas en señal de agradecimiento.

A dios y a mis padres quienes me han sabido guiar por el camino del bien y la sabiduría, brindándome incondicionalmente su apoyo moral y económico.

Por último quiero agradecer a todos los docentes que forman parte del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutica, en especial al Tlg. Rodrigo Bautista como DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN y al Subs. Téc. Avc. Ing. Hebert Atencio como DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA quienes participaron en la investigación realizada.

**Pablo Patricio PUSDÁ LLIGÜIN**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>Páginas</b>
CARÁTULA .....	I
CERTIFICACIÓN .....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	V
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
RESUMEN .....	XV
SUMMARY .....	XVI
INTRODUCCIÓN .....	XVII

## **CAPÍTULO I EL PROBLEMA**

1.1	Antecedentes .....	1
1.2	Justificación e importancia .....	2
1.3	Objetivos .....	3
1.3.1	Objetivo General.....	3
1.3.2	Objetivo específico .....	3
1.4	Alcance.....	3

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

2.1	Introducción.....	4
2.2	Partes principales del avión.....	5
2.2.1	El fuselaje.....	6
2.2.2	Las alas .....	7

2.2.3	Conjunto de cola.....	7
2.2.4	Trenes .....	8
2.2.5	Grupo moto propulsor.....	9
2.3	Las alas .....	9
2.3.1	Cómo se crea la sustentación .....	10
2.3.1.1	Teorías de Bernoulli y de Newton.....	11
2.4	Perfil alar .....	15
2.4.1	Descripción del perfil alar .....	15
2.4.2	Tipos de perfiles .....	17
2.4.2.1	Perfiles según su forma.....	18
2.4.2.2	En relación a su estabilidad.....	19
2.4.2.3	En relación a su espesor .....	19
2.4.2.4	En relación a la posición del máximo espesor.....	20
2.5	Partes del perfil alar.....	21
2.6	Tipos de alas por su forma .....	24
2.7	Tipo de alas por el Diedro .....	27
2.8	Tipo de alas por su posición .....	27
2.9	Superficies aerodinámicas .....	30
2.9.1	Superficies flexibles de control .....	30
2.9.2	Superficie flexibles de las alas .....	31
2.9.2.1	Alerones .....	31
2.9.2.2	Flaps.....	31
2.9.3	Otros dispositivos de control situados en las alas .....	32
2.9.3.1	Slats .....	33
2.9.3.2	Spoilers .....	33
2.9.3.3	Slots .....	34
2.10	Componentes estructurales del ala .....	34
2.10.1	Componentes principales del ala.....	35
2.10.1.1	Largueros .....	35
2.10.1.2	Costillas.....	36
2.10.1.3	Revestimiento.....	36
2.10.1.4	Herrajes.....	36
2.10.2	Componentes secundarios del ala .....	37
2.10.2.1	Costillas falsas.....	37

2.10.2.2	Larguerillos .....	37
2.10.2.3	Refuerzos .....	37
2.11	Caja del ala .....	38
2.12	Alivio de esfuerzos por cargas concentradas .....	38
2.13	El mástil.....	41
2.13.1	Cargas laterales .....	41
2.13.2	Cargas giroscópicas .....	41
2.14	Tipos de borde marginal del ala .....	42
2.15	Sistema de protección contra el hielo.....	46
2.15.1	Sistema descongelador de superficie.....	47
2.16	Sistema de combustible .....	49
2.16.1	Propósito del sistema de combustible .....	50
2.16.2	Subsistema del sistema de combustible.....	51
2.16.3	Tipos de sistema de combustible .....	51
2.17	Sistema de combustible del avión y del motor .....	52
2.17.1	Sistema de combustible del avión .....	52
2.17.2	Sistema de combustible del motor.....	53
2.18	Componentes del sistema de combustible .....	53
2.18.1	Tanques de combustible .....	53
2.19	Sistema de combustible de aviones multimotores.....	55
2.20	Líneas de combustible.....	57
2.21	Sistema de identificación de cañerías .....	58
2.21.1	Marcando la manga.....	58
2.21.2	Etiquetas que identifican .....	58
2.22	Materiales aeronáuticos .....	60
2.22.1	Aceros .....	61
2.23	Propiedades de los metales .....	63
2.24	Corrosión en estructuras aeronáuticas.....	64
2.24.1	Corrosión .....	64
2.24.2	Detección de la corrosión .....	66
2.25	Seguridad y salud ocupacional.....	67
2.26	Unidad de seguridad e higiene industrial.....	68
2.27	Factores que influyen en el comportamiento en el trabajo .....	69
2.27.1	Factores externos.....	69

2.27.2	Factores internos.....	69
2.27.3	Factores de riesgos laborales .....	69
2.28	Riesgo .....	70
2.28.1	Clasificación de los factores de riesgo .....	71
2.28.1.1	El ruido .....	72
2.28.1.2	Las vibraciones.....	72
2.28.1.3	Microclimas .....	73
2.28.1.4	Iluminación .....	74
2.28.1.5	Color.....	74
2.28.2	Factores de riesgos psicosociales.....	75
2.28.3	Factores de riesgos ergonómicos.....	76
2.29	Riesgos mecánicos .....	77
2.30	Equipos de protección personal .....	77
2.30.1	Partes a proteger.....	78
2.30.1.1	Protección de la cabeza .....	78
2.30.1.2	Protección de los ojos .....	78
2.30.1.3	Protección de los oídos .....	78
2.30.1.4	Protección de manos.....	78
2.31	R-DAC Parte 043.....	79
2.31.1	Reparaciones y alteraciones .....	79
2.31.1.1	Reparación mayor .....	79
2.31.1.2	Reparación menor.....	79
2.31.1.3	Alteración mayor.....	79
2.31.1.4	Alteración menor .....	80
2.31.2	43.3.- Personas autorizadas a realizar alteraciones.....	80
2.31.3	43.13.- Reglas relativas a la realización de los trabajos.....	81
2.32	Herramientas .....	81
2.32.1	Herramientas manuales .....	81
2.32.1.1	Herramientas de alizamiento.....	81
2.32.1.2	Herramientas de ajuste y desajuste .....	83
2.32.1.3	Herramientas de corte.....	85
2.32.1.4	Herramientas de golpe .....	89
2.32.1.5	Herramientas de sujeción .....	90
2.32.1.6	Herramientas punzantes .....	92

2.32.2	Herramientas portátiles mecánicas .....	95
2.32.2.1	Taladros .....	96
2.32.3	Remaches .....	97
2.32.4	Torques o pares de apriete .....	98

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO DEL TEMA**

3.1	PRELIMINARES.....	103
3.1.1	Análisis del avión Fairchild serie FH-227 con matrícula HC-BH.....	103
3.1.1.1	Descripción.....	103
3.1.2	Estudio técnico .....	105
3.1.2.1	Herramientas utilizadas para el desmontaje.....	105
3.1.2.2	Material de apoyo utilizadas para el desmontaje.....	105
3.1.2.3	Equipos de protección personal utilizadas para el desmontaje .....	105
3.1.2.4	Recomendaciones generales .....	106
3.2	DESMONTAJE .....	107
3.2.1	Introducción.....	107
3.2.2	Procedimiento para el desmontaje del ala parte interior del fuselaje	108
3.2.2.1	Desmontar las hélices .....	108
3.2.2.2	Desmontar los motores .....	109
3.2.2.3	Desmontar las alas (Sección exterior – derecha e izquierda) .....	111
3.2.2.4	Desmontar los trenes principales .....	120
3.2.2.5	Desmontaje del ala parte interior del fuselaje.....	123
3.2.3	Traslado .....	132
3.2.4	Estudio legal.....	133
3.2.5	Estudio económico .....	133

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES .....	135
4.2 RECOMENDACIONES.....	136
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	137
ABREVIATURAS Y SIGLAS .....	141
BIBLIOGRAFÍA .....	142
ANEXOS .....	143
HOJA DE VIDA .....	166
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS .....	168
HOJA DE CESIÓN DE DERECHOS .....	169

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Partes principales del avión .....	5
Figura 2.2 División del avión .....	6
Figura 2.3 El fuselaje.....	6
Figura 2.4 Las alas.....	7
Figura 2.5 Conjunto de cola .....	8
Figura 2.6 Trenes.....	8
Figura 2.7 Las alas.....	9
Figura 2.8 Avances del ala.....	10
Figura 2.9 Teorema de Bernoulli .....	12
Figura 2.10 Secciones transversales .....	13
Figura 2.11 Teorema de Newton.....	14
Figura 2.12 Perfil alar .....	15
Figura 2.13 Descripción del perfil .....	16
Figura 2.14 Perfil aerodinámico.....	17
Figura 2.15 Perfil según su forma .....	18
Figura 2.16 Perfil según su estabilidad .....	19
Figura 2.17 Perfil según su espesor.....	19
Figura 2.18 Máximo espesor.....	20

Figura 2.19 Partes del perfil alar .....	21
Figura 2.20 Perfil alar .....	23
Figura 2.21 Ala recta .....	24
Figura 2.22 Ala trapezoidal .....	25
Figura 2.23 Ala elíptica .....	25
Figura 2.24 Ala flecha .....	26
Figura 2.25 Ala delta .....	26
Figura 2.26 Ala ojival .....	26
Figura 2.27 Tipo de alas por el Diedro .....	27
Figura 2.28 Tipo de alas por su posición.....	28
Figura 2.29 Ala alta .....	28
Figura 2.30 Ala media .....	29
Figura 2.31 Ala baja .....	29
Figura 2.32 Superficies flexibles de control.....	30
Figura 2.33 Superficies flexibles principales.....	31
Figura 2.34 Sección transversal de un ala .....	32
Figura 2.35 Slat colocado en el borde de ataque.....	33
Figura 2.36 Spoiler desplegado sobre la superficie superior del ala .....	34
Figura 2.37 Componentes principales del ala .....	35
Figura 2.38 Componentes secundarios del ala .....	37
Figura 2.39 Alivio de esfuerzos por cargas concentradas.....	38
Figura 2.40 Detalle de construcción con cajón central .....	39
Figura 2.41 Detalle de construcción con formeros en anillo.....	40
Figura 2.42 Borde redondeado.....	42
Figura 2.43 Borde afilado .....	42
Figura 2.44 Borde recto.....	43
Figura 2.45 Borde de Hoerner.....	43
Figura 2.46 Borde cóncavo .....	44
Figura 2.47 Borde convexo .....	44
Figura 2.48 Borde con flecha posterior .....	45
Figura 2.49 Borde en placa .....	45
Figura 2.50 Winglet .....	45
Figura 2.51 Borde con flecha anterior .....	46
Figura 2.52 Esquema del sistema descongelador de superficie .....	49

Figura 2.53	Esquema del sistema descongelador detalle A.....	49
Figura 2.54	Sistema de combustible por gravedad .....	51
Figura 2.55	Sistema de combustible por presión .....	52
Figura 2.56	Tanques de combustible .....	53
Figura 2.57	Elementos básicos del sistema de combustible .....	54
Figura 2.58	Sistema de combustible de aviones multimotores.....	55
Figura 2.59	Crossfeed system and Shutt Off valve .....	56
Figura 2.60	Líneas de combustible .....	58
Figura 2.61	Abrazaderas para líneas de combustible .....	58
Figura 2.62	Fuel Delivery System identification marking .....	59
Figura 2.63	Turbine engine fuel parking for delivery systems .....	59
Figura 2.64	Identificación de líneas de fluidos.....	59
Figura 2.65	Propiedades de los metales .....	64
Figura 2.66	Corrosión en estructuras aeronáuticas.....	65
Figura 2.67	Destornilladores .....	83
Figura 2.68	Llaves.....	84
Figura 2.69	Llaves especiales .....	84
Figura 2.70	Llaves de vaso .....	84
Figura 2.71	Herramientas de corte.....	86
Figura 2.72	Machuelos de mano .....	86
Figura 2.73	Herramientas de golpe .....	89
Figura 2.74	Alicates universales.....	90
Figura 2.75	Alicates de corte.....	90
Figura 2.76	Alicates de punta redonda.....	91
Figura 2.77	Tenazas .....	92
Figura 2.78	Herramientas punzantes .....	93
Figura 2.79	Torquímetros .....	98
Figura 2.80	Pares de apriete.....	100
Figura 2.81	Equivalencias .....	100
Figura 2.82	Torque corregido y momento de fuerza .....	101
Figura 3.1	El avión Fairchild serie FH-227 con matrícula HC-BHD.....	104
Figura 3.2	Inspección global del avión .....	107
Figura 3.3	Desmontaje de las hélices .....	109
Figura 3.4	Accesorios en el motor (Lado izquierdo).....	110

Figura 3.5	Accesorios en el motor (Lado derecho).....	110
Figura 3.6	Motor desmontado .....	111
Figura 3.7	Punto de drenaje del combustible .....	111
Figura 3.8	Soporte del ala derecha .....	112
Figura 3.9	Celda de acceso (Botas) .....	112
Figura 3.10	Líneas de combustible y tubos de ventilación (Botas).....	113
Figura 3.11	Tubo de torción (Tornillo sin fin) .....	113
Figura 3.12	Mecanismo del torque del flap.....	114
Figura 3.13	Sistema de deshielo .....	114
Figura 3.14	Gatas hidráulicas 30000 Lbs. (Alas).....	115
Figura 3.15	Puntos de sujeción de la sección exterior del ala.....	115
Figura 3.16	Eslingas y sogas tensionadas .....	115
Figura 3.17	Celdas de acceso y división vertical.....	116
Figura 3.18	Cañerías de combustible.....	116
Figura 3.19	Fajas o tiras superior interna .....	117
Figura 3.20	Fajas o tiras superior externa .....	117
Figura 3.21	Faja o tira inferior externa .....	117
Figura 3.22	Faja o tira inferior externa .....	117
Figura 3.23	Faja o franja lateral (Frontal) .....	118
Figura 3.24	Ángulos de los largueros (Frontal) .....	118
Figura 3.25	Faja o franja lateral (Posterior).....	118
Figura 3.26	Ángulo de los largueros (Posterior).....	118
Figura 3.27	Remoción de los 9 pernos grandes.....	119
Figura 3.28	Desmontaje de la sección exterior del ala Izq. ....	119
Figura 3.29	Desconexión de las eslingas del ala .....	120
Figura 3.30	Soporte en la estación 637.598 del fuselaje .....	120
Figura 3.31	Soporte en la estación 475.394 del fuselaje.....	121
Figura 3.32	Soporte en la estación 333.661 del fuselaje.....	121
Figura 3.33	Soporte en la estación 198.819 del fuselaje.....	121
Figura 3.34	Gatas hidráulicas- ala derecha, ala izquierda y nariz .....	122
Figura 3.35	Puntos para aliviar la presión del tren principal.....	122
Figura 3.36	Sujeción del tren al tecla .....	122
Figura 3.37	Puntos de sujeción del tren principal.....	123
Figura 3.38	Tren principal izquierdo desmontado .....	123

Figura 3.39	Celda de acceso por encima del fuselaje.....	124
Figura 3.40	Desconexión de alambre de control de vuelo y tendido eléctrico...	124
Figura 3.41	Puntos de sujeción parte superior del ala central con el fuselaje...	124
Figura 3.42	Remaches parte interior del fuselaje que une al ala central.....	125
Figura 3.43	Señalamiento de todos los remaches .....	125
Figura 3.44	Brocas y taladro neumático.....	126
Figura 3.45	Tomas de presión neumática .....	126
Figura 3.46	Perforamiento de remaches .....	126
Figura 3.47	Separación de las dos placas (Ala central y fuselaje) .....	126
Figura 3.48	Colocación de fajas alrededor del ala central.....	127
Figura 3.49	2 puntos de sujeción exterior, del ala central contra el fuselaje Dr.	127
Figura 3.50	2 puntos de sujeción exterior, del ala central contra el fuselaje Iz..	127
Figura 3.51	2 puntos de sujeción interior, del ala central contra el fuselaje Dr..	128
Figura 3.52	2 puntos de sujeción interior, del ala central contra el fuselaje Iz...	128
Figura 3.53	Colocación de fajas alrededor del ala central.....	128
Figura 3.54	Remoción de los 8 pernos, internos y externos del fuselaje .....	129
Figura 3.55	WD- 40 .....	129
Figura 3.56	Pernos de sujeción del ala central contra el fuselaje .....	129
Figura 3.57	Áreas despejadas.....	130
Figura 3.58	Desprendimiento del ala central y el fuselaje .....	130
Figura 3.59	Soga de control .....	131
Figura 3.60	Asentamiento del ala central sobre neumáticos .....	131
Figura 3.61	Cubierta de plástico en el fuselaje.....	131
Figura 3.62	Traslado del avión .....	132

## RESÚMEN

El presente trabajo se realizó con el propósito de contribuir con la necesidad de los estudiantes a tener una mejor visualización, manipulación y conocimientos de cada uno de los componentes básicos que constituye el avión FAIRCHILD F-227 J con matrícula HC-BHD. Además pretende ser un aporte en la enseñanza teórico práctico, ya que reforzará los conocimientos que estos adquieran permitiendo el contacto directo con un avión escuela.

El proyecto también incentiva a la construcción, el diseño, la implementación y creación de otras partes que contribuyan para mejoras del avión e Institución, logrando trabajos y conocimientos cien por ciento ecuatorianos.

El marco teórico brinda la posibilidad de adentrarse, de manera profunda, en el conocimiento del comportamiento y funcionamiento de las alas en general y en el desarrollo del tema se detalla la operación, las partes y componentes de cada uno de los sistemas, del avión FAIRCHILD F-227 J. en especial el desmontaje total de sus alas para comprender su importancia y poder realizar su correcto mantenimiento.

La implementación de este avión permite conocer e identificar todos los componentes de los diferentes sistemas que trabajan conjuntamente para poner en marcha sus respectivos motores. Se recopiló información acerca del funcionamiento de las alas, y de las herramientas a utilizarse tanto para el desmontaje que se lo realizó en la ciudad de Quito como para el montaje en los campus de Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, ubicado en la ciudad de Latacunga.

## SUMMARY

The present work was carried out with the purpose of contributing with the necessity of the students to have a better visualization, manipulation and knowledge of each one of the basic components that constitutes the airplane FAIRCHILD F-227 J with HC-BHD it registers. It also seeks to be a contribution in the practical theoretical teaching, since it will reinforce the knowledge that these they acquire allowing the direct contact with an airplane school.

The project also incentivates to the construction, the design, the implementation and creation of other parts that contribute for improvements of the airplane and Institution, achieving works and knowledge a hundred Ecuadorian percent.

The theoretical mark offers the possibility to go into, in a deep way, in the knowledge of the behavior and operation of the wings in general and in the development of the topic it is detailed the operation, the parts and components of each one of the systems, of the airplane FAIRCHILD F-227 J. especially the total disassembly of its wings to understand its importance and power to carry out its correct maintenance.

The implementation of this airplane allows to know and to identify all the components of the different systems that you/they work jointly to start its respective motors. Information was gathered about the operation of the wings, and of the tools to be used point for the disassembly that was carried out it in the city of Quito like for the assembly in the campus of Institute Technological Aeronautical Superior, located in the city of Latacunga.

## INTRODUCCIÓN

Para todo estudiante de nivel superior adquirir conocimientos actualizados en el medio que le compete a su especialización es de vital importancia, ya que, la competitividad en el campo laboral está medido por el tipo de conocimientos que el profesional posee.

En el mundo Aeronáutico es muy importante mantener actualizados los conocimientos de las nuevas tecnologías que son aplicadas a los diferentes modelos de aeronaves, partiendo de los aviones básicos de entrenamiento, tomando en cuenta que la tecnología acrecienta minuto a minuto.

Siendo el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, único establecimiento en nuestro país que forma especialistas técnicos en el campo de la aviación, es muy importante que disponga y facilite a sus estudiantes aviones comerciales como es el avión FAIRCHILD F-227 J con matrícula HC-BHD con sus respectivos manuales técnicos, ya que la aviación del Ecuador requiere de profesionales competentes.

En la actualidad la aviación presenta un nivel tecnológico de última generación, el mismo que demanda mayor calidad de educación en el que se encuentren involucrados los principios y bases en el área de mecánica.

Motivo por el que surge respuesta a la necesidad en la educación aeronáutica, la implementación de un avión escuela en los campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, en el que se pueda aplicar los conocimientos y desarrollar habilidades que han sido impartidos durante la formación de tecnólogos aeronáuticos en las especialidades de Motores y Aviones, aportando de esta manera un pilar fundamental a los futuros profesionales de la aviación que estarán en la capacidad de resolver problemas ligados a su carrera.

## **CAPÍTULO I**

**TEMA: DESMONTAJE DEL ALA PARTE INTERIOR DEL FUSELAJE DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 HC BHD PARA SU TRASLADO DEL ALA DE TRANSPORTE No. 11 HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO.**

### **1.1. Antecedentes**

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, creado para brindar Educación Superior a toda la juventud Ecuatoriana, mediante Acuerdo Ministerial No 3237 del 08 de Noviembre de 1999 y publicado en la Orden General No 032 del 15 de Noviembre del mismo año, para posteriormente ser registrado en el Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) con No 05-003, del 22 de Septiembre del 2000; en las Carreras de Mecánica, Electrónica , Telemática, Logística y Seguridad Aérea y Terrestre, formando profesionales comprometidos con el desarrollo aeroespacial y empresarial, contribuyendo de esta manera al avance tecnológico del país.

El Instituto desde sus inicios ha contado con laboratorios y talleres, mismos que al transcurrir el tiempo y con los avances tecnológicos han venido presentando dificultades e inconvenientes al momento de ser utilizados; un ejemplo claro son los aviones ubicados en el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, lo que ocasiona prestar servicios deficientes a sus estudiantes e incorrecto proceso de enseñanza - aprendizaje.

De no darle la importancia necesaria a lo antes detallado seguirá la pérdida de tiempo, pérdida de recursos (material), insatisfacción de los usuarios, mal

aprovechamiento del espacio físico con el que cuenta el Instituto y por ende el desprestigio de la misma.

Por consiguiente, es prioritaria la adquisición e implementación en los patios del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico un avión escuela comercial con sus respectivos manuales en buen estado.

## **1.2. Justificación e importancia.**

El presente proyecto se desarrolla con el fin de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la preparación académica en el Instituto, y de esta manera reforzarlos. Por esta razón se propuso realizar el desmontaje del ala parte interior del fuselaje del avión FAIRCHILD F - 227 J con matrícula HC-BHD, ubicado en el ala de transporte N° 11 de la ciudad de Quito, para contribuir con el traslado al campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, ubicado en la ciudad de Latacunga y de este modo proporcionar material de apoyo para docentes y estudiantes interesados en la aviación.

La implementación de un avión escuela en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, ayuda a reconocer todos los componentes y sistemas que el avión posee, mejorando el nivel técnico práctico en todos sus estudiantes.

La importancia de la realización de este proyecto recae directamente en los estudiantes que inician esta carrera, ya que contarán con un avión escuela comercial para su respectivo entrenamiento práctico, obtener mayor habilidad en el manejo de herramientas, manuales técnicos, y reconocer directamente todos los sistemas que tiene el avión, y podrán satisfacer sus dudas y vacíos generados en las aulas.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Desmontar el ala, parte interior del fuselaje del avión FAIRCHILD F - 227 J con matrícula HC - BHD para contribuir con el traslado mediante la planificación de la logística y los procesos técnicos hacia las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico para que este sea utilizado como un avión escuela.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Conseguir todos los manuales e información necesaria que ayude en el desmontaje del ala parte interior del fuselaje.
- Organizar y procesar la información obtenida.
- Determinar y adquirir todas las herramientas o equipos de apoyo que vayan a ser utilizadas durante todo el proceso de desmontaje.
- Establecer las medidas de prevención y protección frente a los riesgos presentes en el trabajo, resaltando el grado de riesgo y dificultad.
- Diseñar un plan de trabajo según los procedimientos que indica el Manual de Mantenimiento y en las Órdenes Técnicas.
- Desmontar el ala parte interior del fuselaje.

### **1.4. Alcance**

El presente trabajo que se pretende abordar estará enmarcado en el ámbito del campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, docentes y estudiantes civiles y militares de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

## CAPÍTULO II

### 2.1. Introducción.

<sup>1</sup>El hombre desde comienzos de la humanidad quiso imitar el vuelo de las aves y siempre trato de hacer realidad este sueño. En su afán de conquistar el universo, alcanzó ya a dominar la tierra y los mares, faltándole solamente adueñarse del cielo para compartir con las aves el espacio infinito, esa era su ambición suprema.

Desde entonces, muchas leyendas se han forjado por demostrar que el hombre realizó los esfuerzos más insólitos por conseguir el dominio de las alturas hasta alcanzar la morada de los Dioses, sitio que hoy lo comparte gracias a su decidido espíritu de conquista.

La industria Aeronáutica fue en un primer momento pura artesanía, ya que la construcción de aparatos tenía lugar en talleres o garajes y con precarios medios que consiguiesen alzar el vuelo tras el impulso y la carrera por parte del arriesgado piloto.

Los primeros pasos de la industria aeronáutica se dieron merced a unas aeronaves "hechas íntegramente en casa", con la excepción de sus motores en una buena parte de los casos.

Muchos habían sido los precursores que persiguieron por los más diversos medios volar con una aeronave "más pesada que el aire" pero fueron los hermanos Wright los primeros que lo consiguieron de manera controlada con su Flyer I.

---

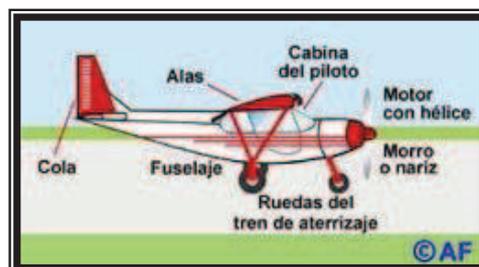
<sup>1</sup> Antecedentes aeronáuticos/ Ing. J. Medina Pág. 11

Por otra parte también se inició el desarrollo de la infraestructura terrestre necesaria para facilitar el vuelo. Se construyeron aeropuertos y se desarrollaron códigos internacionales de comunicación.

Debido a algunas colisiones aéreas entre aviones, se tomó consciencia de la necesidad de instalar torres de control en los aeropuertos y se investigó sobre las ayudas a la navegación que se podían ofrecer desde la tierra.

De este modo se facilitaron los primeros vuelos nocturnos y en condiciones ambientales adversas. Tuvieron lugar los primeros aterrizajes a ciegas gracias a estas ayudas, y la meteorología también se desarrolló en favor de la aviación. Ya en esta época, incluso, tuvo lugar el primer vuelo con piloto automático.

## 2.2. Partes principales del avión



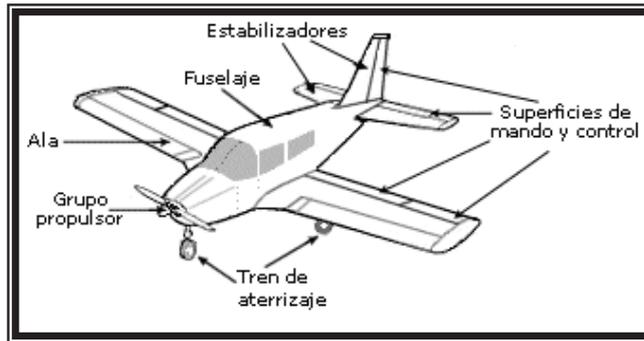
**Figura 2.1.** Partes principales del avión.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

El avión para su estudio se divide en las siguientes partes:

- Fuselaje
- Alas
- Conjunto de cola
- Tren de aterrizaje
- Grupo moto propulsor



**Figura 2.2.** División del avión.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

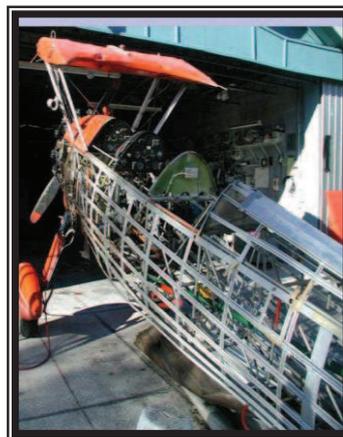
Realizado por: Pablo PUSDÁ

### 2.2.1. El fuselaje

El fuselaje es el conjunto del avión (cuerpo del avión), la tripulación, pasajeros, carga y gran parte de los mecanismos que se necesita para controlar el avión se alojan en él.

La forma del fuselaje varía en relación a la misión del avión. La sección transversal tiende a ser de forma circular.

La razón de esta forma geométrica es porque con esta forma se alivia las cargas que impone la presurización de la cabina.



**Figura 2.3.** El fuselaje.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

### 2.2.2. Las alas

La función principal de las alas es la de dar la fuerza sustentadora al avión, cada una de las partes que tenemos a ambos lados del avión constituyen la parte estructural que presentan al aire una superficie plana y sirven para sustentar el aparato en vuelo.

Se realiza mediante la introducción de variaciones en el área de las alas u ofreciendo mayor resistencia al aire durante las maniobras de aterrizaje y despegue. De esa forma se logra reducir al mínimo la velocidad necesaria para despegar o aterrizar, esto dependerá del peso y tamaño del avión, así como de las recomendaciones del fabricante.

La aerodinámica es la ciencia que estudia detalladamente como se genera la sustentación del ala y en general el comportamiento del avión en el aire.



**Figura 2.4.** Las alas.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

### 2.2.3. Conjunto de cola

El empenaje o cola de un avión se compone de un estabilizador horizontal y otro vertical.

El estabilizador horizontal es el encargado de controlar el desplazamiento en profundidad del avión mientras que el vertical controla el desplazamiento direccional.



**Figura 2.5.** Conjunto de cola.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

#### 2.2.4. Trenes

Es el mecanismo al cual se fijan las ruedas del avión. Los aviones pequeños suelen tener solamente tres ruedas, una debajo de cada ala y otra en el morro o nariz. En modelos de aviones antiguos o en los destinados a realizar acrobacia aérea, esa tercera rueda se encuentra situada en la cola. En el primer caso la configuración se denomina “triciclo” y mantiene todo el fuselaje del avión levantado al mismo nivel sobre el suelo cuando se encuentra en tierra. En los aviones que tienen la rueda atrás, llamada también “patín de cola”, el morro o nariz se mantiene siempre más levantado que la cola cuando el avión se encuentra en tierra.

Al igual que un vehículo terrestre cualquiera, el avión posee también frenos hidráulicos en los trenes de aterrizaje, que actúan sobre las ruedas y detienen el avión.



**Figura 2.6.** Trenes.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

### 2.2.5. Grupo moto propulsor

En los aviones pueden existir de uno o más motores los cuales ayudan a que este se pueda elevar, empujar y acelerar.

Es un conjunto de piezas móviles y fijas que gracias a la reacción química del combustible se transforma en calor y este calor en trabajo.

Gracias a los eventos diferentes realizados en las diferentes guerras la ciencia han ido evolucionando y modificado la tecnología Aeronáutica, tomando como motor modelo el JT-8D en el grupo de los motores a reacción.

### 2.3. Las alas<sup>2</sup>

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, o sea, todos aquellos factores que proporcionen el rendimiento óptimo para compaginar la mejor velocidad con el mayor alcance y el menor consumo de combustible posibles.



**Figura 2.7.** Las alas.

**Fuente:** <http://images.google.com.ec/images>.

**Realizado por:** Pablo Pusedá

---

<sup>2</sup> <http://www.sjap.nl/27.htm>

Los pioneros de la aviación tratando de emular el vuelo de las aves, construyeron todo tipo de artefactos dotados de alas articuladas que generaban corrientes de aire.

Solo cuando se construyeron máquinas con alas fijas que surcaban el aire en vez de generarlo, fue posible el vuelo de máquinas más pesadas que el aire. Aunque veremos que hay alas de todos los tipos y formas, todas obedecen a los mismos principios explicados con anterioridad.

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.



**Figura 2.8.** Avances del ala.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

### **2.3.1. Cómo se crea la sustentación**

La sustentación que mantiene al avión en el aire sólo se puede crear en presencia de un fluido, es decir, de la masa de aire que existe dentro de la atmósfera terrestre. Ni la sustentación ni la resistencia se producen en el vacío. Por esa razón las naves espaciales no necesitan alas para moverse en el espacio exterior donde no hay aire, con excepción de los transbordadores que sí la necesitan para maniobrar a partir del momento que reingresan en la atmósfera terrestre y poder después aterrizar.

### **2.3.1.1. Teorías de Bernoulli y de Newton**

Existen dos teorías acerca de la creación de la sustentación: la de Bernoulli y la de Newton. Aunque ninguna de las dos se considera perfecta, ayudan a comprender un fenómeno que para explicarlo de otra forma requeriría de una demostración matemática compleja.

- **Teorema de Bernoulli**

La teoría del científico suizo Daniel Bernoulli (1700-1782), constituye una ayuda fundamental para comprender la mecánica del movimiento de los fluidos. Para explicar la creación de la fuerza de levantamiento o sustentación, Bernoulli relaciona el aumento de la velocidad del flujo del fluido con la disminución de presión y viceversa.

Según se desprende de ese planteamiento, cuando las partículas pertenecientes a la masa de un flujo de aire chocan contra el borde de ataque de un plano aerodinámico en movimiento, cuya superficie superior es curva y la inferior plana (como es el caso del ala de un avión), estas se separan. A partir del momento en que la masa de aire choca contra el borde de ataque de la superficie aerodinámica, unas partículas se mueven por encima del plano aerodinámico, mientras las otras lo hacen por debajo hasta, supuestamente, reencontrarse en el borde opuesto o de salida.

Teóricamente para que las partículas de aire que se mueven por la parte curva superior se reencuentren con las que se mueven en línea recta por debajo, deberán recorrer un camino más largo debido a la curvatura, por lo que tendrán que desarrollar una velocidad mayor para lograr reencontrarse. Esa diferencia de velocidad provoca que por encima del plano aerodinámico se origine un área de baja presión, mientras que por debajo aparecerá, de forma simultánea, un área de alta presión. Como resultado, estas diferencias de presiones por encima y por debajo de las superficies del plano aerodinámico provocan que la baja presión lo succione hacia arriba, creando una fuerza de levantamiento o sustentación.

En el caso del avión, esa fuerza actuando principalmente en las alas, hace que una vez vencida la oposición que ejerce la fuerza de gravedad sobre éste, permita mantenerlo en el aire.

Representación gráfica de la teoría de Bernoulli. El flujo de partículas de la masa de aire al chocar contra el borde de ataque del ala de un avión, se bifurca y toma dos caminos: (A) un camino más largo, por encima de la superficie curva del plano aerodinámico y otro camino más corto (B), por debajo.

En la parte superior se crea un área de baja presión que succiona hacia arriba venciendo, en el caso del ala, la resistencia que opone la fuerza de gravedad.



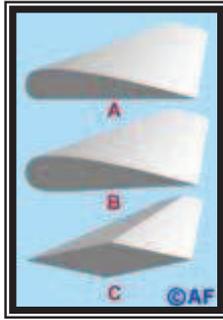
**Figura 2.9.** Teorema de Bernoulli.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

El teorema de Bernoulli es la explicación más comúnmente aceptada de cómo se crea la sustentación para que el avión se mantenga en el aire. Sin embargo esa teoría no es completamente cierta, pues si así fuera ningún avión pudiera volar de cabeza como lo hacen los cazas militares y los aviones de acrobacia aérea, ya que al volar de forma invertida no se crearía la fuerza de sustentación necesaria para mantenerlo en el aire al variar la forma de las alas. De hecho, las alas de esos tipos de aviones son simétricas por ambos lados.

Secciones transversales de tres tipos diferentes de alas: (A) ala estándar. (B) perfil típico del ala de un avión de acrobacia aérea. (C) ala de un caza de combate. Observe que ni el ala "B" ni la "C" son planas por debajo.



**Figura 2.10.** Secciones transversales.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

De cualquier forma la teoría de Bernoulli no es desacertada por completo, pues en realidad durante el vuelo de un avión el aire siempre se mueve más rápido por la parte de arriba que por la de abajo del ala, independientemente de la forma de su sección transversal. Esa diferencia de velocidad origina una baja presión encima del ala que la succiona hacia arriba y, por tanto, crea la sustentación. Sin embargo, contrariamente a esa teoría, las partículas que viajan por arriba de un plano aerodinámico nunca se llegan a reencontrar con las que viajan por debajo.

- **Teorema de Newton**

Por su parte, el matemático y físico inglés Sir Isaac Newton (1642-1727) planteaba que las moléculas de aire actuaban de forma similar a como lo hacen otras partículas.

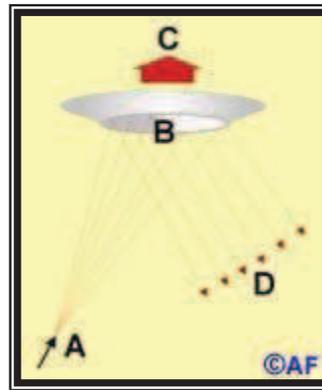
De ahí se desprende que, las partículas de aire al golpear la parte inferior de una superficie aerodinámica deben producir el mismo efecto que si disparamos una carga de perdigones al fondo de un plato o disco irrompible.

De esa forma parte de su velocidad la transferirían al plato, éste se elevaría y los perdigones rebotarían después de hacer impacto.

Newton quería demostrar con esa experiencia que las partículas de aire actuaban de forma similar a como lo harían los perdigones, pues al chocar éstas con la

parte de abajo de una superficie aerodinámica, le transfieren velocidad empujándola hacia arriba.

Representación gráfica de la teoría de Newton: (A) Disparo de perdigones. (B) Impacto en el fondo de un plato o disco irrompible. (C) La velocidad que transfieren los perdigones al plato o disco hace que éste se eleve. (D) Los perdigones rebotan y caen después del impacto.



**Figura 2.11.** Teorema de Newton.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

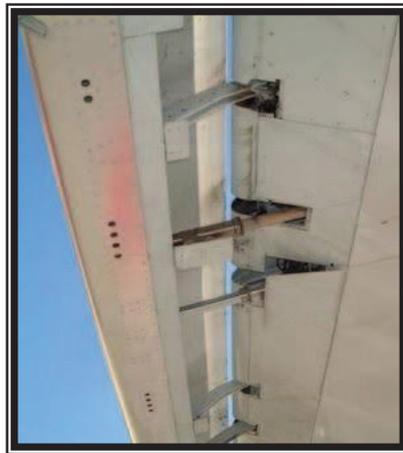
Esta teoría de Newton tampoco es completamente exacta, pues no tiene en cuenta la función que tiene la superficie superior del plano aerodinámico para crear la sustentación. Sin embargo, para condiciones de vuelo hipersónicas, que superen en cinco veces la velocidad del sonido y en densidades del aire muy bajas, la teoría de Newton sí se cumple, pues esas son, precisamente, las condiciones a las que se enfrentan los transbordadores en el espacio antes de reingresar en la atmósfera terrestre.

En relación con el teorema de Bernoulli y la teoría de Newton lo importante es comprender que la creación de la sustentación dentro de la atmósfera terrestre depende tanto de la superficie de arriba como la de abajo del ala y de las diferentes áreas de presiones que se crean. A pesar de que ninguna de las dos teorías se puede considerar completamente perfectas ayudan, no obstante, a

comprender el fenómeno de cómo se crea la sustentación que permite a los aviones mantenerse en el aire.

## 2.4. Perfil alar

Es la forma de la sección del ala, es decir lo que veríamos si cortáramos esta transversalmente "como en rodajas". Salvo en el caso de las 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.



**Figura 2.12.** Perfil alar.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

### 2.4.1. Descripción del perfil

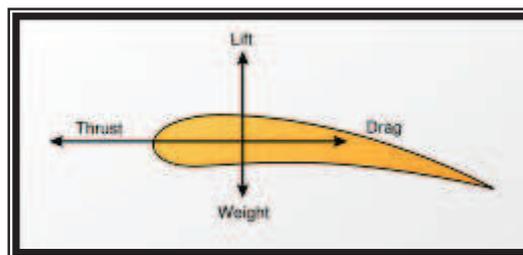
En aeronáutica se denomina perfil alar, perfil aerodinámico o simplemente perfil, a la forma plana que al desplazarse a través del aire es capaz de crear a su alrededor una distribución de presiones que genere sustentación. Es uno de los elementos más importantes en el diseño de superficies sustentadoras como alas, o de otros cuerpos similares como alabes o palas de hélice o de rotor.

Según el propósito que se persiga en el diseño, los perfiles pueden ser más finos o gruesos, curvos o poligonales, simétricos o no, e incluso el perfil puede ir variando a lo largo del ala.

Al sumergir un cuerpo como en el seno de una corriente fluida, siempre aparece una fuerza que empuja al cuerpo sumergido.

El ejemplo, de perfil rectangular, demuestra ser poco eficiente desde el punto de vista aerodinámico, pues los perfiles eficaces normalmente presentan un arrastre mucho menor y una sustentación enorme. Para ello suelen tener redondeada la zona enfrentada a la corriente (borde de ataque), y afilada la zona opuesta (borde de fuga o borde de salida).

Habitualmente las características aerodinámicas de un perfil alar se encuentran sometiendo a ensayo modelos de perfiles en un túnel aerodinámico (también llamado túnel de viento) o en un túnel.



**Figura 2.13.** Descripción del perfil.

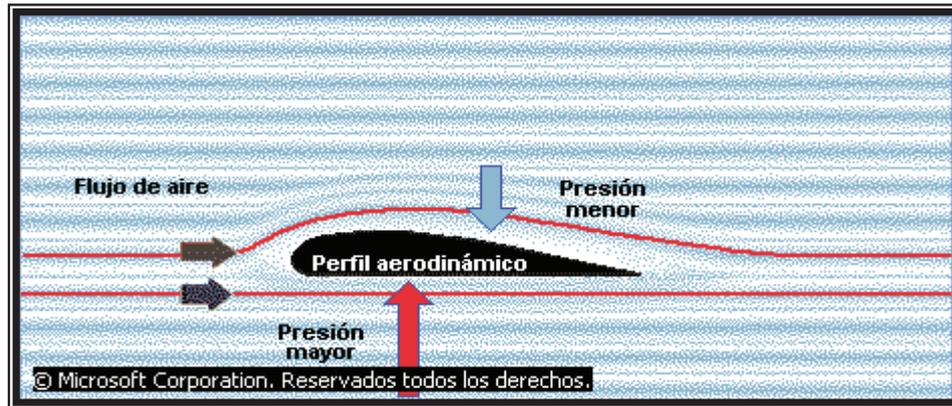
Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

En ellos se miden la sustentación y la resistencia al variar el ángulo de ataque y las condiciones de la corriente fluida (normalmente la velocidad de ésta), y se llevan a unas gráficas de características del perfil.

El perfil aerodinámico es la forma plana que al desplazarse a través del aire es capaz de crear a su alrededor una distribución de presiones que genera sustentación.

Es un elemento importante en el diseño de superficies sustentadoras como alas, o de otros cuerpos similares como alabes o palas de hélice o de rotor.



**Figura 2.14.** Perfil aerodinámico.  
Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.  
Realizado por: Pablo PUSDÁ

Las alas son los elementos del avión responsables de la sustentación. Su forma geométrica juega un papel fundamental en la sustentación cuando el aire pasa a través de ellas. A la forma geométrica obtenida tras efectuar un corte transversal del ala se denomina perfil. Las alas tienen perfiles diseñados específicamente para las características del avión.

La forma y el tamaño de las alas de un avión varían mucho con los requerimientos aerodinámicos. Aquellas alas de los aviones supersónicos suelen estar inclinadas hacia atrás, dejando al avión con el aspecto de una punta de flecha dirigida hacia adelante y muy estilizada. Esta forma permite minimizar la brusca variación de compresión cuando el avión se acerca a la velocidad del sonido. La gran importancia del ala dentro de la estructura del avión se pone de manifiesto con la creación de las alas volantes, aviones en los que el fuselaje y la cola se han suprimido por completo.

#### **2.4.2. Tipos de perfiles**

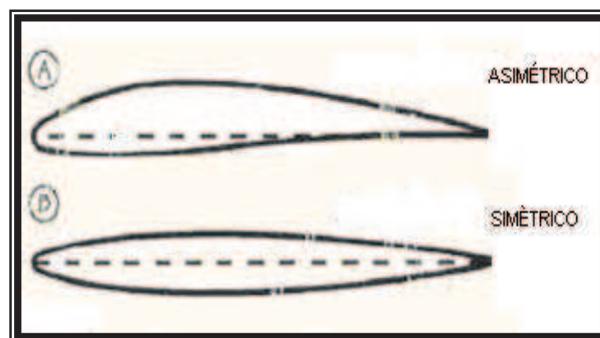
Existen una variedad de diseños según el propósito que se va utilizar, los perfiles pueden ser más finos o gruesos, curvos o poligonales, simétricos o asimétricos, e incluso el perfil puede ir variando a lo largo del ala. La estructura general de un ala consiste en un armazón de largueros y costillas características recubierto por planchas metálicas unidas y sujetas al mismo por remaches.

En un avión pequeño el recubrimiento puede ser de lona, contrachapado o de fibra de vidrio impregnada de resina. Los largueros y costillas van desde el fuselaje hasta la punta del plano. Se pueden usar uno o varios largueros, siendo el diseño más común es el de dos. Las costillas se disponen perpendiculares a ellos y dan al ala su forma exterior. Si el recubrimiento es de planchas metálicas, estas también participan del esfuerzo que soporta el ala en si.

Este modelo de recubrimiento resistente del plano se usa en los grandes aviones, aunque cada vez se están utilizando más plástico reforzado que suele ser de alta resistencia, y se aplica tanto en el recubrimiento de algunas partes del ala como en la estructura. Así podemos encontrar los siguientes tipos de perfiles:

#### 2.4.2.1. Perfiles según su forma

Estos pueden ser Asimétricos y Simétricos:



**Figura 2.15.** Perfiles según su forma.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

- **Asimétricos.-** Aquellos con diferencias de curvatura entre extrados e intrados. Con ángulo de ataque igual a cero producen sustentación. Son los que equipan las superficies alares de la totalidad de los planeadores actuales.
- **Simétricos.-** Respecto a su cuerda, no producen sustentación con ángulo de ataque igual a cero. Son los utilizados en estabilizadores y derivas.

### 2.4.2.2. En relación a su estabilidad

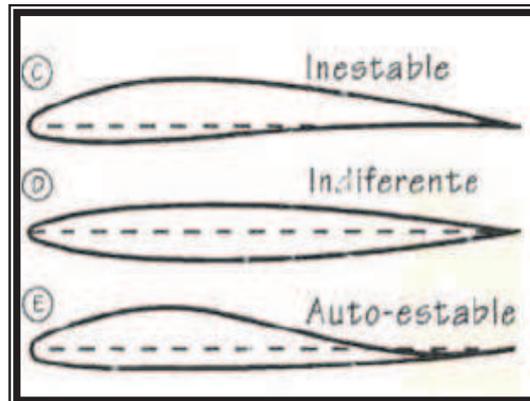


Figura 2.16. Perfiles según su estabilidad.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- **Inestables:** Son los de perfiles asimétricos y tienen tendencia a apartarse de su posición de equilibrio por lo que necesitan de “estabilizadores” para mantener el vuelo rectilíneo.
- **Indiferentes:** Generalmente los perfiles simétricos, que mantienen una trayectoria de vuelo siendo necesaria una corrección para desviarlos de ella.
- **Auto-estables:** Son los que auto-estabilizan la trayectoria de vuelo (alas volantes, alas delta).

### 2.4.2.3. En relación a su espesor

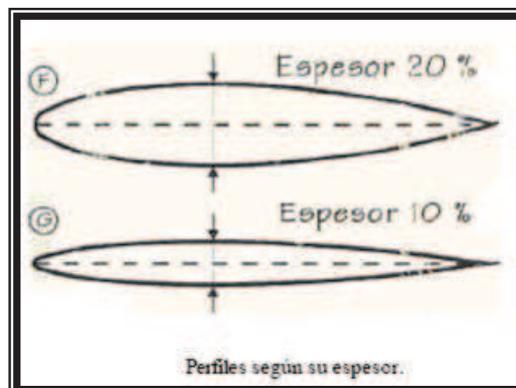


Figura 2.17. Perfiles según su espesor.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

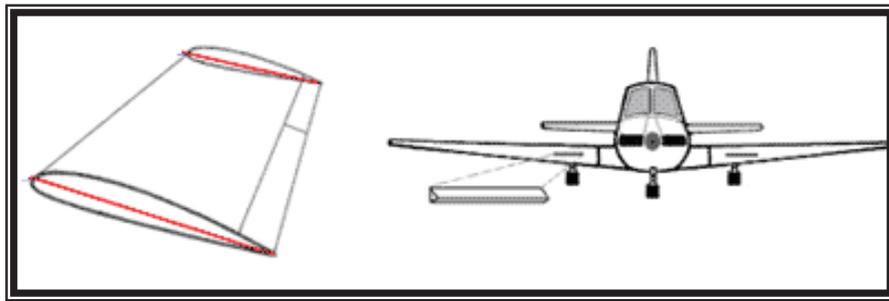
Realizado por: Pablo PUSDÁ

- **Alto espesor:** mayor al 15% de la cuerda, producen gran sustentación pero también más resistencia.

Son utilizados en aviones de baja velocidad o de gran carga alar (aviones de transporte).

- **Bajo espesor:** menor al 15% de la cuerda, producen menos sustentación y menos resistencia. Son utilizados en aviones de alta velocidad.

#### 2.4.2.4. En relación a la posición del máximo espesor



**Figura 2.18.** Máximo espesor.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- **Críticos:** Con el punto de máximo espesor atrasado (a un 40-50% de la cuerda), no admiten ángulos de ataque elevados, ni baja velocidad (con bajo espesor, en veleros de última generación).
- **Nobles:** Con el punto de máximo espesor adelantado (a un 25-30% de la cuerda), admiten ángulos de ataque elevados (15-18°) y tienen una velocidad de pérdida más baja permitiendo un pilotaje menos experto (con alto espesor, en veleros de iniciación).

## 2.5. Partes del perfil alar

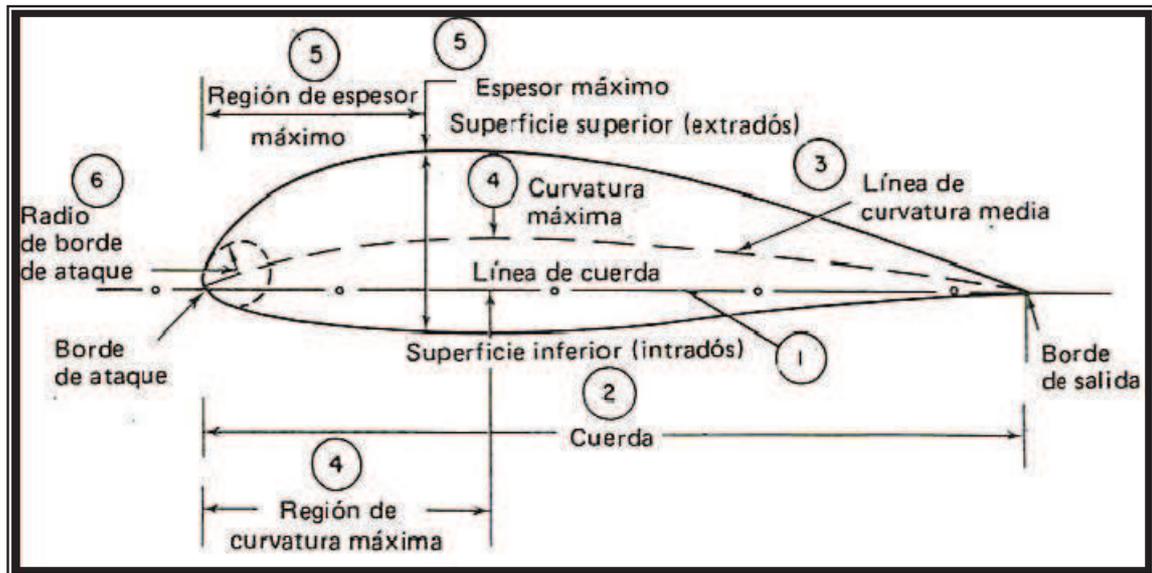


Figura 2.19. Partes del perfil alar.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

- **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 perturbado por el ala retorna a la corriente libre.

- **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 extrados y el intrados.

- **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.

- **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.

- **Curvatura**

Del ala desde el borde de ataque al de salida. Curvatura superior se refiere a la de la superficie superior (extrados); inferior a la de la superficie inferior (intrados), 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 total correspondiente a las alas.

## ▪ 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.

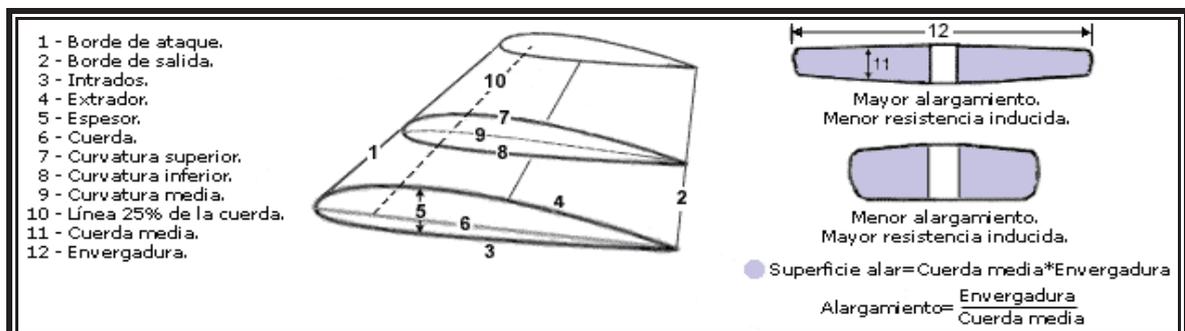
## ▪ Alargamiento

Cociente entre la envergadura y la cuerda media. Este dato nos dice la relación existente entre la longitud y la anchura 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.

Este cociente afecta a la resistencia inducida de forma que: a mayor alargamiento menor es la resistencia.

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.



**Figura 2.20.** Perfil alar.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

## 2.6. Tipos de alas por su forma.<sup>3</sup>

- **Flecha**

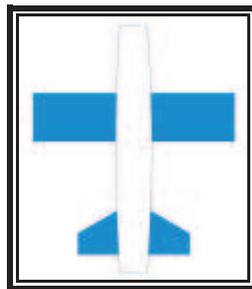
Ángulo que forman las alas (más concretamente la línea del 25% de la cuerda) respecto del eje transversal del avión.

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).

Para tener una idea más gráfica, pongamos nuestros brazos en cruz como si fueran unas alas; en esta posición tienen flecha nula, si los echamos hacia atrás tienen flecha positiva, y si los echamos hacia delante tienen flecha negativa.

- **Rectangular o recta**

Es típica de las avionetas, un ala con forma de rectángulo. Muy barata y fácil de construir.



**Figura 2.21.** Ala recta.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

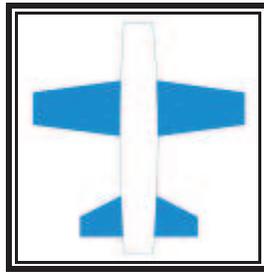
Realizado por: Pablo Pusdá

---

<sup>3</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/ATA\\_27\\_chapter\\_numbers](http://en.wikipedia.org/wiki/ATA_27_chapter_numbers)

- **Trapezoidal**

También típica de avionetas, es un ala que su anchura de la raíz a la punta se reduce progresivamente dándole una forma trapezoidal. Es más eficiente que el ala recta.



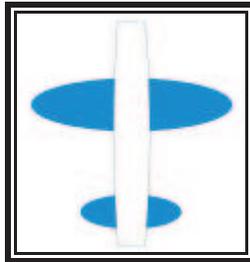
**Figura 2.22.** Ala trapezoidal.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- **Elíptica**

Ala que minimiza la resistencia inducida. Típica de algunos cazas de la Segunda Guerra Mundial.



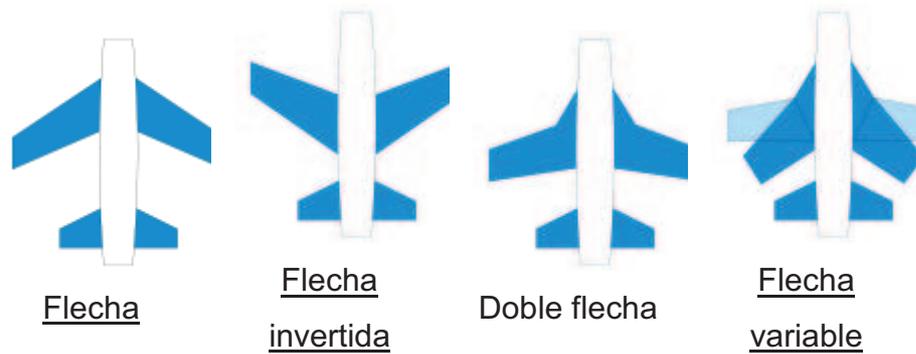
**Figura 2.23.** Ala elíptica.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- **Flecha**

El ala forma un ángulo no recto con el fuselaje. Típico de aviones en vuelo subsónico alto.



**Figura 2.24.** Ala flecha.  
 Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.  
 Realizado por: Pablo PUSDÁ

- **Delta**

Usado en nuevas tecnologías aeronáuticas.



**Figura 2.25.** Ala delta.  
 Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.  
 Realizado por: Pablo PUSDÁ

- **Ojival**

Es una variación del ala en forma de delta. El avión supersónico Concorde es un claro ejemplo para este tipo de ala.



**Figura 2.26.** Ala ojival.  
 Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.  
 Realizado por: Pablo PUSDÁ

## 2.7. Tipos de alas por el Diedro

Es el ángulo formado por las dos partes que componen el ala, vista de frente.

- **Diedro positivo, negativo, neutro.**

Se llama ángulo Diedro, o simplemente Diedro, a la posición de espacio comprendida entre dos semiplanos que tienen un borde común, y están situados en planos distintos.

El efecto Diedro es la tendencia de un avión a girar sobre su eje longitudinal al aplicar timón.

Si el avión trata de bankear hacia el pedal aplicado, se dice que el efecto Diedro es positivo, si trata de bankear hacia el otro lado, el efecto Diedro es negativo.

El efecto Diedro dependerá de la posición del ala respecto al fuselaje y de la magnitud del ángulo de deslizamiento. Visto el avión de frente, ángulo en forma de "V" que forman las alas con respecto al horizonte.



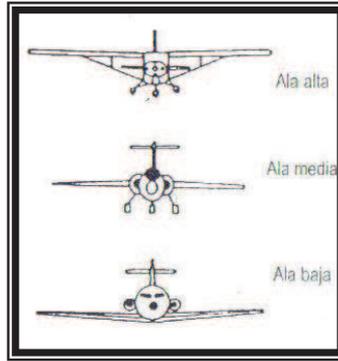
**Figura 2.27.** Tipo de alas por Diedro.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusedá

## 2.8. Tipo de alas por su posición

Si nos referimos a la posición o situación del ala en el avión hay tres posiciones fundamentales, que son: ala alta, ala media, y ala baja. Existe, incluso, una posición superior que se denomina ala parasol, ya no muy frecuentes.



**Figura 2.28.** Tipo de alas por su posición.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

- **Ala alta**

Es mucho más estable que uno de ala baja y tiende menos al balanceo o efecto péndulo.

El peso del avión está debajo del ala, por lo que el fuselaje tiende estabilizarse hacia abajo como si se tratase de un péndulo para igualar fuerzas.



**Figura 2.29.** Ala alta.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

- **Ala media**

Tiene el ala en la mitad del fuselaje. Es el acrobático por excelencia. Tienen el centro de gravedad en el centro del fuselaje por lo que pueden realizar todas las acrobacias que se le ocurran. Sólo son recomendables, como los de ala baja para personas que hayan pasado la fase de entrenamiento. Con un perfil de ala bien elegido pueden llegar a ser muy veloces.



**Figura 2.30.** Ala media.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- **Ala baja**

Este avión tiene su centro de gravedad más bajo que los anteriores lo que le permite realizar prácticamente todas las maniobras acrobáticas existentes. Son más inestables por lo que no son aconsejables a personas con poca experiencia que no hayan pasado de la fase de entrenamiento. Necesitan una velocidad de vuelo más alta con lo que los aterrizajes se vuelven un poco más difícil.



**Figura 2.31.** Ala baja.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

## 2.9. Superficies aerodinámicas

La acción del aire sobre la superficie aerodinámica se manifiesta en fuerzas que se ejercen sobre el avión en vuelo. Estas fuerzas se estudian en los textos de aerodinámica.

Aunque el avión es, en su totalidad, un conjunto de superficies aerodinámicas se suele reservar este nombre a las superficies que tienen por objeto producir la sustentación y fuerzas de estabilización y control de vuelo.

Las superficies aerodinámicas básicas son las alas, estabilizadores y superficies de control de vuelo.

### 2.9.1. Superficies flexibles de control



**Figura 2.32.** Superficies flexibles de control.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

Los aviones poseen, como mínimo, cuatro superficies flexibles o móviles exteriores que le permiten despegar y aterrizar, mantenerse en el aire y cambiar el rumbo. Dos de esas superficies son los alerones y los flaps, situados en las alas; las otras dos son, el timón de dirección (o timón de cola) y el timón de profundidad (o elevadores), ambas situadas en la cola.

El movimiento o control de las superficies flexibles lo realiza el piloto desde la cabina empleando dos dispositivos:

- Timón, (sustituido en algunos aviones por una palanca o bastón).
- Pedales de freno.

## 2.9.2. Superficies flexibles de las alas



**Figura 2.33.** Superficies flexibles principales situadas en las alas de los aviones.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

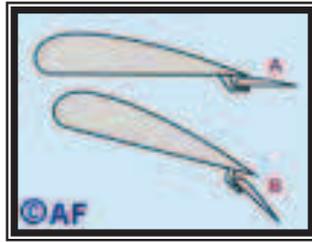
### 2.9.2.1. Alerones (Ailerons)

Se encuentran situados en el borde trasero de ambas alas, cerca de las puntas. Su función es inclinar el avión en torno a su eje longitudinal "X", con el fin de levantar un ala más que la otra, sobre todo al hacer un giro para cambiar la dirección. Esta inclinación la ejecuta el piloto haciendo girar el timón o la palanca hacia la derecha o la izquierda, según se quiera inclinar las alas en un sentido o en otro.

Los alerones se mueven en sentido opuesto, es decir, cuando uno sube el otro baja.

### 2.9.2.2. Flaps (o Wing Flaps)

Forman parte del borde trasero de las alas. En los aviones pequeños los flaps suben y bajan de forma mecánica mediante una palanca que acciona manualmente el piloto. En los de mayor tamaño y velocidad resulta prácticamente imposible mover las superficies flexibles a mano. Por esa razón en esos aviones una pequeña palanca graduada, situada a la derecha del piloto, junto a los aceleradores de los motores está destinada a accionar el sistema hidráulico que se encargan de moverlos.



**Figura 2.34.** Sección transversal de un ala: (A) Flap recogido. (B) Flap parcialmente desplegado hacia abajo.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

La función de los flaps o “wing flaps” es modificar la forma aerodinámica del ala proporcionando una mayor sustentación al avión cuando vuela en régimen de velocidad lento y a baja altura, tanto en el despegue como en el aterrizaje. Durante el despegue los flaps se despliegan parcialmente unos grados hacia afuera y hacia abajo. Esta variación permite un mayor desvío de aire en el ala originando un incremento en la sustentación.

Una vez que el avión se encuentra en el aire, el piloto recoge poco a poco los flaps para eliminar la resistencia adicional que estos introducen al desplazamiento del avión y poder alcanzar la velocidad de crucero, es decir, la velocidad máxima que el fabricante aconseja para cada tipo avión, de acuerdo con su tamaño y potencia del motor o motores. De no recogerse los flaps, al aumentar la fuerza del aire a medida que el avión desarrolla más velocidad puede llegar a desprenderlos de las alas.

Durante la maniobra de aproximación a la pista y la preparación para el aterrizaje es necesario disminuir la velocidad del avión. Cuando se encuentra ya cerca del comienzo o cabeza de la pista, el piloto despliega de nuevo los flaps para aumentar la sustentación, compensando así la que se pierde al disminuir velocidad y altura.

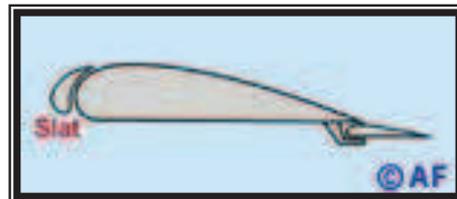
### **2.9.3. Otros dispositivos de control situados en las alas**

Además de los alerones y los flaps, las alas pueden llevar también los siguientes dispositivos de control:

- Slats
- Spoilers
- Slots.

### 2.9.3.1 Slats

Son superficies flexibles aerodinámicas auxiliares situadas en el borde delantero o de ataque del ala, que funcionan automáticamente en algunos aviones o controlados por el piloto en otros. La función de los slats, al igual que los flaps, es alterar momentáneamente la forma del ala durante el despegue y el aterrizaje para aumentar la sustentación, además de facilitar el control del movimiento lateral del avión.



**Figura 2.35.** Slat colocado en el borde de ataque del ala.

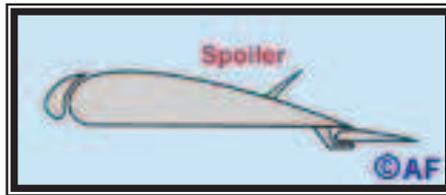
Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusedá

Cuando el ángulo de ataque de las alas se incrementa, los slats se mueven hacia fuera del borde. Ese movimiento provoca que el ángulo de ataque del flujo de aire disminuya con relación al área total de las alas. De esa forma el aire que se mueve por encima del ala se suaviza reduciendo las turbulencias de los remolinos que se forman sobre su superficie durante el vuelo.

### 2.9.3.2 Spoilers

Los spoilers o frenos de aire son también superficies flexibles consistentes en dos tiras de metal colocadas sobre la superficie superior de cada ala. El piloto puede levantar cada spoiler de forma independiente durante el vuelo para controlar el movimiento lateral del avión o hacerlos funcionar de forma conjunta, para que actúen como frenos de aire, una vez que el avión aterriza.



**Figura 2.36.** Spoiler desplegado sobre la superficie superior del ala.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

Cuando ambos spoilers se levantan, anulan la fuerza de sustentación y provocan que el avión pierda impulso una vez que ha tocado tierra. De esa forma todo el peso del avión se traslada directamente a las ruedas, facilitando su detención total después que el piloto oprime los pedales de freno que actúan sobre las ruedas.

### 2.9.3.3 Slots.

Los slots son ranuras situadas cerca del borde de las alas que dejan pasar el flujo de aire cuando ésta cambia el ángulo de ataque. Su función es reducir también las turbulencias que provocan durante el vuelo los remolinos que se generan sobre la superficie del ala.

## 2.10. Componentes estructurales del ala

La estructura interna del ala está constituida por largueros, larguerillos y costillas.

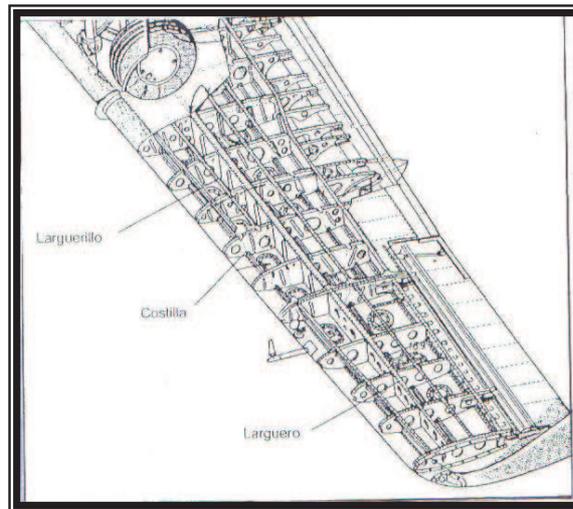
### ▪ Componentes principales:

- Largueros.
- Costillas.
- Revestimiento.
- Herrajes.

### ▪ Componentes secundarios:

- Costillas Falsas.
- Larguerillos.
- Refuerzos.

## 2.10.1. Componentes principales del ala



**Figura 2.37.** Componentes principales del ala.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

### 2.10.1.1. Largueros (Spar)

Es una viga que se extiende a lo largo del ala, es el componente principal de la estructura del ala y son los que soportan los esfuerzos de flexión y torsión.

Es el miembro principal de la estructura del ala; es el componente que soporta las cargas principales en vuelo y en tierra.

En la figura se muestra un detalle de la estructura del ala correspondiente a un avión ligero avanzado. Observe la disposición de los largueros en el entramado estructural del ala. La sección recta de esta viga suele tener forma de "I".

El material de construcción es aleación de aluminio de muy alta resistencia.

Las fuerzas que soporta el ala varían a lo largo de la envergadura, por lo cual los largueros pueden ser de sección variable a lo largo de ésta, con lo que se disminuye el peso estructural.

### **2.10.1.2. Costilla (Rib)**

Es el miembro delantero y posterior de la estructura del ala, son las que dan la forma al perfil y transmite la carga del revestimiento a los largueros.

Las costillas son los elementos transversales del ala y cumplen dos funciones:

- Dar la forma al contorno del ala.
- Añadir rigidez y resistencia al conjunto.

En la figura se muestra un grupo de costillas durante el proceso de ensamblaje, con el revestimiento inferior del ala ya instalado. Las costillas pueden ser de dos tipos de construcción:

- De chapa.
- Mecanizadas.

Las primeras, como su nombre indica, están hechas de chapa y se emplean en aviones ligeros donde el espesor de la chapa requerida no es muy grande. Las costillas mecanizadas se fabrican en máquinas herramientas a partir de grandes planchas de material. Las costillas mecanizadas se emplean en aviones de mayor peso y características, como es el caso de los aviones.

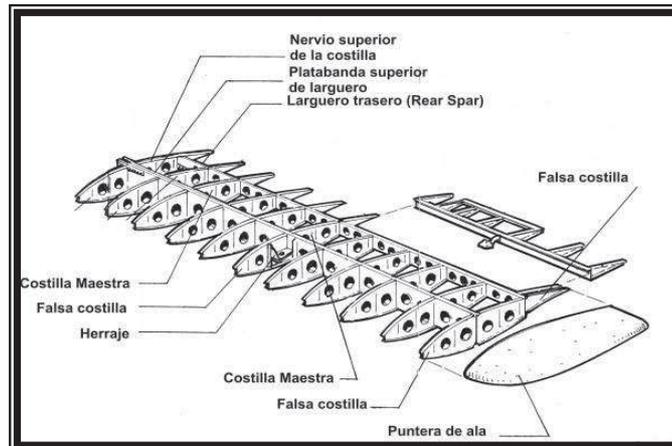
### **2.10.1.3. Revestimiento (Skin)**

Su función es la de dar y mantener la forma aerodinámica del ala, contribuye también a la resistencia estructural.

### **2.10.1.4. Herrajes (Fitting)**

Son componentes de metal para unir determinadas secciones del ala, de este componente depende en gran parte la resistencia estructural del ala, los herrajes soportan esfuerzos, vibraciones y deflexiones.

## 2.10.2. Componentes secundarios del ala



**Figura 2.38.** Componentes secundarios del ala.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

### 2.10.2.1. Costillas falsas

Este componente sirve para mantener la forma del revestimiento y están ubicadas entre el larguero y el borde de ataque.

### 2.10.2.2. Larguerillos (Stringer)

Son miembros longitudinales del ala que se encargan de transmitir las cargas que soportan el recubrimiento a las costillas del ala.

Se emplean para reforzar la estructura del ala. Estos miembros estructurales se sitúan en sentido longitudinal, a través de las costillas.

Los larguerillos proporcionan asimismo la superficie necesaria para unir con remaches la chapa de revestimiento del ala.

### 2.10.2.3. Refuerzos

Es una placa delgada que suministra gran resistencia al corte.

## 2.11. Caja del ala

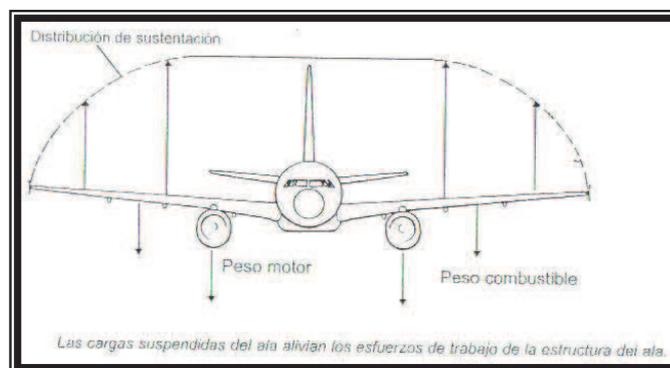
El primer larguero del ala está situado aproximadamente entre el 25 y 30 por ciento de la cuerda del ala. El segundo, que frecuentemente es el último, está situado alrededor del 70 por ciento de la citada cuerda.

Si se tiene en cuenta que sobre los largueros se coloca el revestimiento metálico resulta que se forma una estructura en forma de "caja". Este volumen se llama caja del ala ("wing box") y normalmente suele alojar los depósitos integrales de combustible situados en los planos.

La caja del ala es un conjunto estructural integral que aporta una ventaja fundamental respecto a otros posibles tipos de construcción: a igualdad de resistencia mecánica frente a las cargas en vuelo es el conjunto más ligero.

## 2.12. Alivio de esfuerzos por cargas concentradas

- En conjunto, el problema estructural del ala consiste en resolver de forma eficiente la resultante de dos fuerzas: la sustentación y las fuerzas opuestas que son, fundamentalmente, las generadas por las partes más pesadas que suelen engancharse en ella (motores, en algunos casos el tren principal, y carga del combustible).



**Figura 2.39.** Alivio de esfuerzos por cargas concentradas.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

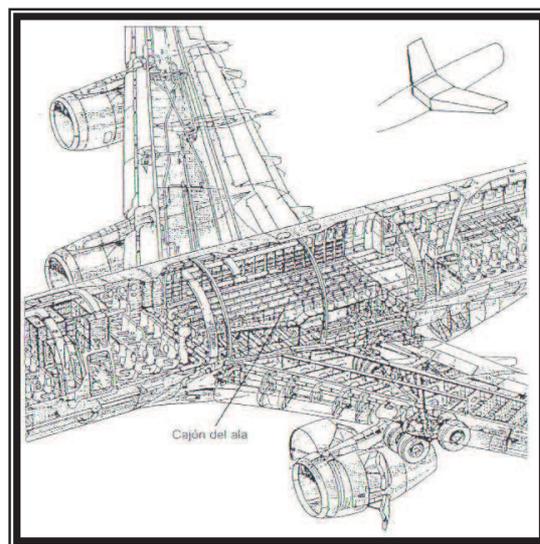
Realizado por: Pablo PUSDÁ

- La sustentación, al ser una fuerza cuyo punto de aplicación está lejos del fuselaje, produce en éste un momento flector de reacción muy alto. El problema es cómo absorber este momento flector.

Si el ala se encastra directamente en el fuselaje, éste se encuentra sometido a los tremendos momentos flectores que se originan en vuelo, resultado final de la fuerzas de sustentación.

Hay dos técnicas para resolver el problema, una de aplicación en la aviación de combate y otra en la aviación comercial.

En la aviación de combate es normal emplear formeros en anillo en el fuselaje y en particular el esquema simplificado de la derecha del dibujo que muestra la disposición de los formeros (en realidad, prolongaciones de los largueros del ala. Como elemento continuador del entramado estructural del ala resulta que las cargas de flexión que induce la sustentación son soportadas por los formeros, pero no afectan al fuselaje, de manera que previenen la flexión del mismo.



**Figura 2.40.** Detalle de construcción con “cajón central”.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

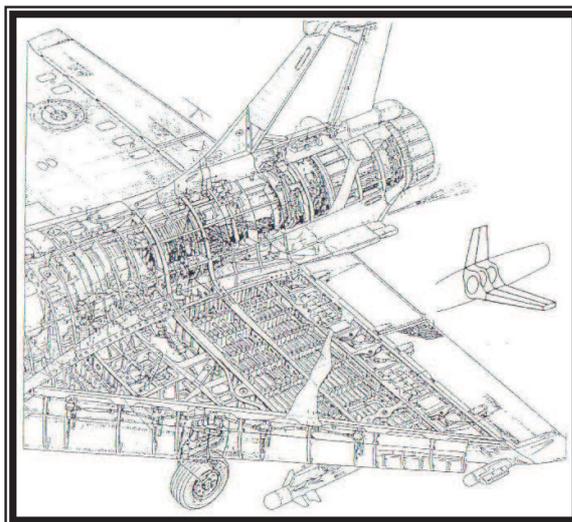
- El diseño de formeros en anillo, consiste como hemos dicho en un grupo de cuadernas de muy alta resistencia, pesadas, que disponen de herrajes laterales donde se anclan los planos del ala para dar continuidad estructural al conjunto.

Esta estructura es más pesada que la de "cajón central", pero presenta algunas ventajas, que comentamos brevemente.

En efecto, el "cajón central" tiene el inconveniente de ocupar un gran volumen en la zona central del fuselaje, de manera que su empleo tiende a aumentar la sección recta del fuselaje en dicha zona.

Hay numerosos aviones ligeros y algunos regionales de transporte que emplean este tipo de construcción, con soportes para absorber los momentos flectores del ala.

Es la solución más fácil, pero con el gran inconveniente del incremento de la resistencia aerodinámica.



**Figura 2.41.** Detalle de construcción con formeros en anillo.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusedá

## **2.13. El mástil**

El mástil es el soporte del motor cuando se sitúa en el ala. El mástil debe absorber la carga de empuje del motor, a la vez que las resistencias aerodinámicas que ocasiona el propio motor.

La resistencia aerodinámica que produce la instalación completa es máxima cuando se para el motor en vuelo, o cuando gira en molinete (turbinas en régimen de autorrotación, o en su caso con la hélice en molinete). Además de estas cargas la estructura del mástil debe soportar cargas laterales y giroscópicas.

### **2.13.1. Cargas laterales**

Se introducen por ráfagas de aire. También, en ciertas condiciones de vuelo, el aire entra en el motor (o pasa por el disco de la hélice) según un eje inclinado. Se produce así una carga lateral en el mástil por el enderezamiento que sufre la corriente de aire. En efecto, si la entrada de aire del motor ejerce una cierta fuerza sobre la corriente de aire, para enderezarla cuando entra en el motor, existe una reacción igual y contraria que es la fuerza que la corriente de aire ejerce sobre el mástil.

### **2.13.2. Cargas giroscópicas**

Aparecen como consecuencia de la variación del plano de rotación del conjunto giratorio de los turborreactores (compresores y turbina) o de la hélice (motores de émbolo y turbohélices).

Estas cargas se calculan a los máximos regímenes de variación en cabeceo y guiñada previstos para el avión.

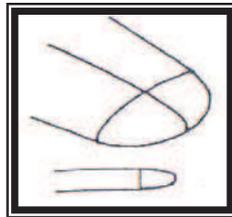
También, en el caso de los aviones de hélice es necesario considerar los momentos de torsión que aparecen debidos al giro de la hélice.

## 2.14. Tipos de borde marginal de ala

- **Borde redondeado**

Borde marginal fácil de fabricar, su mayor virtud. Permite que el flujo de aire pase sin dificultad desde la parte inferior del ala a la superior, formando un torbellino de gran intensidad.

La resistencia aerodinámica inducida aumenta debido a la fortaleza del torbellino formado.



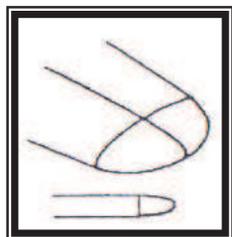
**Figura 2.42.** Borde redondeado.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

- **Borde afilado**

Al contrario que el borde redondeado, el aire encuentra más dificultades para escapar desde la parte inferior del ala a la superior, rodeando el borde. Por ello es un borde marginal más eficiente desde el punto de vista aerodinámico. Se encuentra en todas las alas de baja resistencia aerodinámica.



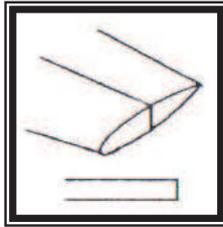
**Figura 2.43.** Borde afilado.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

- **Borde recto**

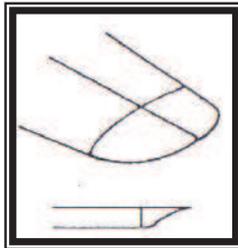
Es sencillamente un corte transversal del plano. Forma torbellinos de punta de ala de mayor intensidad que el borde afilado. Sin embargo, en conjunto, posee mayor rendimiento aerodinámico y su fabricación es más simple.



**Figura 2.44. Borde recto.**  
Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.  
Realizado por: Pablo PUSDÁ

- **Borde de Hoerner**

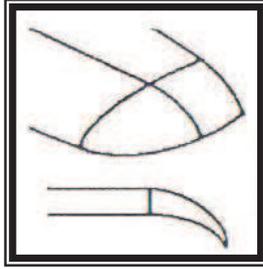
Se forma manteniendo la línea superior del ala pero el perfil inferior se corta con una curvatura de 30° de inclinación, aproximadamente. Es uno de los bordes más eficientes desde el punto de vista aerodinámico. La fabricación de este borde es complicada.



**Figura 2.45. Borde de Hoerner.**  
Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.  
Realizado por: Pablo PUSDÁ

- **Borde cóncavo**

Es una terminación de ala parecida al borde de Hoerner pero con el perfil doblado hacia abajo. Tiene el efecto de incrementar la envergadura efectiva del ala (alargamiento) sin que aumente el valor geométrico de la misma de forma significativa.



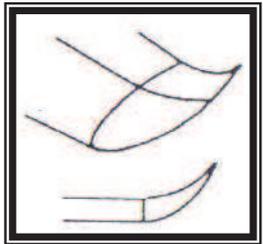
**Figura 2.46.** Borde cóncavo.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- **Borde convexo**

Perfil similar al borde cóncavo. La punta del ala se dobla hacia arriba, construcción que es preferida muchas veces porque el extremo del borde queda lejos del suelo, situación opuesta al caso del borde cóncavo.



**Figura 2.47.** Borde convexo.

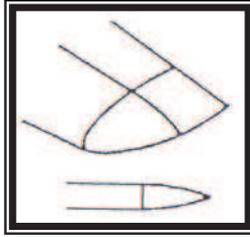
Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- **Borde con flecha posterior**

El ángulo de flecha de este borde tiene el efecto de retrasar la zona de formación de los torbellinos de punta del ala, hacia el borde de salida.

Da lugar a un torbellino menos intenso (menor resistencia aerodinámica y turbulencia de estela). No obstante es una construcción que tiende a aumentar los esfuerzos de torsión del ala.



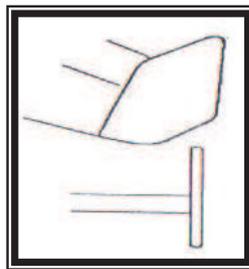
**Figura 2.48.** Borde con flecha posterior.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- **Borde en placa**

Responde a la idea de independizar las zonas de presión del intradós y extradós del ala. Tipo de borde poco usado. Aumenta el área mojada del ala (mayor resistencia de fricción, que puede compensar su menor resistencia inducida).



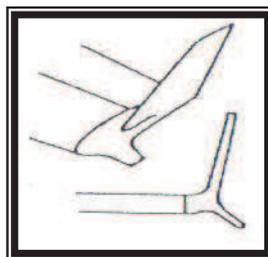
**Figura 2.49.** Borde en placa.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- **Winglet**

Borde de amplio empleo. Aprovecha la energía del torbellino de punta del ala para producir una resultante aerodinámica hacia adelante (empuje). Compensa así parte de la resistencia inducida que produce.



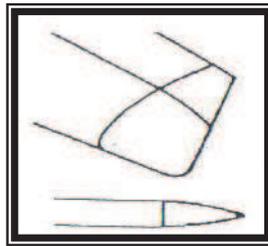
**Figura 2.50.** Winglet.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- **Borde con flecha anterior**

Se suele emplear en aviones supersónicos. El ángulo de flecha del borde es aproximadamente igual al ángulo que forma el cono de Mach en vuelo supersónico, es decir, se elimina la parte del borde marginal que queda dentro del citado cono. La ventaja es que disminuyen los esfuerzos de torsión del ala permitiendo a veces una estructura más ligera (caso del F-15).



**Figura 2.51.** Borde con flecha anterior.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

## **2.15. Sistema de Protección contra el hielo**

El problema de formación de hielo puede surgir durante el vuelo a través de nubes que contienen gotas de agua extremadamente frías y durante la operación en tierra en condiciones de poca visibilidad con una temperatura del aire próxima al punto de congelación.

Un motor necesita protección contra la formación de hielo que se presenta a la entrada del motor y sobre el borde de ataque de conducto de entrada de aire.

La formación de hielo en esta zona puede restringir considerablemente el flujo de aire a través del motor, originando una degradación de su comportamiento con posible fallo del motor.

Debido al desprendimiento de trozos de hielo también se puede producir daño al compresor por la ingestión e impacto de los mismos (FOD).

Existen 2 sistemas básicos de protección contra el hielo, los motores turbo Jet generalmente usan un suministro de aire caliente y los motores de Turbo Hélice usan energía eléctrica o una combinación de energía eléctrica y aire caliente.

El sistema de aire caliente se usa generalmente para evitar la formación de hielo y se le conoce como sistema anti hielo. El sistema alimentado por energía eléctrica se usa para romper el hielo que se ha formado en la superficie y se le conoce como sistema de deshielo.

El sistema de aire calentado proporciona calentamiento de la superficie del motor en su borde de ataque.

El aire caliente para el sistema anti hielo normalmente se extrae de la última etapa del compresor y se conduce externamente por medio de ductos hasta las piezas que requiere anti hielo.

El sistema anti hielo o sistema de aire caliente es independiente en cada motor.

### **2.15.1. Sistema descongelador de superficie**

El sistema descongelador de superficie remueve las acumulaciones de hielo del borde de ataque de cada ala y de los estabilizadores horizontales.

Esto se efectúa inflando y desinflando alternativamente las botas descongeladoras. La presión necesaria para inflar las botas se obtiene del aire sangrado regulado que viene de los motores.

Un eyector operado por aire sangrado que emplea el efecto de ventura produce vacío para desinflar las botas y mantenerlas desinfladas cuando no se están usando.

Para asegurar la operación del sistema si falla un motor, tiene incorporado una válvula de paso direccional en la línea de aire sangrado de cada motor para evitar el escape de presión por el compresor del motor inoperativo.

Las fases de operación de inflado y desinflado están controladas por medio de una válvula distribuidora.

Un interruptor de tres posiciones en el subpanel del piloto rotulado Deice Cycle – Single – Off – Manual (Ciclo del Descongelador – Simple – Desconectado – Manual) controla la operación del descongelador. El interruptor es de tipo resorte de carga para que vuelva a la posición Off (Desconectado) de la posición Single (Simple) o Manual. Cuando se selecciona la posición Single (Simple), la válvula distribuidora se abre para inflar las botas de las alas.

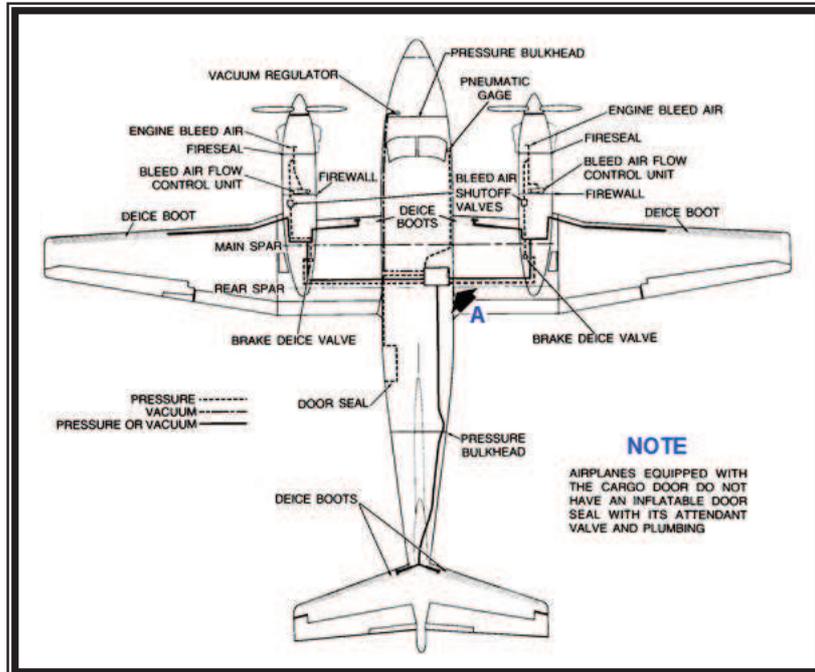
Después de un período de inflado de aproximadamente 6 segundos, un controlador de tiempo electrónico cambia la válvula distribuidora para desinflar las botas del ala y comienza un ciclo de inflado de cuatro segundos de las botas del estabilizador horizontal.

Cuando estas botas se han inflado y desinflado, el ciclo está completado. Cuando el interruptor se mantiene en la posición Manual todas las botas se inflan simultáneamente y permanecerán infladas hasta que se suelte el interruptor.

El interruptor se devolverá a la posición Off (Desconectado) cuando se vuelve. Después del ciclo las botas permanecerán desinfladas por medio de vacío hasta que el interruptor se active nuevamente.

Para una operación más eficaz, permita que se forme por lo menos ½ pulgada de hielo antes de intentar la remoción del hielo. El hielo muy delgado puede quebrarse y pegarse a las botas en lugar de desprenderse.

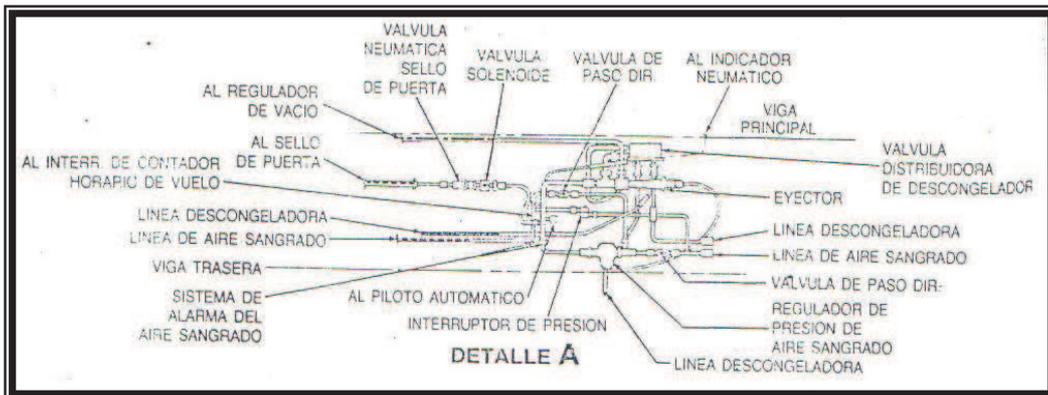
Las operaciones subsiguientes de las botas tendrán tendencia a formar una cubierta de hielo afuera del control del borde de ataque, haciendo ineficaz todos los esfuerzos para remover el hielo.



**Figura 2.52.** Esquema del sistema descongela dor de superficie.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ



**Figura 2.53.** Esquema del sistema descongela dor detalle A.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

## 2.16. Sistema de combustible

El sistema de combustible de avión guarda el combustible y entrega la cantidad apropiada limpia a la presión correcta a las demandas del motor.

Un sistema de combustible bien diseñado asegura influjo positivo de combustible fiable a lo largo de todas las fases de vuelo que incluye los cambios en la altitud, maniobras violentas y aceleración súbita y desaceleración.

Además, el sistema debe ser bastante libre de la tendencia al Vapor Lock que puede ser el resultado de los cambios en tierra y vuelo según las condiciones climáticas. Los tanques de combustible están montados sobre el carburador, alimentados a gravedad. Una válvula selectora encargada para detener el flujo de combustible o seleccionar un tanque en particular. En una coladera se filtra el combustible antes de que alcance al carburador.

Aviones equipados con un motor de rendimiento alto requieren un sistema que proporciona el combustible al carburador a una presión positiva. La fuente básica para esta presión es una de combustible manejada por el motor, excepto bombas de combustible auxiliares.

#### **2.16.1. Propósito del sistema de combustible**

- **Almacenar**

El propósito es almacenar el combustible y proporcionar el mismo a los motores la cantidad precisa, limpia y a la presión correcta para satisfacer las necesidades del motor.

- **Suministrar**

Suministro continuo, seguro y automático durante todo el envolvente de vuelo.

- **Monitorear**

Monitoreo completo de la operación (indicadores de combustible).

## 2.16.2. Subsistemas del sistema de combustible.

1. Subsistema de tanques
2. Subsistema de Ventilación y Presurización
3. Subsistema de Transferencia a Presión y Gravedad
4. Subsistema de Reabastecimiento a Presión y Gravedad
5. Subsistema de alimentación a Presión y Gravedad
6. Subsistema de Indicación

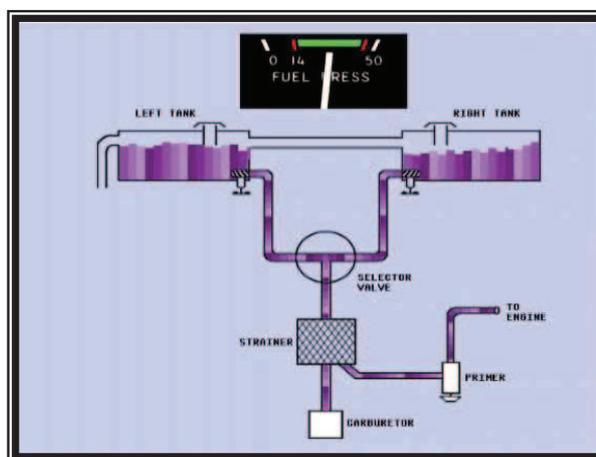
## 2.16.3. Tipos de sistema de combustible

Existen dos tipos los cuales se diferencian por el modo de enviar el combustible desde el tanque al motor y/o unidad de combustible, estos son:

- **Por gravedad**

Este sistema esta en uso en un gran número de aviones de baja potencia aún cuando tienen un diseño elemental, no se ocupa en aeronaves de alta potencia, a causas de la disposición estructural y las exigencias mas elevadas de presión.

Los sistemas por gravedad, los tanques de combustible deben estar colocados sobre el carburador a una distancia suficiente para dar presión de combustible y flujo.



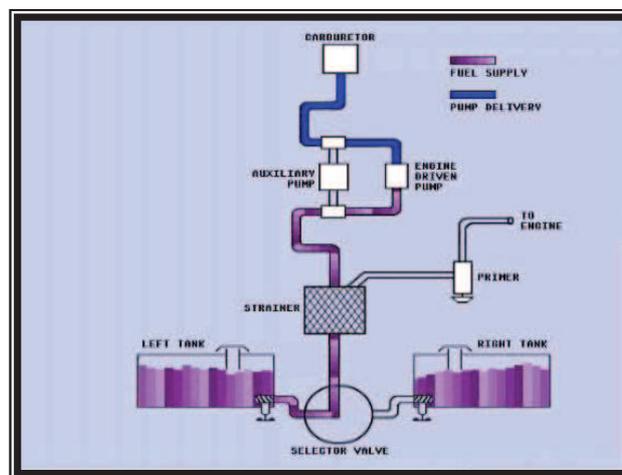
**Figura 2.54.** Sist. De combustible por gravedad.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

- **Por presión**

En las aeronaves donde no es posible instalar el tanque de combustible a la distancia requerida sobre el motor y/o unidad de control de combustible y cuando la presión de combustible necesaria para un buen funcionamiento de estas unidades es relativamente alta (por que el sistema de combustible no la puede proporcionar), el sistema, necesariamente constara de bombas para mantener la presión al valor adecuado para el correcto funcionamiento del motor y/o la unidad de control de combustible.



**Figura 2.55.** Sist. De combustible por presión.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

## **2.17. Sistema de combustible del avión y del motor**

El sistema de combustible para su mejor estudio se lo ha dividido en dos grandes grupos uno muy independiente del otro-como son:

### **2.17.1. Sistema de combustible del avión**

- Tanques de combustible
- Bomba reforzadora (BOOSTER PUMP)
- Cañerías y mangueras de combustible
- Válvula selectora
- Filtro principal de combustible

- Indicador de flujo, presión y cantidad de combustible
- Válvulas de drenaje Válvulas shut - off

### 2.17.2. Sistema de combustible del motor

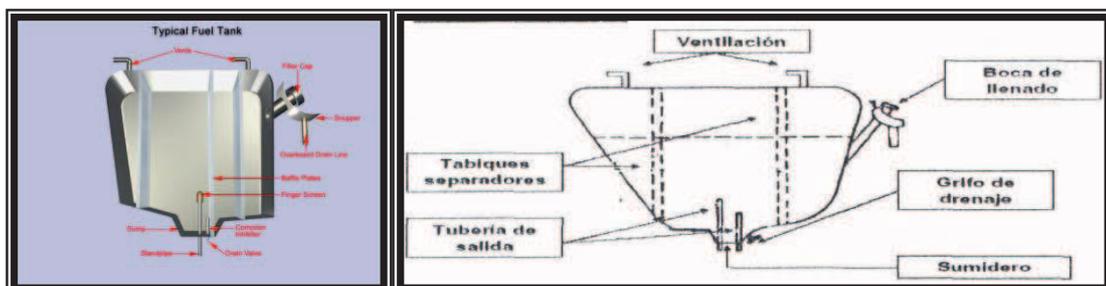
Comienza desde el lugar donde el combustible es entregado a la bomba accionada al motor e incluye:

- Bomba de combustible accionada por el motor
- Cañerías y mangueras de combustible
- Unidad de control de combustible (seleccionar el combustible adecuado, medir el combustible regulado, enviar combustible a los inyectores, mantener flujo de combustible según los requerimientos)
- Válvula difusora de flujo
- Inyectores (asegurar una buena pulverización del combustible)
- Existen Boquillas Pulverizadoras dobles de combustible en algunos motores de turbina para una mejor Atomización y Modelo Uniforme de Flujo

### 2.18. Componentes del sistema de combustible

Los componentes básicos de un sistema de combustible incluyen los tanques, líneas, válvulas, las bombas, filtros, las unidades medidoras, válvulas de vertedero de combustible, y medios por transferir el combustible.

#### 2.18.1. Tanques de combustible



**Figura 2.56.** Tanques de combustibles.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusedá

- **Función**

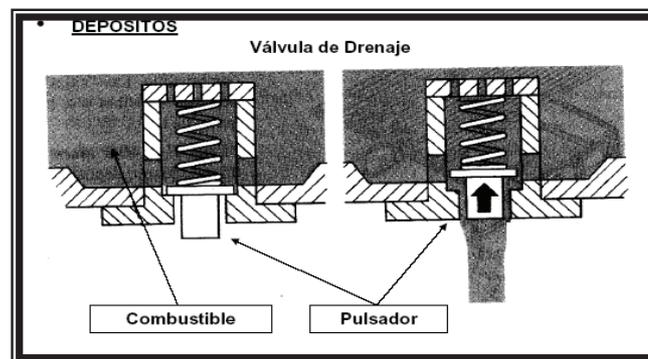
El propósito es almacenar el combustible y proporcionar el mismo al motor o motores.

- **Características**

Los tanques de combustible deberán estar provistos con drenajes y colectores para permitir la remoción de agua y suciedad, que generalmente se acumula en la parte mas baja del tanque, deben tener una ventilación adecuada, puesto que previene la entrega de combustible a una baja presión, la que puede restringir el flujo de combustible y causar la detención del motor

Los tanques deben estar provistos con deflectores internos para evitar un cambio muy brusco en la posición del combustible, lo que provocaría una variación en el balance del avión esto es aplicable a los tanques principales del ala donde el cambio rápido del peso del combustible puede causar la pérdida del control del avión.

Los deflectores también ayudan a prevenir al salpicado o chapoteo del combustible, lo cual puede contribuir al bloqueo de vapores.



**Figura 2.57.** Elementos básicos del sistema.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

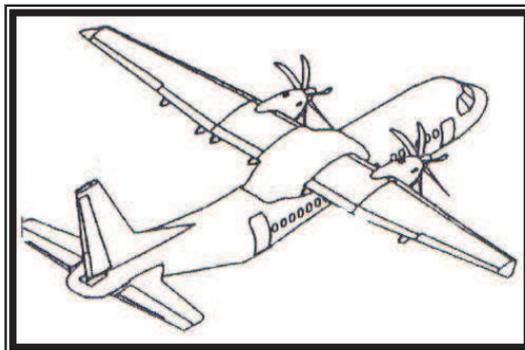
## ▪ Tipos

La colocación tamaño y forma y tipos de construcción de los tanques de combustible varía con el tipo y misión del avión. Como cada tanque debe caber en el compartimiento en el cual estará colocado, hay una estrecha relación entre el tamaño y la forma del depósito y el lugar donde estará ubicado.

La construcción del tanque también depende mucho del tipo del avión. Por lo general los aviones de combate pueden estar provistos de tanques de auto-obtención, mientras que los depósitos de aviones de transporte y los de carga, usualmente son de construcción de metal.

- **Tanques de Metal.-** Son de aleación de aluminio, contruidos para que forme parte de la estructura del avión, estos tanques forman un borde de ataque y uno de salida en su interior tienen una o mas celdas conectados por tubos, además tienen un tubo de ventilación y un punto de llenado.
- **Tanques de Vejiga o Caucho.-** Actualmente son utilizados en aviones de combate (K Fir - Ce), y en algunos aviones comerciales pero solo en tanques auxiliares; comúnmente no son muy utilizados por que son muy frágiles (se rompen fácilmente, provocando fugas de combustible) y su mantenimiento es muy costoso.

## 2.19. Sistema de combustible de aviones multimotores



**Figura 2.58.** Sistema de combustible de aviones multimotores.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

## ▪ Generalidades

El sistema de combustible para un avión que tiene dos o más motores normalmente no presenta problemas. En un número grande de tanques se exige a menudo llevar el combustible necesario.

Estos tanques pueden localizarse en las partes extensamente separadas del avión, como el fuselaje y las secciones dentro del casco y externas de las alas. Los sistemas de combustible de motor individuales deben interconectarse para que pueda darse el combustible de los varios tanques a cualquier motor. En caso de la falla del motor, debe alimentarse el combustible normalmente del motor inoperante disponible para los otros.

## ▪ Crossfeed system and Shutt Off valve

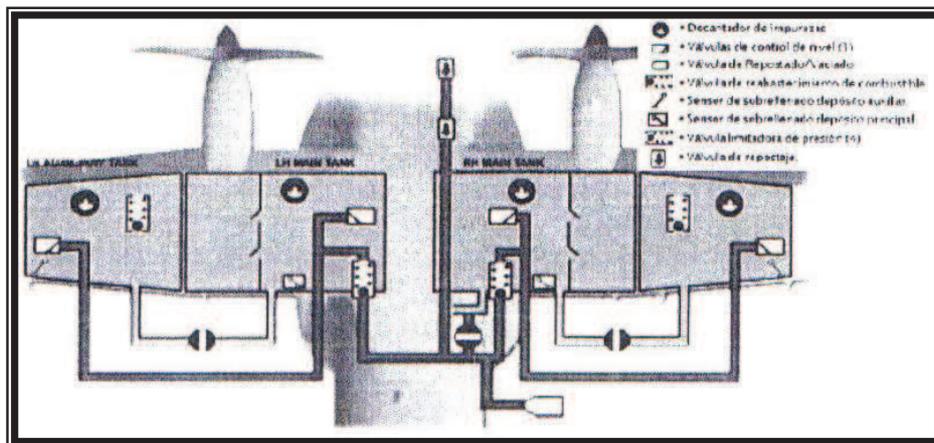


Figura 2.59. Crossfeed system and Shutt Off valve.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusedá

## Crossfeed valve

En aviones multimotores deberá construirse de tal manera, que cada motor se alimente de su propio estanque. Sin embargo, otros medios pueden agregarse para la transferencia de combustible de un tanque a otro, o para que funcionen dos motores con un solo tanque de emergencia, mediante un sistema de alimentación cruzada (XFEED). "Mantener la estabilidad de la aeronave"

## **Shutt Off valve**

Estas válvulas controlan la entrada de combustible o flujo de la línea principal de los tanques de fuselaje al motor y al postquemador. Está controlada por el interruptor automático desde la cabina Fuel Cut/Off. La llave de la válvula corta llama posee una cubierta roja de seguridad, que la mantiene en posición abierta.

### **2.20. Líneas de combustibles**

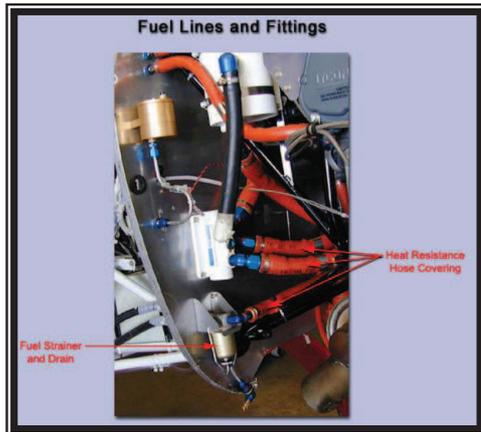
En un sistema de combustible del avión, los tanques y otros componentes normalmente están unidos por líneas de combustible hechas de metal, dónde la flexibilidad es necesaria, por las longitudes.

La cañería generalmente esta echa de aleación aluminio, y la manga flexible es hecha de caucho sintético o Teflón.

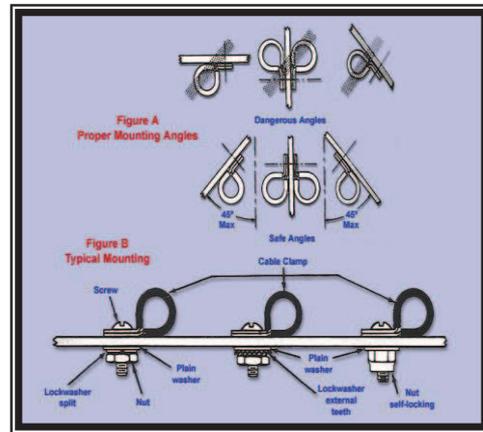
El diámetro de la tubería se gobierna por los requisitos de flujo de combustible del motor.

Las cañerías flexibles están diseñadas para resistir un intenso calor.

- Las líneas de combustible deben tener un tamaño adecuado para llevar un máximo de flujo de combustible requerido bajo todas las condiciones de operación del motor, y no deberán tener dobladuras muy ceñidos, las cuales tendrán a producir acumulación de vapores por consiguiente bloqueo.
- Cada cañería metálica o manguera de combustible se identifica por una franja de clave de color rojo. Las tuberías son de metal o de mangueras flexibles; las primeras de aleación recosida de aluminio mientras que las otras se fabrican de caucho sintético y tejido. El grosor de las cañerías o mangueras dependen del consumo del motor.



**Figura 2.60.** Líneas de combustible.  
 Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.  
 Realizado por: Pablo Pusdá



**Figura 2.61.** Abrazaderas para líneas de combustible.  
 Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.  
 Realizado por: Pablo Pusdá

## 2.21. Sistema de identificación de cañerías

El método más positivo de identificar el tipo y calidad de combustible incluye a lo siguiente:

### 2.21.1. Marcando la Manga

Una venda colorida, adyacente en cada final de la cañería de combustible. Las vendas abrazan la manga completamente, y van el nombre y calidad del producto longitudinalmente en una pulgada.

### 2.21.2. Etiquetas que identifican

Nombre y calidad del producto permanentemente pegadas a cada metro del final de cada cañería. Generalmente su color de identificación es el ROJO.

FUEL TYPE AND GRADE	COLOR OF FUEL	EQUIPMENT CONTROLS COLOR	PIPE BANDING AND MARKING	REFUELER DECAL
AVGAS 80	RED	80 AVGAS	AVGAS 80	80 AVGAS
AVGAS 100	GREEN	100 AVGAS	AVGAS 100	100 AVGAS
AVGAS 100LL	BLUE	100LL AVGAS	AVGAS 100LL	100LL AVGAS
JET A	COLORLESS OR STRAW	JET A	JET A	JET A
JET A-1	COLORLESS OR STRAW	JET A-1	JET A-1	JET A-1
JET B	COLORLESS OR STRAW	JET B	JET B	JET B

Figura 2.62. Fuel Delivery System Identification Marking.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

USE	FUEL TYPE AND GRADE	COLOR OF FUEL	EQUIPMENT CONTROLS COLOR	PIPE BANDING AND MARKING	REFUELER DECAL
CIVILIAN	JET A	COLORLESS OR STRAW	JET A	JET A Kerosene 40° F	JET A
MILITARY	JET A-1	COLORLESS OR STRAW	JET A-1	JET A-1 Kerosene 50° F	JET A-1
MILITARY	JET B	COLORLESS OR STRAW	JET B	JET B Naphtha Kerosene 70° F	JET B

Figura 2.63. Turbine Engine Fuel Marking for Delivery Systems.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

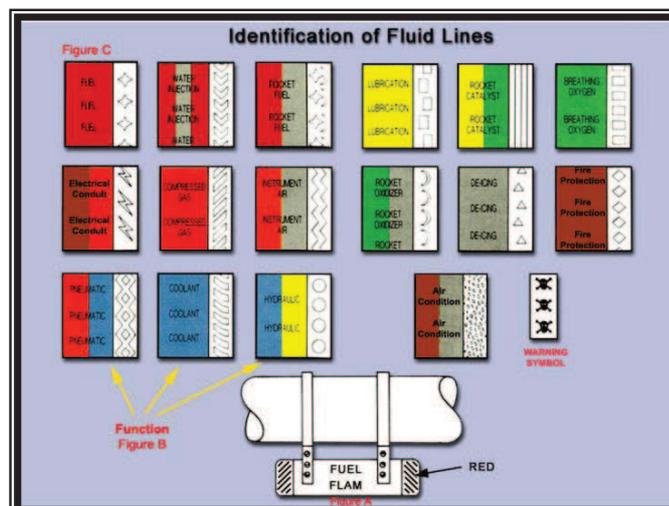


Figura 2.64. Identificación de líneas de fluidos.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

## **2.22. Materiales aeronáuticos**

Los materiales básicos que se utilizan en aeronáutica se clasifican en 4 grupos:

1. Aleaciones férreas
2. Aleaciones ligeras
3. Materiales compuestos
4. Materiales auxiliares

- **Aleaciones ferrosas**

Son aquellas aleaciones que tienen como elemento fundamental el hierro.

- **Aleaciones ligeras**

Este tipo de aleaciones se subdividen a su vez en 3:

1. Aleaciones ligeras de aluminio.
2. Aleaciones ligeras de titanio.
3. Aleaciones ligeras de magnesio.

Se las denomina ligeras por que el contenido de estos metales esta en menor porcentaje que en los otros tipos de aleaciones.

- **Materiales compuestos**

Estos materiales están formados por hilos o fibras de gran resistencia dentro de una matriz plástica.

La inclusión de estos materiales dentro de la aeronáutica es con el objetivo de disminuir el peso de los componentes estructurales de las aeronaves.

- **Materiales auxiliares**

Los materiales auxiliares son aquellos que se utilizan para construir partes auxiliares de las aeronaves como por ejemplo: empaques, sellos, tapones, etc.

Dentro de los materiales compuestos entre los más comunes tenemos: plástico, caucho, gomas, teflón.

### **2.22.1. Aceros**

- El acero no es más que la mezcla del hierro con el carbono.
- Las características de la aleación determina la cantidad de carbono.
- Las aleaciones que tienen un porcentaje alto de carbono son inaplicables para la industria aeronáutica.
- Una aleación óptima para la industria aeronáutica debe tener un máximo del 2% de carbono.

- **Aceros al carbono**

**Tenemos tres tipos de aceros al carbono.**

#### **Aceros de bajo contenido de carbono**

- Aceros de bajo contenido de carbono (0,10% al 0,30% de carbono).
- Aceros de contenido medio de carbono (0,30% al 0,50% de carbono).
- Aceros de alto contenido de carbono (0,50% al 0,80% de carbono).
- Los aceros de bajo contenido de carbono tienen la nomenclatura de SAE 1010 a SAE 1030
- Son aceros de uso general con muy pocos elementos de aleación.
- Con este tipo de aceros se puede fabricar alambre de freno, los casquillos, etc.

### **Aceros de medio contenido de carbono**

- Los aceros de contenido medio de carbono es de mayor dureza que el anterior.
- Con este tipo de aceros fabricamos ejes, tornillos, bieletas, etc. su nomenclatura es SAE 1030 – 1050.

### **Aceros de alto contenido de carbono**

- Los aceros de alto contenido de carbono no son aplicables para la aeronáutica
- La nomenclatura de este tipo de acero es el SAE 1050 – 1095.
- Con este tipo de aceros fabricamos alambre para resortes extremadamente duros.

#### **▪ Aceros al níquel**

- Los aceros al níquel tienen un contenido del 3 a un 5% de níquel.
- El níquel mejora las características de dureza, resistencia y elasticidad.
- Este tipo de aceros se lo emplea en la fabricación de pasadores, terminales, pernos y abrazaderas.
- SAE 2330 – 2350

#### **▪ Aceros al cromo**

El cromo se lo utiliza por dos fines principales:

- Aumentar la dureza del acero.
- Aumentar la resistencia a la corrosión.

Este tipo de aceros se lo utiliza para la fabricación de: cojinetes, rodamientos de bola y rodillos

- **Aceros al cromo-níquel**

- Con esta aleación lo que se hace es combinar las propiedades tanto del níquel como del cromo
- Con esta combinación aumentaría la dureza y la elasticidad
- Normalmente en esta aleación el níquel con respecto al cromo tiene un mayor porcentaje (2 a 1).
- Se emplea en la fabricación de cigüeñales, bielas.

- **Aceros resistentes a la corrosión**

- En este tipo de aceros el cromo tiene un mayor porcentaje que el níquel.
- Este tipo de aceros se utiliza en algunas partes de la aeronave como por ejemplo: tubo de chorro, cortafuegos en los compartimentos del motor, colectores, etc.

- **Aceros al cromo - molibdeno**

- Estos aceros tienen pequeñas cantidades de molibdeno (0,15% a 0,25%)
- Una de las cualidades que le da el molibdeno al acero es hacer que se adapte fácilmente a la soldadura.
- Este tipo de aleación se lo emplean en partes de la aeronave que van a necesitar ser soldadas. Ej.: fuselajes, bancadas del motor, trenes de aterrizaje.

## 2.23. Propiedades de los metales

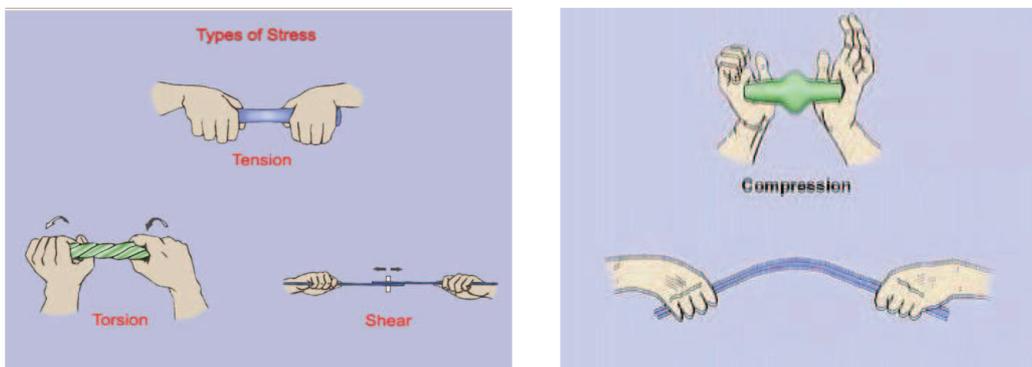
- **Dureza.-** Es la habilidad de un metal para resistir a la abrasión, penetración, acción de corte.

Las partes estructurales son formadas con metales suaves que luego se endurecen con un tratamiento térmico.

- **Fragilidad.**- Es la propiedad que hace que el metal se doble o deforme muy poco sin que se rompa.

La fragilidad es una propiedad no muy recomendable en aviación.

- **Maleabilidad.**- En esta propiedad el metal puede ser martillado, doblado, etc., sin que se rompa o se raje, esta propiedad es recomendable para contornos aerodinámicos, etc.
- **Elasticidad.**- Es la propiedad que le permite al metal recuperar su forma original cuando se retira la fuerza que causó su cambio de forma
- **Tenacidad.**- Es la capacidad que tiene el metal de absorber la energía de deformación antes de llegar a la rotura.
- **Resistencia.**- Es la propiedad de resistir las exigencias de peso, uso y esfuerzos a los que van a estar sometidos como son: Tensión, compresión, torsión, corte, flexión.



**Figura 2.65.** Propiedades de los metales.

Fuente: Investigación documental

Realizado por: Pablo PUSDÁ

## 2.24. Corrosión en estructuras aeronáuticas

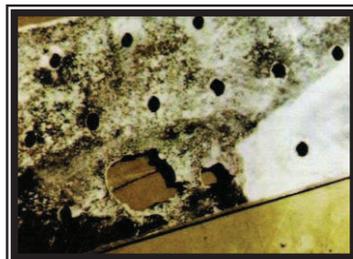
### 2.24.1. Corrosión

Es la reacción de un material con su entorno. Los materiales que se emplean en aviación reaccionan en mayor o menor medida a los contaminantes atmosféricos.

El resultado del contacto con estos contaminantes es el óxido, carbonos, sales, etc.

Los tipos de corrosión mas frecuentes son:

- **Galvánica o electroquímica.-** Esta ocurre cuando dos metales están en contacto en presencia de un electrolito (agua, humedad)
- **Oxidación.-** Es una oxidación en seco, se produce por la interacción del metal con el oxígeno, se la puede prevenir cubriendo el metal con una capa de pintura.
- **Corrosión ínter granular.-** Es la que afecta precisamente a los contornos o fronteras de los granos que suelen actuar como material anódico en relación con la parte central del grano metálico ésta es muy común en aceros inoxidable y aleaciones de níquel, esta corrosión es responsabilidad del fabricante del aeronave.
- **Corrosión por esfuerzos.-** Este tipo de corrosión se da cuando un metal es sometido a un esfuerzo mayor para el que fue fabricado.
- **Corrosión por picadura.-** Este es un tipo de corrosión altamente localizada que frecuentemente se observa en superficies con poca o ninguna corrosión general, las picaduras pueden ser de pequeño diámetro pero en algunos casos está avanzada y no hay otra alternativa que cambiar la pieza que se esté tratando.



**Figura 2.66.** Corrosión en estructuras aeronáuticas.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

## 2.24.2. Detección de la corrosión

Los aviones modernos están fabricados de metales ligeros los cuales son altamente reactivos a contaminantes en la atmósfera. La sal en el aire de las regiones costeras y contaminantes industriales de áreas urbanas ataca las estructuras de aleaciones de aluminio y de magnesio y de acuerdo con la estimación hecha por la Asociación de Transporte Aéreo, le cuestan a la industria Americana unos seis billones de dólares al año por daños debidos a la corrosión

La corrosión es Una acción electro-química compleja que causa que los metales se transformen en sus sales y óxidos. Estas sustancias en forma de polvos reemplazan al metal y causan severa pérdida de resistencia en la estructura. Aunque este fenómeno complejo por naturaleza, los mecanismos de corrosión son relativamente simples y directos. Para que se forme la corrosión, se deben cumplir tres requerimientos:

- La existencia de diferencia de potencial eléctrico dentro del metal
- La existencia de un conductor entre estas dos áreas de diferente potencia; eléctrico
- La existencia de alguna forma de electrolito O fluido cubriendo las dos áreas

La corrosión es un procedo natural, y su prevención es casi imposible; pero se puede controlar, el técnico de aviación debe evitar o remover uno o más de los requisitos para que exista la corrosión. Logrando esto, se agrega longevidad a la estructura del avión.

Donde la humedad permanece en contacto con la superficie del metal por acumulación de suciedad o grasa, es seguro que si inicie la corrosión. Una vez que la corrosión se ha formado, lo único que el técnico puede hacer es remover todos los productos de la corrosión, tratar la superficie para formar una película de óxido no porosa, y restaurar el acabado decorativo y protectorio de la superficie.

## 2.25. Seguridad y salud ocupacional

Salud Ocupacional es una rama de la Administración de Recursos Humanos específicamente del subsistema de Higiene y Seguridad Industrial. La Seguridad implica la protección de los empleados respecto de lesiones ocasionadas por accidentes relacionados con el trabajo, la higiene significa estar libre de enfermedades y tener un bienestar físico y mental.

Estos aspectos del trabajo son importantes, porque los trabajadores que laboran en un ambiente seguro gozan de buena salud tienen más probabilidades de ser productivos y rendir beneficios a largo plazo para la organización.

Por esta razón durante mucho tiempo los administradores progresistas y sobre todo los Psicólogos e Ingenieros Industriales han defendido e implantado programas adecuados de seguridad e higiene. En la actualidad muchas empresas están dando importancia a este aspecto y sobre todo en nuestro país, la empresa privada en especial, está considerando o prestando atención a la seguridad y salud de sus empleados.

La Salud Ocupacional se preocupa fundamentalmente de estudiar dentro del ambiente laboral:

- Factores de riesgo,
- Enfermedades laborales u ocupacionales,
- Y accidentes.

Y sus Objetivos son:

- Establecer medidas de prevención y control
- Fomentar estilos de vida saludables
- Creación de una cultura de higiene, seguridad y salud entre los empleados.
- Implementar programas de vigilancia del estado de salud de los trabajadores, e

- Incrementar su calidad de vida.

## **2.26. Unidad de seguridad e higiene industrial**

La Unidad de Seguridad e Higiene tiene como responsabilidad primordial el precautelar la integridad del trabajador (física y emocional).

Cuando hablamos de seguridad y salud en el trabajo, estamos enfocándonos a las técnicas que estudian y analizan las condiciones de trabajo, con el fin de evitar los accidentes laborales y las enfermedades profesionales.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define salud como, "El estado de bienestar, físico, mental y social completo y no meramente la ausencia de enfermedad". Esto quiere decir que estar sano es satisfacer una serie de necesidades que tiene el hombre y que son imprescindibles para llevar una buena vida.

El hombre vive rodeado de la naturaleza y de otros hombres es decir necesita de los dos para poder vivir sano.

No es sobre las consecuencias por donde hay que actuar, sino buscando soluciones que modifiquen las condiciones de trabajo causantes de la actual situación de nuestra salud laboral. No es conveniente aceptar aumentos de salario para realizar trabajos que pongan en peligro la salud.

Ahora hablamos de la tecnificación laboral o del trabajo, es decir han traído consigo una serie de riesgos que hay que controlar para no perder la salud, así como riesgos derivados de la división del trabajo y de la especialización que puede causar en el hombre un empobrecimiento de sus capacidades a causa de realizar tareas repetitivas

## **2.27. Factores que influyen en el comportamiento en el trabajo**

Entre los factores que influyen en el comportamiento en el trabajo, se encuentran:

### **2.27.1. Factores externos**

Son los que definen las situaciones de trabajo, entre ellos se encuentra:

- **Características Arquitectónicas y ambientales:** entre ellos microclimas, iluminación grado de limpieza general, control de residuales, etc. Disponibilidad y adecuación de suministros generales; entre otros.
- **Características de equipos y tareas:** son aquellos factores específicos para un trabajo o una tarea del trabajo, por ejemplo: requerimientos de percepción, resistencia y precisión relación control-monitor, estructura del equipo de trabajo, herramientas y dispositivos especiales, organización de turnos, autoridad, responsabilidades, autoridades de trabajo, estímulos, receso, etc.

### **2.27.2. Factores internos**

Son los factores relacionados con las características de las personas: la destreza, habilidad, aptitud, experiencia y preparación anterior, inteligencia, actitud, motivación, estado emocional, actividades basadas en influencias de la familia, así como otros factores.

### **2.27.3. Factores de riesgos laborales**

Constituye el elemento agresor o contaminante sujeto a valoración que actúa sobre el trabajador o los medios de producción, y hace posible la presencia del riesgo. Sobre este elemento debemos incidir para prevenir los riesgos.

Ejemplo: En la industria textil donde la dosis de exposición a ruido tiene valores elevados muy superiores a la unidad, el riesgo sería la Hipo acústica o sordera profesional y el factor de riesgo es el ruido

Existen instituciones tanto nacionales como extranjeras que se ocupan de la salud ocupacional entre ellas tenemos: OIT: Organización Internacional del Trabajo, a través del Ministerio de Trabajo en cada país con su dependencia de Riesgos Laborales, la OMS: Organización Mundial de la Salud que mantiene un programa de computación llamado SUAVTDERO como sistema de información en Salud Ocupacional para la vigilancia y detección de riesgos ocupacionales.

A nivel mundial existe la nomenclatura de los Agentes de Riesgo a los que se les determina un color específico, así tenemos:

- Riesgos Biológicos color rojo
- Riesgos Físicos color azul
- Riesgos químicos color negro
- Riesgos Físicoquímica color Gris
- Riesgo ergonómico color Verde
- Riesgos Mecánicos color Amarillo
- Riesgos Eléctricos color Café
- Riesgos arquitectónicos color morado
- Riesgos de almacenamiento color magenta
- Riesgos de Sobrecarga Psíquica color Rosa
- Condiciones de insalubridad color Azul cielo

## **2.28. Riesgo**

Es la posibilidad de (que ocurra: accidentes, enfermedades ocupacionales, daños materiales, incremento de enfermedades comunes, insatisfacción e inadaptación, daños a terceros y comunidad, daños al medio y siempre pérdidas económicas.

### **2.28.1. Clasificación de los factores de riesgo**

#### **▪ Factores de riesgos químicos**

Los factores ambientales de origen químico: pueden dar lugar a diferentes tipos de enfermedades profesionales como consecuencia de exposición a contaminantes tóxicos, los cuales pueden producir efectos en la salud de los trabajadores.

#### **▪ Factores de riesgos biológicos**

Los factores ambientales de origen biológico pueden dar lugar a diferentes tipos de enfermedades profesionales como consecuencia de exposición a contaminantes biológicos Los agentes biológicos son:

- Agentes biológicos vivos
- Productos derivados de los mismos

#### **▪ Factores de riesgo físicos**

Factores de origen físico ambientales, pueden dar lugar a diferentes tipos de enfermedades profesionales o accidentes como consecuencia de estar expuestos a:

- Permanencia del trabajador durante prolongados períodos de tiempo a niveles de presión sonora excesivos (sordera profesional) que pueden dar lugar a otras repercusiones fisiológicas (aumento del ritmo cardiaco, aceleración del ritmo respiratorio, reducción de la actividad cerebral, entre otros).
- Permanencia del trabajador durante largos periodos a temperaturas elevadas (deshidratado)!, golpe de calor, entre otros)
- Exposición a radiaciones ionizantes (quemaduras, hemorragias, cánceres, etc.) o radiaciones no ionizantes (cataratas, conjuntivitis, inflamación de la cornea entre otros)

## **Clasificación de riesgos físicos**

- El ruido
- Las vibraciones
- Microclima
- Iluminación
- Color

### **2.28.1.1. El ruido**

El ruido se define por la actitud del sujeto respecto al sonido, cuando este le resulta molesto, indeseable o entorpecedor del eficiente y eficaz desempeño de las tareas. La higiene del trabajo fija en 85 dB (decibeles) el límite de protección para la salud. Y es una condición que se halla presente en la gran mayoría de los ambientes.

Psicológicamente se ha encontrado que el exceso de ruido, causa en los trabajadores, los siguientes efectos:

- Aumento de la fatiga intelectual e inestabilidad emocional
- Aumento del tiempo de reacción (en ausencia de habituación)
- Aumento de errores y actos inseguros
- Distracción de la atención
- Irritabilidad emocional
- Dificultades en la comunicación: Efecto de aislamiento

Y a nivel corporal se produce sordera laboral o hipoacusia.

### **2.28.1.2. Las vibraciones**

Se encuentran presentes generalmente y coincidiendo con los ambientes ruidosos. Es posible distinguir las vibraciones "generales ", que se transmiten a todo el cuerpo; cíc las "locales " que solo afectan a un órgano, generalmente las extremidades

- Generalmente se reportan efectos sobre el Sistema Nervioso, como disminución del rendimiento motor, de la coordinación aculo - manual, de la precisión visual. Y en las Extremidades superiores Inflammaciones a nivel de la muñeca, codos
- Afectan psicológicamente al individuo: irritabilidad emocional, estrés
- Y en el trabajo: .falta de precesión en la tarea que realiza.

### **2.28.1.3. Microclima**

Objetivamente determinado por diversos factores: la temperatura del aire, la humedad y la velocidad del aire. Las respuestas subjetivas a estos factores ha dado lugar al concepto de "temperatura efectiva", la que ha sido determinada experimentalmente, y que sirve como referencia para determinar las" zonas de confort" climático.

En el "confort climático " influyen los siguientes factores:

- Condiciones ambientales
- Estado de salud
- Tipo de trabajo e intensidad de la carga
- Vestuario
- Edad y sexo
- Particularidades etnoculturales
- Habitación
- Particularidades actitudinales y motivacionales (EJ: interés de la tarea, recompensas, estabilidad emocional)

Entre los efectos negativos se citan:

- Aumento de la fatiga física e intelectual
- Disminución del rendimiento

- Aumento en el número de errores
- Dificultades en la concentración de la atención
- Irritabilidad

#### **2.28.1.4. Iluminación**

La iluminación influye en la rapidez y la efectividad de localizar señales y discriminar estímulos. Su selección debe atender a la tarea a realizar, a fin de determinar la calidad de la iluminación y su intensidad.

Los límites máximos de intensidad, salvo extremos (10 mil lux suelen incrementar la fatiga y los errores) dependen en gran medida de las posibilidades objetivas disponibles y del criterio de confort del trabajador.

Repetidamente se han reportado incrementos de productividad con el mejoramiento de la iluminación.

La baja intensidad de la iluminación o su uso inadecuado se reporta como causa de:

- Fatiga intelectual
- Errores y disminución de la calidad del trabajo
- Disminución de la productividad
- Accidentes
- Síntomas tales como cefaleas e irritabilidad

#### **2.28.1.5. Color**

Se le reconocen las siguientes funciones:

- Participación en las condiciones de iluminación.
- Valor de señalización en la industria y en la comunidad.
- Influencia sobre el estado de ánimo Efecto sinestésico de los colores (calientes vs. Fríos, "activos vs. pasivos ". "excitantes vs. Relajantes".
- Valor estético un la conformación de las condiciones de trabajo.

Un investigados en el tema Hayten, ha señalado que gracias al uso adecuado del color en la industria, se puede esperar incrementos alrededor del 15% en cuanto a productividad y de 40% en precisión de la ejecución.

Los efectos reportados por uso inadecuado:

- Indisposición o alteraciones del estado de ánimo
- Errores, actos inseguros y accidentes
- Perjuicio a las condiciones de la iluminación, con sus correspondientes consecuencias.

### **2.28.2. Factores de riesgos psicosociales**

Los riesgos psicosociales traen consecuencias derivadas de la carga de trabajo.

La Carga de Trabajo puede dar lugar a accidentes o fatiga física o mental manifestada está última por los síntomas de irritabilidad, falta de energía y voluntad para trabajar, depresión, entre otros, acompañada frecuentemente de dolores de cabeza, mareos, insomnios y problemas digestivos.

Otra de las causas de los riesgos psicosociales la constituye la organización del trabajo que puede dar lugar a una serie de efectos para la salud (fatiga, insatisfacción, estrés). Algunas consecuencias concretas son: trastornos digestivos y cardiovasculares, problemas psicológicos, motivados por el tipo de jornada laboral (a tumos, nocturnos).

Fatiga mental, originada como consecuencia de la automatización, falta de comunicación, introducción de nuevas tecnologías o nuevas formas del trabajo.

Como resumen los riesgos psicológicos son:

- Estrés
- Fatiga laboral
- Hastío

- Monotonía
- Enfermedades Psicosomáticas
- Enfermedades Psicológicas (depresión, ansiedad, etc.)

### **2.28.3. Factores de riesgos ergonómicos**

Ergonomía es el conjunto de conocimientos, que posibilitan la adaptación del medio ambiente laboral al hombre y viceversa.

- Asegura que el trabajo no exceda los límites de las capacidades
- Prevenir secuelas y efectos nocivos
- Que las tareas y condiciones de trabajo no conduzcan a perjuicios
- Que se puedan aplicar a todos los sectores de la estructura organizacional.
- Soluciona conflictos del sistema (hombre-trabajo-ambiente-sociedad)

La ergonomía toma en cuenta las características físicas, como altura, fuerza; así como también la capacidad de soportar las tensiones psíquicas. Y estas características no son susceptibles de ser cambiadas.

A la hora de planificar y diseñar los puestos de trabajo, el error más frecuente es el de diseñar una máquina o un equipo se tiene en cuenta su calidad técnica, pero no se considera las características individuales de las personas que van a utilizarlos, esto da lugar a una inadaptación de la persona con su puesto de trabajo.

Frecuentes molestias por factores ergonómicos

- En la espalda
- Columna vertebral
- Músculos
- Articulaciones
- Dolores de cabeza

## **2.29. Riesgos mecánicos**

En este grupo se incluyen las condiciones materiales que influyen sobre la accidentabilidad:

- Máquinas
- Herramientas
- Espacios de Trabajo
- Pasillos y superficies de tránsito
- Elementos geomecánicos
- Instalaciones eléctricas
- Aparatos y equipos de elevación
- Recipientes a presión
- Vehículos de transporte

## **2.30. Equipos de protección personal**

El equipo de protección personal y su uso correcto es tan importante que casi todos los países del mundo introdujeron legislación especial para determinar su diseño, calidad y uso para la protección de los trabajadores.

### **▪ Definición**

Denominación dada a un equipo o conjunto de equipos, destinados a dar garantía a la integridad física del trabajador, a través de la reducción del grado de exposición.

Los Equipos de Protección Personal no reducen el “riesgo o el peligro”, solamente protegen al individuo del ambiente y del grado de exposición.

Un equipo de protección personal mal seleccionado puede aumentar el riesgo de accidentes, no evitarlos.

La selección del equipote protección personal está reglamentada y para esto están considerados aspectos deseables e indispensables.

### **2.30.1. Partes a proteger**

#### **2.30.1.1. Protección de la cabeza**

Todo casco tiene: una estructura rígida para proteger la cabeza de golpes y caídas, suspensión interior que brinda amortiguación en caso de golpes o caídas, aislamiento de choques eléctricos, protección para la cara, cuello y partes de la espalda contra derrames, salpicaduras y golpes.

#### **2.30.1.2. Protección de los ojos**

Las gafas de seguridad deben ofrecer estilo y seguridad, usted contará una selección completa de lentes para cubrir necesidades y preferencias del usuario. Existen tantas gafas, googles, caretas y protección visual como actividades industriales o administrativas hay, cada actividad demandada el uso de un determinado equipo de protección visual.

#### **2.30.1.3. Protección de oídos**

La pérdida auditiva es más común de lo que la gente suele creer, el uso indiscriminado de equipos que generan altos niveles de ruido más equipos de sonido con alta tecnología y calidad pueden causar sordera temporal o definitiva, la exposición es tal que en algunos casos se puede desarrollar “enfermedad profesional”.

#### **2.30.1.4. Protección de manos**

Aproximadamente el 20% de los accidentes de trabajo involucran las manos, sin manos su posibilidad para trabajar es bastante escasa. Las manos humanas son únicas, no hay otro animal en el mundo que tenga la destreza de las manos humanas.

## **2.31. R – DAC parte 043**

“Mantenimiento, Mantenimiento preventivo, Reconstrucciones y Alteraciones”.

### **2.31.1. Reparaciones y alteraciones**

Restitución a las condiciones iniciales de una aeronave o producto según su certificado tipo.

#### **2.31.1.1 Reparación mayor**

Se refiere a una reparación:

- Que si es realizada en forma incorrecta, puede afectar substancialmente el peso y balance, resistencia estructural, desempeño (performance), diseño, operación del sistema propulsor, características de vuelo, u otras condiciones que puedan afectar la aeronavegabilidad.
- O que no es realizada de acuerdo a prácticas aceptadas o que no puede hacerse por medio de operaciones elementales.

#### **2.31.1.2 Reparación menor**

- Toda reparación que no sea mayor.

#### **2.31.1.3 Alteración mayor**

Alteración o modificación no registrada en las especificaciones de la aeronave, motor de la aeronave o sistema de propulsión:

- Que pueda afectar apreciablemente el peso, balance, fuerza estructural, desempeño, operación del sistema propulsor, características de vuelo u otras cualidades que puedan afectar la validez de vuelo;

- Algo que no se ha hecho de acuerdo a prácticas aceptadas o que no puede hacerse por operaciones elementales.

#### **2.31.1.4 Alteración menor**

- Toda alteración que no sea mayor.

#### **2.31.2. 43.3.- Personas autorizadas a realizar el mantenimiento, mantenimiento preventivo, reconstrucción y alteraciones.**

- Ninguna persona puede dar mantenimiento, reconstruir, alterar o realizar mantenimiento preventivo en una aeronave, excepto como esta previsto en esta Sección:
- El poseedor de una licencia de mecánico, puede realizar mantenimiento, mantenimiento preventivo y alteraciones de acuerdo con lo indicado en la parte 065 de las RDAC.
- El poseedor de una licencia de reparador. RDAC. 65
- Una persona que trabaja bajo la supervisión de un poseedor de una licencia de reparador o mecánico, siempre que el supervisor observe personalmente el trabajo. RDAC. 65
- El titular de un certificado de estación de reparación, según lo provisto en las RDAC parte 145.
  - El titular de un certificado de operador de transporte aéreo emitido bajo la parte 121 o 135.
  - La DGAC, podrá autorizar a los TMAE certificados por la FAA o por EASA de la comunidad europea.

### **2.31.3. 43.13.- Reglas relativas a la realización de los trabajos.**

- Las personas que realizan el trabajo utilizarán los métodos, técnicas y prácticas descritas en el manual de mantenimiento actualizado o métodos, técnicas y prácticas aceptables por la DGAC.

## **2.32. Herramientas**

Las herramientas manuales son instrumentos simples destinados a realizar una diversidad de trabajos cuyo movimiento de desplazamiento se efectúa a través de las manos, sobre todo aumentan la eficiencia y facilitan las operaciones y demás actividades, contribuyendo de esta manera a alcanzar el objetivo deseado con un mínimo de esfuerzo. Las herramientas en mal estado, el manejo y la utilización inadecuada, han sido las causas de muchos accidentes; sí bien estos no producen lesiones graves, representan una gran disminución de rendimiento en el trabajo.

### **Clasificación.**

Según su naturaleza estas herramientas pueden clasificarse en manuales y portátiles mecánicas.

#### **2.32.1 Herramientas manuales.**

Son aquellas accionadas por el operario sin ayuda de un motor, ejemplo: limas, martillos, serruchos, destornilladores, etc. a la vez pueden clasificarse en: de alizamiento; de ajuste y desajuste; de corte; de golpe; de punzación, perforación, desprendimiento de rebabas; de sujeción; misceláneas.

##### **2.32.1.1 Herramientas de alizamiento.**

Las más utilizadas son las limas y las escorfinas, son herramientas de acero con las superficies estriadas, su objetivo es el de desgastar los materiales y pueden

clasificarse por su forma (cuadrada, redonda, rectangular, etc.) y por su picadura (sencilla gruesa, doble, etc.).

Su mala utilización puede dar lugar a; rompimiento de la lima cuando ha sido utilizada como palanca con el consiguiente riesgo de proyección hacia la cara o cuerpo del operario. Incrustación de la cola en la mano por falla de mango; golpes y lastimaduras por el mal estado e incorrecta utilización.

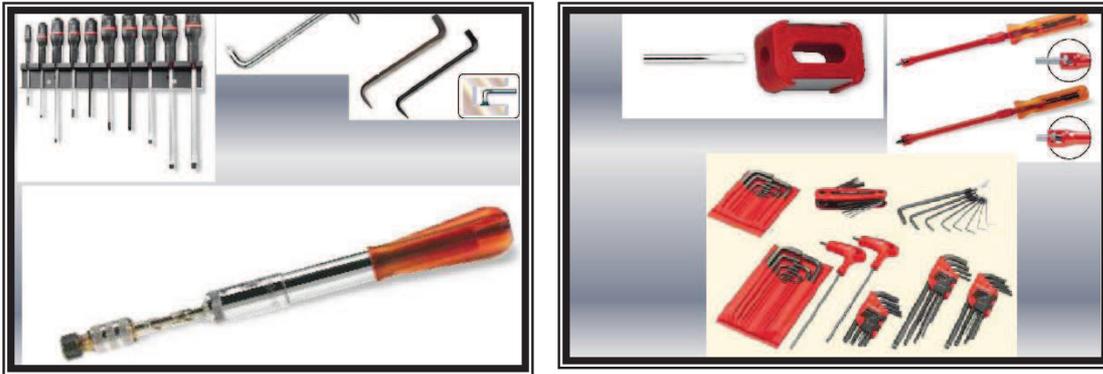
**Medidas de precaución:**

- Verificar que se encuentren en buen estado y limpias sus estrías.
- No trabajar con limas desgastadas, dientes rasgados, cola deformada, bordes mellados. Seleccione la lima adecuada según el tipo de trabajo.
- La pieza a limarse debe apretarse fuertemente.
- Evitar la presión sobre la pieza durante la carrera de retorno ya que puede embotar los dientes de la lima.
- En caso de que los dientes estén atorados o llenos de partículas, es necesario golpear de tiempo en tiempo la punta de la lima; en el mejor de los casos utilice una carda o un alambre puntiagudo.
- No utilizarlas como palanca ni golpearlas son frágiles y pueden romperse.
- No tirarlas ni juntarlas con otras herramientas ya que pierden sus características de corte.
- Nunca debe emplearse limas sin mangos.
- En lo posible guardarlas envueltas en un pedazo de tela o franela. No guardarse en los bolsillos.

### 2.32.1.2 Herramientas de ajuste y desajuste.

Tenemos dentro de estas herramientas los destornilladores y las llaves.

#### Destornilladores.



**Figura 2.67.** Destornilladores.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

Son instrumentos que sirven para atornillar y destornillar. Su mal uso puede originar: cortes y lastimaduras debido a mangos hendidos, trizados o rotos; proyecciones hacia el cuerpo y la cara por sobre tensión del vástago y rotura de la hoja: electrocución cuando son utilizados para trabajar con amperajes altos.

#### Medidas de precaución:

- Deben estar en perfectas condiciones para usarlos. Se debe contar con un destornillador para cada tipo de trabajo.
- El filo de la hoja del destornillador debe calzar en la ranura del tornillo, de modo que el vástago quede perpendicular a la cabeza del mismo,
- En caso de rotura de la hoja, hay que volver a templar, formar la misma y amolarlo al mismo tiempo.
- No utilizarlos como alzaprima, palanca cortafrío o punzón.

- No se asestaran golpes en el extremo (mango) del destornillador.
- No se agarraran los destornilladores con alicate para dar las vueltas.
- No se emplearan para revisar circuitos de alto amperaje (funde la hoja) y cuando se use para trabajos eléctricos, los mangos deberán estar correctamente aislados.

## Llaves.



**Figura 2.68. Llaves.**  
Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Pablo PUSDÁ



**Figura 2.69. Llaves especiales.**  
Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Pablo PUSDÁ



**Figura 2.70. Llaves de vaso.**  
Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Pablo PUSDÁ

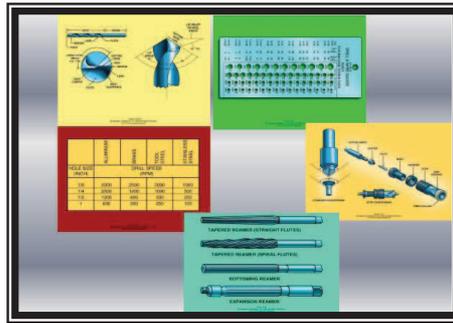
Son instrumentos de metal que sirven para apretar y aflojar tuercas, por lo general estas herramientas no producen lesiones, pero la mala utilización ocasiona pérdidas de tiempo y desgaste de energía,

#### **Medidas de precaución:**

- Deben estar limpias sin grasa o rebabas en las quijadas.
- Seleccione la llave adecuada, tráteles con cuidado.
- Mantenerlas en buen estado (lavarlas de vez en cuando, aceitar la moleta y las partes de la quijada corrediza ajustable).
- Reemplazar las llaves deterioradas por otras nuevas o de buenas condiciones.
- No martillar, remachar o utilizarlas como palancas.
- No introducir cuñas para ajustar la quijada en la tuerca.
- No se las utilizará para trabajos recios o que involucren sobre esfuerzos.
- La boca de la llave debe ajustarse perfectamente en la tuerca o tornillo,
- No debe emplearse tubos para prolongar el brazo de una llave inglesa.

#### **2.32.1.3 Herramientas de corte.**

Son instrumentos utilizados para cortar materiales (madera, metal, plásticos). Las más conocidas son las sierras serruchos, cuchillos, navajas. La inobservancia de las normas de seguridad y su mala utilización producen lesiones que van de simples laceraciones hasta cortes y amputaciones de los dedos.

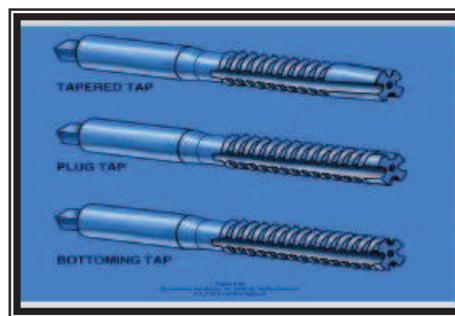


**Figura 2.71.** Herramientas de corte.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

### Machuelos de mano.



**Figura 2.72.** Machuelos de mano.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

Son herramientas de corte que se utilizan para cortar roscas interiores, se fabrican de acero para herramientas de alta calidad, algunos son dados tratamientos especiales como el revestimiento con nitrado de titanio, lo cual aumenta su productividad hasta en 10 veces.

Los machuelos más comunes tienen tres o cuatro canales (estrías) que cruzan las cuerdas para formar los filos cortantes, proporcionar espacio para las virutas y admitir fluido de corte para lubricar el machuelo, normalmente vienen en juegos de tres llamados machuelo cónico (de desbaste o de primera pasada), paralelo (o de segunda pasada) y cilíndrico (o de acabado de rosca), existe una gran variedad de tamaños, de pasos y de formas de roscas.

Por lo general en el mango del machuelo vienen estampados el diámetro mayor, número de filetes por pulgada y el tipo de rosca.

Se puede encontrar machuelos en pulgadas o milímetros.

### **- Manijas para machuelos**

Se fabrican en dos tipos y varios tamaños, para ajustarse al tamaño del machuelo que se va a utilizar. La manija ajustable de dos mangos se emplea para machuelos grandes y en lugares abiertos, La manija en T ajustable se usa para machuelos pequeños o en áreas restringidas donde no es posible utilizar la de mangos. Utilice siempre el tamaño apropiado de manija para el tamaño de machuelo que se vaya a utilizar.

### **- Tamaño de la broca para machuelos**

Antes de introducir un machuelo debe taladrarse el agujero en la pieza con la broca de tamaño correcto, la broca para machuelos es siempre más pequeña que el machuelo, deja material suficiente en el agujero como para que este produzca 75 % de un filete completo.

### **- Machuelar**

Es la operación de cortar una fosca interna con el uso de un machuelo y su manija correspondiente, se debe tener mucho cuidado para evitar la rotura del machuelo dentro del agujero, algunas de las causas más comunes de la rotura son:

- El agujero de la broca para el machuelo es muy pequeño, asegúrese de taladrar con la broca del tamaño correcto.
- Los filos del machuelo están desafilados, examine cada machuelo.
- Se inicio desalineada la operación de machuelar, compruebe que el machuelo se encuentre a escuadra luego que ha entrado en el agujero dos vueltas.

- Se aplica demasiada presión en uno de los dos lados de la manija al tratar de alinear el machuelo, quite en machuelo del agujero y aplique solo un poco de presión sobre la manija al alinearlo.
- Se atorran las virutas en el canal de machuelar, limpie de vez en cuando el agujero y el machuelo use un fluido de corte.

En proceso de machuelado, gire el machuelo  $\frac{1}{4}$  de vuelta en el sentido de movimiento de las manecillas del reloj y a continuación gírelo media vuelta en sentido contrario para romper la viruta.

### **Medidas de precaución.**

- Manténgalas en sitios seguros de manera que no molesten a nadie.
- El material a cortar debe estar adecuadamente sujeto.
- Utilizar la sierra correcta para realizar el corte.
- Verificar que la hoja de corte esté bien afilada.
- No ejercer mucha presión en el momento de cortar, puede resbalar o atascarse la herramienta.
- Manténgalas en buenas condiciones, pues la oxidación y el mal afilado puede contribuir a que se atasque la hoja soltándose y doblándose peligrosamente.
- No cortar rápidamente, mucha velocidad calienta la hoja y la puede destemprar.
- En los cortes largos es conveniente introducir cuñas para evitar atascos. Se tomarán en cuenta el material a cortarse.

### 2.32.1.4 Herramientas de golpe



**Figura 2.73.** Herramientas de golpe.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

Los martillos son herramientas de golpe, existen de diferentes clases, tipo y materiales. Aquellos que tienen la cabeza grande se los conoce con el nombre de combos y son utilizados para trabajos duros o de formación de materiales.

#### **Medidas de precaución**

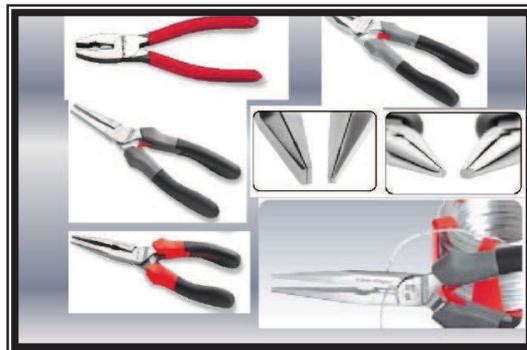
- Procure agarrar el martillo a un ángulo tal, que cuando en el objeto su cara quede paralela con la superficie de la pieza que recibe el golpe.
- El mango del martillo debe estar siempre bien apretado en la cabeza, pues si no lo estuviera podrá rajarse y herir a alguien.
- No utilice un martillo cualquiera cuando exista peligro de dañar la superficie de la pieza.
- No use el extremo del mango para golpear, pues podría arruinarse, rajarse o astillarse.
- Mantenerles bien limpios y bañarlos de vez en cuando con aceite combustible o disolvente y así evitar la oxidación.

### 2.32.1.5 Herramientas de sujeción.

Se clasifican en: alicates y tenazas.

#### Alicates

Este tipo de herramienta es empleada para tomar objetos, retirar materiales o piezas pequeñas, sujetar y manipular alambres, etc., las mas utilizadas son las de combinación porque tienen una parte corrediza para agarrar las piezas de menor diámetro, también las hay de corte diagonal, y pico de pato.



**Figura 2.74.** Alicates universales.

Fuente: Investigación de campo.

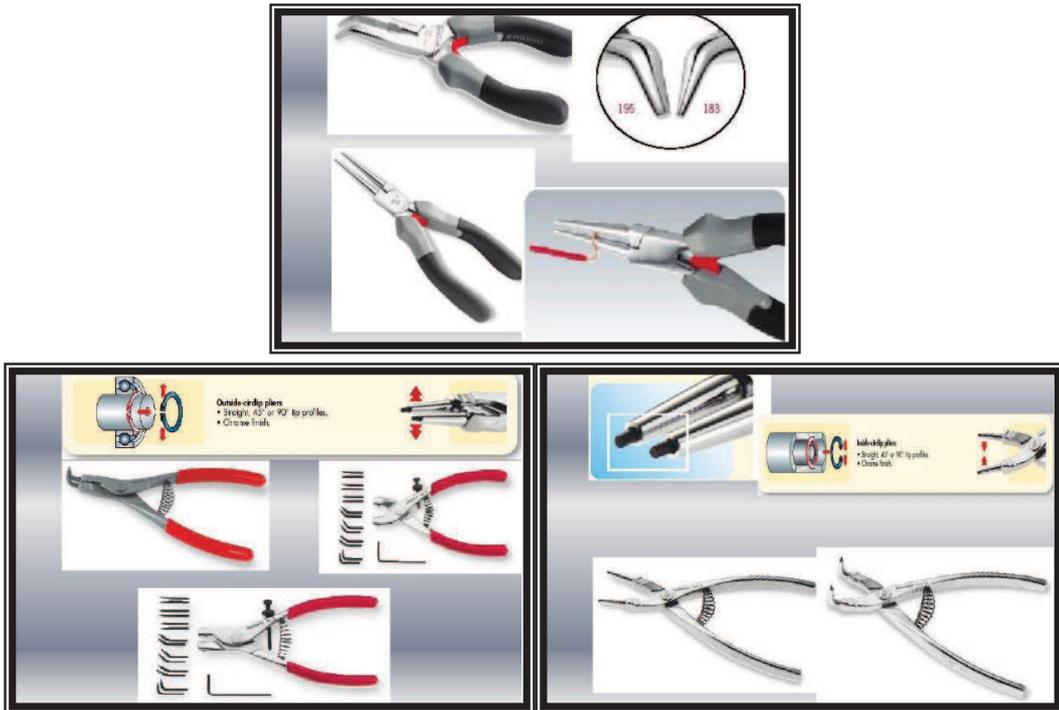
Realizado por: Pablo PUSDÁ



**Figura 2.75.** Alicates de corte.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ



**Figura 2.76.** Alicates de punta redonda.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

### Medidas de precaución

- Para cortar alambre grueso, girar la herramienta en plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los lados por lo menos y no imprimiendo movimientos laterales.
- No es recomendable agarrar piezas muy templadas o duras puesto que embota sus dientes.
- No usarla para agarrar o aflojar tuercas, tampoco como martillo o como tenaza.
- Limpiarlas con cierta frecuencia, engrasar el pasador.
- En trabajos con electricidad, verificar que su aislamiento se encuentre en buenas condiciones.

## Tenazas

Son herramientas confeccionadas totalmente en metal, sirven para manipular piezas de diversos tamaños, sometidas a temperaturas altas.



**Figura 2.77. Tenazas.**  
Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Pablo PUSDÁ

### Medidas de precaución

- Debe evitarse que los brazos tengan juego, verificar el perno que lo une para que funcione correctamente.
- Utilizar las tenazas en función del tipo de trabajo.
- Debe considerarse el tipo de material y su calidad para que soporten los esfuerzos a las que son sometidas.
- No utilizarlas como martillos o alzaprima.

### 2.32.1.6 Herramientas punzantes.

Estas herramientas se clasifican según su uso específico en: cinceles, punzones, brocas y barrenos.



**Figura 2.78.** Herramientas punzantes.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

### **Cinceles o cortafríos.**

Se emplean para cortar, remaches, láminas delgadas, picar o marcar metales, rajar tuercas, etc. Los Cinceles son construidos de acero muy tenaz, con alta proporción de carbono; las barras del cincel pueden ser: triangulares, cuadradas, hexagonales, octogonales; el ancho de su ranura cortante determina su tamaño.

### **Punzones.**

Son herramientas de acero rematadas en punta, se las conoce también con el nombre de punteadores, tienen una punta larga y gradualmente ahusada que se extiende hasta el cuerpo de la herramienta con el fin de aguantar los golpes.

Se los emplea para expulsar los remaches después de cortarles la cabeza; además sirven para centrar o marcar superficies que se van a taladrar; sacar clavos, tornillos pasadores, etc.

### **Brocas y barrenos.**

Es una barra de acero templado, afilada de tal manera en un extremo que al girar puede penetrar en un cuerpo y cortar pequeñas porciones llamadas virutas, generalmente son llamadas helicoidales que son las más comunes para taladrar metales, por su alto rendimiento; en éstas se puede distinguir la cola o mango, el cuerpo y la punta.

### **- Afilado de las brocas.**

El ángulo de punta en las brocas normales es de 118°, en general debe ser tanto mayor cuanto más duro y tenaz sea el material al taladrar.

Los ángulos de punta que se deben emplear son 118° a 116° para acero, fundición, latón ordinario y materiales de dureza similar.

- 140° para aluminio y sus aleaciones, acero y fundición dura.
- 100° a 80° para madera, bakelita, fibra.
- 60° a 50° para materias plásticas moldeadas y cauchos endurecidos.

Estos filos se pueden comprobar con las galgas especiales de afilar brocas.

Son utilizados para hacer agujeros. Los barrenos de manos se emplean en materiales no muy duros, como por ejemplo la madera.

### **Medidas de precaución de cinceles, punzones, brocas y barrenos**

- Comprobar el estado de las cabezas. Desechar aquellos cinceles, punzones que presentes rebabas rajaduras o fisuras.
- Se recomienda transportarlas en estuches o fundas.
- No lanzarlas, entregarlas en las manos.
- Deben estar bien afiladas, endurecidas y templadas.
- El vástago será suficientemente largo para poder sujetarlo con las manos.
- Al afilarlos se tomarán las precauciones del caso.
- Se dispondrá de elementos de protección personal para trabajar con estas herramientas.

- Utilice un tornillo de banco para sujetar la pieza.
- No trabajar con las manos impregnadas de grasa o aceite.
- Para perforar, es importante marcar la pieza suavemente con un punzón de esta manera se evitará que resbale la broca.
- No utilice los cinceles como punzones, de igual forma los cinceles no se utilizarán como destornilladores.
- No permitir que la broca quede suelta o floja en el mandril del taladro, ajustarla debidamente.
- En el momento de perforar, no mover la broca hacia los lados para agrandar la perforación, tampoco utilizarla mucho tiempo, puede recalentarse y romperse.

### **2.32.2 Herramientas portátiles mecánicas.**

Una herramienta portátil presenta una gran variedad de riesgos y peligros cuando no son utilizadas correctamente o porque se encuentran en malas condiciones, peligros que pueden producir quemaduras, cortes, laceraciones, etc. las causas de estas lesiones incluyen: descargas eléctricas, proyección de partículas a los ojos o la cara, caídas, explosión etc.

Suelen clasificarse en Herramientas Portátiles: neumáticas, eléctricas, de impacto y de combustión.

Para nuestro estudio haremos referencia solo a las eléctricas y neumáticas ya que estas son las más comunes.

### **2.32.2.1 Taladros.**

Son herramientas utilizadas para hacer perforaciones, son fáciles de manejar; debido a su gran utilidad se cometen muchos abusos.

Constan de dos partes: el cuerpo en cuya parte interior se encuentra el motor, y el mandril donde se ajusta la broca, y pueden ser neumáticos o eléctricos.

#### **- Taladrado**

Es la operación de realizar agujeros generalmente en piezas metálicas, con desprendimiento de virutas, la operación de taladrar sigue el siguiente proceso.

Seleccionar la velocidad y el avance en taladros de banco. Si el agujero es ciego y debe quedar a una cierta profundidad ajustar el tope de la regla indicadora para que la broca se detenga a la profundidad deseada. Si el material necesita refrigeración, verificar si funciona el sistema y si es el adecuado.

Conectar la máquina, acercar la broca e iniciar la perforación; comprobar si esta centrado el orificio, si no lo esta marcar nuevamente con un granete.

Estar muy atento al final del agujero, ya que si el husillo tiene juego axial, caerá por su propio peso al disminuir la presión de la broca, con lo cual podrá engancharse la broca y romperse. También podría producirse el efecto de enroscarse la pieza a la broca y si la pieza no estuviese fija, podría levantarse y producir algún accidente.

Si el agujero es muy profundo, convendrá sacar a intervalos la broca para facilitar la salida de la viruta y la refrigeración de la punta, si fueren muchos los agujeros es conveniente emplear brocas con agujeros de refrigeración.

Una vez finalizado el agujero se retirara la broca parando previamente la máquina, se sacar la pieza y se limpiara el soporte o mesa para poder empezar un nuevo ciclo.

A la salida del agujero suelen quedar unas rebabas o pequeños rebordes que hacen que la pieza no asiente bien, además pueden ocasionar rasguños y cortaduras.

Estos inconvenientes se evitan haciendo un chaflán o avellanado, hay herramientas especiales para realizar esta operación. Cuando se realizan perforaciones en paredes inclinadas, para que la broca no se desvíe, se realiza un rebajo con una fresa plana o con lima.

#### **Medidas de precaución:**

- Antes de realizar las perforaciones, es conveniente marcar los puntos que se van agujerear mediante el uso de un punzón. Para mayor eficacia se proveerá al taladro de un manguito de encaje que proteja las manos del operario y sirva como tope limitador del desplazamiento en el caso de que el mandril haga contacto con el material.
- Las brocas de tamaño excesivo, no deben rebajarse para que ajusten en el mandril del taladro. En ningún caso se inclinara el taladro para agrandar las perforaciones. Espere que el taladro este bien apagado para realizar el cambio de brocas.
- No trabajar con prendas sueltas ya que fortalece los atropamientos.
- No forzar las herramientas, peor sobrecalentarlas.

#### **2.32.3 Remaches**

Un remache es un pasador de metal que se usa para sostener juntas dos o más laminas metálicas, planchas o pedazos de material, los remaches tienen una

cabeza de fabrica y para realiza el procedimiento de remachado se realiza una segunda cabeza en su vástago, ésta segunda cabeza formada, ya sea a mano o por medio de equipo neumático se llama "cabeza de taller", que tiene la misma función que una tuerca en un perno.

#### 2.32.4 Torques o pares de apriete

Cada vez que se utiliza una llave dinamométrica, previamente introducimos el valor del torque que se vaya a aplicar en la escala adecuada. Una vez finalizado y antes de guardarla, se vuelve a colocar en el mínimo de la escala para que los muelles queden en reposo.

A la hora de elegir el tamaño del torquímetro más adecuado al torque que tengamos que aplicar, siempre se procurara que dicho torque quede lo mas central posible de la escala del torquímetro usado debiendo de evitar los extremos ya que el error puede llegar hasta el 20%



**Figura 2.79.** Torquímetros.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

#### Recomendaciones sobre torques en general

- Todos los tornillos llevan su torque

- Torques especiales aquellas que están aplicados sobre tornillos concretos que desarrollan trabajos también concretos tienen preferencia sobre el resto de los torques.
- Torques estándar, son los torques que se aplican en el resto de los casos según se indica en la tabla de torques estándar
- Los torques especiales tienen preferencia sobre los torques estándar.

Como normal los tornillos no se deben aflojar (quitar el torque inicial) con un torquimetro, ni con una llave de carraca, se debe utilizar una llave fija o de vaso con maneral rígido; cuando la tuerca este floja, se usara la carraca para mayor rapidez, durante el montaje del tornillo procederemos a la inversa, aproximando la tuerca con la carraca y finalmente aplicando el apriete con el torquimetro.

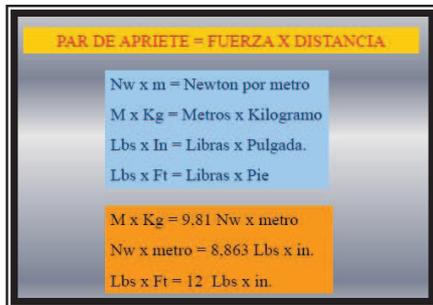
La utilización de las herramientas, en general, debe hacerse realizando el esfuerzo sobre la mismas “tirando” y nunca “empujando”, para el mejor control del esfuerzo y prevención de accidentes o daños.

Para dar correctamente los torques y en prevención de errores, el esfuerzo debe ser aplicado, sobre la llave, de forma progresiva y uniforme. Los tirones bruscos, pueden provocar que la llave “salte”, sin haber alcanzado el rango del torque para el se había ajustado la llave. También es importante estar comprobando, continuamente, que la llave no resbale de la tuerca.

***En general tendremos que observar:***

- El tornillo debe estar limpio, sin restos de lubricante o suciedad. Algunos tornillos llevan una capa de lubricante, en estos casos no debe retirarse esta capa.

- Si la tuerca que se va terquear es del tipo autofrenable, debemos considerar el valor de la fricción mínima y añadirlo al torque especificado. La fricción mínima puede obtenerse, bien de las tablas correspondientes, bien por medio de un torquímetro pequeño, mediante pruebas.



**Figura 2.80.** Pares de apriete.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

TABLAS DE EQUIVALENCIAS	
<b>PARA CONVERTIR EN: <u>N•m</u> (Newton por Metro).</b>	
• <b>m•Kgs (Metros Por Kilos)</b> multiplicar por	<b>9,81 (1 m•kg=9,81 N•m)</b>
• <b>In•Lbs (Pulgadas Por Libras)</b> multiplicar por	<b>0,1128 (1 In•Lbs=0,1128 N•m)</b>
• <b>Ft•Lbs (Pies Por Libras)</b> multiplicar por	<b>1,35 (1 Ft•Lb=1,35 N•m)</b>
<b>PARA CONVERTIR EN: <u>m•kg</u> (Metros por Kilo).</b>	
• <b>N•m (Newton Por Metros)</b> multiplicar por	<b>0,102 (1 N•m=0,102 m•kg)</b>
• <b>In•Lbs (Pulgadas Por Libras)</b> multiplicar por	<b>0,015 (1 In•Lbs=0,015 m•kg)</b>
• <b>Ft•Lbs (Pies Por Libras)</b> multiplicar por	<b>0,138 (1 Ft•Lb=0,138 m•kg)</b>
<b>PARA CONVERTIR EN: <u>In•Lbs</u> (Pulgada por Libra).</b>	
• <b>N•m (Newton Por Metros)</b> multiplicar por	<b>8,863 (1 N•m=8,863 In•Lbs)</b>
• <b>m•kgs (Metros Por kilos)</b> multiplicar por	<b>86,90 (1 m•kgs=86,90 In•Lbs)</b>
• <b>Ft•Lbs (Pies Por Libras)</b> multiplicar por	<b>12 (1 Ft•Lb=12 In•Lbs)</b>
<b>PARA CONVERTIR EN: <u>Ft•Lbs</u> (Pies por Libra).</b>	
• <b>N•m (Newton Por Metros)</b> multiplicar por	<b>0,738 (1 N•m=0,738 Ft•Lbs)</b>
• <b>m•kgs (Metros Por kika)</b> multiplicar por	<b>7,24 (1 m•kgs=7,24 Ft•Lbs)</b>
• <b>In•Lbs (Pulgadas Por Libras)</b> multiplicar por	<b>0,083 (1 Ft•Lb=0,083 Ft•Lbs)</b>

**Figura 2.81.** Equivalencias.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

Cuando los torques son aplicados mediante la utilización de algún dispositivo intermedio entre torquímetro y tuerca deberemos considerar la posición de montaje del citado dispositivo, respecto del torquímetro. Dichas piezas de unión pueden dividirse en dos tipos básicos, bien que sean concéntricos cuando el eje del cuadradillo del torquímetro se alinea con el eje del perno, o bien que no sean concéntricas cuando el eje del cuadradillo del torquímetro y el eje del perno no estén alineados. Cuando se utilice una pieza de conexión concéntrica, el par de apriete aplicados se lee directamente en el cuadrante indicador del torquímetro. Cuando se utilice una pieza de unión no concéntrica, es necesario diferenciar entre dos tipos:

1. Si la extensión está instalada a 90° con respecto ala manera del torquímetro el par de apriete aplicado, se lee directamente en el cuadrante indicador del torquímetro.
2. Si la extensión está instalada a 180° con respecto al maneral del torquímetro, el valor del par de apriete indicado en el cuadrante indicador del torquímetro, debe convertirse al valor actual aplicado a la tuerca, usando la fórmula siguiente:

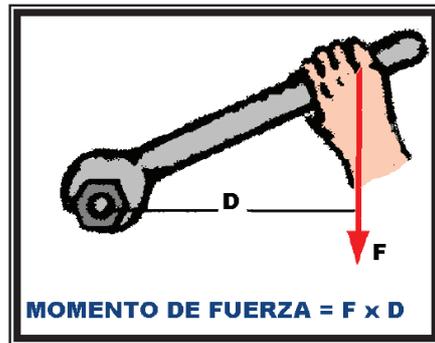
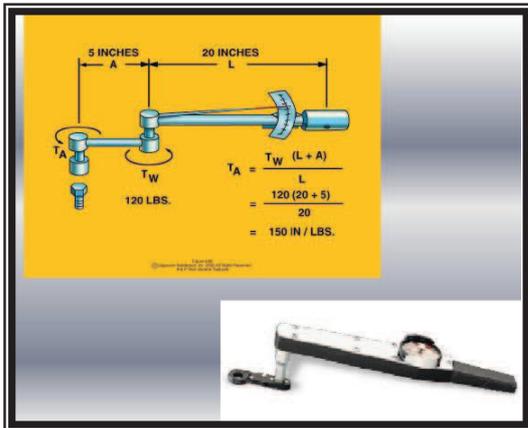
$T_w$  = torque corregido.

$T_a$  = torque recomendado.

$L$  = longitud torquímetro.

$A$  = longitud del dispositivo usado.

$$T_w = \frac{T_a \times L}{L + A}$$



**Figura 2.82.** Torque corregido y momento de fuerza.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo Pusdá

3. La forma de la extensión y la construcción deben evitar distorsión entre el eje del torqueímetro y el eje de extensión del torqueímetro

### Procedimientos generales

Lo que gira es la tuerca, permaneciendo frenado el tornillo. Casos excepcionales, de girar el tornillo y no la tuerca, se compensara el rozamiento del espárrago sobre las paredes de su alojamiento, aplicando el torque máximo recomendado para ese tornillo, sin sobrepasar este máximo nunca. Para terquear una tuerca almenada y frenada con pasador de aletas, proceder como sigue:

Colocar, en el torqueímetro, el valor inferior del torque recomendado y aplicarlo a la tuerca. Caso de no coincidir el agujero para instalar el pasador, aumentaremos hasta el valor máximo del torque recomendado e iremos apretando la tuerca, poco a poco y observando hasta hacer coincidir el agujero, pero cuidando de no sobrepasar el torque máximo es decir, “sin saltar el torqueímetro”.

No sobrepasar nunca el límite máximo, establecido en las tablas de torques estándar. Lo habitual es que tengamos un valor mínimo y otro máximo, como torque recomendado caso de tener un solo valor y al aplicarlo sobre la tuerca, el agujero no queda alineado, para el pasador, apretaremos hasta la siguiente al menos que nos coincida con el agujero del tornillo.

Nunca aflojar el tornillo, por debajo del margen inferior del torque recomendado, para permitir el centrado del pasador.

Cuando se instala un tornillo o espárrago sobre un agujero no pasante (ciego), se debe tener la seguridad de que el extremo del tornillo no llega a tocar el fondo del agujero. Cuando se van a torquear grupos de tornillos sobre una misma superficie o plano de una pieza, no se debe aplicar el torque total desde el inicio, seguir la norma de:

- Aproximar todos a mano, lo más posible.
- Apretar todos con llave, hasta que toquen la arandela.
- Aplicar el torque de forma alternativa y diametralmente opuestos, nunca a tornillos adyacentes.

Si vamos a torquear tornillos sobre piezas que han sido sometidas a calentamiento o enfriamiento, debemos esperar que las piezas recuperen la temperatura ambiente. En otro caso el tornillo podría quedar flojo o sobre apretado, según el caso. Cuando se aplica el torque sobre un tornillo nuevo, o tuerca no autofrenable, se recomienda apretarlo primero hasta el torque recomendado y aflojar media vuelta aproximadamente, para volver a torquear al valor recomendado. Esto limpia y suaviza la rosca.

## **CAPÍTULO III DESARROLLO DEL TEMA**

### **3.1. PRELIMINARES**

#### **3.1.1. Análisis del avión Fairchild Hiller serie FH-227 con matrícula HC-BHD**

Primero se realizó un análisis sencillo de los siguientes aspectos: que el avión tenga todos sus componentes principales como son fuselaje, motores, alas, trenes, conjunto de cola, cabina, y posteriormente todos sus componentes secundarios en buenas condiciones, segundo que debe tener todos sus manuales como son: Airplane Flight Manual, Maintenance Manual, Wiring Diagram Manual, Structural Repair Manual, Illustrated Parts Catalog, Special Tool and Equipment List Overhaul Manual; y por último se analizó el costo de soportes para los diferentes componentes a desmontarse y del traslado hasta el I.T.S.A.

Después del análisis que se realizó, el avión Fairchild Hiller serie FH – 227 con matrícula HC – BHD ubicado en el ala de transporte N° 11 de la ciudad de Quito posee todos los requisitos para que sea utilizado como avión escuela en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico para beneficio de docentes como estudiantes y prestigio a la Institución.

##### **3.1.1.1. Descripción**

El avión Fairchild Hiller serie FH – 227 con matrícula HC – BHD es un mono plano de ala alta con bastante ala voladiza y superficies de conjunto de cola y un fuselaje semi – monocasco.

El poder es proporcionado por dos motores turbo hélice, equipados con velocidad constante con bastantes cambios de orientación en las palas de las hélices, con hélices de cuatro palas cada una.

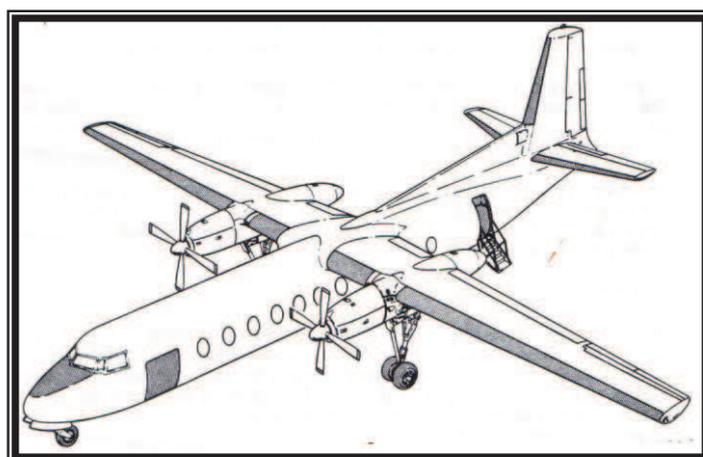
Se integran unidades de frenos de la hélice neumáticamente operadas en la planta de poder.

Un tren de aterrizaje tipo triciclo operado neumáticamente, dirección y frenos neumáticos incorporados en el avión. Un sistema de anti deslizamiento es incluido en el sistema de los frenos del avión.

La protección y prevención de hielo incluye descongelantes neumáticos en las superficies de borde de ataque de las alas y descongelantes eléctricos en las entradas de aire, hélices, tubos pitot y parabrisas.

La cabina de los aviones es presurizado y con aire acondicionado. El aire de enfriamiento es aprovechado durante el ciclo de entrada de aire a los motores y el aire caliente por una normal combustión de los motores.

Este avión está provisto para pasajeros y provisiones de carga, incluye una puerta de pasajeros trasera operada neumáticamente y manualmente. (ANEXO B - C)



**Figura 3.1.** El avión Fairchild serie FH – 227 con matrícula HC – BHD.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo Pusdá

### 3.1.2. Estudio técnico

Especificaciones de las herramientas, material de apoyo y equipos de protección personal utilizados para el desmontaje del ala parte interior del fuselaje del avión *Fairchild FH-227* con matrícula *HC – BHD*

#### 3.1.2.1. Herramientas utilizadas para el desmontaje

<b>HERRAMIENTAS</b>	
Brocas	1/16" 5/64" 3/32" 7/64" 1/8"
Llaves	3/8" 10mm
	19/32" 14mm
	1/2" 13mm
Martillos	Pequeños
Combo	Pequeños
Puntas, cinceles	Pequeños
Destornilladores (plano y estrella)	Puntas gruesas y finas
Playos, alicates, entorchador, llave de pico	
Taladros neumáticos	
Múltiple de presión neumática	
Mangueras para presión neumática	

#### 3.1.2.2. Material de apoyo utilizados para el desmontaje

<b>MATERIAL DE APOYO</b>
Tecele
Gatas hidráulicas
Escaleras
Montacargas

#### 3.1.2.3. Equipos de protección personal utilizados para el desmontaje

<b>E.P.P.</b>
Overol
Guantes
Zapatos punta de acero
Protectores de oídos
Gafas industriales
Mascarillas

#### **3.1.2.4. Recomendaciones generales.**

- Utilizar la herramienta adecuada, tomando en cuenta el tipo de trabajo que se va a realizar.
- Mantenga las herramientas en buenas condiciones y en un lugar limpio y seguro.
- Las herramientas defectuosas deben ser eliminadas y reemplazadas por otras nuevas, o en su caso repararlas.
- Se debe instruir a las personas sobre su manejo, mantenimiento y conservación. Usarlas adecuadamente.
- Es necesario establecer un programa de mantenimiento de las herramientas en general.
- Estudiar la práctica y diseñar un plan de trabajo.
- Realizar un inventario de las herramientas recibidas.
- Realizar un trabajo efectivo y de calidad.
- Estar siempre atento a la zona y área de trabajo.
- Entregar toda la herramienta al finalizar el tiempo de la práctica.
- Dejar limpia la zona de trabajo.

## 3.2. DESMONTAJE

### 3.2.1. Introducción

En base al resultado que se obtuvo en los preliminares, en el análisis de aspectos para la elección del avión escuela, el objetivo principal fue buscar un avión comercial que posea todos sus componentes, tanto principales como secundarios ya que en la actualidad es importante tener conocimientos actualizados para un buen desempeño en el ámbito aboral.

El avión escuela se adquirió en el Ala de transporte N° 11 ubicado en la ciudad de Quito, el mismo que se encontraba inoperativo después de haber cumplido su vida útil en la compañía de Petro Ecuador. Como el avión estaba expuesto al medio ambiente, se encontraba toda su estructura con principios de corrosión.

Ya realizada la adquisición, en el avión se fueron desmontando todos sus componentes principales como son: hélices, motores, alas exteriores, conjunto de trenes, ala central y conjunto del empenaje, para después ser trasladado al campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ubicado en la ciudad de Latacunga, posteriormente se realizó el montaje de todos sus componentes y su respectivo tratamiento estructural, para verificar que su estado no se haya alterado. (ANEXO D)



**Figura 3.2.** Inspección global del avión.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo Pusdá

### 3.2.2. Procedimiento para el desmontaje del ala parte interior del fuselaje

#### 3.2.2.1. Desmontar la hélice

- **Generalidades de operación:**

Estas hélices en su totalidad están construidas de aleación de aluminio duro son hechas de cuatro palas cuyo mecanismo de cambio de ángulo se opera por medio de una unidad reguladora y de una unidad de embanderamiento las cuales están montadas en el motor, el ángulo de la hélice puede variar desde 0° hasta completamente en Bandera, siempre unos pocos grados por debajo de 90°.

El mecanismo de cambio de paso de la hélice consiste en un émbolo operado hidráulicamente dentro de un cilindro fijo. Este émbolo actuador está unido a la raíz de cada una de las palas y su movimiento variará el ángulo de estas.

- **Desmontaje**

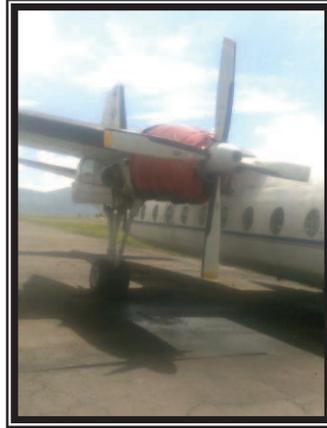
Para su desmontaje se necesita conocer su diámetro, peso y sus principales componentes, para después sacar las hélices, mediante los procedimientos que indiquen en el Manual de Mantenimiento (ATA 63 remoción e instalación)

**Diámetro**.....12 pies

**Peso**.....360 kilos (720 Lbs.)

#### **Principales componentes**

- Conjunto de palas (4)
- Conjunto de cruceta
- Conjunto de la cúpula o domo
- Pitch look
- Spinner (2)
- Platos de control (2)
- P.C.U. (gobernador)
- Conjunto de carbones
- Cut Out Switch
- Sincronizador
- With Drawn.
- Freno de la hélice
- Luces indicadoras



**Figura 3.3.** Desmontaje de las hélices.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

### 3.2.2.2. Desmontar los motores

- **Generalidades**

El motor turbo – hélice Dart es fabricado por la Rolls Royce de Inglaterra y es ampliamente usado en aviones de transporte de manufactura inglesa, canadiense, estadounidense y japonesa. (ANEXO E)

- **Desmontaje**

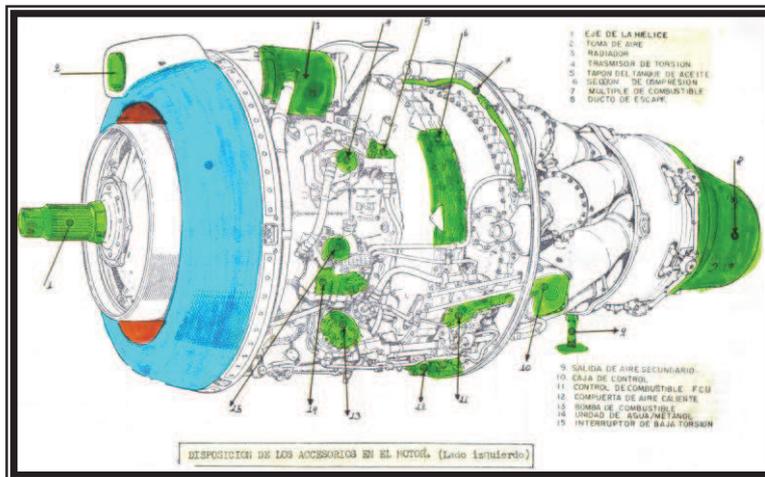
Para el desmontaje de los motores se necesita conocer sus especificaciones principales del motor:

**Especificaciones:**

- **Potencia de despegue.-** máximo garantizado 1835 SHP + 485 Lb. Empuje, promedio 1910 SHP + 505 Lb. Empuje.
- **Dirección de rotación.-** (Visto de atrás) del motor igual a las manecillas del reloj, de la hélice en sentido contrario a las manecillas del reloj.
- **Relación de compresión.-** 5.62 a 1.

- **Cámaras de combustión.-** Siete cámaras de combustión.
- **Turbina.-** Tres pasos, y flujo axial.
- **Diámetro mayor.-** 96.5 cm.
- **Largo total.-** 241.3 cm.
- **Peso del motor (s/aceite).-** 628.6 Kg.
- **Centro de gravedad.-** Aproximadamente a 6 cm. A tras del montaje.

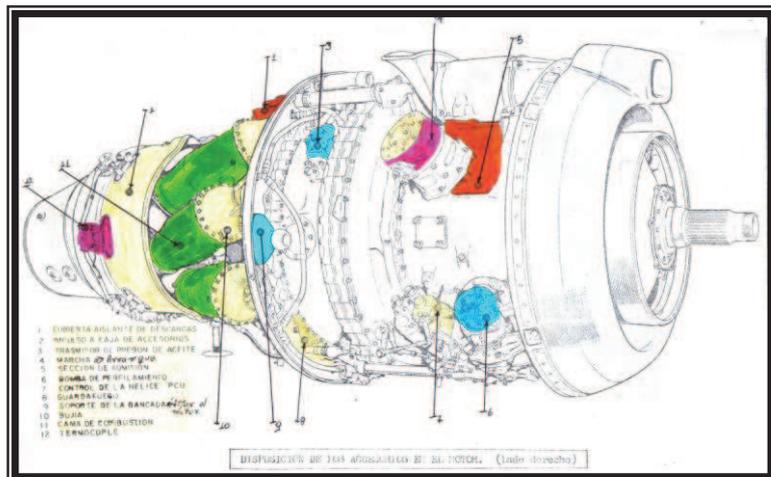
Posteriormente desconectar todos sus componentes y bajar los motores según los procedimientos del Manual de Mantenimiento (ATA 72 remoción e instalación)



**Figura 3.4.** Accesorios en el motor (Lado izquierdo).

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo Puská



**Figura 3.5.** Accesorios en el motor (Lado derecho).

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo Puská



**Figura 3.6.** Motor desmontado.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

### 3.2.2.3. Desmontar las alas (Sección exterior - derecha e izquierda)

- *Drenar el combustible de las alas.-* localizar el punto de drenaje de combustible, con ayuda de una escalera y un recipiente grande, con un drenador de combustible presionar en dicho punto hasta que todo el combustible haya sido drenado. (Fig. 3.7.) (ANEXO E)



**Figura 3.7.** Punto de drenaje del combustible.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- *Soporte del ala derecha.*- Colocar el soporte en el ala derecha para contrarrestar el peso al momento de desmontar el ala izquierda. Estación 394.882 (Fig. 3.8.) (ANEXO H)

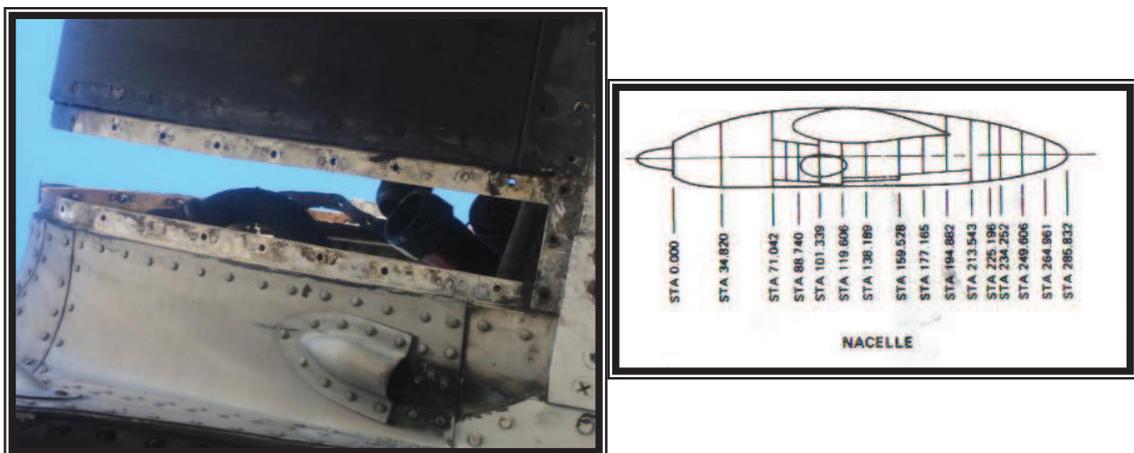


**Figura 3.8.** Soporte del ala derecha.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- *Celda de acceso.*- Con un destornillador de estrella retirar todos los pernos de la celda de acceso parte de las botas del borde de ataque ubicada en la estación 101.339, para desconectar cañerías de combustible, y neumático. (Fig. 3.9.) (ANEXO H - N)



**Figura 3.9.** Celda de acceso (Botas).

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- Desconecte las líneas de combustible y el tubo de ventilación del tanque externo de combustible. (Fig. 3.10.)



**Figura 3.10.** Líneas de combustible y tubos de ventilación (Botas).

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- Desconecte los mecanismos de torque del flap tubo de torsión entre la sección central del ala y el panel exterior de las alas. Internamente por el capó del motor se encuentran dos puntos de control del flap, el tornillo sin fin se lo retira quitando un pasador y una placa apegada a la estructura con dos tornillos y sus tuercas respectivas. (Llave 3/8). (Fig. 3.11.) (ANEXO F)

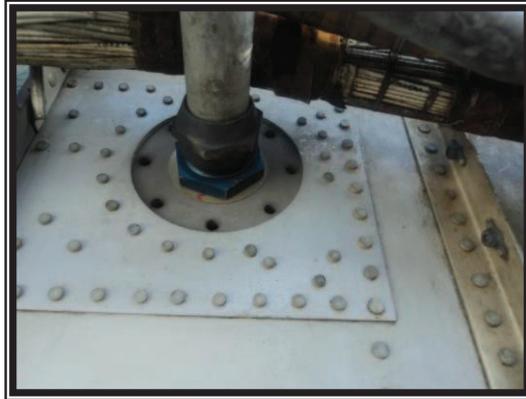


**Figura 3.11.** Tubo de torsión (Tornillo sin fin)

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

Retirar el pasador y con ayuda de una llave de pico se saca el otro punto de control del flap. (Fig. 3.12.)



**Figura 3.12.** Mecanismo del torque del flap.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo Pusdá

- Deslice hacia el interior la salida de la presión de succión de deshielo y las abrazaderas de tubo y camisas de manga. (Fig. 3.13.)



**Figura 3.13.** Sistema de deshielo.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo Pusdá

- Poner gatas hidráulicas en las dos alas, ubicadas correctamente en los puntos de apoyo, es muy importante que estas gatas hidráulicas estén apoyadas en sus tres ejes y perfectamente embonadas en los puntos de apoyo las alas para mayor seguridad. (Fig. 3.14.)



**Figura 3.14.** Gatas hidráulicas 30000Lbs (Alas).

**Fuente:** Investigación de campo.

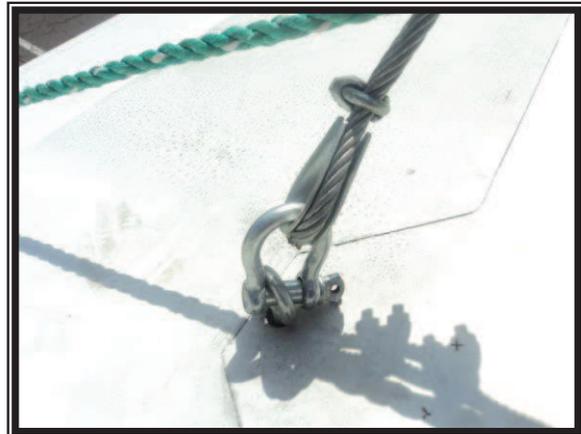
**Realizado por:** Pablo PUSDÁ

- Aumentar la eslinga de elevación para tensar y para aliviar el peso del panel exterior de las alas y puntos de fijación. Fijar los pernos en los tres puntos de anclaje del ala, con unas sogas poner en puntos estratégicos para ayudar a las eslinga que no se rompa y asegurar en el gancho del teclé e ir tensionando poco a poco. (Fig. 3.15. – 3.16.) (ANEXO K)

**Figura 3.15.** Puntos de sujeción de la sección exterior del ala.

**Fuente:** Investigación de campo.

**Realizado por:** Pablo PUSDÁ

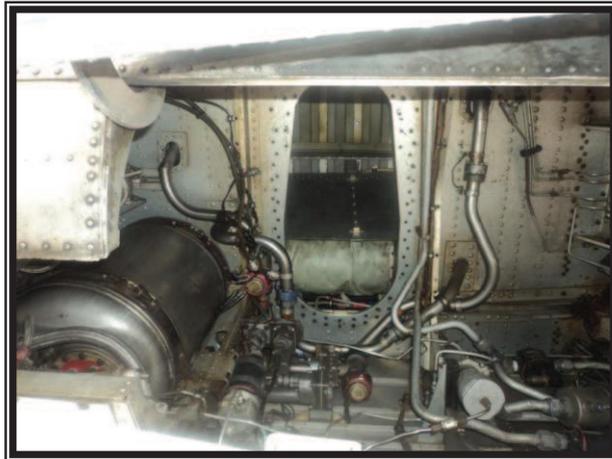


**Figura 3.16.** Eslingas y sogas tensionadas.

**Fuente:** Investigación de campo.

**Realizado por:** Pablo PUSDÁ

- Destapar una celda de acceso localizada en la parte superior del tren principal, retirar todos los pernos (3/8) de una división vertical para poder trabajar con mayor comodidad esta celda nos permite desconectar la línea de combustible y retirar todos los pernos que sujetan a la sección exterior del ala. (Fig. 3.17. – 3.18.) (ANEXO Q - O)



**Figura 3.17.** Celda de acceso y división vertical.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ



**Figura 3.18.** Cañerías de combustible.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

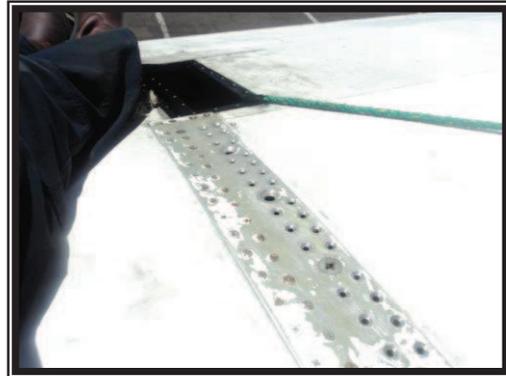
- Retirar solo las tuercas de los pernos pequeños de las dos filas tanto en la tira superior e inferior después con ayuda de un martillo empujar hacia fuera todos los pernos. (Fig. 3.19. – 3.20. – 3.21. – 3.22.) (ANEXO R - S)



**Figura 3.19.** Faja o franja superior interna.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ



**Figura 3.20.** Faja o franja superior externa.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ



**Figura 3.21.** Faja o franja inferior interna.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ



**Figura 3.22.** Faja o franja inferior externa.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

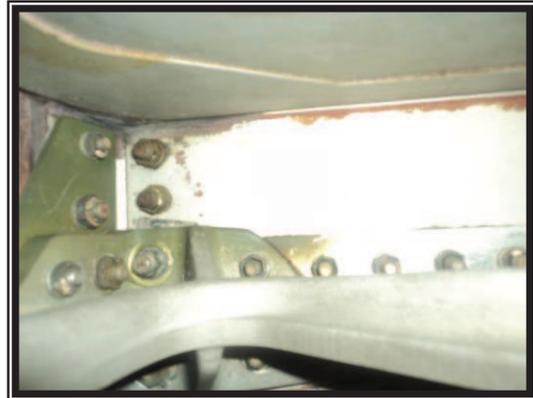
- Retirar todas las tuercas de las fajas laterales (Frontal y posterior) y ángulos de los largueros (Frontal y posterior) de la estructura, para después empujar con un martillo de goma hacia fuera, recordando que solo es la primera fila junto a la sección exterior del ala. (Fig. 3.23. – 3.24 – 3.25. – 3.26.) (ANEXO L – M - N)



**Figura 3.23.** Faja o franja lateral (Frontal).

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ



**Figura 3.24.** Ángulos de los largueros (Frontal).

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ



**Figura 3.25.** Faja o franja lateral (Posterior).

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

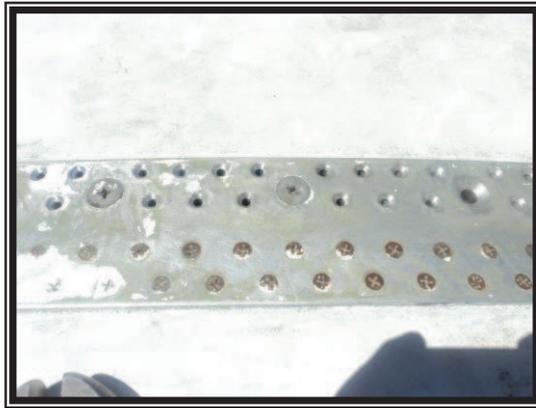


**Figura 3.26.** Ángulo de los largueros (Posterior).

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- Quitar las nueve tuercas ( $\frac{1}{2}$ ) de los pernos grandes y con ayuda de un martillo empujarlos hacia fuera. (Fig. 3.27.) (ANEXO I - J)

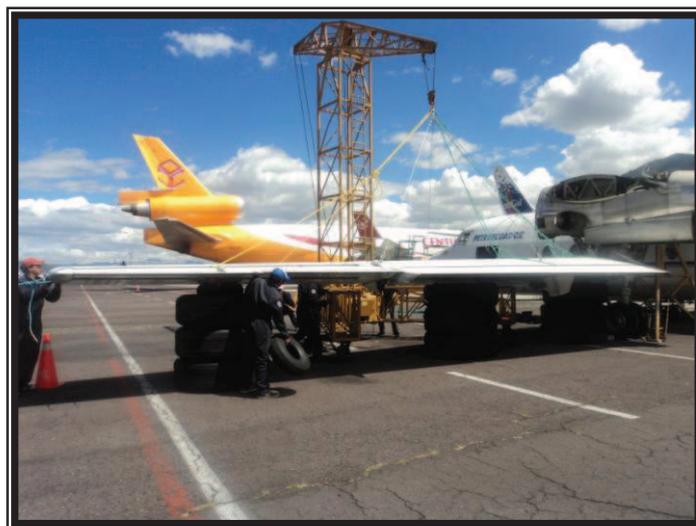


**Figura 3.27.** Remoción de los 9 pernos grandes de la faja superior.

**Fuente:** Investigación de campo.

**Realizado por:** Pablo Pusedá

- Verificar que ninguna cañería y todas las líneas desconectadas estén libres de cualquier obstrucción, que las gatas hidráulicas estén puestas con el collarín de seguridad, y retirar todo tipo de objetos que pueda golpear como son escaleras, y herramientas, colocar en el piso una superficie acolchonada (neumáticos) tratando de nivelar el ala.
- Tensionar poco a poco las eslingas con ayuda del teclé, con una soga amarrada en la punta y raíz del ala templar de derecha a izquierda hasta que se desprenda de la sección del ala central, una vez suelta el ala templar la soga e irle guiándole hasta que se asiente en los neumáticos. (Fig. 3.28.)



**Figura 3.28.** Desmontaje de la sección exterior del ala izquierda.

**Fuente:** Investigación de campo.

**Realizado por:** Pablo Pusedá

- Después de que el ala está asentada estable sobre los neumáticos retirar cuidadosamente las eslingas y sogas, posteriormente retirar el tecele sin golpear el ala y asegurarla bien por condiciones de vientos fuertes. (Fig. 3.29.)



**Figura 3.29.** Desconexión de las eslingas, y estabilidad del ala desmontada.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo Pusdá

- Para el desmontaje del ala derecha es el mismo procedimiento que en el desmontaje del ala izquierda.

#### 3.2.2.4. Desmontar los trenes principales

- Este avión posee tren de aterrizaje tipo triciclo retráctil, para el desmontaje primero se le colocó cuatro soportes por debajo del fuselaje en las estaciones 198.819 - 333.661 - 475.394 - 637.598. (Fig. 3.30.; 3.31.; 3.32.; 3.33.)



**Figura 3.30.** Soporte en la estación 637.598 del fuselaje.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo Pusdá



**Figura 3.31.** Soporte en la estación 475.394 del fuselaje.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo Pusedá



**Figura 3.32.** Soporte en la estación 333.661 del fuselaje.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo Pusedá



**Figura 3.33.** Soporte en la estación 198.819 del fuselaje.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo Pusedá

- Colocar las gatas hidráulicas tanto en los puntos en la sección de las alas, como en el punto en la sección de la de la nariz; por seguridad. (Fig. 3.34.)



**Figura 3.34.** Gatas hidráulicas - ala derecha, ala izquierda y nariz.

Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Pablo Pusdá

- En el actuador del tren principal se tiene que aliviar la presión y de todo el sistema, mediante dos puntos de alivio de presión, girando a la izquierda se abre y girando hacia la derecha se cierra, procurando que no salga el líquido hidráulica del sistema solo la presión. (Fig. 3.35.)



**Figura 3.35.** Puntos para aliviar la presión; actuador y sistema del tren principal.

Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Pablo Pusdá

- Con ayuda del tecele sujetar con sogas el tren principal al momento de desmontar, desconectar los puntos de sujeción del tren y bajarlo con cuidado sobre neumáticos. (Fig. 3.36.; 3.37.; 3.38.)



**Figura 3.36.** Sujeción del tren al tecele.

Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Pablo Pusdá



**Figura 3.37.** Puntos de sujeción del tren principal.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ



**Figura 3.38.** Tren principal izquierdo desmontado.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- El mismo procedimiento se emplea para bajar los dos trenes principales pero uno a la vez.

### **3.2.2.5. Desmontaje del ala parte interior del fuselaje**

- Con las celdas de acceso destapadas tanto de encima del fuselaje como el borde de ataque, desconectar todos los alambres tensionados, de las superficies de control (alas y empenaje), tendido eléctrico, ductos de aire acondicionado, ductos de sistema de anti deshielo y puntos de sujeción de la parte superior del ala sección central con el fuselaje. (Fig. 3.39.; 3.40.; 3.41.) (ANEXO Q - N)

Verificar que los soportes del fuselaje estén en su estación correcta y las gatas hidráulicas tanto de las alas como la de nariz, estén bien puestas con su collar de seguridad, y presión adecuada.



**Figura 3.39.** Celda de acceso por encima del fuselaje.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ



**Figura 3.40.** Desconexión de alambres de controles de vuelo, y tendido eléctrico.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ



**Figura 3.41.** Puntos de sujeción de la parte superior del ala central con el fuselaje.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- En la parte interior del fuselaje ubicar, todos los remaches del contorno que une el ala central y el tanque de combustible contra el fuselaje. (Fig. 3.42.)

(ANEXO R)



**Figura 3.42.** Remaches parte interior del fuselaje que une al ala central.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo Pusedá

- Primero se tiene que señalar o marcar todos los remaches con ayuda de una punta y un martillo, después trabajamos con una broca de acero y un taladro de presión neumática, perforando sobre las cabezas marcadas de los remaches hasta separar las dos placas (ala central y fuselaje) subiendo las gatas hidráulicas, este tipo de trabajo es muy peligroso por que salen limallas al momento de perforar los remaches y se recomienda utilizar todos los Equipos de Protección Personal que sean necesarios para cuidar la integridad física y enfermedades a largo plazo. (Fig. 3.43.; 3.44.; 3.45.; 3.46.; 3.47.)



**Figura 3.43.** Señalamiento de todos los remaches.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo Pusedá



**Figura 3.44.** Brocas y taladro neumático.  
Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Pablo Pusdá



**Figura 3.45.** Tomas de presión neumática.  
Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Pablo Pusdá



**Figura 3.46.** Perforamiento de remaches.  
Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Pablo Pusdá



**Figura 3.47.** Separación de las dos placas (ala central y fuselaje).  
Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Pablo Pusdá

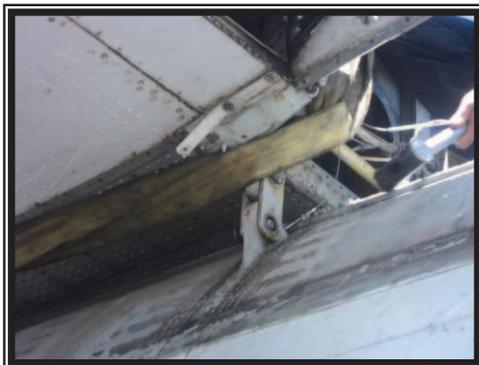
- Después de que las dos placas hayan sido separadas colocar fajas especiales por la parte externa del fuselaje con un montacargas pequeño levantar poco a poco el ala central, ubicar los ocho puntos que sujetan toda el ala central contra el fuselaje y aflojar todas sus tuercas (95-110)(19/32") (4 Internamente y 4 externamente) (Fig. 3.48.; 3.49.; 3.50.; 3.51.; 3.52.)(ANEXO T)



**Figura 3.48.** Colocación de fajas alrededor del ala central (montacargas pequeño).

Fuente: Investigación de campo.

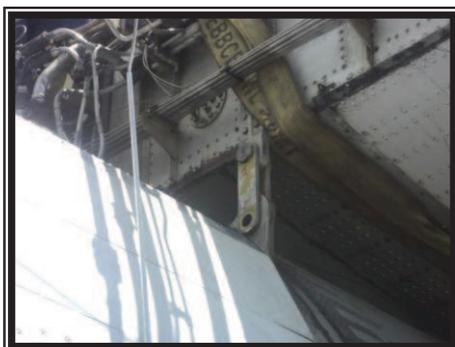
Realizado por: Pablo Pusdá



**Figura 3.49.** 2 Puntos de sujeción exterior, del ala central contra el fuselaje (Ala derecha).

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo Pusdá



**Figura 3.50.** 2 Puntos de sujeción exterior, del ala central contra el fuselaje (Ala izquierda).

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo Pusdá



**Figura 3.51.** 2 Puntos de sujeción interior, del ala central contra el fuselaje (Ala derecha).  
**Fuente:** Investigación de campo.  
**Realizado por:** Pablo Pusdá



**Figura 3.52.** 2 Puntos de sujeción interior, del ala central contra el fuselaje (Ala izquierda).  
**Fuente:** Investigación de campo.  
**Realizado por:** Pablo Pusdá

- Con el montacargas y las fajas colocadas alrededor del ala central, tensionar un poco hacia arriba, hasta sacar los cuatro pernos externos y los cuatro pernos internos del fuselaje con ayuda de un martillo de acero procurando de no dañar las roscas de los pernos (utilizar WD-40). (Fig. 3.53. 3.54. 3.55. 3.56) (ANEXO T- L)



**Figura 3.53.** Colocación de fajas alrededor del ala central (montacargas grande)  
**Fuente:** Investigación de campo.  
**Realizado por:** Pablo Pusdá



**Figura 3.54.** Remoción de los 8 pernos internos y externos del fuselaje

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ



**Figura 3.55.** WD-40.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ



**Figura 3.56.** Pernos de sujeción del ala central contra el fuselaje.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- Verificar que las eslingas estén perfectamente colocadas alrededor del ala central, después de que todos los pernos estén completamente afuera, despejar toda el área retirando las gatas hidráulicas escaleras y demás objetos que puedan causar daño en la estructura, posteriormente (Fig. 3.57.)



**Figura 3.57.** Área despejada.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- Tensionar fuertemente con el montacargas grande hasta que la sección del ala central se desprenda totalmente de la estructura del fuselaje. (Fig. 3.58.)



**Figura 3.58.** Desprendimiento del ala central y el fuselaje.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- Previamente amarrar una soga en un costado del ala central, con el único propósito de evitar que se balancee al momento del levantamiento por condiciones climáticas (fuertes vientos). (Fig. 3.59.)

Siempre precautelando la seguridad de todas las personas que se encuentran alrededor para evitar así pérdidas humanas y lesiones graves.



**Figura 3.59.** Soga de control, amarrada a la sección del ala central.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- Bajar suavemente la sección del ala central, hasta que se asiente sobre neumáticos previamente colocados en el piso para evitar que tenga golpes o roturas de cañerías. (Fig. 3.60.)

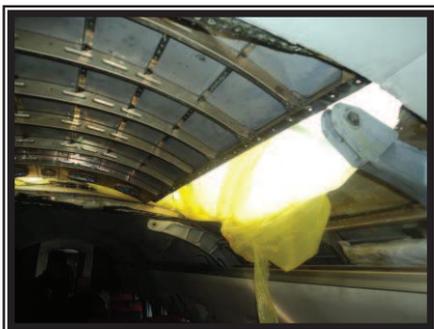


**Figura 3.60.** Asentamiento del ala central sobre neumáticos.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

- En la parte superior del fuselaje queda toda la superficie descubierta, y se debe cubrir con plásticos bien sujetos para evitar que ingrese agua y cause daños en el interior del fuselaje. (Fig. 3.61.)



**Figura 3.61.** Cubierta de plástico en el fuselaje.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

### 3.2.3. Traslado (Revisar ANEXO U FOTOS DEL TRASLADO).

- Para el traslado de todos los componentes se tubo que desmontar Las hélices, motores, las alas (sección externa del ala, sección central del ala), trenes principales y conjunto de empenaje; para después ser colocadas en sus respectivos container y camiones con el montacargas previamente contratado.
- Exitosamente el traslado del avión desde la ciudad de Quito a la ciudad de Latacunga específicamente en las instalaciones del ITSA, ocurrió sin ninguna novedad y hoy en día el avión y todos sus componentes se encuentran en buenas condiciones.



**Figura 3.62.** Traslado del avión.

Fuente: Investigación de campo.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

### **3.2.4. Estudio Legal**

- Uno de los fundamentos legales que regula el tema de proyecto de grado es lo que establece en la R-DAC parte 142 subparte C., en el literal **142.203 Requisitos de equipamiento, materiales y ayudas de instrucción.**
- Como segundo fundamento que es de importancia y que complementa la realización del proyecto de grado es lo que estipula la R-DAC 147 Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico, en el literal **147.17 Requerimientos del equipo de instrucción.**
- Un tercer fundamento para continuar con el proyecto de grado es que todos los conocimientos adquiridos en clase se podrán reforzar en el área técnica.

### **3.2.5. Estudio económico**

Básicamente lo que se realizó en el estudio económico fue analizar el presupuesto a invertirse durante todo el proceso, como es el desmontaje, traslado y montaje de todos los componentes, para ello se basó en proformas que se cotizaron tanto para soportes, herramientas y transportación de todo el avión, partiendo del estudio de factibilidad económico financiero que se realizó en el anteproyecto.

- **Rubros**

Para determinar el costo total de la cimentación de este proyecto se tomó en cuenta los siguientes rubros:

- Costos primarios (Equipos y materiales de apoyo)
- Costos secundarios (Materiales de oficina)

- **Costos primarios**

Nº	Detalle	
1	Adquisición de herramientas	
2	Soportes	
3	Alquiler de equipos y herramientas especiales	
4	Técnicos especializados	
5	Alquileres de equipos de carga y plataformas	
6	Transportación	
7	Entre otros	
<b>TOTAL</b>		<b>700</b>

Costos primarios.  
Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Pablo Pusdá

- **Costos Secundarios**

Nº	Detalle	Costo
1	Aranceles de graduación	120
2	Suministros de oficina	30
3	Transporte	40
4	Impresiones e Internet	30
5	Empastados anillados	40
6	Varios	60
<b>TOTAL</b>		<b>320</b>

Costos secundarios.  
Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Pablo Pusdá

Nº	Detalle	Costo
1	Costos primarios	700
2	Costos secundarios	320
<b>TOTAL</b>		<b>1020</b>

Costo total del proyecto.  
Fuente: Investigación de campo.  
Realizado por: Pablo Pusdá

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. CONCLUSIONES**

- Se recopiló información concerniente al tema.
  
- Se investigó sobre el funcionamiento de cada uno de los sistemas y componentes que posee el avión.
  
- Se organizó y procesó la información obtenida.
  
- Se adquirió conocimientos como el buen manejo de herramientas, adecuado manejo de manuales técnicos, y trabajo en equipo.
  
- Se desmontó el ala parte interior del fuselaje, para contribuir con el traslado del avión Fairchild F-227 J con matrícula HC-BHD, a los campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ubicado en la ciudad de Latacunga.
  
- Se implementó un avión escuela de acuerdo a la necesidad y satisfacción de los integrantes del grupo involucrados en este proyecto, así como también de quienes harán uso del mismo.

## 4.2. RECOMENDACIONES

- Es indispensable que el personal que vaya a trabajar en el avión escuela implementado en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, haga uso correcto de los manuales que el avión posee.
- Utilizar las herramientas adecuadas y necesarias para evitar daños en el avión y accidentes laborales durante los trabajos en el mismo.
- Utilizar permanentemente todos los Equipos de Protección Personal que sean necesarios, dependiendo los riesgos y peligros al realizar algún trabajo en el avión.
- Se recomienda usar este proyecto como ejemplar para los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, para que conozcan e identifiquen los sistemas y componentes básicos que posee el avión.
- Se recomienda el apoyo por parte de la institución para la ejecución de este tipo de investigaciones, ya que su alto costo constituye un gran limitante para el desarrollo de proyectos más ambiciosos y benéficos para la institución.

## GLOSARIO

### A

**Aeroespacial.-** Es una industria de alta tecnología, sus productos incluye desde transbordadores o lanzaderas espaciales, satélites, motores para cohetes, helicópteros, aviones privados y jets.

**Aeronave.-** Significa un dispositivo que es usado o en la intención de ser usado para vuelo en el aire.

**Aeronavegabilidad:** Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura, de tal manera que:

Cumpla con su certificado Tipo.- Que exista la seguridad o integridad física, incluyendo sus partes, componentes y subsistemas, su capacidad de ejecución y sus características de empleo.

Que la aeronave lleve una operación afectiva en cuanto al uso (corrosión, rotura, pérdida de fluidos, etc.), hasta su próximo mantenimiento.

**Altura.-** La altura de un objeto – o geométricas es una longitud o una distancia de una dimensión geométrica, usualmente vertical o en la dirección de la gravedad. También se usa el término altura para designar la coordenada "vertical" de la parte más elevada de un objeto.

**Ala.-** En aeronáutica se denomina ala a un cuerpo aerodinámico compuesto de perfiles aerodinámicos 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.

**Alerones.-** Los alerones están colocados cerca de la punta del ala y hacia el borde posterior, y permiten el movimiento de alabeo y hacen girar al avión sobre el eje longitudinal. Si se mueve el volante de mando a la izquierda o se inclina en

la misma dirección la palanca cuando no hay volante, el alerón izquierdo se levanta y el derecho baja, produciéndose así una inclinación de las alas hacia la izquierda. Si se mueve el mando a la derecha, se inclinarán hacia ese lado.

## C

**Condiciones.-** Estado incierto en el cual se encuentra un objeto

**Controles de vuelo.-** Superficies y mandos que permiten al avión cambiar de aptitud. Los componentes necesarios para el control de vuelo de los aviones modernos constan de varios sistemas que se manejan desde la cabina de pilotos mediante una palanca de mando, los pedales de dirección y un conjunto de instrumentos que proporcionan la información necesaria para su uso.

**Cabina.-** La cabina de vuelo, es el área de la parte frontal de un avión en la que la tripulación técnica, piloto y copiloto principalmente; controla la aeronave, la cabina de una aeronave contiene el instrumental y los controles que permiten al piloto hacer volar, dirigir y despegar o aterrizar el avión.

## D

**Desmontar.-** Quitar algo para que no este disponible.

## E

**Esquemas-** Esquema, organización del contenido de una obra en partes, componiendo un texto o figura gráfica y visualmente sencilla que deja claro las relaciones que hay establecidas en dicha obra. Se puede hacer un esquema de un libro, de un cuadro, de un informe, de una teoría o de cualquier otra cosa.

**Estructura.-** En los albores de la aviación, el fuselaje consistía en una estructura abierta que soportaba los litros componentes del avión. La parte inferior de la estructura servía de tren de aterrizaje. Después, la necesidad de aumentar la resistencia y mejorar las prestaciones llevó a desarrollar fuselajes cerrados,

afianzados y sujetos por medio de montantes y cables le riostramiento, que mejoraban las condiciones aerodinámicas, proporcionaban protección a los pilotos y pasajeros y conseguían mayor espacio para/el equipaje y la carga. Poco tiempo después aparecieron los fuselajes monocasco, una novedad que consistía en integrar en un solo cuerpo la estructura y su recubrimiento.

**Empenaje de la cola.-** El modelo normal de empenaje de cola 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 suele estar en la parte frontal, mientras que en la posterior se encuentra la parte móvil llamada timón de profundidad o elevador. Algunas veces toda la superficie se puede mover y el elevador se elimina. La parte fija de la superficie vertical es el estabilizador vertical y la móvil el timón de

**Estándar.-** Tipo, modelo, patrón, nivel.

**Empenaje.-**Conjunto de timón de cola y timón de dirección.

## F

**Flaps.-** Situado en el borde de fuga del ala. Aumenta el coeficiente de sustentación del ala mediante el aumento de superficie o el aumento de coeficiente de sustentación del perfil, entrando en acción en momentos adecuados, cuando este vuela a velocidades inferiores a aquellas para las cuales se ha diseñado el ala, replegándose posteriormente y quedando inactivo.

## H

**Habilitar:** Hacer a una persona o cosa hábil o apta para aquello que antes no lo era.

**Hidráulica.-** La hidráulica es una rama de la física y la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos. Todo esto depende de las fuerzas que se interponen con la masa (fuerza) y empuje de la misma

I

**Instalar.-** Es completar los distintos procesos para que un componente pueda ser montado y utilizado.

**Instrumentos de vuelo.-** Se denomina instrumentos de vuelo al conjunto de mecanismos que equipan una aeronave y que permiten el vuelo en condiciones seguras. Dependiendo de su tamaño o grado de sofisticación, una aeronave puede contar con un número variable de instrumentos. Se clasifican en tres grupos: de control, de performance y de navegación.

N

**Nacela.-** Cubierta protectora.

**Navegación.-** La navegación aérea es el conjunto de técnicas y procedimientos que permiten conducir eficientemente una aeronave a su lugar de destino, asegurando la integridad de los tripulantes, pasajeros, y de los que están en tierra. La navegación aérea se basa en la observación del cielo, del terreno, y de los datos aportados por los instrumentos de vuelo.

**Neumática.-** La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y por tanto, al aplicarle una fuerza, se comprime, mantiene esta compresión y devolverá la energía acumulada cuando se le permita expandirse, según la ley de los gases ideales.

## P

**Poleas.-** Se trata de una rueda, generalmente maciza y acanalada en su borde, que, con el curso de una cuerda o cable que se hace pasar por el canal ("garganta"), se usa como elemento de transmisión para cambiar la dirección del movimiento en máquinas y mecanismos.

## T

**Tabulación:** Acción y efecto de tabular.

**Tabular:** Expresar valores, magnitudes u otros datos por medio de tablas.

**Transporte.-** Se denomina transporte o transportación (del latín *trans*, "al otro lado", y *portare*, "llevar") al traslado de personas o bienes de un lugar a otro. El transporte es una actividad fundamental de la Logística que consiste en colocar los productos de importancia en el momento preciso y en el destino deseado

## V

**Vuelo.-** El vuelo es la acción de volar: cualquier movimiento a través del aire generado por elevación aerodinámica o flotabilidad aerostática. También recibe el nombre de vuelo el desplazamiento de las naves espaciales más allá de la atmósfera terrestre.

## ABREVIATURAS Y SIGLAS

- **ATA:** Asociación de Transporte Aéreo.
- **IPC:** Catálogo Ilustrado de Partes
- **MM:** Manual de Mantenimiento.
- **OHM:** Manual de Overhaul.
- **SRM:** Manual de Reparaciones Estructurales.

## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS

- FAIRCHILD HILLER FH-227 SERIES MAINTENANCE MANUAL ATA 27
- Antecedentes Aeronáuticos/ Ing. J. Medina Pág. 11- 36.
- Airliner World, marzo de 2002, Stanford, Lines, PE91XQ, UK.
- Department of Transportation, 13 de mayo de 1992, FAA TypeCertificate data Sheet M6.7A1.
- Enciclopedia Ilustrada de la Aviación: Barcelona 1983 ISBN 84-85822-65-x, Vq:- 7 pág. 160, Edit/Delta.
- La Fana de L`Aviation, París 1989, números 245 y 246, Editions Lafiviere,

### PÁGINAS WEB

- <http://www.sjap.nl/27.htm>
- <http://www.wikipedia.com/fairchild>
- <http://www.mantenimiento/mundial>.
- Manual de Mantenimiento del F-27 series
- Catálogo Ilustrado de Partes del F-27 series.
- Análisis Operacional de Texaco para F-27 series noviembre de 1967
- <http://www.Ata100.com/fairchild/flithg>

# **ANEXOS**

**ANEXO "A"**  
ANTEPROYECTO

# **INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

## **Tema:**

**DESMONTAJE DEL ALA PARTE INTERIOR DEL FUSELAJE DEL AVIÓN FAIRCHILD F-227 J CON MATRICULA HC-BHD PARA SU TRASLADO DEL ALA DE TRANSPORTE N° 11 HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO.**

Fecha de presentación:

**16 de mayo del 2011**

Responsable del trabajo de graduación

**PUSDÁ LLIGÜIN PABLO PATRICIO**

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

### **1.1 Planteamiento del problema**

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) ubicado en la ciudad de Latacunga - provincia de Cotopaxi, conocedor de la necesidad de profesionales dentro del campo aeronáutico prepara y capacita personal técnico con un alto nivel de conocimientos en esta área, para enfrentar los retos del futuro y satisfacer el mercado actual de profesionales de gran calidad.

EL ITSA es el único instituto en el país que ofrece carreras como Mecánica Aeronáutica, Logística, Telemática, Seguridad Aérea y Terrestre, con el fin de aportar al desarrollo del país y la ciudad en la que se encuentra ubicado, así como planificar y ejecutar cursos de capacitación para el personal, por lo cual cuenta con un personal altamente capacitado y muy preparado y gracias a ello se ha ganado un alto prestigio a nivel nacional.

En la actualidad el instituto cuenta con talleres y laboratorios totalmente equipados para proporcionar un correcto aprendizaje, pero con los avances la tecnología y la necesidad de mantenerse acorde a las nuevas formas de enseñanza es necesario ir implementando nuevos materiales didácticos como lo es un avión escuela el cual sería de mucha ayuda en la formación de nuevos tecnólogos, ya que en él se podría obtener un aprendizaje mucho más acertado y claro de lo que es la aviación comercial.

Existen instituciones como la Fuerza Aérea Ecuatoriana que opera en las diversas bases del país, donde poseen aviones operativos como inoperativos, que por diversos motivos han perdido su aeronavegabilidad, uno de estos aviones se encuentra en el Ala de transporte N° 11 ubicada en la ciudad de Quito - Provincia de Pichincha, este es un avión Fairchild FH - 227 está operativo y tiene las características para ser utilizado como avión escuela en el instituto.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico realizó las distintas gestiones y obtuvo la respectiva autorización por lo tanto ahora se debe planificar el traslado del avión del Ala de Transporte N° 11 a las instalaciones del Instituto.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cómo realizar la planificación y los procesos técnicos para el traslado del avión Fairchild FH - 227J del Ala de Transporte N° 11 a las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico?

## **1.3 Justificación e Importancia**

Para todo estudiante de nivel superior adquirir conocimientos actualizados en el medio que le compete a su especialización es de vital importancia, ya que, la competitividad en el campo laboral está medido por el tipo de conocimientos que el profesional posee.

Teniendo en consideración que el **INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO** está proyectado, a ser el mejor instituto de educación superior a nivel nacional, por lo tanto debe proporcionar instalaciones, facilidades, materiales que ayuden a mejorar la formación de profesionales comprometidos con el desarrollo aeroespacial.

Estas mejoras en el instituto deben tener en cuenta parámetros como las mejoras en calidad, seguridad, condiciones en el trabajo y optimización de los recursos, ya que los cambios que se implementan en una institución son el resultado de adecuaciones contemporáneas de sus herramientas de enseñanza.

Los laboratorios y talleres con que cuenta el instituto deben ser utilizados eficientemente, para aprovechar los beneficios que estos nos ofrecen.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Generales**

Trasladar el avión Fairchild FH - 227 con matrícula HC - BHD mediante la planificación de la logística y los procesos técnicos desde el Ala de Transporte N° 11 hacia las

instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) para que este sea utilizado como avión escuela.

#### **1.4.2 Específicos**

- Recolectar información que nos ayude a realizar el traslado del avión Fairchild FH - 227 con matrícula HC - BHD.
- Realizar una observación para determinar el estado en que se encuentra el avión.
- Determinar la ruta por donde va a ser traído el avión para poder realizar el traslado del mismo hacia el instituto.
- Analizar en el instituto el sitio donde va a ser ubicado el avión.
- Planificar el tiempo de duración mediante la elaboración de un cronograma el traslado del avión.

#### **1.5 Alcance**

El trabajo de investigación a desarrollarse va a brindar y a ser de ayuda al ITSA ya que mejorara la enseñanza y de manera primordial a los estudiantes e instructores de la carrera de mecánica, tanto en forma teórica como practica ya que les permite tener un conocimiento más claro actualizado y preciso de lo que es la aviación, de esta forma los estudiantes van a tener un mejor desenvolvimiento en su vida profesional, por lo tanto el instituto va a seguir ganando prestigio a nivel nacional e internacional.

## **2. PLAN METODOLÓGICO**

### **2.1 Modalidad básica de la investigación**

En el proyecto de investigación a desarrollarse se utilizara las siguientes modalidades:

**De campo.-** Se realizara esta modalidad ya que para realizar la investigación estaremos en el lugar mismo donde se encuentra el avión.

**Documental.-** En el desarrollo del proyecto se utilizaran los respectivos manuales del avión y libros de la Dirección de Aviación Civil.

## **2.2 Tipos de investigación**

**No experimental.-** Se utilizara este tipo de investigación ya que/frara el desarrollo de este proyecto se observara y recopilara toda la información de acuerdo al avance del proyecto, dicha información y procedimientos ya están dados en manuales y libros los cuales los tenemos que seguir muy estrictamente.

## **2.3 Niveles de investigación**

**Descriptiva.-** Con la investigación descriptiva se va obtener una información más centrada, ya que existe conocimiento del problema y no es ajeno a nuestra realidad de las necesidades que el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico está presentando en estos momentos.

## **2.4 Recolección de datos**

Este paso nos permitirá conocer y saber dónde está la fuente de información, y por lo tanto vamos a obtener datos concretos del proyecto a investigar.

### **2.4.1 Técnicas**

- **Bibliográfica.-** Se utilizara esta técnica ya que vamos a utilizar los manuales del avión, en donde se encuentra los procedimientos información para el desarrollo del proyecto.

➤ **De campo**

- ❖ **Observación.-** Mediante la observación se podrá determinar el orden en el que se van a realizar las tareas y procesos para el avance del proyecto.

## **2.5 Procesamiento de la información**

Para procesar la información obtenida se hará un análisis en forma general de todo lo investigado, realizando una clasificación de la información más clara y concisa, y eliminando la información que no nos sea de mucha utilidad para el desarrollo del proyecto.

## **2.6 Análisis e interpretación de resultados**

Los datos obtenidos de la investigación serán presentados en forma escrita, y la información obtenida servirá para buscar una solución al problema investigado.

## **2.7 Conclusiones y recomendaciones de la investigación**

Después de ejecutar la planificación de toda la investigación se procederá en un futuro a concluir y recomendar.

# **3. EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO**

## **3.1 Marco teórico**

### **3.1.1 Antecedentes de la investigación**

En el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico no se han realizado proyectos como la adquisición de un avión escuela por tal motivo realizara la adquisición del mismo, ya que la aviación es un campo que a día se va modernizando y se debe optar por otras técnicas que mejoren la enseñanza impartida en el instituto.

### 3.1.2 Fundamentación teórica

#### ¿Que es un avión?

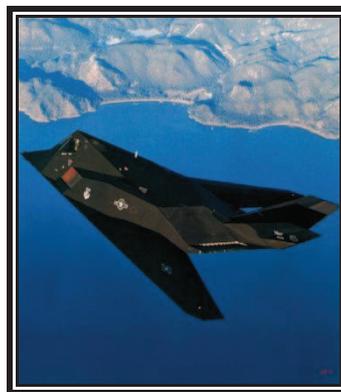
Avión deriva del latín AVIS que significa AVE, también denominado aeroplano.

El avión es una máquina más pesada que el aire, provisto de alas y un cuerpo de carga capaz de volar, propulsado siempre por uno o más motores.

Suelen clasificarse en aviones civiles (que pueden ser de carga, transporte de pasajeros, entrenamiento, sanitarios, contra incendios, etc.) y aviones militares (carga, transporte de tropas, cazas, bombarderos, de reconocimiento o espías, de reabastecimiento en vuelo, etc.).

#### Evolución y proyección de la aviación

Con el paso de los años la aviación ha sufrido una serie de cambios increíbles hasta convertirse en lo que hoy en la actualidad es.



**Figura 3.1** Evolución de la aviación.  
Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.  
Realizado por: Pablo PUSDÁ.

#### Partes principales del avión

El avión para su estudio se divide en las siguientes partes:

- Fuselaje
- Alas

- Superficies de control
- Tren de aterrizaje
- Grupo moto propulsor



**Figura 3.2** Avión F-27J.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ.

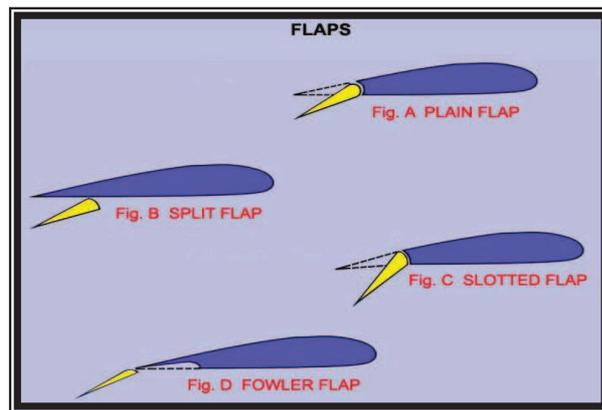
### **Tipos de cargas generales sobre el avión**

Estas cargas las podemos clasificar en 6 categorías:

- ▲ *Cargas aerodinámicas*
- ▲ *Cargas de inercia*
- ▲ *Cargas moto propulsoras*
- ▲ *Cargas de aterrizaje*
- ▲ *Cargas de rodaje*

### **Velocidades de influencia estructural.-**

- ▲ *Velocidad Máxima Operativa*
- ▲ *Velocidad con flaps extendidos*
- ▲ *Velocidad con tren de aterrizaje extendido*



**Figura 3.3** Velocidades de influencia estructural.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>

Realizado por: Pablo Pusdá

### **Fatiga.-**

Un material esta sometido a fatiga cuando las cargas que se aplican sobre el es en forma alternativa y periódica.

Las fatigas pueden ser de carácter mecánico y térmico:

- ▲ *Fatiga mecánica.-* Se produce principalmente por las vibraciones, la variación de régimen de revoluciones del motor.
- ▲ *Fatiga térmica.-* Esta fatiga se debe al calentamiento y enfriamiento repetido que sufre algunos componentes del avión y del motor.

### **Corrosión en estructuras aeronáuticas**

Los materiales que se emplean en aviación reaccionan en mayor o menor medida a los contaminantes atmosféricos.

Los tipos de corrosión mas frecuentes son:

- ▲ *Galvánica o electroquímica.-* Esta ocurre cuando dos metales están en contacto en presencia de un electrolito (agua, humedad)
- ▲ *Oxidación.-* Es una oxidación en seco, se produce por la interacción del metal con

el oxígeno, se la puede prevenir cubriendo el metal con una capa de pintura.

- ▲ *Corrosión inter granular.*- Esta corrosión se produce en el interior del metal esta corrosión es responsabilidad del fabricante del aeronave.
- ▲ *Corrosión por esfuerzos.*- Este tipo de corrosión se da cuando un metal es sometido a un esfuerzo mayor para el que fue fabricado.



**Figura 3.4** Corrosión.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

## Las alas

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, o sea, todos aquellos factores que proporcionen el rendimiento óptimo para compaginar la mejor velocidad con el mayor alcance y el menor consumo de combustible posibles.



**Figura 3.5** Las alas.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

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



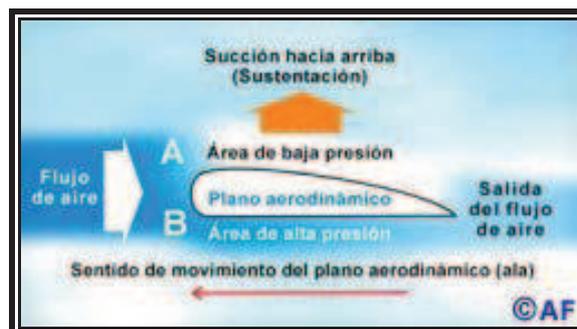
**Figura 3.6** Las alas.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

### Perfil

Es la forma de la sección del ala, es decir lo que veríamos si cortáramos 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.



**Figura 3.7** Perfil.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

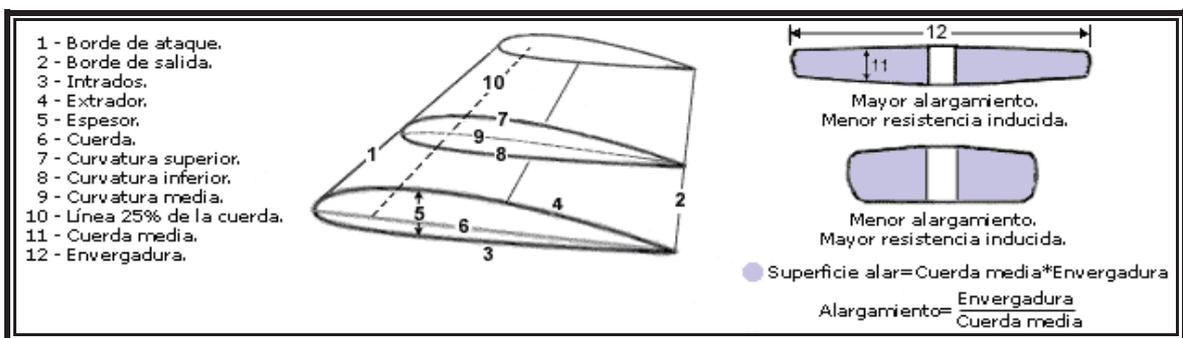
➤ **Borde de ataque.-** Es el borde delantero del ala, o sea la línea que une la parte anterior de todos los perfiles que forman el ala; o dicho de otra forma: la parte del ala que primero toma contacto con el flujo de aire.

- **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 perturbado por el ala retorna a la corriente libre.
  
- **Extrados.-** Parte superior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida.
  
- **Intrados.-** Parte inferior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida.
  
- **Espesor.-** Distancia máxima entre el extrados y el intrados.
  
- **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.
  
- **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.
  
- **Curvatura.-** Del ala desde el borde de ataque al de salida. Curvatura superior se refiere a la de la superficie superior (extrados); inferior a la de la superficie inferior (intrados), 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 total correspondiente a las alas.
  
- **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 la anchura 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.

Este cociente afecta a la resistencia inducida de forma que: a mayor alargamiento menor resistencia.

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.



**Figura 3.8** Perfiles alares.

Fuente: <http://images.google.com .ec/images>.

Realizado por: Pablo Pusdá

## Avión Fairchild

### Introducción

### Versiones

**FH-227.-** Versión inicial motorizada con Dart 7 Mk 532-7 de 2<250 cv. Estos motores tenían una caja de reducción de 0.093:1. Peso máximo en despegue 19.730 kg (43.500lbs.)

**FH-227B.-** Versión reforzada de mayor peso, pedida por PiedmontAirlines en abril de 1966 y que entrará en servicio en marzo de 1967. Como planta motriz se instalan DartMk 532-7L de 2.250 cv y el avión es equipado con hélices de mayor diámetro. El peso máximo en despegue pasa a 20.640 kg (45.500 Ibs.)

**FH-227C.-** Básicamente un FH-227 con las hélices del FH-227B. Mismo peso máximo al despegue y motorización.

**FH-227D.-** Versión pasajeros-carga convertibles. Equipada con frenos mejorados ABS y sistema de flaps con posiciones intermedias para el despegue. Motores Dart 7 532-7C o Dart 7 Mk 532-7L de 2.300 cv y caja de reducción de 0.093:1. Peso máximo al despegue de (45.500 Ibs.).

**FH-227E.-** FH-227C modificado en FH-227D. Motorización Dart 7 Mk 532-7L de 2.300 cv. Peso máximo al despegue de 19.730 kg(43.500 Ibs.).

## **Producción**

Los números de constructor de Fairchild Hiller van de C/N 501 al C/N 579, de hecho este último avión jamás fue terminado lo que da una producción de 78 aviones FH-227. Muchos de estos aviones fueron modificados a lo largo de su vida útil y pasaron de ser por ejemplo, convertidos de FH-227 a FH-227B u otras posibilidades según los deseos de los operadores. Pero en términos generales y tomando en cuenta su entrega inicial la producción puede dividirse en:

- ▲ **FH-227** 33 aviones
- ▲ **FH-227B** 37 aviones
- ▲ **FH-227D** 8 aviones

Seis aviones fueron convertidos en .FH-227E, incluyendo el C/N 501 originalmente el avión FH-227 demostrador de Fairchild Hiller, vendido después a la MobilQil donde volará con el registro N2657. Otros aviones serán modificados por Fairchild Hiller a lo largo de su vida útil en LCD.

De la serie final de ocho FH-227D, cinco aviones fueron construidos como FH-227D LCD, los tres aviones restantes construidos para diferentes organismos de México carecían de la gran compuerta de carga.

De los cinco FH-227D LCD, dos fueron adquiridos por la Fuerza Aérea Uruguaya, los C/N 571 y C/N 572 recibiendo las matriculaciones FAU-570 y FAU-571.

El FAU-571 entregado en 1968, fue perdido en un trágico accidente en los Andes el 13 de octubre de 1972, lo que lleva a la FAU a pedir a Fairchild un avión adicional, recibiendo entonces el FH-227D LCD C/N 574 que volará bajo la matriculación FAU-572.

Los otros dos FH-227D LCD(C/N 573 y C/N 575) fueron operados inicialmente por la "American Jet Industrias" y la Texas Petroleum. El avión de producción final, el FH-227D C/N 578 tuvo como último operador la Armada de México, donde volaba bajo la registración MT-216

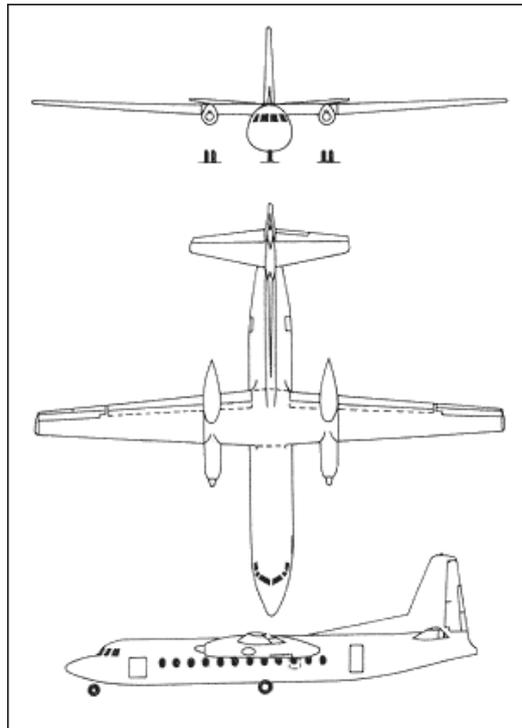
#### **Especificaciones técnicas de Fairchild Hiller FH-227D LCD**

<b><i>Tipo:</i></b>	avión comercial y de transporte
<b><i>Fabricante</i></b>	Fairchild Hiller
<b><i>Primer vuelo:</i></b>	27 de enero de 1966
<b><i>Introducido:</i></b>	1 de junio de 1966 (Mohawk)
<b><i>Estado:</i></b>	algunos ejemplares todavía en servicio
<b><i>Usuarios principales:</i></b>	Fuerza Aérea, Uruguay, Colombia, Marina Peruana
<b><i>Producción:</i></b>	78
<b><i>Nº construido:</i></b>	78 modelos FH-227
<b><i>Desarrollo del:</i></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: 29 m
- ▲ Altura: 8.41 m



**Figura 3.9** Dimensiones.

Fuente: <http://images.google.com.ec/images>.

Realizado por: Pablo PUSDÁ

## PESOS

**Máximo al despegue (MTOW):** 20.640 kg (45.500 Ibs.)

**Máximo al aterrizaje (MLW):** 20.410 kg (45.000 Ibs.)

**Vacío (2FW):** 18.600 kg (41.000 Ibs.)

**Plantamotriz:** 2 Rolls-Royce Dart 532-7L de 2.300 cv,  
Reduction Gearin DQ3 1

Estos motores permitían un máximo de 15.000 rpm, y se recomendaba 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.

**Hélices:** dos de tipo 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°.

## **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 mínima de control:** 90 kts (166 kph) (sin tren ni flaps)
- **Velocidad mínima de control:** 85 kts (157 kph) (todo abajo, dependiendo peso)
- **Flaps:** 7 posiciones
- **Combustible:** 5.150 l(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:** de 1966 a 1972 (cierre de la producción)
- **Ejemplares producidos:** 78

## **Desmontaje ala parte interior del fuselaje**

- ▲ Drenamos el combustible que se encuentra en el ala.
- ▲ Quitar o abrir las tapas de acceso cuando sea necesario.  
Desconecte y retire los cables y compensación del alerón.

- ▲ Desconecte la radio y arneses eléctricos para el panel externo del ala.
- ▲ Desconecte las líneas de combustible y el tubo de ventilación del tanque externo de combustible del panel.
- ▲ Desconecte el mecanismo de la aleta del tubo de torsión entre el centro del ala y el panel externo del ala.
- ▲ Sujete la eslinga de elevación al panel externo.  
Retire pequeños pernos que fijan las tiras superiores e inferiores entre la sección central del ala y el panel exterior de las alas.
- ▲ Quite la base inferior, parte delantera y trasera ángulos empalme larguero.
- ▲ Coloque el ala en un recipiente adecuado soporte acolchado para evitar daños a superficies externas.

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

### **3.2.1 De campo**

Para realizar esta investigación viajamos a la ciudad de Quito donde se encuentra ubicada el Ala de Transporte N 11 y nos permitió constatar que el avión Fairchild FH - 227 con matrícula HC - BHD se encuentra en muy buen estado.



**Figura 3.9** Ubicado el avión FairchildFH - 227J.

**Fuente:** <http://images.google.com.ec/images>.

**Realizado por:** Pablo PUSDÁ

Hay que mencionar que existen obstáculos en la ruta por donde va a ser traído el avión como son:

- El peaje ubicado por Machachi
- Desniveles en la ruta
- Tendido eléctrico, Internet, Tv cable
- Obras publicas

### **3.3 Tipo de investigación**

La investigación que se realizó es de tipo **no experimental** porque se limitó a la observación y al seguimiento de la información obtenida, basada en los manuales de mantenimiento del avión, para en lo posterior planificar el traslado del avión y dar soluciones prácticas a los problemas que conlleva el traslado del mismo.

También con este tipo de investigación se determinó el problema que tiene la carrera de mecánica como lo es la falta de un avión escuela razón por la cual se realiza este proyecto.

### **3.4 Niveles de investigación**

La investigación que se realizó fue descriptiva en razón que se realizó una visita al Ala de Transporte N° 11 y nos permitió tener una idea muy clara de la situación en que se encuentra el avión, donde se pudo constatar en forma general el estado de su estructura, alas, pintura, trenes de aterrizaje, fuselaje, etc.

### **3.5 Recolección de datos**

#### **3.5.1 Técnicas**

##### **3.5.1.1 De campo**

###### **➤ Observación**

Se realizó esta técnica de investigación utilizando una ficha de observación en donde se pudo constatar el estado del avión Fairchild F27J con matrícula HC – BHD y que este se encuentra en el Ala de Transporte N° 11.

###### **➤ Bibliográfica**

A través de esta técnica se pudo obtener información muy detallada y completa relacionada a nuestra investigación, como por ejemplo en el manual de mantenimiento general del avión Fairchild FH - 227 HC -BHD, y por lo tanto se podrán realizar todos los procedimientos de traslado del avión de mejor manera.

### 3.6 Procesamiento de la información

El procesamiento de la información se lo realizara a través de una revisión crítica en donde se irá eliminando la información errónea o que no nos sea de mucha utilidad, hasta obtener información más clara y confiable.

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

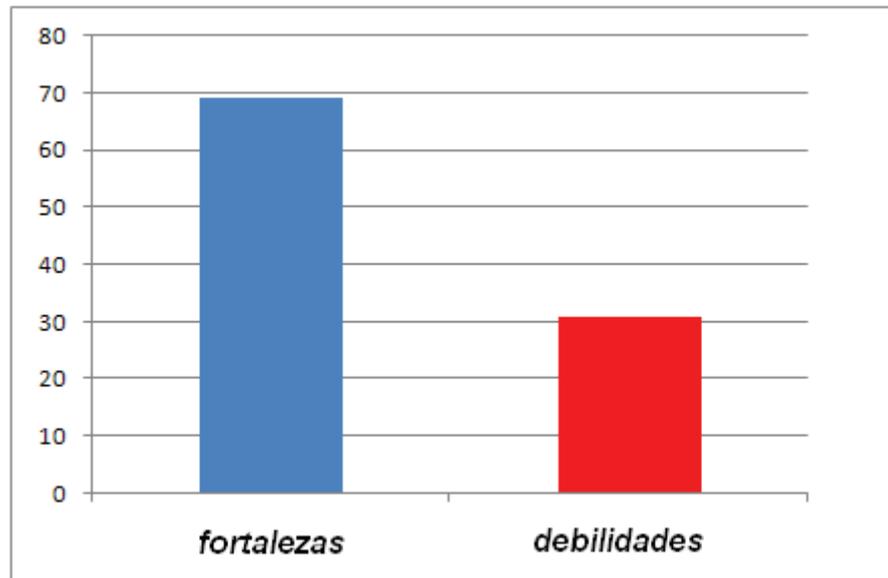
**Tabla 1** Estado en el que se encuentra la aeronave.

Realizado por: Pablo Pusdá

#### Tabla estadística de frecuencia

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulativo
<b>Fortaleza</b>	9	69.2	69.2	69.2
<b>Debilidades</b>	4	30.8	30.8	100.0
<b>total</b>	13	100.0	100.0	

### Tabla de fortaleza y debilidades



**Tabla 2** Formato de fortalezas y debilidades.  
Fuente: Observación  
Realizado por: Pablo Pusdá

### 3.8 Análisis e interpretación de resultados.

**Análisis.-** La tabla 1 se realizó con la finalidad de tener un concepto claro y real del estado de la aeronave ya que esto nos permitirá en lo posterior concluir con la investigación.

**Interpretación de datos.-** Como lo muestra la tabla los resultados se interpretan la siguiente manera:

- El 69.2 % del avión se encuentra en buenas condiciones.
- El 30 % del avión no está en buenas condiciones, debido «i tiempo que estuvo inoperable.

Los trenes se encuentran en perfecto estado ya que la aeronave este sobre ellos, la cabina se encuentra con todos los instrumentos y equinos en perfecto estado, las hélices están instaladas en los motores y un buen estado, los motores están instalados y en buen estado, el estabilizador horizontal y vertical se encuentran en buen estado, las ventanas y el baño se encuentra en buen estado, las puertas y la pintura se encuentra en mal estado.

### **3.9 Conclusiones y recomendaciones de la investigación**

#### **Conclusiones:**

- A través de la visita que se realizó al Alá de Transporte N° 11 se pudo constatar las características y el estado en que se encuentra el avión Fairchild F - 27J.
- La información encontrada en los manuales fue de gran ayuda ya que se detalla en forma clara los procesos a seguir para concluir el proyecto.
- En la ruta a seguir para el traslado del avión se encontraron varios obstáculos como puentes peatonales, cableado eléctrico, peaje, etc.
- Para realizar el traslado del avión es necesario desmontar los componentes del avión.
- Para desmontar el ala parte interior del fuselaje del avión es necesario primero tener los manuales y seguir paso a paso las indicaciones.

#### **Recomendaciones:**

- Seguir los procedimientos de acuerdo a los manuales del avión para su desmontaje y montaje.
- Buscar rutas alternativas debido a los obstáculos para trasladar sin inconvenientes el avión.
- Desmontar los componentes como las alas, estabilizador vertical y horizontal del avión para que pueda ser trasladado al campus del instituto.
- Desmontar el ala derecha para poder facilitar el traslado del avión.
- Mejorar el lugar en el Instituto, donde va a ser colocado el avión.

## **4. FACTIBILIDAD DEL TEMA.**

### **4.1 Factibilidad Técnica**

El proceso de traslado del avión Fairchild F - 27J es factible técnicamente ya que se cuenta con las herramientas, y equipo necesario para realizar el montaje y desmontaje de las partes como son las alas, motores,/ estabilizador horizontal y vertical, trenes de aterrizaje, etc. Para realizar su traslado se cuenta con soportes en donde serán ubicados todas las partes desmontadas y el avión en sí.

### **4.2 Factibilidad Legal**

El fundamento legal para realizar la investigación del proyecto se basa la RDAC 147.17 que dice lo siguiente:

#### **147.17 Requerimientos del equipo de instrucción**

- a) Un solicitante de un certificado de escuela de técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, deberá tener los siguientes equipos de instrucción, como sean apropiados para las habilitaciones que solicita:
- Varias clases de estructuras de aeronaves, sistemas y componentes de aeronaves, motores, sistemas y componentes de motores (incluyendo las hélices) de una cantidad y tipo conveniente para completar los proyectos prácticos requeridos por su plan de estudios aprobado; y,
  - Al menos una aeronave de un tipo actualmente certificado por la D.G.A.C. para operación privada o comercial, con motor, hélices, instrumentos, equipos de navegación y comunicación, luces de aterrizaje, y otros quipos y accesorios en los cuales el Técnico de Mantenimiento podría ser requerido para trabajar y con los cuales el técnico debe estar familiarizado;

### 4.3 Factibilidad Operacional

Con la finalización de este trabajo se tendrá varios beneficios ya que este avión va a ser utilizado por todos los estudiantes civiles y militares del ITSA, además de los docentes quienes serán los encargados de impartir todos sus conocimientos en la práctica además de la que ya imparten en la teoría, ayudan de esta manera al instituto a cumplir con su misión de formar profesionales capaces de desenvolverse en el campo de la aviación y mejorar cada vez más el prestigio del instituto.

### 4.4 Económico Financiero, Análisis Costo - Beneficio (tangibles e intangibles).

#### Presupuesto del tema

N°	Material	Costo
1	Alimentación	120 USD
2	Transporte	50 USD
3	Hospedaje	120 USD
4	Internet, anillados, empastados	80 USD
5	Técnico especializado	200 USD
6	Herramientas	130 USD
TOTAL		700 USD

**Tabla 3** Presupuesto del tema.

**Fuente:** Investigación de campo

**Realizado por:** Pablo Pusdá

## **5. DENUNCIA DEL TEMA**

DESMONTAJE DEL ALA PARTE INTERIOR DEL FUSELAJE DEL AVIÓN FAIRCHILD F-227 J CON MATRICULA HC-BHD PARA SU TRASLADO DEL ALA DE TRANSPORTE N° 11 HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO.

## GLOSARIO

### A

**Aeroespacial.**-Es una industria de alta tecnología, sus productos incluyen desde transbordadores o lanzaderas espaciales, satélites, motores para cohetes, helicópteros, aviones privados y jets, aeronaves militares (y las armas con las que están equipadas/) y aviones comerciales.

**Aeronave.**- Significa un dispositivo que es usado o en la intención de ser usado para vuelo en el aire.

**Alas.**-El tamaño y la forma de las alas varían mucho con los requerimientos aerodinámicos. Las alas de los aviones supersónicos suelen estar inclinadas hacia atrás, dando al avión el aspecto de una punta de flecha dirigida hacia adelante y muy estilizada. Esta forma permite reducir la brusca vacación de compresión cuando el avión se aproxima a la velocidad del sonido. La importancia del ala dentro de la estructura del avión se pone de manifiesto con el desarrollo de las alas volantes, aviones en los que el fuselaje y la cola se han eliminado completamente.

**Alerones.**-Los alerones están colocados cerca de la punta del ala y hacia el borde posterior, y permiten el movimiento de alabeo y hacen girar al /ion sobre el eje longitudinal. Si se mueve el volante de mando a la 'izquierda o se inclina en la misma dirección la palanca cuando no hay volante, el alerón izquierdo se levanta y el derecho baja, produciéndose así una inclinación de las alas hacia la izquierda. Si se mueve el mando a la derecha, se inclinarán hacia ese lado.

### C

**Controles de vuelo.**-Los componentes necesarios para el control de vuelo de los aviones modernos constan de varios sistemas que se manejan desde la cabina de pilotos mediante una palanca de mando, GOH O Sin volante, los pedales de dirección y un conjunto de instrumentos que proporcionan la información necesaria para su uso.

**Cabina.**- La cabina de vuelo, es el área de la parte frontal de un avión en la que la tripulación técnica, piloto y copiloto principalmente; controla la aeronave. La cabina de una aeronave

contiene et instrumental y los controles que permiten al piloto hacer volar, dirigir y aterrizar el aparato. En la mayoría de las aeronaves comerciales, una puerta separa la cabina de vuelo de la cabina de pasajeros. La mayoría de las cabinas de vuelo tienen vidrios protectores de los rayos d& sol y una o más ventanillas que pueden ser abiertas mientras el avión esta en tierra.

## **E**

**Esquemas-** Esquema, organización del contenido de una obra en partes, componiendo un texto o figura gráfica y visualmente sencilla que deja claro las relaciones que hay establecidas en dicha obra. Se puede hacer un esquema de un libro, de un cuadro, de un informe, de una teoría o de cualquier otra cosa.

**Estructura.-** En los albores de la aviación, el fuselaje consistía en una estructura abierta que soportaba los otros componentes del avión. La parte inferior de la estructura servía de tren de aterrizaje. Después, la necesidad de aumentar la resistencia y mejorar las prestaciones llevó a desarrollar fuselajes cerrados, afianzados y sujetos por medio de montantes y cables de refuerzo, que mejoraban las condiciones aerodinámicas, proporcionaban protección a los pilotos y pasajeros y conseguían mayor espacio para/el equipaje y la carga. Poco tiempo después aparecieron los fuselajes monocasco, una novedad que consistía en integrar en un solo cuerpo la estructura y su recubrimiento.

**Empenaje de la cola.-**El modelo normal de empenaje de cola 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 suele estar en la parte frontal, mientras que en la posterior se encuentra la parte móvil llamada timón de profundidad o elevador. Algunas veces toda la superficie se puede mover y el elevador se elimina. La parte fija de la superficie vertical es el estabilizador vertical y la móvil el timón de dirección. Hay diseños que tienen dos superficies verticales y, por tanto, dos timones de dirección.

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

## **F**

**Factibilidad.-** (Del lat. factibilis). adj. Que se puede hacer.

**Flaps.-** aumentan la sustentación para reducir la velocidad de despegue y aterrizaje.

## **H**

**Hélices.-** Es un dispositivo formado por un conjunto de elementos denominados palas, montados de forma concéntrica alrededor de un eje, girando alrededor de éste 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. Las primeras aplicaciones de las hélices, hace miles de años, fueron los molinos de viento y agua. Hoy en día, también bajo los nombres de "rotor", "turbina" y "ventilador", las hélices y los dispositivos derivados de ellas se emplean para multitud de propósitos: refrigeración, compresión de fluidos, generación de electricidad, propulsión de vehículos e incluso para la generación de efectos visuales (estroboscopia).

## **M**

**Material Didáctico.-**El 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 conceptos, habilidades, actitudes o destrezas.

## **O**

**Obstáculos.-** Como obstáculos físicos se pueden enumerar todas aquellas barreras físicas que se interponen a una acción y que impiden el avance hacia adelante o la consecución de algún objetivo concreto.

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

**Tren de aterrizaje.-**Suele ser uno de los mecanismos más complicados de un avión. Entre sus componentes se incluye el amortiguador principal, que es una pata con una estructura muy resistente, en cuya parte inferior y antes del ensamblaje de las ruedas (leva un amortiguador hidráulico para absorber el impacto del aterrizaje. Va sujeto a los largueros del ala o del fuselaje. El mecanismo de accionamiento del tren permite extenderlo y retraerlo al accionar desde la cabina de pilotos la palanca de mando. Por lo general, se

actúa con energía hidráulica. Los frenos también suelen ser hidráulicos y provistos de sistema antideslizante.

**Timón de profundidad.-**El timón de profundidad permite el movimiento de cabeceo y hace girar al avión sobre el eje transversal. Al tirar hacia atrás de la palanca de mando, se levanta el timón, disminuye su sustentación, baja la cola y, por tanto, sube el morro. Si se mueve la palanca hacia adelante se produce el efecto contrario haciendo picar al avión.

**Trasporte aéreo.-** El transporte aéreo o transporte por avión es el servicio de trasladar de un lugar a otro pasajeros o cargamento, mediante la utilización de aeronaves, con fin lucrativo. El transporte aéreo tiene siempre fines comerciales. Si fuera con fines militares, éste se incluye en las actividades de logística.

**S**

**Slats.-** aumentan 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 como en el aterrizaje; coordinados con los alerones, se utilizan mejorar el control de alabeo.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

### **LIBROS**

- > Airliner World, marzo de 2002, Stanford, Lines, PE9 1XQ, UK
- > Department of Transportation, FAA TypeCertificate data Sheet M6.7AI, 13 de mayo de 1992
- > Enciclopedia Ilustrada de la Aviación: Vq>:7 - pag. 160, Edit/Delta, Barcelona 1983 ISBN 84-85822-65-X
- > Le Fana de L'Aviation, números 245 y 246, EditionsLaiiviere, París 1989

### **PAGINAS 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/> Informaciones y fotos de los FH-227 de la Fuerza Aérea Uruguaya.
- > Manual de mantenimiento genera! del avión Fairchild FH - 227 HC - BHD

# **ANEXO A1**

## **AVIÓN FAIRCHILD**



**Figura** Avión Fairchild.  
**Fuente:** Observación.  
**Realizado por:** Pablo PUSDÁ.



**Figura** Avión Fairchild.  
**Fuente:** Observación.  
**Realizado por:** Pablo PUSDÁ.

# **ANEXO A2**

## **ALAS DEL AVIÓN FAIRCHILD**



**Figura** Ala derecha del avión Fairchild.

**Fuente:** Observación.

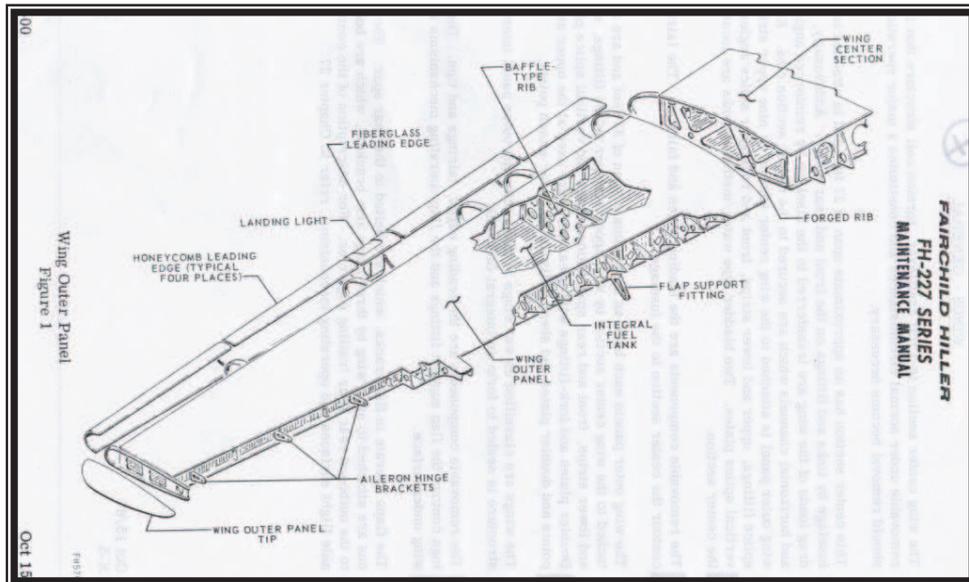
**Realizado por:** Pablo PUSDÁ.



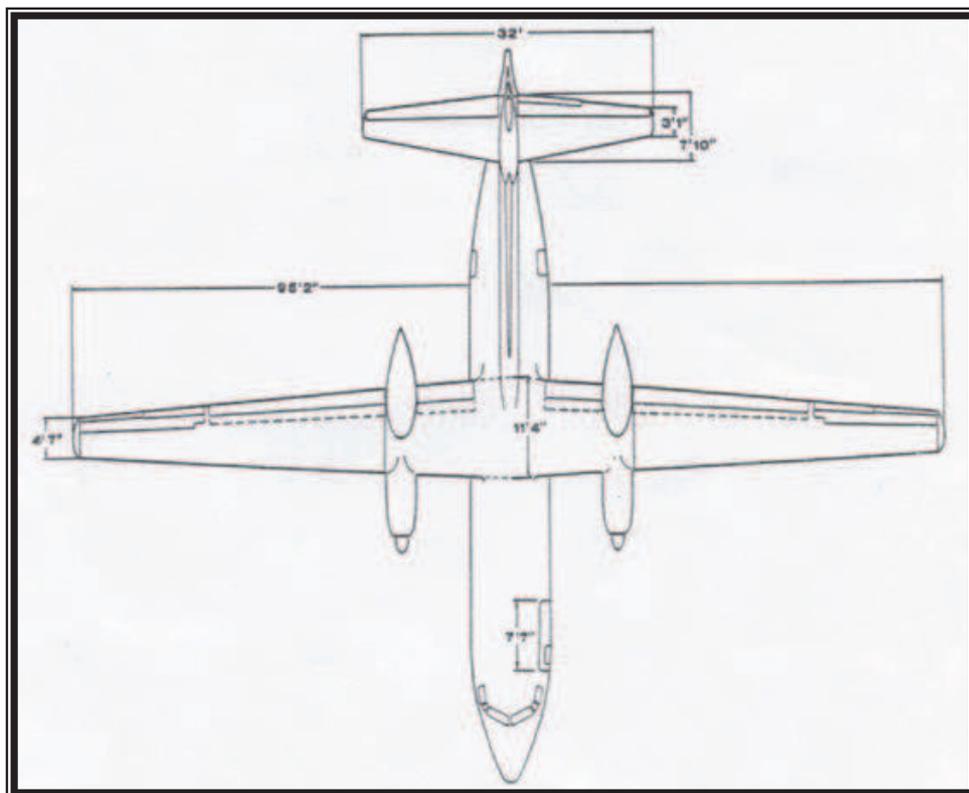
**Figura** Ala izquierda del avión Fairchild.

**Fuente:** Observación.

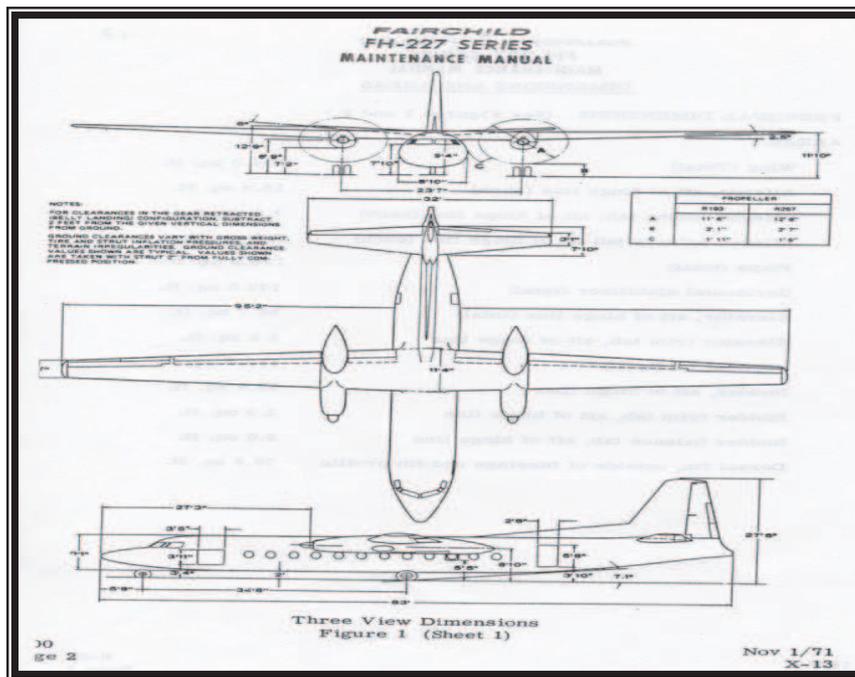
**Realizado por:** Pablo PUSDÁ.



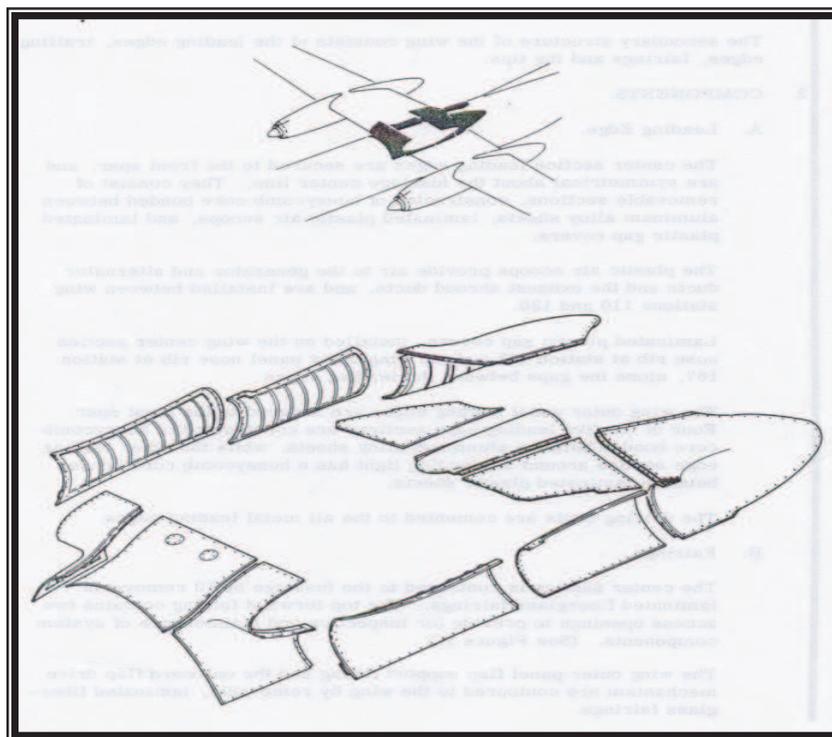
**Figura** Alas del avión Fairchild.  
**Fuente:** Manual de mantenimiento.  
**Realizado por:** Pablo PUSDÁ.



**Figura** Alas del avión Fairchild.  
**Fuente:** Manual de mantenimiento.  
**Realizado por:** Pablo PUSDÁ.



**Figura** Alas del avión Fairchild.  
Fuente: Manual de mantenimiento.  
Realizado por: Pablo PUSDÁ.



**Figura** Alas del avión Fairchild.  
Fuente: Manual de mantenimiento.  
Realizado por: Pablo PUSDÁ.



**Figura** Ala derecha del avión Fairchild.

**Fuente:** Observación.

**Realizado por:** Pablo PUSDÁ.



**Figura** Ala derecha del avión Fairchild.

**Fuente:** Observación.

**Realizado por:** Pablo PUSDÁ.

# **ANEXO A3**

## **SOPORTES PARA LAS ALAS**



**Figura** Soportes para las alas.

**Fuente:** Observación.

**Realizado por:** Pablo PUSDÁ.



**Figura** Soportes para las alas.

**Fuente:** Observación.

**Realizado por:** Pablo PUSDÁ.

# **ANEXO A4**

## **FICHA DE OBSERVACIÓN**

## **FICHA DE OBSERVACIÓN**

### **INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**Lugar de observación:** En la Ala de Transporte N° 11

**Fecha de observación:** 13/05/2011

**PUSDÁ LLIGÜIN PABLO PATRICIO**

#### **OBJETIVO:**

Realizar una inspección visual del avión para determinar condiciones y estado de los componentes.

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

#### **OBSERVACIONES:**

*Fortalezas y debilidades del avión*

Se pudo observar que el avión se encuentra ubicado en un extremo del hangar junto con otros aviones; el mismo que se encuentra en un buen estado y sus componentes principales está completo. Este no consta con soportes para el desarme y para poder proteger al avión; para no tener daños en la estructura y resto del fuselaje.

# **ANEXO A5**

## **ACUERDO DE DONACIÓN DEL AVIÓN**

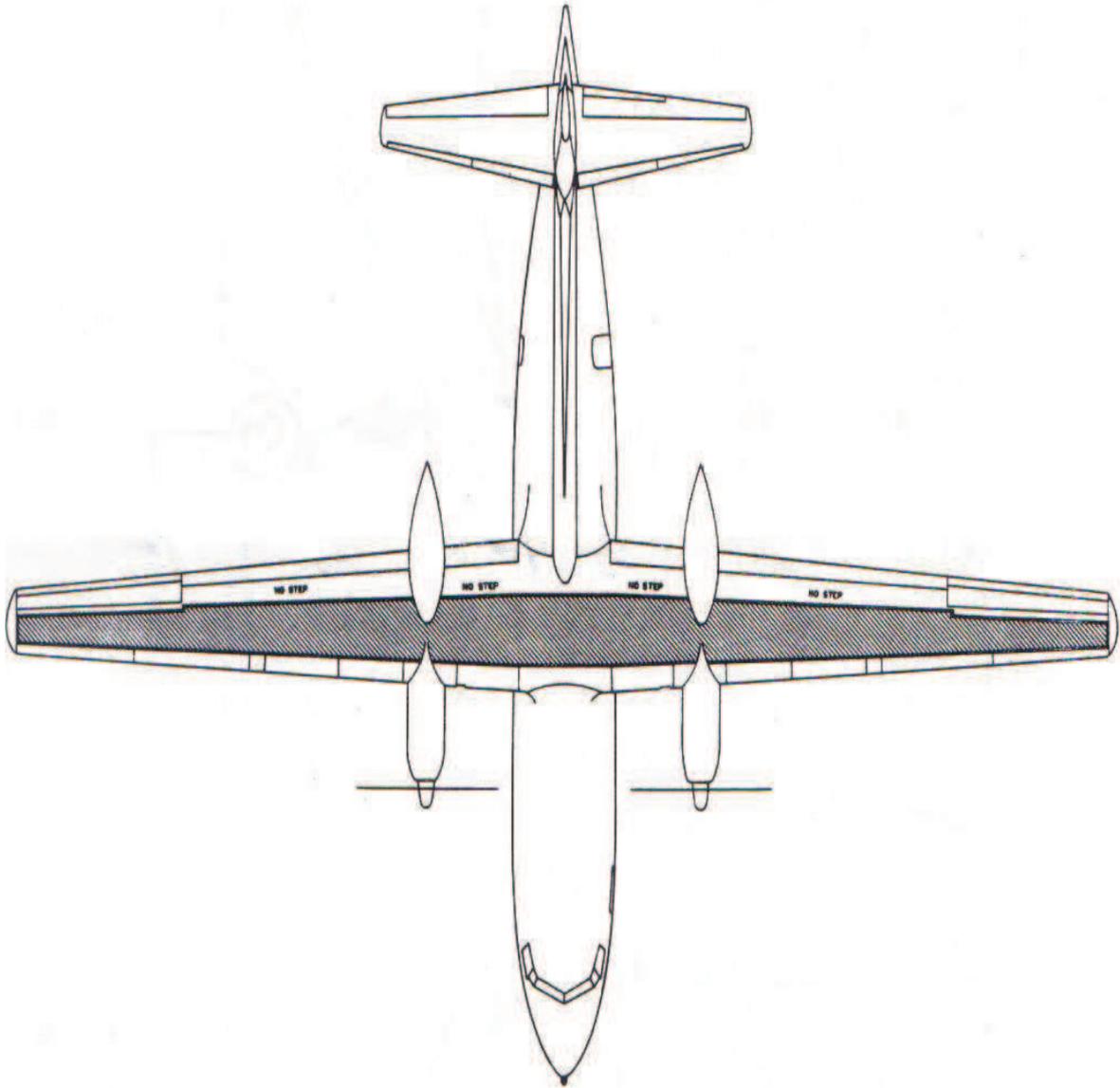


**ANEXO "C"**  
**ÁREAS DEL AVIÓN**

<b>FAIRCHILD F-227 J CON MATRÍCULA HC-BHD</b>		
Wing (Total)	754.0	sq. ft.
Aileron, aft of hinge line (each)	18.8	sq. ft.
Aileron spring tab, aft of hinge line (each)	3.2	sq. ft.
Aileron balance tab aft of hinge line (each)	2.8	sq. ft.
Flaps (total)	136.9	sq. ft.
Horizontal stabilizer (total)	172.0	sq. ft.
Elevator, aft of hinge line (total)	34.7	sq. ft.
Elevator trim tab, aft of hinge line	4.3	sq. ft.
Vertical fin (total)	152.8	sq. ft.
Rudder, aft of hinge line	33.4	sq. ft.
Rudder trim tab, aft of hinge line	3.9	sq. ft.
Rudder balance tab, aft of hinge line	3.9	sq. ft.
Dorsal fin, outside of fuselage and fin profile	36.6	sq. ft.

## ANEXO "D"

### ZONAS PARA CAMINAR SOBRE EL AVIÓN

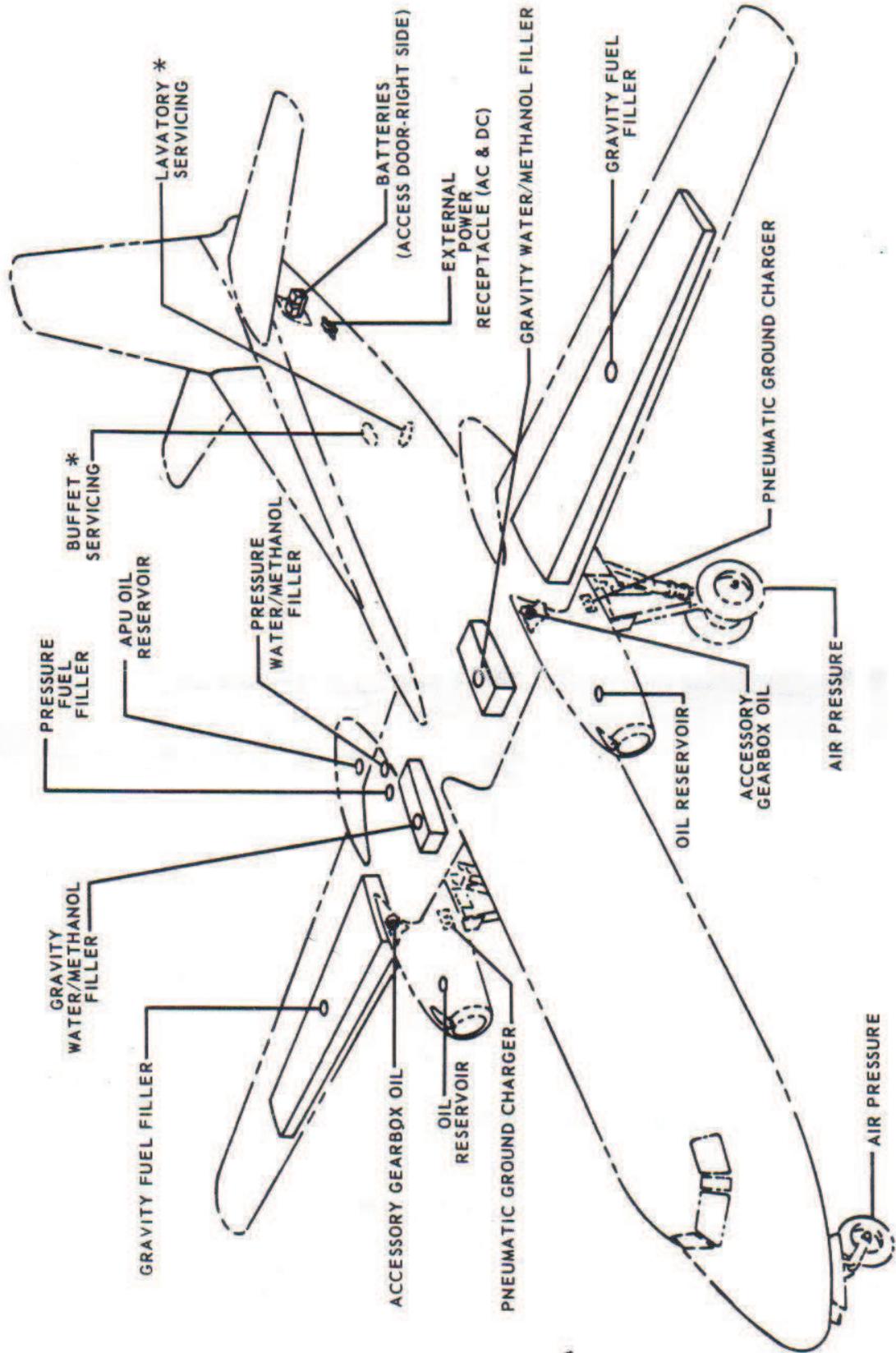


 DO NOT WALK OUTSIDE THE BLACKLINED AREA.

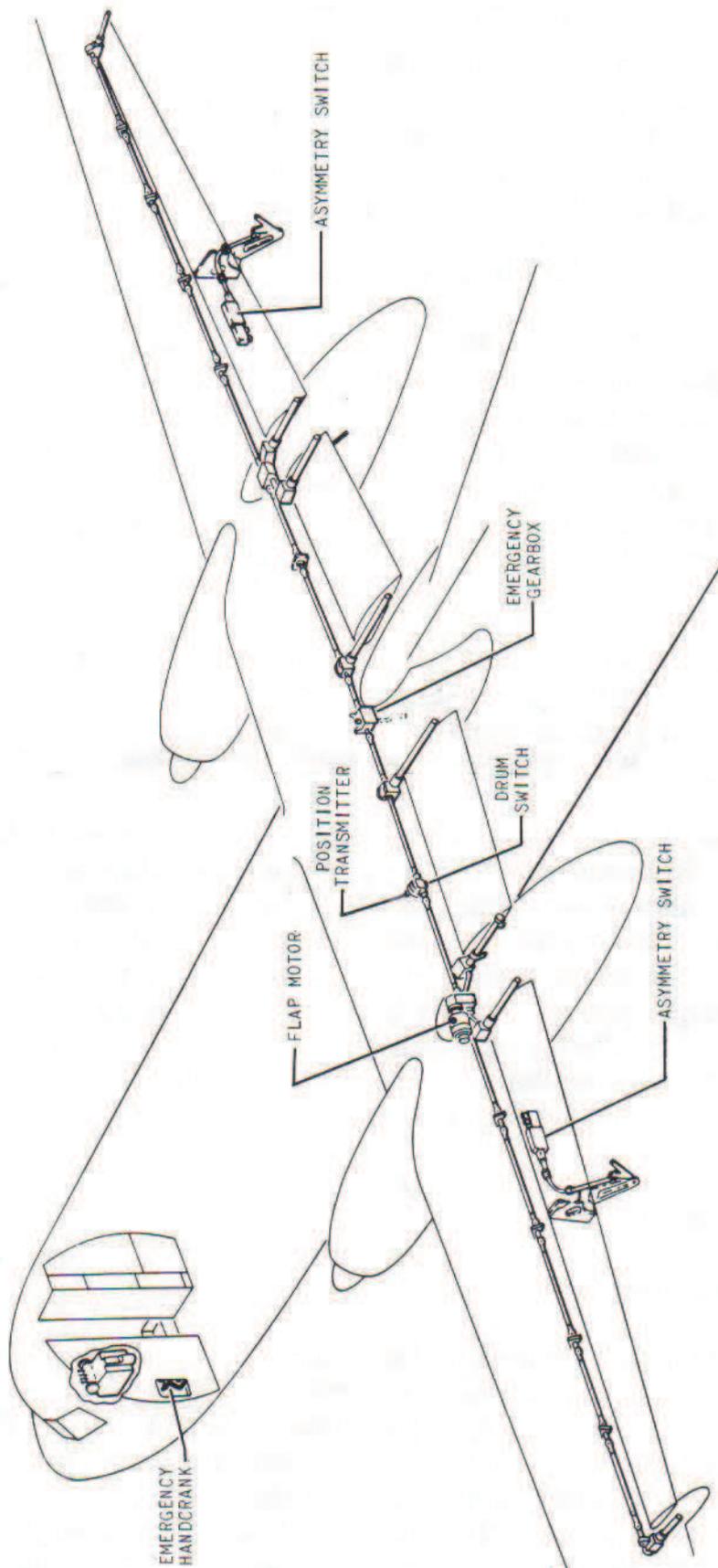
3

# ANEXO "E"

## DIAGRAMA PARA EL SERVICIO DEL AVIÓN

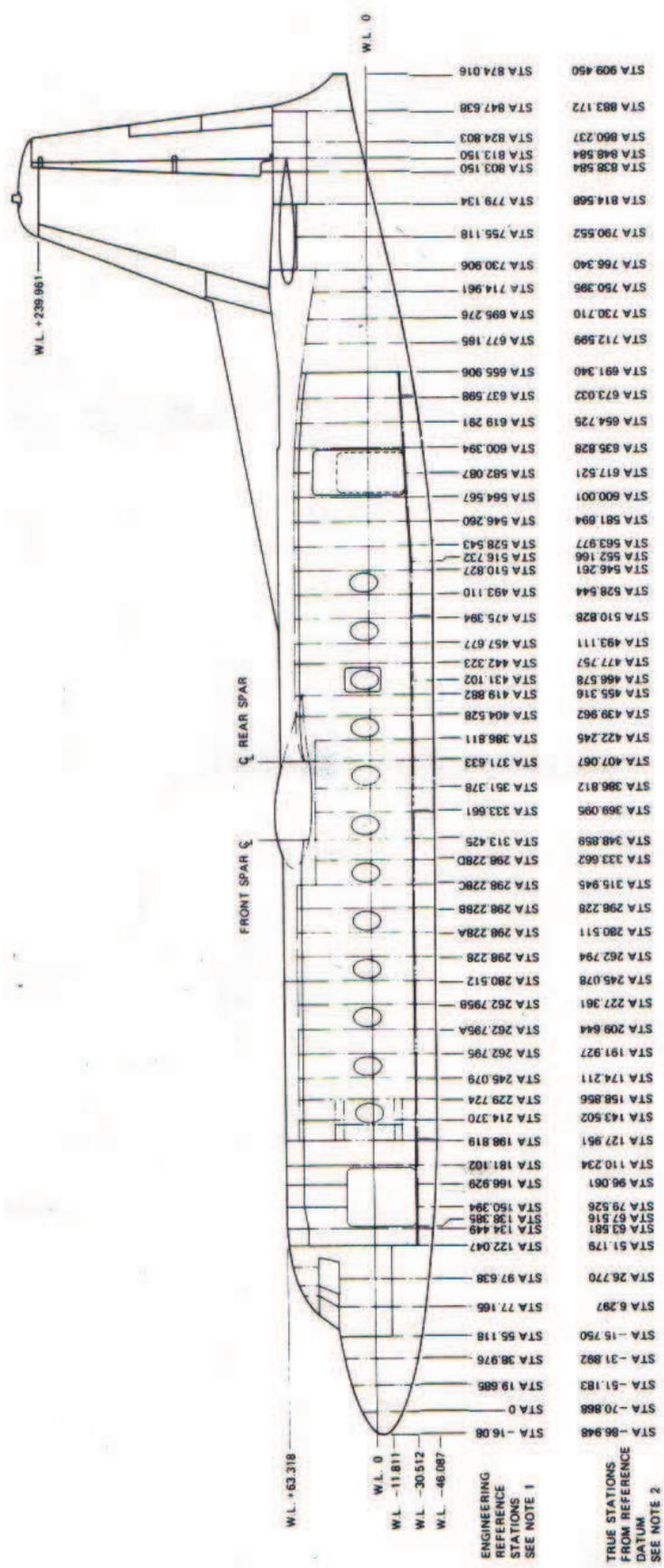


**ANEXO "F"**  
**SISTEMA DEL FLAP DEL ALA**



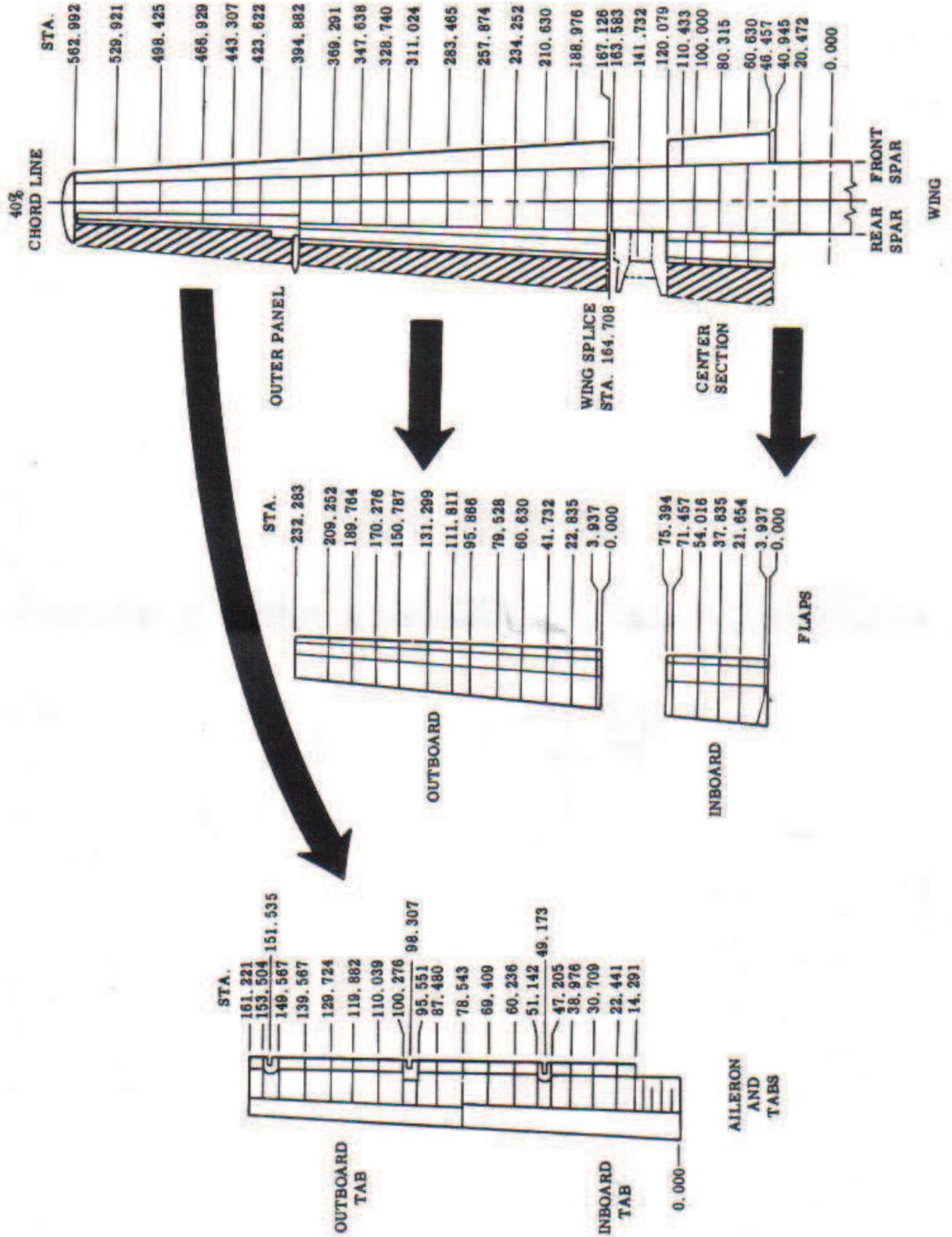
# ANEXO "G"

## ESTACIONES DEL FUSELAJE



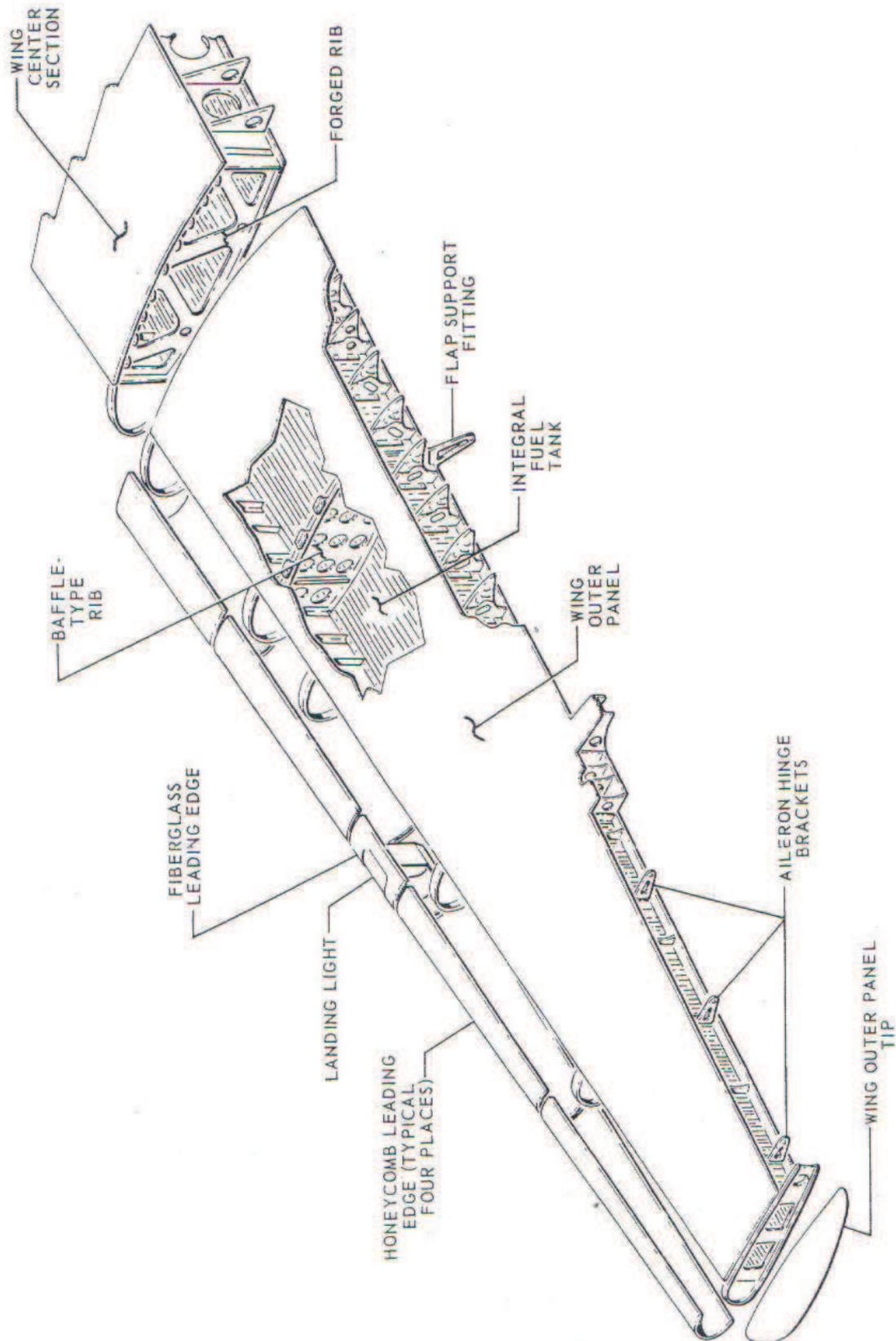
# ANEXO "H"

## ESTACIONES DE LAS ALAS DEL AVIÓN



# ANEXO "I"

## PANEL EXTERIOR DEL ALA Y SECCIÓN CENTRAL DEL ALA



**ANEXO "J"**  
**MANUAL DE MANTENIMIENTO**  
**DESMONTAJE DEL PANEL EXTERIOR DEL ALA**

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

REMOVAL - WING OUTER PANEL.

A. Remove.

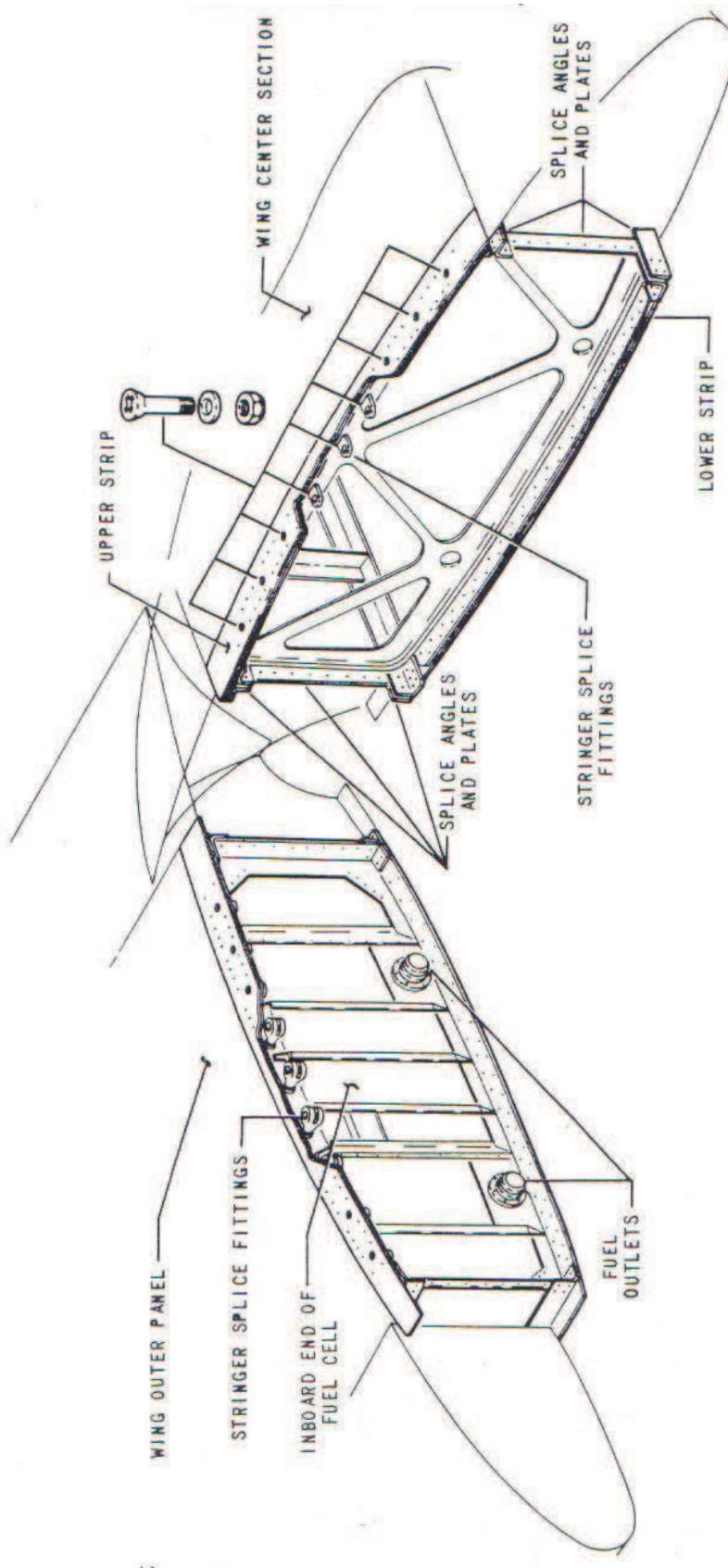
- (1) Drain fuel from wing outer panel fuel tanks as indicated in chapter 28.
- (2) Remove or open access covers as necessary.
- (3) Remove outboard flap and aileron as described in chapter 27.
- (4) Disconnect and remove aileron and aileron trim tab cables as indicated in chapter 27.
- (5) Disconnect radio and electrical harnesses to wing outer panel.
- (6) Disconnect fuel lines and vent tube from outer panel fuel tank; cap lines.
- (7) Disconnect flap mechanism torque tube between wing center section and wing outer panel as described in chapter 27.
- (8) Release deicing pressure and suction tube sleeve clamps and slide sleeves inboard.
- (9) Attach hoisting sling to outer panel as indicated in chapter 7.
- (10) Raise hoisting sling to take up slack and to relieve weight of outer panel on attaching connections.

NOTE: The hoisting sling must be checked constantly for proper adjustment during removal of all remaining bolts and nuts. When correctly adjusted, the sling must hold the wing outer panel in alignment with the wing center section, even when all attaching bolts are removed.

- (11) Remove smaller attaching bolts from upper and lower strips between wing center section and wing outer panel.
- (12) Remove nine larger bolts from upper strip.
- (13) Remove front and rear spar splice plates.
- (14) Loosen lower, front and rear spar splice angle attaching bolts.
- (15) Remove upper, front and rear spar splice angles.
- (16) Remove lower, front and rear spar splice angles.
- (17) Secure loose and dangling disconnects to any convenient adjacent structure and make certain that all disconnected lines are free of all obstructions.
- (18) Carefully move wing outboard and lower.
- (19) Secure shims from the nine upper stringer splice fittings to wing center section stringer fittings.
- (20) Place wing in suitable padded supports to avoid damage to external surfaces.

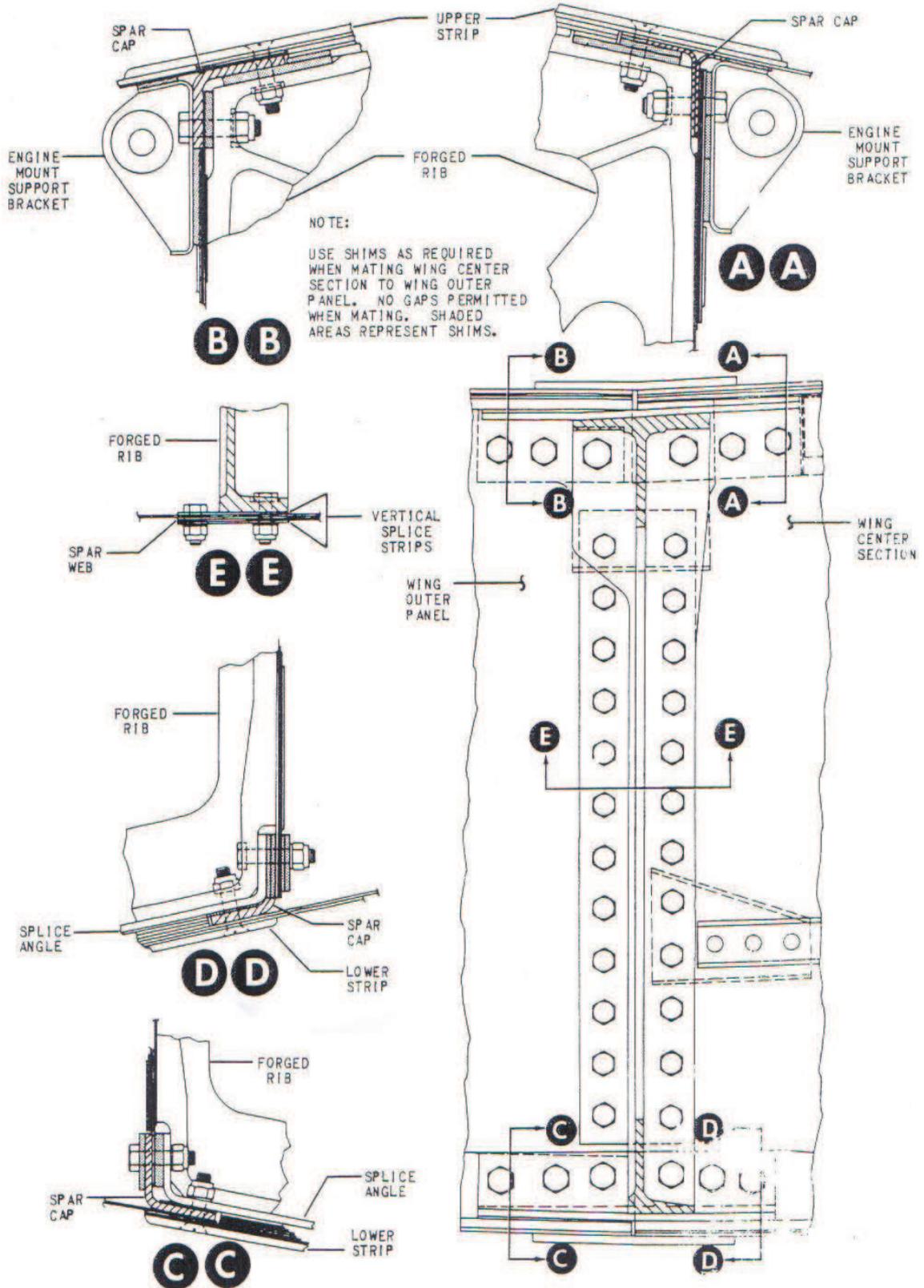
# ANEXO "K"

## DESMONTAJE DEL PANEL EXTERIOR DEL ALA



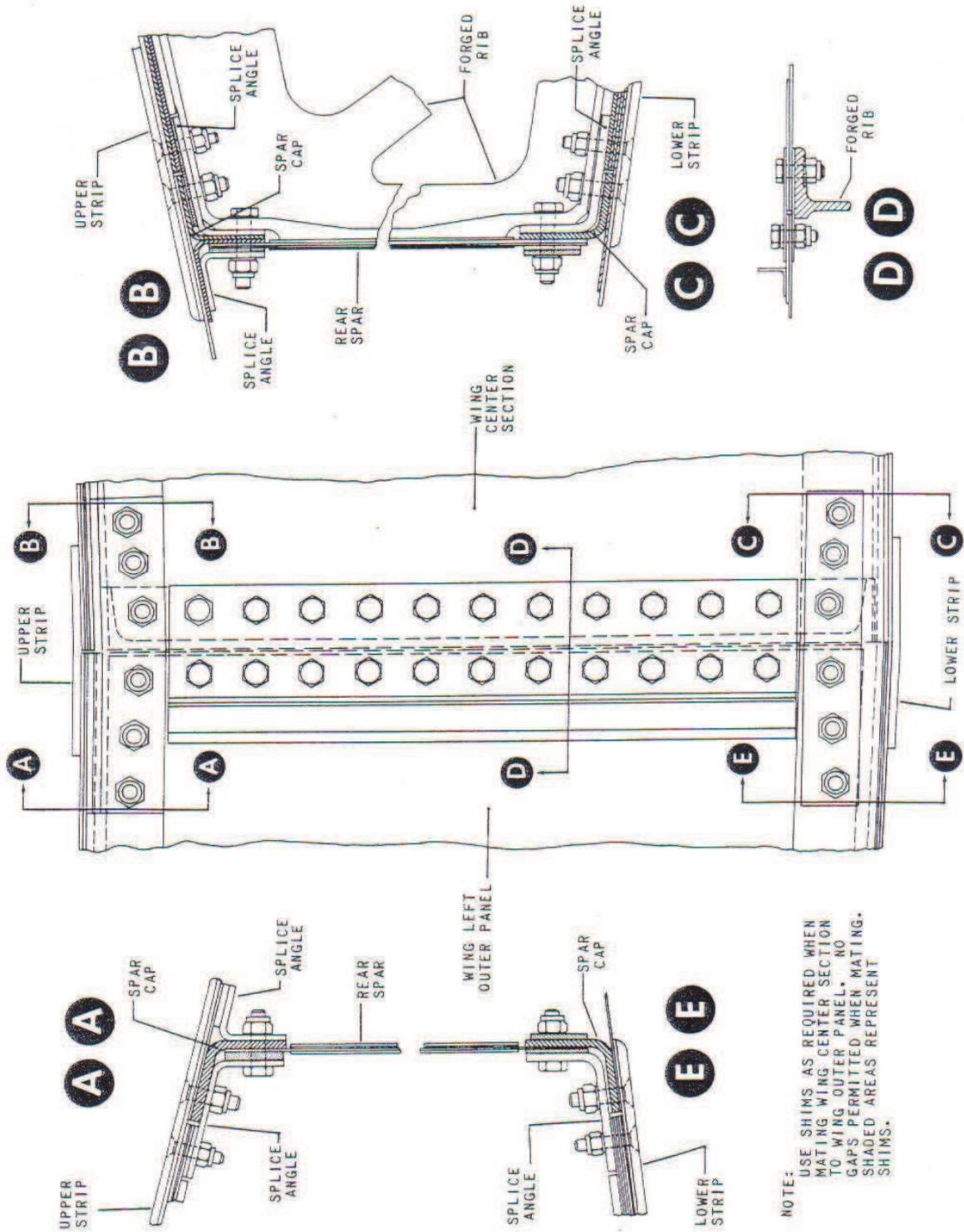
## ANEXO "L"

### PANEL EXTERIOR DEL ALA CON LA SECCIÓN CENTRAL DEL ALA LARGUERO FRONTAL, ÁNGULOS DE UNIÓN Y PLATOS



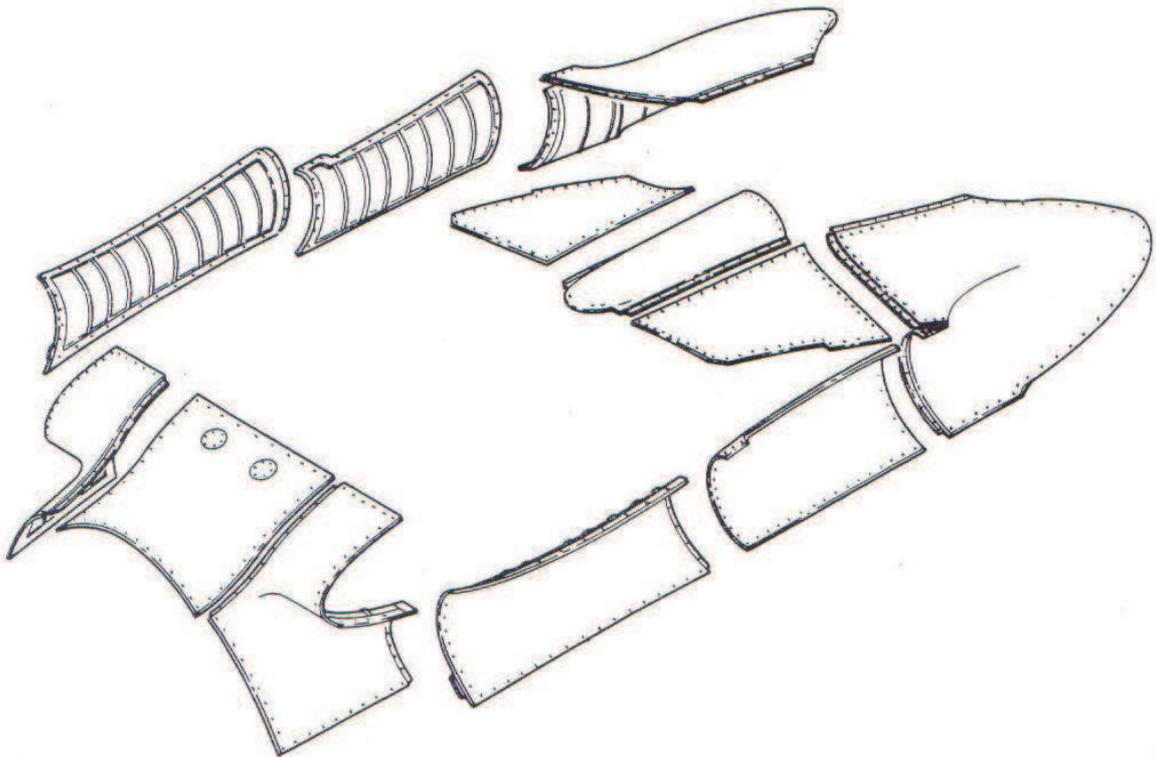
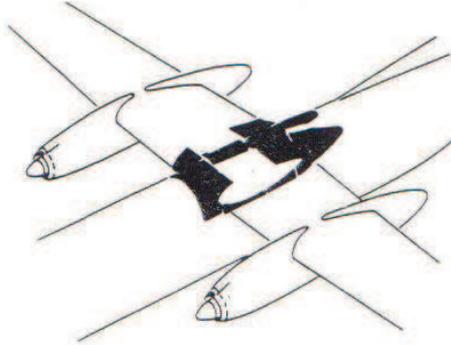
## ANEXO "M"

### PANEL EXTERIOR DEL ALA CON LA SECCIÓN CENTRAL DEL ALA LARGUERO POSTERIOR, ÁNGULOS DE UNIÓN Y PLATOS



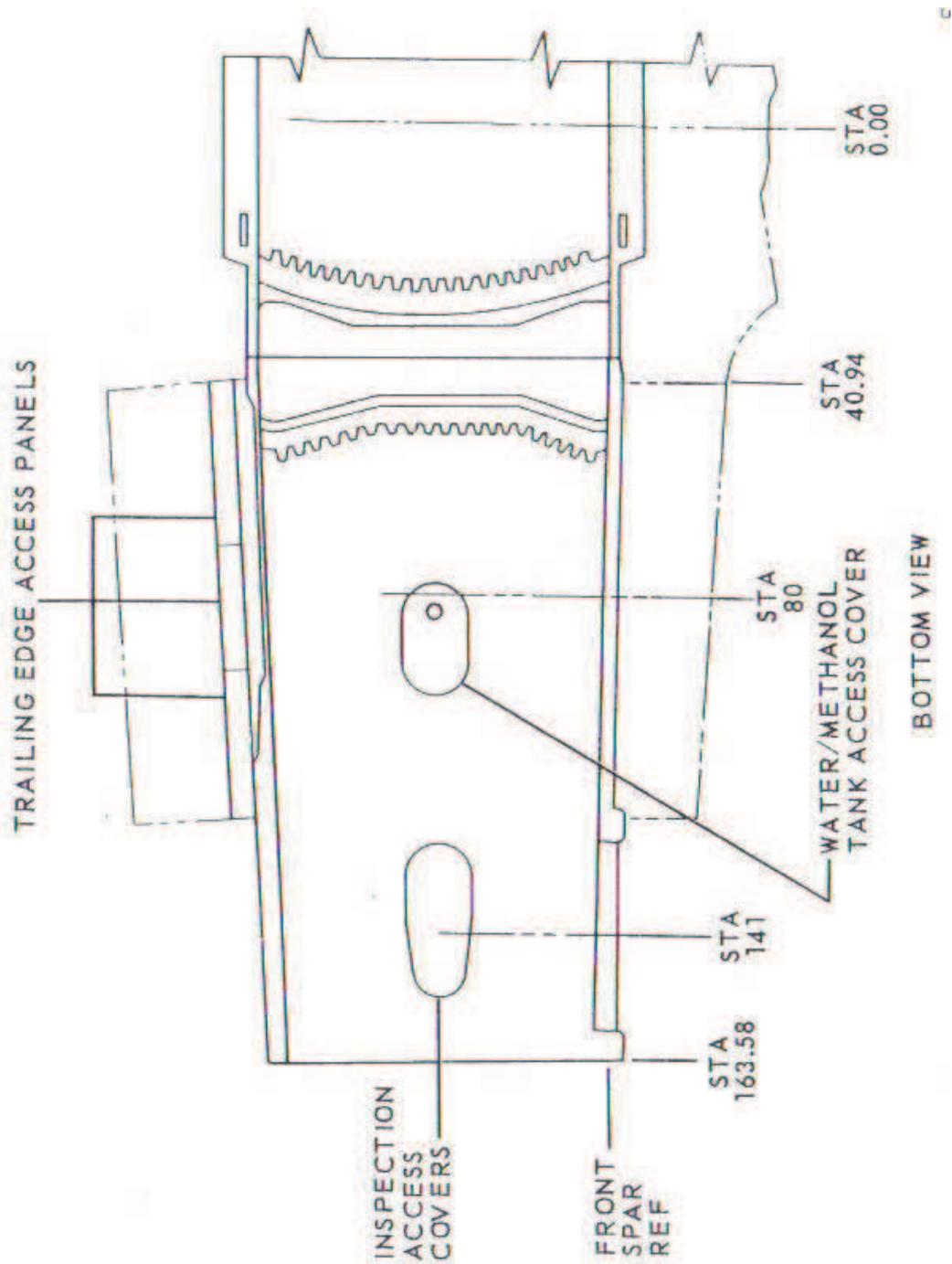
## ANEXO "N"

### SECCIÓN CENTRAL DEL ALA Y CARENAJES DEL FUSELAJE



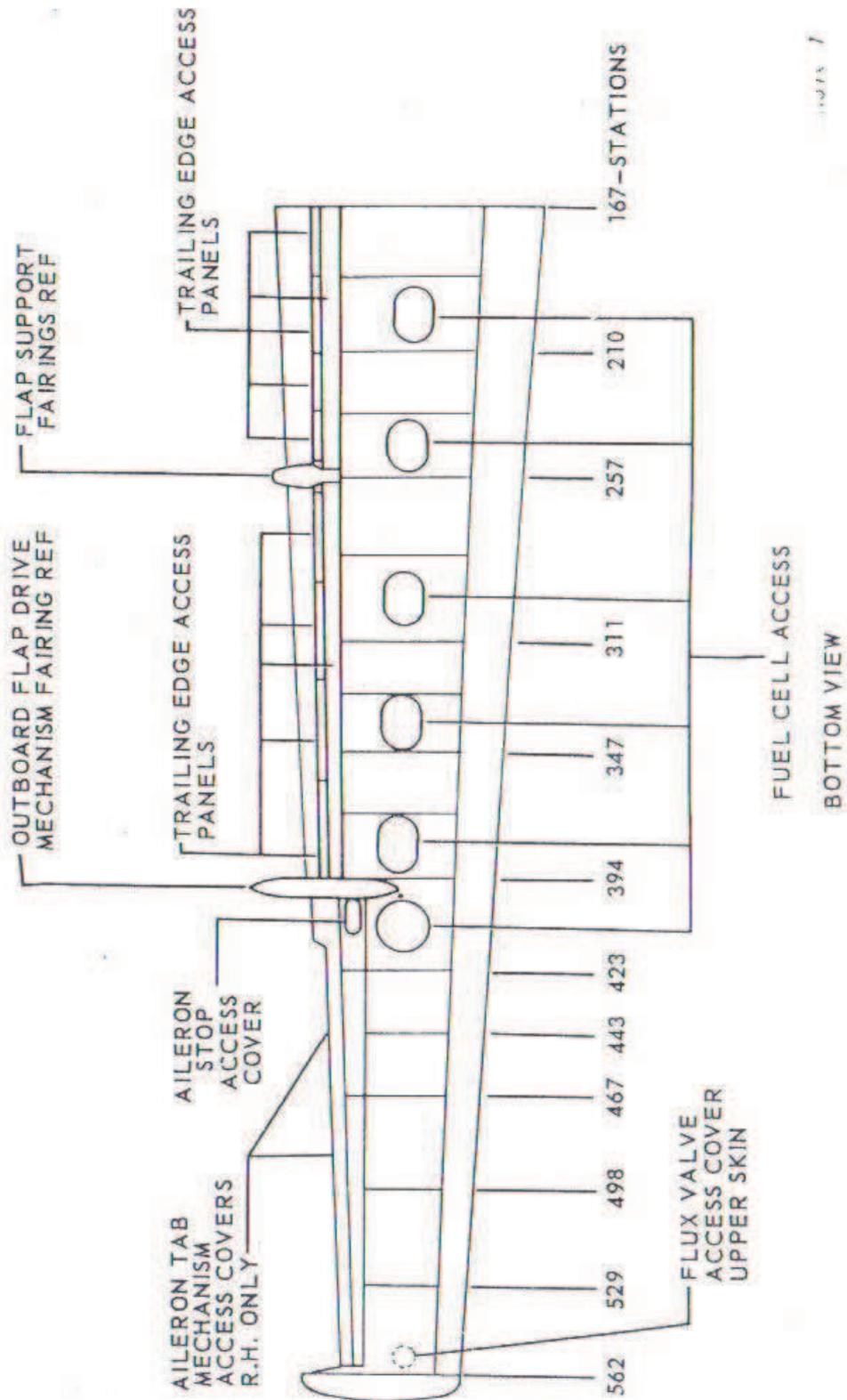
# ANEXO "O"

## SECCIÓN DEL ALA CENTRAL – TAPAS Y PANELES DE ACCESOS



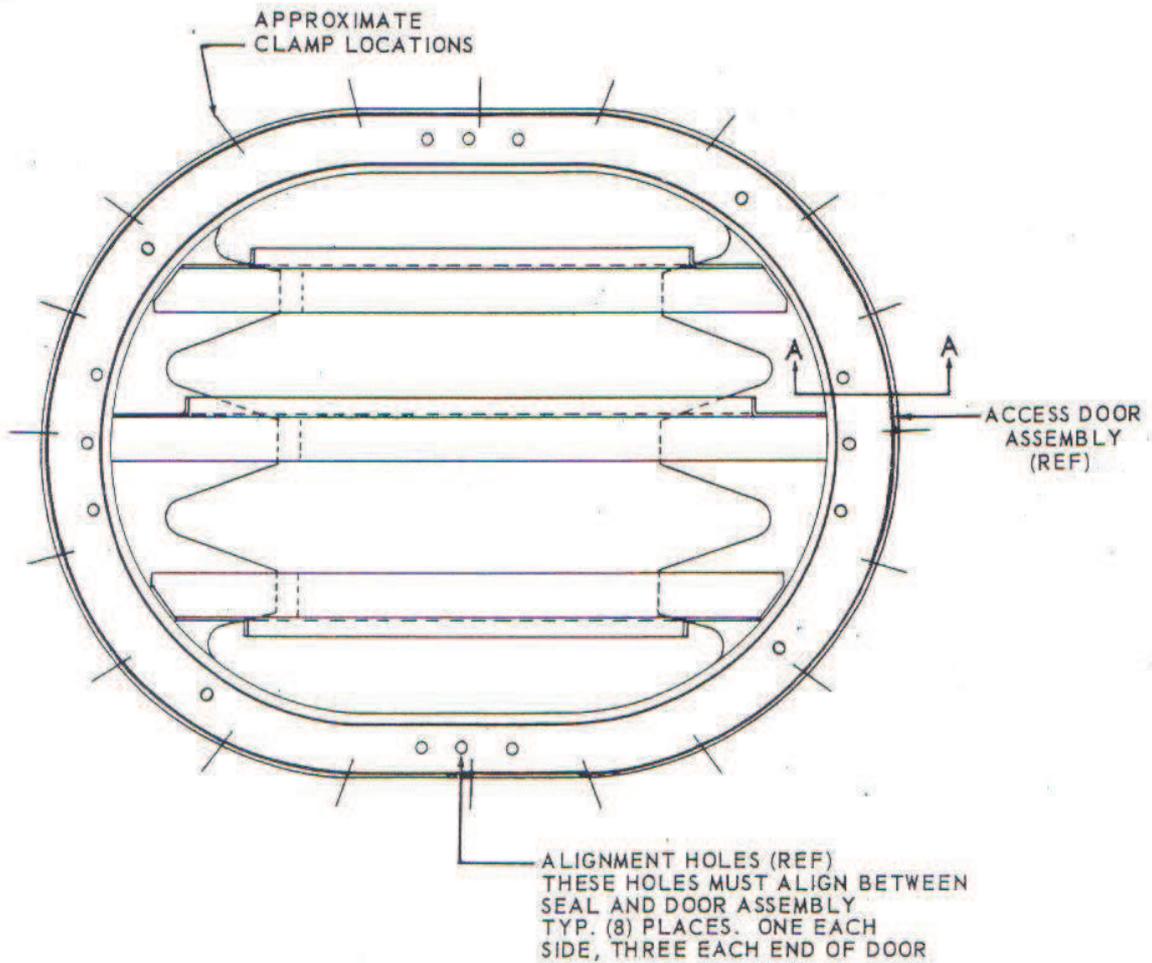
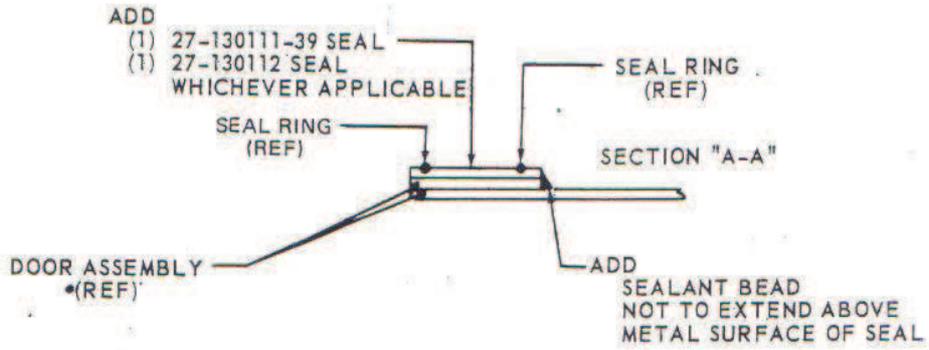
# ANEXO "P"

## PANEL EXTERIOR DEL ALA – TAPAS Y PANELES DE ACCESOS



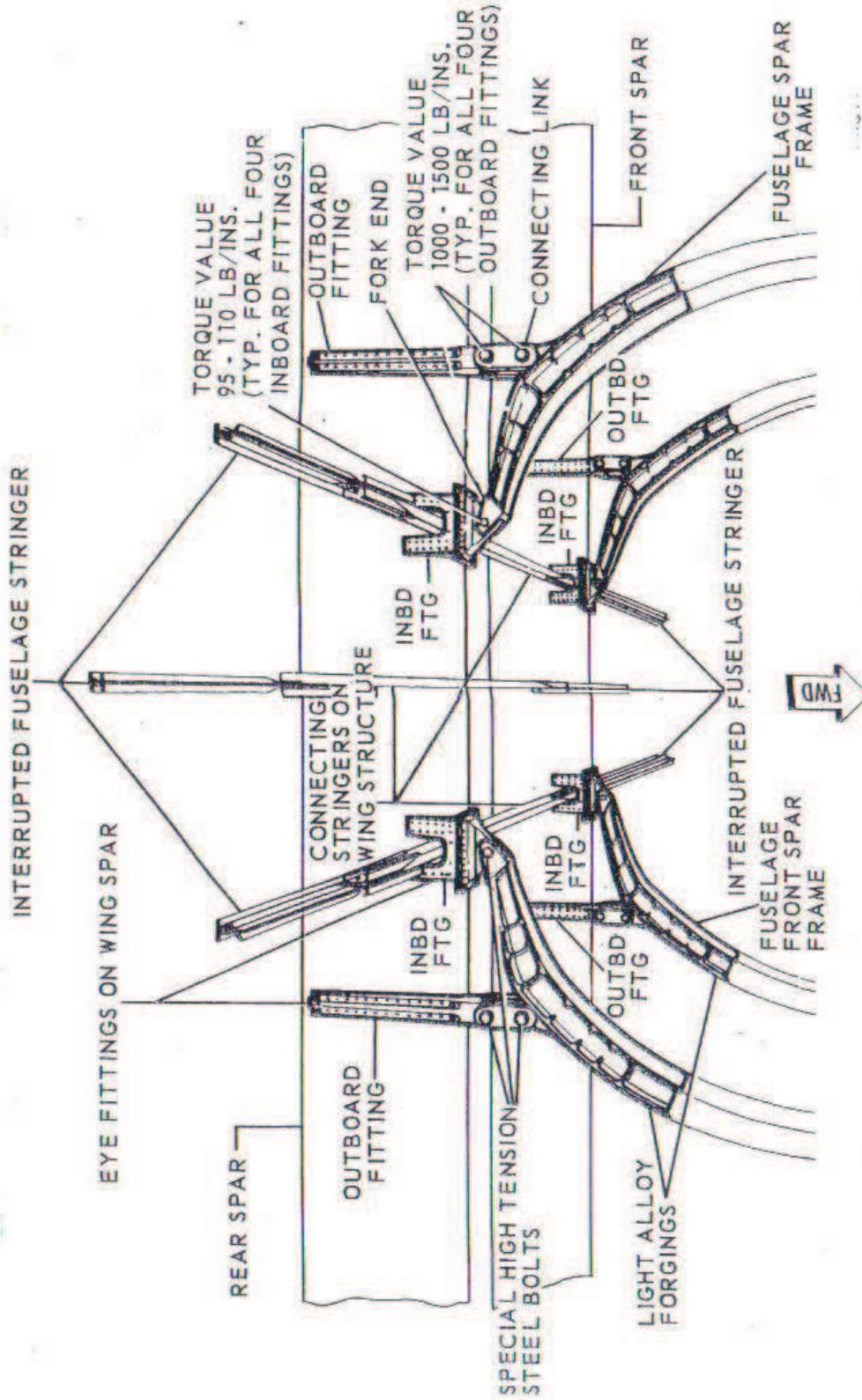
# ANEXO "Q"

## SELLO Y PUERTA DE ACCESO DEL COMBUSTIBLE



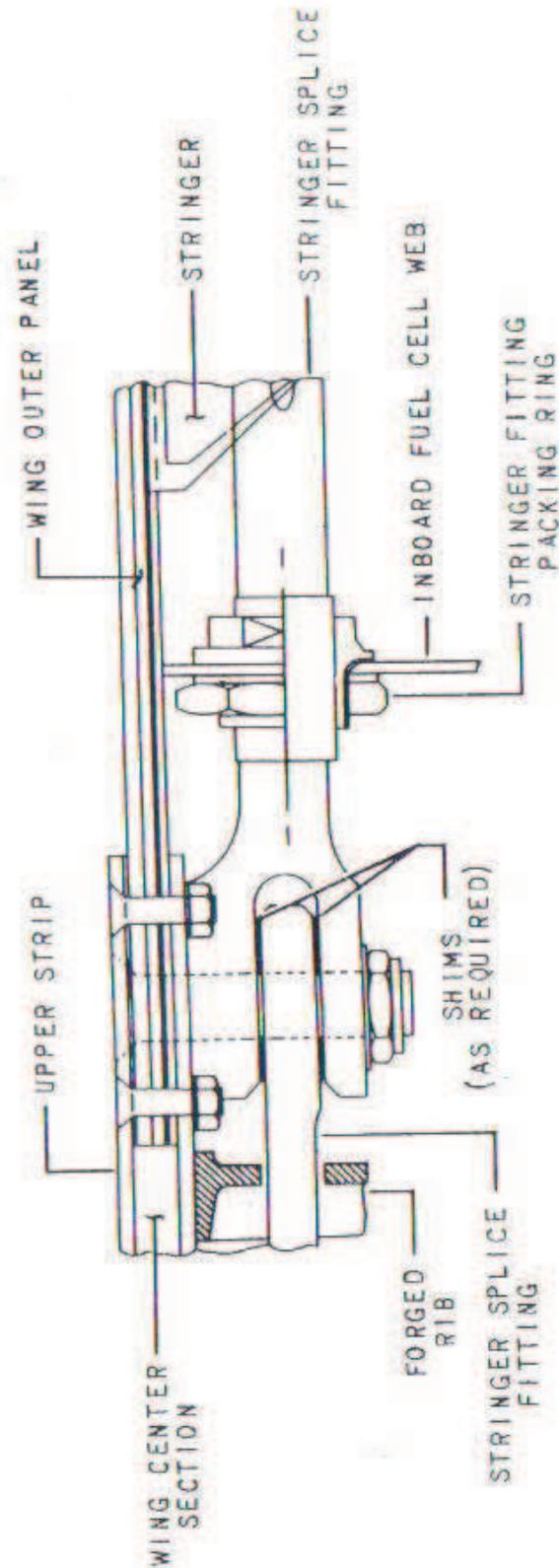
# ANEXO "R"

## SECCIÓN CENTRAL DEL ALA CON LOS MONTAJES DEL FUSELAJE



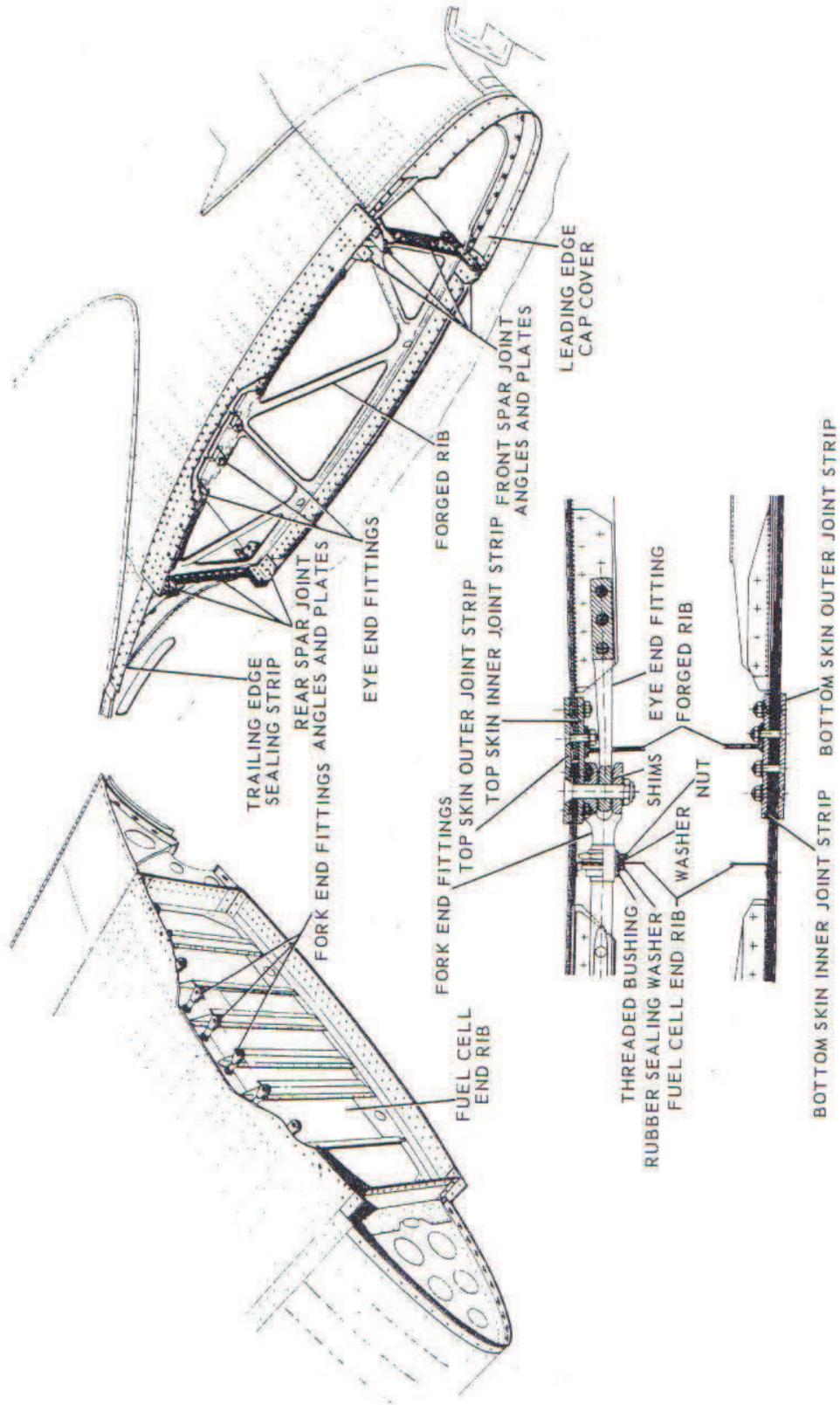
## ANEXO "S"

### INSTALACIÓN DE LA SECCIÓN CENTRAL DEL ALA Y AJUSTE DEL LARGUERO SUPERIOR



# ANEXO "T"

## UNIÓN ENTRE LA SECCIÓN CENTRAL DEL ALA Y EL PANEL EXTERIOR DEL ALA



## ANEXO “U”

FOTOS DEL TRASLADO DEL AVIÓN FAIRCHILD DESDE LA CIUDAD DE QUITO HASTA LA CIUDAD DE LATACUNGA (ITSA)



**Foto 1.** Fuselaje en el container.

**Fuente:** Campo.

**Realizado por:** Pablo PUSDÁ



**Foto 2.** Todos sus componentes en trayectoria.

**Fuente:** Campo.

**Realizado por:** Pablo PUSDÁ



**Foto 3.** Todas las componentes del avión en el ITSA.

Fuente: Campo.

Realizado por: Pablo Pusdá



**Foto 4.** El avión Fairchild en los campus del ITSA.

Fuente: Campo.

Realizado por: Pablo Pusdá

## HOJA DE VIDA

### PUSDÁ LLIGÜIN PABLO PATRICIO

#### INFORMACIÓN PERSONAL

---

- Nacionalidad: Ecuatoriana
- Lugar de nacimiento: Quito
- Edad: 23 años.
- Fecha de nacimiento: 01 agosto 1988
- Estado civil: Soltero
- CI: 171929361-3
- ID. Militar: 198817015869



#### ESTUDIOS Y CURSOS REALIZADOS:

---

##### PRIMARIA

INSTITUTO ALFONSO DEL HIERRO  
"LA SALLE"

##### SECUNDARIA

COLEGIO TÉCNICO AERONÁUTICO  
"CORONEL MAYA"

##### BACHILLER ESPECIALIDAD

"TÉCNICO INDUSTRIAL"  
"MOTORES DE AVIACIÓN"

##### SUPERIOR

"INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
AERONÁUTICO"

##### ESPECIALIDAD

MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
"MOTORES"

##### INSTRUCTOR

Ing. Ángel Yépez

CURSO BÁSICO DE HELICÓPTEROS  
"BELL 206 - B" 100 Horas

##### CENTRO DE IDIOMAS "ITSA"

SUFICIENCIA EN EL IDIOMA  
"INGLÉS" 3 Niveles

##### CORPORACIÓN INTERNACIONAL

OFFICE 2007  
136 Horas

##### CORPORACIÓN INTERNACIONAL

RELACIONES HUMANA  
136 Horas

## **EXPERIENCIA LABORAL**

---

LÍNEA AÉREA “ÍCARO”	PASANTÍAS <b>200 Hr.</b> DE INSTRUCCIÓN PRÁCTICA LÍNEA DE VUELO
LÍNEA AÉREA “AEROGAL”	PASANTÍAS <b>400 Hr.</b> DE INSTRUCCIÓN PRÁCTICAS SECCIÓN DE MANTENIMIENTO
LÍNEA AÉREA “AEROLANE”	PASANTÍAS <b>200 Hr.</b> DE INSTRUCCIÓN PRÁCTICA LÍNEA DE VUELO (PLATAFORMA) MANTENIMIENTO
FAE ALA DE TRANSPORTE No. 11	PASANTÍAS <b>520 Hr.</b> DE INSTRUCCIÓN PRÁCTICAS SECCIÓN DE MANTENIMIENTO DC – 10 AVRO TWIN OTTER
CENTRO DE INTERNET	TÉCNICO, DIGITADOR Y OPERADOR DE COMPUTADORAS
S&M ELECTRONIC SYSTEMS	DEPARTAMENTO DE SERVICIO TÉCNICO

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

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

---

**Pablo Patricio PUSDÁ LLIGÜIN**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

---

**Ing. Hebert Atencio V.  
Subs. Téc. Avc.**

Latacunga, Septiembre 15 del 2011.

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

Yo, PABLO PATRICIO PUSDÁ LLIGÜIN, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores, en el año 2011, con Cédula de Identidad N° 1719293613, autor del Trabajo de Graduación Desmontaje del ala parte interior del fuselaje del avión Fairchild FH-227 HC BHD Para su traslado del ala de transporte No. 11 hasta el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**Pablo Patricio PUSDÁ Lligüin**

Latacunga, Septiembre 15 del 2011.