

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**IZAMIENTO DEL AVIÓN PARA DESMONTAJE Y ARMADO DEL
AVIÓN FAIRCHILD FH-227 PARA SU TRASLADO DEL ALA DE
TRANSPORTE NO.11 HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO
TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

POR:

DAVID ANDRES TRUJILLO GAVILANES

**TRABAJO DE GRADUACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
MOTORES**

2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. DAVID ANDRÉS TRUJILLO GAVILANES, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES.

Ing. Juan Yanchapaxi
Director del Trabajo de Graduación

Latacunga, Febrero 15 del 2012

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación que detallo a continuación, sinónimo de mi estudio y esfuerzo diario en estos años de carrera, a todos quines de una u otra forma han contribuido en mi formación profesional y personal, que además con su apoyo incondicional y constante me han brindado la comprensión y confianza necesaria para salir adelante.

Por supuesto a mi madre Rosa, mi razón de luchar y de ser mejor cada día, quien me ha dado el apoyo absoluto guiando mi camino con sabiduría y amor, en cada paso que he dado en las diferentes etapas de mi vida, especialmente en estos años de universidad.

De manera especial dedico a mi padre Marco, que a pesar de que él no se encuentre a mi lado en estos momentos, él siempre esta en mi mente y corazón, gracias a él, mi madre y hermanas, estoy cumpliendo con un sueño mío, de ser un profesional y una mejor persona.

Además dedico el presente trabajo de graduación a mi novia Andrea, que es mi inspiración infinita, con su amor, comprensión y sobre todo su apoyo me ayudado a entender que soy capaz de todo cuando me propongo.

David A. Trujillo

AGRADECIMIENTO

A mi madre Rosa por haber estado siempre a mi lado, guiándome y apoyándome durante cada segundo de mi existencia.

A cada una de mis hermanas que de una u otra manera nunca han permitido que decaiga en estos tres años de lucha para alcanzar mi objetivo de ser un profesional.

Al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, por haberme abierto las puertas durante estos tres años, lugar donde aprendí y adquirí conocimientos, enseñanzas y muchas cosas interesantes que han sido significantes en mi vida, y que seguirán siendo importantes para seguir alcanzando más conocimiento en mi vida profesional y personal.

Los más sinceros agradecimientos hacia todos los docentes tanto civiles como militares, que a lo largo de mi carrera supieron inculcarme todos los conocimientos y valores para ser un técnico de aviación responsable y sobre todo un mejor ser humano.

David A. Trujillo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice de contenidos.....	V
Índice de tablas.....	IX
Índice de figuras.....	X
Índice de anexos.....	XIII
Resumen.....	1
Summary.....	2

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Justificación e Importancia.....	4
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Alcance.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Avión Fairchild FH-227.....	7
2.1.1 Desarrollo.....	8
2.1.2 Características Generales.....	9
2.2. Partes del Avión.....	10
2.2.1 Fuselaje.....	11

2.2.1.1 Fuselaje Semi monocasco.....	13
2.2.2 Alas.....	14
2.2.2.1 Largueros.....	15
2.2.2.2 Costillas.....	16
2.2.2.3 Revestimiento.....	17
2.2.3 Estabilizador horizontal.....	18
2.2.4 Estabilizador Vertical.....	19
2.3. Grúas.....	20
2.3.1 Orígenes.....	21
2.3.2 Tipos.....	22
2.3.2.1 Grúas móviles.....	23
2.3.2.1.1 Grúas Telescópicas.....	24
2.3.3 Precauciones en el manejo	25
2.3.4 Dispositivos de Seguridad.....	26
2.3.5 Normas ASME B30.5.....	26
2.3.5.1 Normas de Operación para el Operador.....	27
2.3.5.2 Normas para el Supervisor de operaciones.....	28
2.3.5.3 Normas para el Usuario.....	28
2.4. Elementos de Izaje.....	29
2.4.1 Eslingas.....	29
2.4.1.1 Fabricación.....	31
2.4.1.2 Ligadas.....	31
2.4.1.3 Terminales.....	32
2.4.1.4 Principales Tipos de Eslingas.....	33
2.4.1.5 Elección de un Eslinga.....	34
2.4.1.6 Utilización de las eslingas.....	36
2.4.1.7 Almacenamiento, mantenimiento y sustitución de eslingas.....	39
2.4.2 Elementos de Unión.....	41
2.4.2.1 Argollas o Grilletes.....	41
2.4.2.2 Anillos.....	42
2.4.3 Ganchos.....	43
2.4.3.1 Uso de los Ganchos.....	45
2.5. Capacidad de Carga y descarga de los elementos de Izaje.....	45

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Preliminares.....	50
3.2 Desajuste y desmontaje previo al Izaje.....	51
3.2.1 Carenajes y accesorios que deben ser removidos.....	52
3.2.1.1 Equipos, herramientas y materiales a utilizar.....	55
3.2.2 Desajuste Alas.....	56
3.2.2.1 Ala izquierda y derecha.....	57
3.2.2.1 Ala central.....	59
3.2.3 Desajuste de los Estabilizadores.....	61
3.2.4 Fuselaje previo al Izaje.....	62
3.3 Desmontaje e Izamiento del avión.....	63
3.3.1 Desmontaje e Izamiento de Alas exteriores.....	64
3.3.1.1 Procedimiento.....	65
3.3.2 Desmontaje e Izamiento del Estabilizador Vertical.....	70
3.3.2.1 Procedimiento.....	71
3.3.3 Desmontaje e Izamiento del Estabilizador Horizontal.....	73
3.3.3.1 Procedimiento.....	75
3.3.4 Desmontaje e Izamiento del Ala Central.....	76
3.3.4.1 Procedimiento.....	78
3.3.5 Izamiento del Fuselaje.....	79
3.3.5.1 Procedimiento.....	80
3.4. Izamiento y armado del Avión.....	81
3.4.1 Izamiento del Fuselaje.....	82
3.4.2 Izamiento y Armado del Ala Central.....	82
3.4.3 Izamiento y Armado del Estabilizador Horizontal.....	83
3.4.4 Izamiento y Armado del Estabilizador Vertical.....	84
3.4.5 Izamiento y Armado de las Alas externas.....	85
3.5. Diagramas de proceso de Izamiento.....	87
3.5. 1 Diagrama de Izaje Alas Externas.....	88
3.5. 2 Diagrama de Izaje Estabilizador Vertical.....	89

3.5.3 Diagrama de Izaje Estabilizador Horizontal.....	90
3.5.4 Diagrama de Izaje Ala Central.....	91
3.5.5 Diagrama de Izaje Fuselaje.....	92
3.5.7 Diagrama Proceso de Armado.....	93
3.5.6 Diagrama Proceso de Desmontaje.....	93
3.6. Análisis Legal.....	94
3.7. Análisis económico.....	94
3.7.1. Recursos.....	94
3.7.2. Presupuesto.....	95
3.7.3. Costo total del proyecto.....	96

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.....	97
4.2 Recomendaciones.....	98
Glosario de términos.....	99
Siglas Utilizadas.....	102
Bibliografía.....	103
Anexos.....	105

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

Tabla 2.1: Características y Dimensiones.....	10
Tabla 2.2: Pesos.....	10
Tabla 2.3: Coeficiente de carga de una eslinga según el ángulo a elevar.....	35

CAPÍTULO III

Tabla 3.1: Características Eslinga.....	65
Tabla 3.2: Simbología de los diagramas de Proceso.....	87
Tabla 3.3: Talento humano.....	95
Tabla 3.4: Costos primarios.....	95
Tabla 3.5: Costos secundarios.....	96
Tabla 3.6: Costos totales.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 2.1: Fairchild FH-227 J.....	8
Figura 2.2: Fairchild FH-227J en pista.....	9
Figura 2.3: Partes Principales Fairchild FH-227J.....	11
Figura 2.4: Fuselaje Fairchild FH-227J.....	12
Figura 2.5: Fuselaje Semi monocasco Fairchild FH-227J.....	13
Figura 2.6: Ala completa Fairchild FH-227 J.....	14
Figura 2.7: Componentes Ala.....	15
Figura 2.8: Largueros de Ala.....	16
Figura 2.9: Costillas.....	17
Figura 2.10: Revestimiento.....	17
Figura 2.11: Estabilizador Horizontal Fairchild FH-227 J.....	18
Figura 2.12: Estabilizador Vertical Fairchild FH-227 J.....	19
Figura 2.13: Grúa Telescópica	20
Figura 2.14: Reconstrucción de un alto Polispastos romano.....	22
Figura 2.15: Partes grúa móvil.....	23
Figura 2.16: Grúa telescópica sobre camión.....	24
Figura 2.17: Grúa telescópica sobre camión con su estabilizador.....	28
Figura 2.18: Eslinga de tres ramales.....	30
Figura 2.19: Des bobinado.....	31
Figura 2.20: Realización de una ligada.....	32
Figura 2.21: Utilización de una varilla en la realización de eslingas.....	32
Figura 2.22: Elección de guardacabos.....	33
Figura 2.23: Tipos de eslingas.....	33
Figura 2.24: Eslinga de banda.....	34
Figura 2.25: Necesidad de evitar ramales cruzados.....	37
Figura 2.26: Pórtico para elevación de cargas.....	38
Figura 2.27: Cantoneras de protección.....	39
Figura 2.28: Grillete.....	42
Figura 2.29: Influencia en la forma de los anillos en su resistencia.....	43

Figura 2.30: Gancho Tipo.....	43
Figura 2.31: Tipos de seguro de los ganchos.....	44
Figura 2.32: Agarre adecuado en el gancho.....	45
Figura 2.33: Resistencia cables galvanizado serie 6 x 24.....	46
Figura 2.34: Rendimiento de la capacidad de carga.....	47
Figura 2.35: Señalización marcada en el elemento.....	48
Figura 2.36: Sobrecarga en función del ángulo entre ramales.....	48

CAPÍTULO III

Figura 3.1: Avión ubicado en el Ala de Transporte N° 11.....	51
Figura 3.2: Carenajes del Empenaje a ser removidos.....	52
Figura 3.3: Carenajes del Ala central.....	53
Figura 3.4: Carenajes a ser removidas para el desmontaje.....	53
Figura 3.5: Remoción de antenas sujeta al fuselaje.....	54
Figura 3.6: Herramientas a utilizar.....	56
Figura 3.7: Ala izquierda y derecha a desmontaje.....	57
Figura 3.8: Cañería principal de combustible a desconectar.....	58
Figura 3.9: Poleas y a cables de controles de vuelo del ala derecha.....	58
Figura 3.10: Faja de unión superior con el ala central.....	59
Figura 3.11: Ala Central.....	59
Figura 3.12: Cables eléctrico y cables de controles de vuelo.....	60
Figura 3.13: Pernos externos e internos de sujeción ala-fuselaje.....	61
Figura 3.14: Herrajes de sujeción de los estabilizadores.....	61
Figura 3.15: Pernos sujeción de los estabilizadores.....	62
Figura 3.16: Estaciones del Fuselaje.....	63
Figura 3.17: Herramientas y procedimiento de izaje del ala.....	64
Figura 3.18: Remoción del tapón de izaje superior.....	66
Figura 3.19: Hoisting eye colocado en punto de izaje.....	66
Figura 3.20: Eslinga colocada en los ganchos de sujeción.....	67
Figura 3.21: Eslinga colocada en el ala del Fairchild FH-227J.....	67
Figura 3.22: Eslinga tensionada con el tecele, atizada con cabos.....	68

Figura 3.23: Mecanismo de movimiento del tecele.....	69
Figura 3.24: Descenso del ala derecha.....	69
Figura 3.25: Alas externa desmontadas.....	70
Figura 3.26: Procedimiento de izamiento del estabilizador vertical.....	71
Figura 3.27: Ubicación puntos de Izaje Estabilizador Vertical.....	71
Figura 3.28: Sujeción de la eslinga en el Hoisting Eye.....	72
Figura 3.29: Izamiento del Estabilizador Vertical.....	73
Figura 3.30: Estabilizador Horizontal.....	74
Figura 3.31: Sujeción de las eslingas en la barra delantera del Estabilizador.....	75
Figura 3.32: Izamiento del estabilizador horizontal.....	76
Figura 3.33: Ala central.....	77
Figura 3.34: Sujeción del ala con el pórtico y las eslingas.....	77
Figura 3.35: Elevación del Ala central.....	79
Figura 3.36: Colocación de eslinga tipo faja y pórtico elevación estación.....	80
Figura 3.37: Elevación del fuselaje.....	81
Figura 3.38: Izado y armado del estabilizador Horizontal.....	84
Figura 3.39: Sujeción de la eslinga al estabilizador vertical.....	85
Figura 3.40: Elevación del ala externa izquierda para su armado.....	86
Figura 3.41: Avión, terminado proceso de izaje y armado.....	87

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:

Verificación de Sujeción Eslinga Estabilizador Vertical

ANEXO B:

Sujeción de eslinga ala externa

HOJA DE VIDA DEL GRADUADO

HOJA DE LEGALIZACION DE FIRMAS

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

RESUMEN

El presente proyecto comprende la implementación del avión escuela Fairchild Hiller FH-227 en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, con el propósito de ser una herramienta primordial para el progreso y avance de nuestro Instituto, con relación a las tecnologías modernas de enseñanza y superación, el proyecto reúne contenidos fundamentales básicos del avión, como información de estudio para docentes y estudiantes.

Se realizó un estudio detallista por medio de todo el grupo investigador para determinar la logística y alternativas del traslado del avión Fairchild Hiller FH-227 y los procesos a efectuar para el desmontaje, izado y montaje de componentes mayores como motores, hélices, alas externas, derecha e izquierda, ala central, estabilizador horizontal y vertical, al igual que otros componentes importantes y necesarios de trasladar separadamente de una manera segura.

Una parte importante del desarrollo de este trabajo fue el proceso de izaje del avión, que permitió desarmar de una forma segura todos los componentes mayores, para posteriormente volver a ser armados guardando su configuración inicial. Este proceso de izaje se realizó por medio de grúas con características que el manual del avión especifica.

El proyecto se ejecutó con el fin de mejorar el desarrollo académico de los estudiantes de las diferentes carreras aeronáuticas, además de servir como material didáctico, donde los docentes impartirán clases a los estudiantes, para recibir clases de manera mucho más práctica y poder complementar su aprendizaje con la teoría.

Para concluir este presenta sus conclusiones y recomendaciones respectivas las cuales fueron obtenidas durante el transcurso de la realización del trabajo escrito y práctico.

SUMMARY

The present project include the implementation of the airplane Fairchild Hiller FH-227 in The Aeronautical Technological Superior Institute, that will be a technical tool for the institute, which is the elemental device to the progress and advance of our technical school with the modern technologies of teaching and overcome, the project gathers basic fundamental contents of the airplane, as study information for educational and students.

It was perform a meticulous studio by means of the whole investigating group to determinate the logistic and alternative of the move of the aircraft Fairchild Hiller FH-227 and the process to do the removal, hoisting and installation of major components like engines, propeller, extern wings, right and left, central wing, horizontal and vertical stabilizers, and the others important and necessary components for move separately in safety.

An important part of development of this work was the process of hoist of the airplane that allowed to remove in a sure way all the bigger components, it stops later on be armed again keeping its initial configuration. This hoist process one carries out by means of cranes with characteristics that the manual of the airplane specifies.

The project was made with the finally of raise the academy development of the students of the different aeronautic carriers, besides serving as didactic material, in the place where the students will receive classes in a practice way and complement the apprenticeship with the theory.

To conclude this presents its conclusions and recommendations there on which were obtained during the course of conducting written and practical work.

CAPÍTULO I

EL TEMA

“IZAMIENTO DEL AVIÓN PARA EL DESMONTAJE Y ARMADO DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 PARA SU TRASLADO DEL ALA DE TRANSPORTE No.11 HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR AERONAUTICO”

1.1. Antecedentes

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), con la tarea de formar tecnólogos profesionales, innovadores y competitivos en el campo aeronáutico, mediante el aprendizaje teórico y práctico concerniente a la vida profesional a desarrollar, ha visto conveniente involucrar nuevas formas de aprendizaje hacia el alumno.

Para colaborar con el perfeccionamiento de aprendizaje de los alumnos del ITSA en la carrera de Mecánica, los propios alumnos del instituto han visto ventajoso diseñar, construir, implementar, trasladar, rehabilitar proyectos nuevos o existentes, como proyectos de grado los mismos que son beneficiosos para la instrucción de los futuros profesionales.

Siendo el ITSA un centro de educación superior está enfocado a formar profesionales tanto civiles como militares, de manera que ha visto la necesidad de adquirir un avión escuela, en el cual los estudiantes podrán aplicar todos los conocimientos adquiridos en las aulas.

Dentro del campo de la aviación hay varias ramas en las cuales el estudiante debe estar capacitado para poder solucionar toda clase de problemas que se le presenten en el campo profesional, por el cual el ITSA implementa este avión escuela para su desarrollo profesional en el campo aeronáutico.

1.2. Justificación e importancia

Actualmente el ITSA no cuenta con un método de enseñanza teórico-práctico de todas las materias enfocadas con la aviación en general, hacia todos los estudiantes especialmente los alumnos de la carrera de Mecánica, que necesitan de la aplicación para comprender de una mejor forma lo que han aprendido en las horas de estudio teórico, de manera que el avión escuela tiene el propósito de cubrir todas las falencias de aprendizaje que se tiene actualmente, a la vez estimulando al estudiante adquirir conocimientos de las aeronaves de una manera sencilla y didáctica a través de tareas de mantenimiento programadas por los docentes de cada materia, tal que el avión servirá como una herramienta de instrucción para los docentes para que impartan sus clases de mejor forma hacia los alumnos.

Con el desarrollo de este trabajo de graduación se está garantizando la aplicación de todos los conocimientos adquiridos en las diferentes materias que se dan instrucción: Aviones en general, Aerodinámica, Inspección del motor, etc. Cumpliendo con el objetivo del ITSA de formar profesionales capaces, íntegros e innovadores, además la implementación de la aeronave escuela abrirá las puertas, a nuevos proyectos innovadores que de igual forma mejoraran la calidad de aprendizaje y de enseñanza en los alumnos.

Es importante aclarar que el avión escuela servirá a los estudiantes de las diferentes carreras a que aprendan o refuercen sus conocimientos durante las actividades de mantenimiento tales como la remoción e instalación de todas las partes principales de la aeronave, por medio del uso de herramientas específicas como las eslingas para izar el fuselaje, alas, estabilizadores y motores, esto

permitirá que el estudiante adquiriera la suficiente experiencia en este tipo de actividades y que en futuro pueda desempeñarse eficientemente en el campo laboral.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general:

- Izar al avión Fairchild FH-227 en sus partes principales por medio de eslingas y de grúas para el desmontaje y montaje del avión, para ser transportado y posteriormente utilizado en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

1.3.2. Objetivos específicos:

- Recopilar información necesaria del procedimiento de izaje para el desmontaje y montaje del avión Fairchild FH-227.
- Izar al avión en sus partes principales fuselaje, alas, estabilizadores mediante los puntos de sujeción de acuerdo a las especificaciones descritas en los manuales de mantenimiento del avión Fairchild FH-227.
- Desmontar las alas y estabilizadores utilizando eslingas mediante una grúa con los respectivos adaptadores de los puntos de sujeción de los mismos
- Montar las alas y estabilizadores al fuselaje utilizando eslingas mediante una grúa, con los respectivos adaptadores de los puntos de sujeción de la misma.

1.4. Alcance

Este proyecto esta enfocado al desmontaje traslado y armado de un avión escuela que permita a los estudiantes de las diferentes carreras, a que puedan

comprender, aclarar conocimientos e inquietudes del funcionamiento, características, componentes y mantenimientos del avión.

Al tener un avión escuela en el instituto se logrará implementar una forma práctica de enseñanza además de realizar mantenimientos programadas que serán muy útiles a los estudiantes especialmente los alumnos de la carrera de Mecánica que necesitan estar presentes en un avión para poder entender mejor lo aprendido en clases.

Es por ello que este proyecto está encaminado a facilitar la información necesaria a los estudiantes que cursan las diferentes carreras y por ende a los futuros tecnólogos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Avión Fairchild FH-227

El **Fairchild FH-227** se crea en base a la aeronave civil holandesa Fokker F-27, estas relaciones entre ambas empresas comienzan desde el año 1952 en busca de reemplazar al DC-3 de MacDonnell Douglas, una aeronave muy popular en la década de producción del Fairchild.

El 26 de abril de 1956 Fairchild llega a una alianza con Fokker para construir bajo su licencia el Fokker F27, pero su desarrollo en Holanda por lo cual se decide la construcción de la fábrica en Hagerstown, Maryland. La primera aerolínea en contar con los nuevos aviones americanos, llega en abril del mismo año por cuenta de West Coast Airlines con cuatro de estas aeronaves, seguidos por Bonanza Airlines con tres unidades a finales del mes de mayo, y cerrando la primera producción en junio con siete pedidos más por Piedmont Airlines

El primer F-27 producido por Fairchild es entregado a su cliente, poco tiempo antes que la fábrica Fokker en Schiphol-Holanda haya entregado su primer modelo de serie. Los aviones producidos por Fairchild recibieron denominaciones diferentes a los modelos holandeses: F.27-100 producido por Fokker equivalía al F-27 de Fairchild. F.27-200 al F-27A de Fairchild. F.27-300 al F-27B de Fairchild.

Fairchild por su parte desarrolla versiones propias, como la F-27F, el F-27J, más pesado y re motorizado con Dart Mk 532-7 para la Allegheny Airlines y el modelo de prestaciones mejoradas en alta cota F-27M.¹

¹ http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller



Figura 2.1: Fairchild FH-227 J

Fuente: <http://www.edcoatescollection.com/ac3/Airline/Ozark%20.html>

2.1.1 Desarrollo

En 1964 Fairchild se fusiona con el fabricante Hiller, creando así la Fairchild Hiller Corporation y comienzan los estudios de desarrollo para un avión de mayor capacidad, siempre utilizando como base de desarrollo el Fokker F-27 y su planta motriz Roll-Royce Dart.

Como primer paso de la casa fabricante Fairchild Hiller proceden a cambiar la denominación de todos los aviones producidos, por la designación de FH-227.

Como cambios iniciales consisten en un alargamiento de la estructura del fuselaje, agregando un conector delante de las alas que aumenta su longitud en 1.98 m adicionales. Permitiendo una capacidad mayor, pasando de 40 pasajeros en los F-27 a 52 en los FH-227. Una de las diferencias principales del nuevo avión modificado del F-27, aparte de su apariencia mas alargada, poseía doce ventanillas ovaladas por lado, dos mas al modelo anterior, pero manteniendo los mismos motores que conservaba el modelo original.



Figura 2.2: Fairchild FH-227J en pista

Fuente: <http://www.aerodacious.com/ccAM087.HTM>

El principal objetivo de Fairchild Hiller, era lograr un avión que fuera económicamente rentable, fiable y de fácil operación para las aerolíneas regionales en comparación con otras aeronaves de similares características. El avión llegó a ser un prodigio en el mercado, llegando a 46 pedidos por el nuevo avión.

La primera aeronave realizó su primer vuelo el 27 de enero de 1966, recibiendo la certificación de la FAA. En junio del mismo año la aerolínea Mohawk Airlines recibió el primer ejemplar de la producción de este nuevo modelo de la casa fabricante Fairchild Hiller. Esta compañía había seguido con mucho detalle todo el desarrollo y producción de sus aviones, teniendo permanentemente un representante técnico en la fábrica de Hagerstown.

2.1.2 Características Generales

El nuevo modelo al ser más largo contaba con nuevos beneficios que las compañías comerciales eran las beneficiadas, como es el incremento de pasajeros por un mínimo de combustible, consumiendo 202 gal/hora de un total de 1364 galones de capacidad. Al contar con motores Roll Royce Dart 532-7L

turbohélice, con hélices de cuatro palas Dowty Rotol. Como características tenemos:

Tabla 2.1: Características y Dimensiones

Tripulación	2
Capacidad	50 pasajeros
Velocidad crucero	407 km/h
Alcance	2661 km/h
Planta motriz	Roll-Royce Dart 532-7L
Longitud	25,5 m.
Envergadura	29 m.
Altura	8,4 m.
Diámetro Fuselaje	2,46 m.
Longitud Estabilizador Hor.	9.75 m.

Fuente: Manual de Mantenimiento

Realizado por: Andrés Trujillo

Como pesos principales a considerar tenemos los siguientes:

Tabla 2.2: Pesos

Fuselaje	4267 lbs
Grupo de Cola	1013 lbs
Grupo Alas	4224 lbs
Tren de Aterrizaje	2023 lbs
Peso Básico Operacional	26593 lbs
Peso de Fabricación Vacío	21353 lbs
Máximo de Despegue	42000 lbs

Fuente: Manual de Mantenimiento

Realizado por: Andrés Trujillo

2.2. Partes del Avión

El avión se divide en dos partes principales, parte fija y parte móvil. Las partes fijas constituyen la estructura básica del avión y a su vez se divide en cuatro grandes grupos:

- Fuselaje
- Alas
- Estabilizador horizontal
- Estabilizador vertical

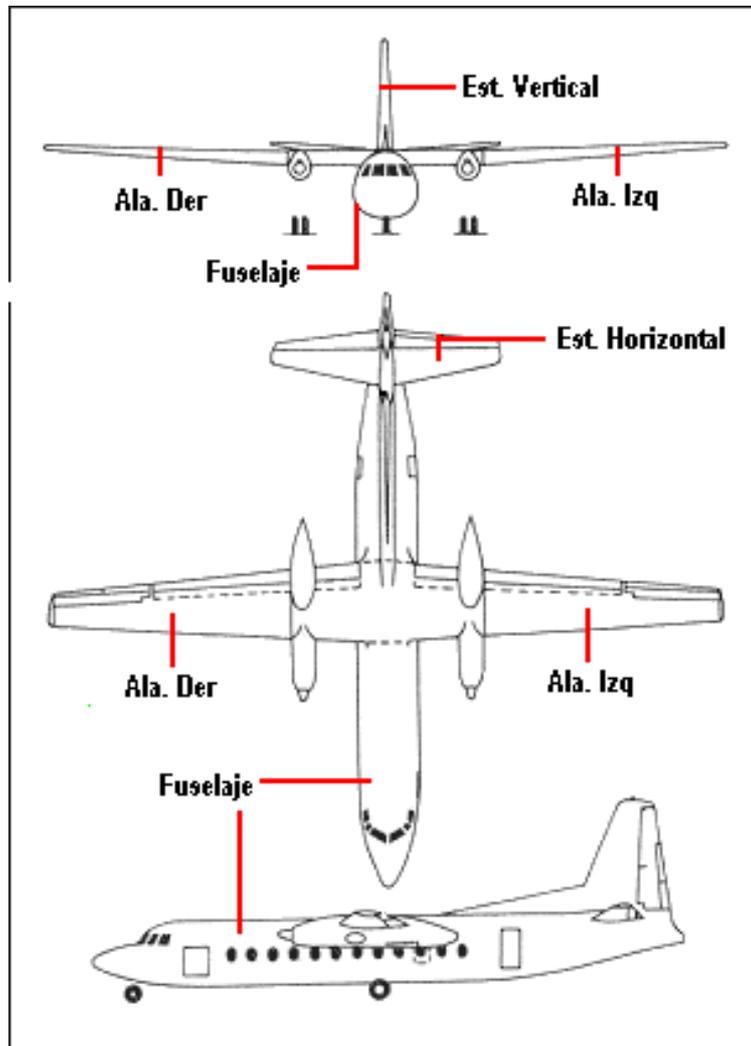


Figura 2.3: Partes Principales Fairchild FH-227J
Fuente: Manual de Mantenimiento

2.2.1 Fuselaje

Es la parte principal o cuerpo del avión, la de mayor volumen y por lo tanto es la principal fuente de resistencia parásita, la única que no contribuye a su capacidad de vuelo, la forma del fuselaje varía en relación con la misión principal del avión,

cuya función es de servir de soporte principal al resto de los componentes. La composición del material es de aluminio.

En su interior se sitúan la cabina de mando, la cabina de pasajeros y las bodegas de carga, diversos sistemas, controles, accesorios y demás equipos. Sirve como estructura central a la cual se acoplan las demás partes del avión, como las alas, el grupo moto propulsor o el tren de aterrizaje².

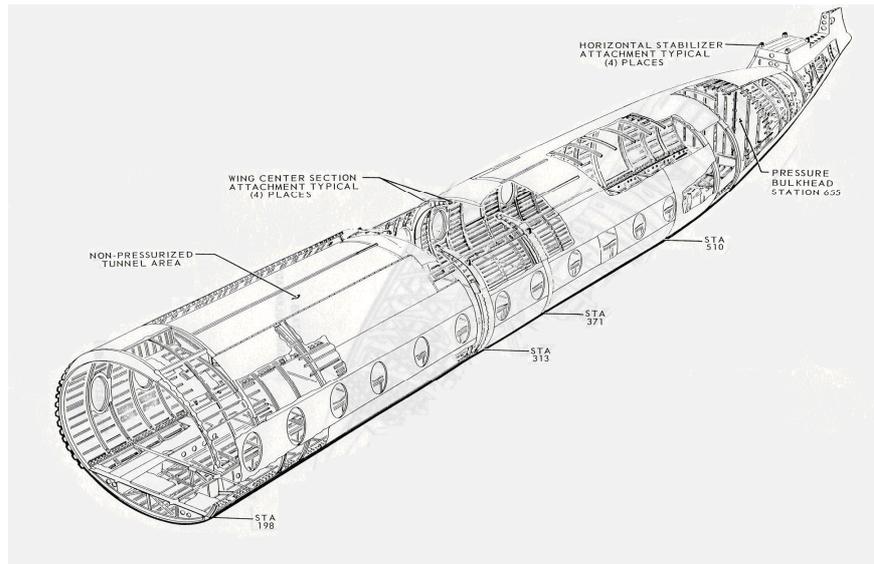


Figura 2.4: Fuselaje Fairchild FH-227J

Fuente: Manual de Reparaciones Estructurales

El fuselaje es la parte principal ya que el resto de los componentes se unen a él, de forma directa o indirecta. En un avión bimotor, el motor y sus mandos de vuelo se encuentran fijados al fuselaje posterior. La cabina de mandos está situada en la parte de proa del fuselaje y es donde van los mandos de los motores, de comunicaciones, de instrumentos y mandos de vuelo.

El fuselaje se construye normalmente en dos o más partes. El fuselaje aerodinámico tiene una distribución de presiones que genera un momento de cabeceo de morro alto. El fuselaje, por lo tanto, constituye una parte desestabilizadora tanto longitudinalmente como lateralmente.

² <http://es.wikipedia.org/wiki/Fuselaje>

El diseño del fuselaje además de atender a estas funciones, debe proporcionar un rendimiento aceptable al propósito a que se destine el avión. Los fuselajes que ofrecen una menor resistencia aerodinámica son los de sección circular, elíptica u oval, y de forma alargada y fina. Los tipos de fuselaje que encontramos son:

- Reticular
- Monocasco
- Semi monocasco

2.2.1.1 Fuselaje Semi monocasco

Es la construcción estándar en la actualidad. Ya que ha resuelto el problema del grueso espesor de chapa del revestimiento de la estructura monocasco, por la introducción de piezas de refuerzo intermedias (larguerillos y cuadernas).

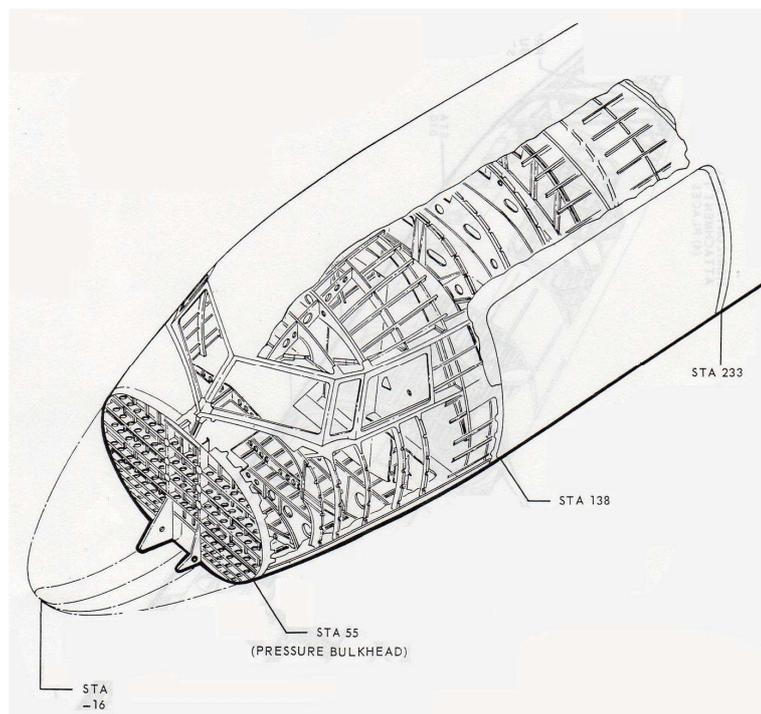


Figura 2.5: Fuselaje Semi monocasco Fairchild FH-227J

Fuente: Manuel de Reparaciones Estructurales

Los larguerillos se sitúan uniendo las cuadernas a lo largo del eje longitudinal del fuselaje (su presencia permite el adelgazamiento de la chapa metálica de

revestimiento, aligerando así el peso del conjunto). Además cumplen una función primaria de refuerzo, y son los que dan forma al fuselaje y constituyen los puntos principales de unión de la chapa de revestimiento metálico.

Todo el entramado de cuadernas, larguerillos y revestimiento se unen para formar una estructura completa y rígida. Y así todos soportar los esfuerzos estructurales, la flexión que experimenta el fuselaje en sentido longitudinal es soportada por los larguerillos. Mientras que las cuadernas reparten uniformemente las cargas en cada uno de sus tramos. Los esfuerzos de torsión y las cargas de inercia son soportados por los tres elementos (revestimiento, largueros y cuadernas) que actúan como una viga única.

2.2.2 Alas

Representan el elemento fundamental del avión para conseguir sustentación. 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, etc³. 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

El ala consiste de una sección de ala central, dos paneles removibles de alas externas, dos puntas de las alas desmontables y carenado extraíble, bordes de ataque, alerones y aletas, flaps.

La estructura de la sección central del ala consiste en dos tubos, láminas y las costillas de tipo enrejado, y los paneles de la superficie superior e inferior, reforzados por largueros y larguerillos, que están parcialmente unidos y fijos al revestimiento.

³ [http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica))

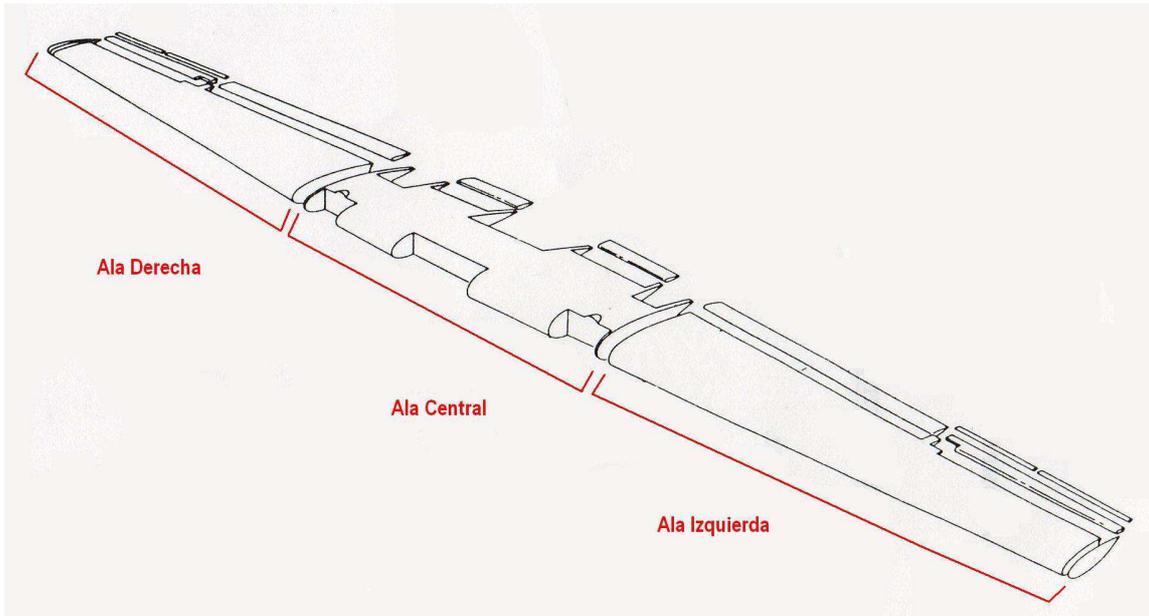


Figura 2.6: Ala completa Fairchild FH-227
Fuente: Manual de mantenimiento FH-227 Series

El ala esta compuesta por perfil alar, borde de ataque, borde da salida, extrados, intrados, cuerda, curvatura, superficie alar y alargamiento las mismas que tienen el propósito de mejorar el diseño aerodinámico del ala y el performance la aeronave.

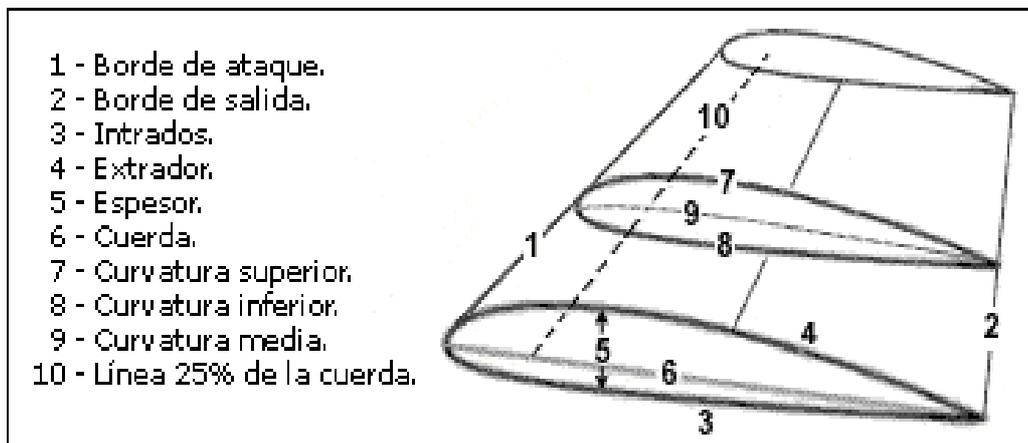


Figura 2.7: Componentes Ala
Fuente: <http://www.manualdevuelo.com>

Mientras que estructuralmente esta compuesta de acuerdo a la función que desempeñen, dividida en componentes principales y secundarios, como son los largueros, costillas y revestimiento.

2.2.2.1 Largueros

En una aeronave de ala fija, un larguero es usualmente el principal elemento estructural del ala, que atraviesa toda la envergadura de la misma en dirección perpendicular al fuselaje en caso de alas rectas o en dependencia del flechado. Los largueros soportan a las cargas del vuelo y a las alas cuando la aeronave está en el suelo.

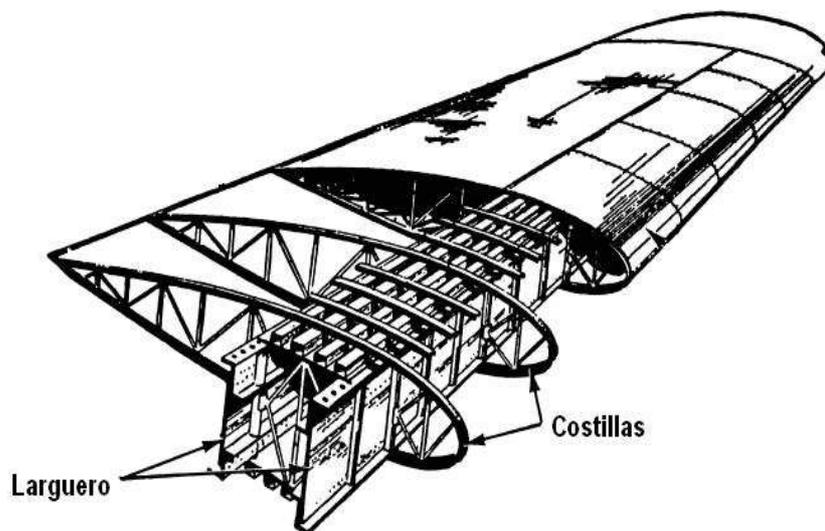


Figura 2.8: Largueros de Ala
Fuente: Aircraft Basic construction

Otros elementos estructurales como las costillas pueden ser empotrados a los largueros. En el caso de que las alas sean de estructura mono bloque o de revestimiento tensionado, es el revestimiento quien intercambia los esfuerzos con los largueros. Puede haber más de un larguero en un ala, o no haber ninguno. Sin embargo, cuando solo un larguero soporta la mayoría de las fuerzas, es conocido como el larguero principal⁴.

2.2.2.2 Costillas

Son estructuras que dan resistencia a torsión al ala. Se encuentra intercalado de manera (más o menos) perpendicular a los largueros. Suelen estar vaciadas para

⁴ <http://www.aireyespacio.com/2009/12/la-estructura-del-ala.html>

eliminar material no necesario y aligerar peso. Junto con los largueros dan forma a los depósitos de combustible y deben estar preparadas para resistir químicamente el combustible.

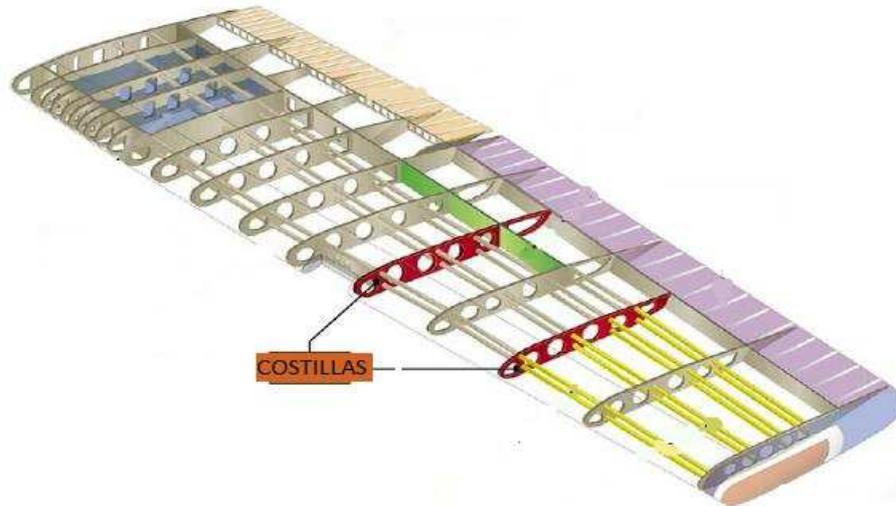


Figura 2.9: Costillas

Fuente: <http://www.aireyespacio.com/2009/12/la-estructura-del-ala.html>

2.2.2.3 Revestimiento

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

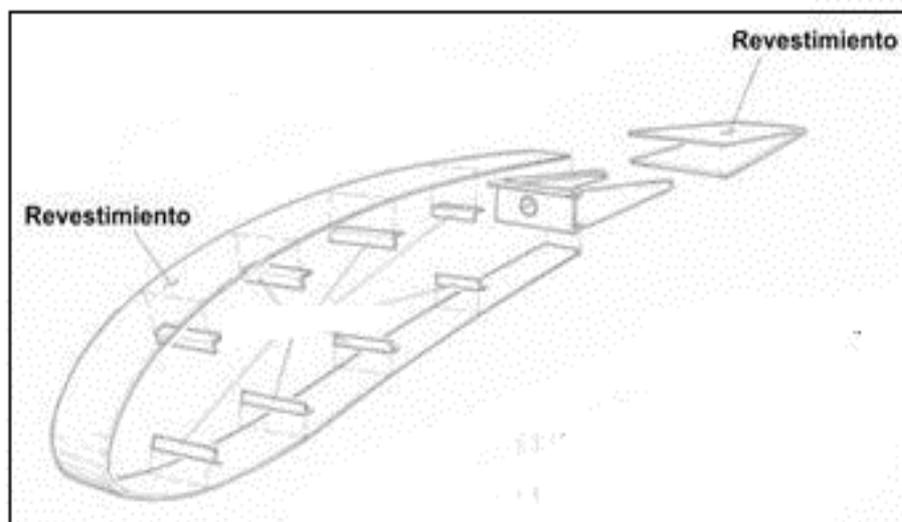


Figura 2.10: Revestimiento

Fuente: <http://www.sandglasspatrol.com/IIGM12oclockhigh/.htm>

2.2.3 Estabilizador horizontal

Su construcción es muy similar a la usada en las alas, mediante el uso de largueros, costillas, larguerillos y revestimientos. Las cargas en el estabilizador horizontal son soportadas y transmitidas de la misma manera que en un ala. Flexión, torsión y cortadura, creadas por las cargas aerodinámicas, pasan de un miembro estructural a otro. Cada miembro absorbe parte de la carga y transfiere el resto a los otros miembros. Al final, las cargas llegan a los largueros, que la transmiten a la estructura del fuselaje.

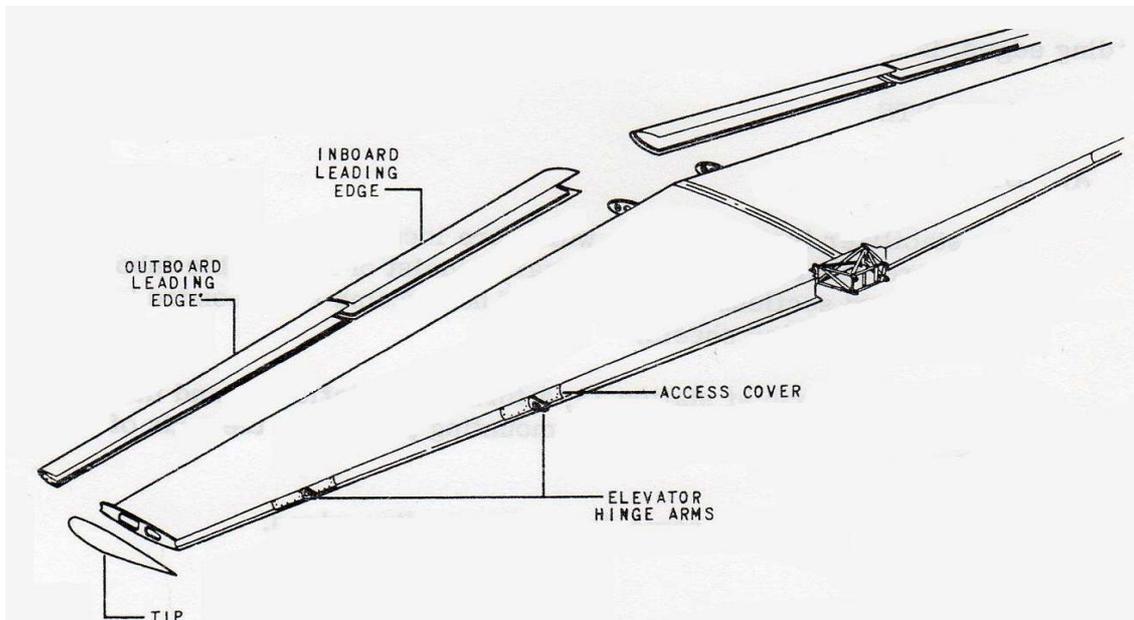


Figura 2.11: Estabilizador Horizontal Fairchild FH-227 J

Fuente: Manual de mantenimiento FH-227 Series

Son 2 aletas más pequeñas que las alas, situadas en posición horizontal (generalmente en la parte trasera del avión), en el empenaje y en distintas posiciones y formas dependiendo del diseño, contribuye en gran medida a la estabilidad longitudinal del avión. Generalmente se trata de una superficie aerodinámica simétrica, ya que debe tener posibilidad de generar cargas verticales⁵.

⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/avi%C3%B3n:Estabilizadores_vertical

En ellos se encuentran unas superficies de control muy importantes que son los elevadores (o también llamados timones de profundidad) con los cuales se controla la altitud del vuelo mediante el ascenso y descenso de estas superficies, que inclinarán el avión hacia adelante o atrás, es decir, el avión subirá o bajara a determinada altitud y estará en determinada posición con respecto al horizonte. A este efecto se le llama descenso o movimiento de cabeceo.

2.2.4 Estabilizador Vertical

De igual forma que el estabilizador horizontal y del ala su construcción es similar, mediante el uso de largueros, costillas, larguerillos y revestimientos. El estabilizador vertical contribuye en gran medida a la estabilidad direccional del avión.

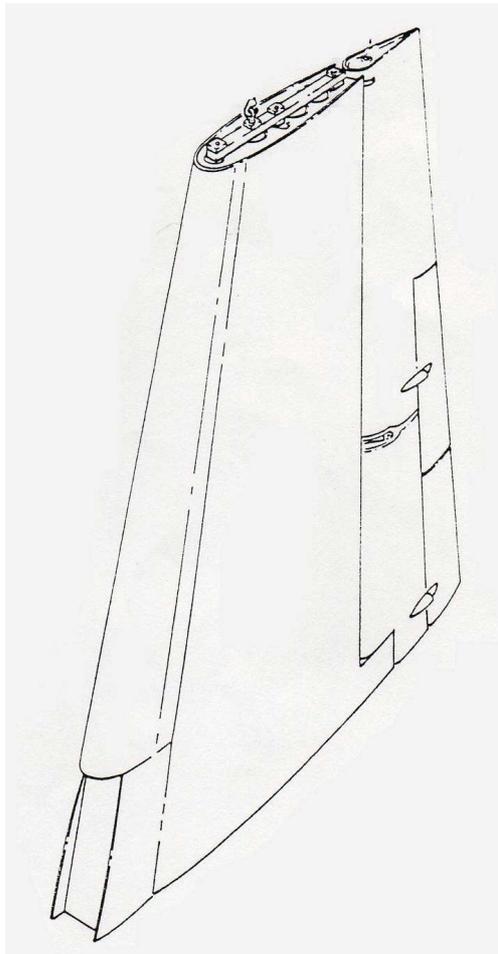


Figura 2.12: Estabilizador Vertical Fairchild FH-227 J
Fuente: Manual de mantenimiento FH-227 Series

Generalmente se trata de una superficie aerodinámica simétrica, ya que debe tener posibilidad de generar cargas horizontales. Al objeto de mejorar la estabilidad direccional sin tener que aumentar el tamaño del estabilizador vertical se suele añadir una aleta dorsal que no aumenta tanto la resistencia parásita como lo haría el hecho de agrandar el estabilizador.

2.3. Grúas

Una grúa es una máquina de elevación de movimiento discontinuo, destinado a elevar mecánicamente y distribuir cargas en el espacio suspendidas por un gancho. Por regla general son ingenios que cuentan con poleas acanaladas, contrapesos, mecanismos simples, cuerdas de cable y haces que pueden ser usadas tanto para levantar como bajar materiales y moverlos horizontalmente. Las grúas comúnmente son empleadas en la industria de construcción y en la fabricación de equipos pesados⁶.



Figura 2.13: Grúa Telescópica
Fuente: Investigación de Campo

⁶ <http://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%BAs>

Las primeras grúas se construyeron de madera, pero desde la llegada de la revolución industrial los materiales más utilizados son el hierro fundido y el acero. En la antigua Grecia, las grúas eran utilizadas principalmente para la construcción de edificios altos. Posteriormente, fueron desarrollándose grúas más grandes utilizando poleas para permitir la elevación de mayores pesos.

En la Alta Edad Media fueron utilizadas en los puertos y astilleros para la estiba y construcción de los barcos. Algunas de ellas fueron construidas ancladas a torres de piedra para dar estabilidad adicional.

La primera energía mecánica fue proporcionada por máquinas de vapor en el siglo XVIII. Las grúas modernas utilizan generalmente los motores de combustión interna o los sistemas de motor eléctrico e hidráulicos para proporcionar fuerzas mucho mayores, aunque las grúas manuales todavía se utilizan en los pequeños trabajos o donde es poco rentable disponer de energía.

2.3.1 Orígenes

La grúa es la "evolución" del puntal de carga que, desde la antigüedad, se ha venido utilizando para realizar diversas tareas. Aunque sus fundamentos fueron propuestos por Blaise Pascal pero fue patentada por Luz Nadina. Existen documentos antiguos donde se evidencia el uso de máquinas semejantes a grúas por los Sumerios y Caldeos, transmitiendo estos conocimientos a los Egipcios. Las civilizaciones con mas avances en este tipo de maquinaria fueron los griegos y los romanos.

El puntal de carga, que consistía en una pieza cilíndrica compuesta por dos partes: una inferior, que presentaba una solidez, una estructura inamovible, llamada coz. Por otro lado, había una parte superior en la que se encontraba el amante, que se encargaba de inclinar el puntal de carga mientras otro cable era el responsable de sostener el peso de toda la carga.



Figura 2.14: Reconstrucción de un alto Polispastos romano
Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Roemerkran.jpg>

Con el paso del tiempo se hizo imperante la renovación del puntal, en especial porque éste necesitaba ser operado por un alto número de individuos, lo cual retrasaba el proceso mismo de descarga de los materiales. La grúa se constituyó en la evolución directa del puntal utilizado para el traslado de cargas pesadas. La grúa está compuesta por un aguilón (o brazo) que se encuentra montado sobre un eje que realiza movimientos giratorios. Además de esto, la grúa consta de una o más poleas que levantan el peso y luego lo trasladan de un sector a otro.

2.3.2 Tipos

Existe una gran variedad de grúas, diseñadas conforme a la acción que vayan a desarrollar. Generalmente la primera clasificación que se hace se refiere a grúas móviles y fijas.

2.3.2.1 Grúas móviles

Auto grúas, de gran tamaño y situadas convenientemente sobre vehículos especiales. Es el tipo más básico de grúa consiste en un entramado de acero o el brazo telescópico montado sobre una plataforma móvil, que puede ser ferroviaria, rodada (incluyendo las portadas en camión). El brazo esta unido en el fondo, y puede ser levantado y bajado por cables o cilindros hidráulicos.

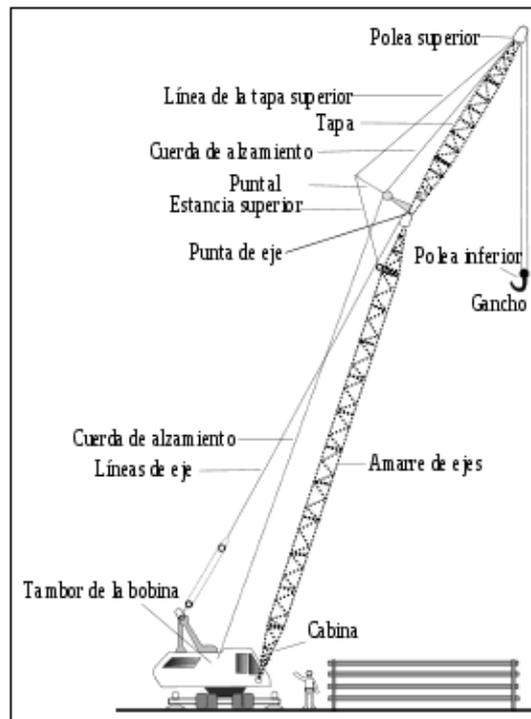


Figura 2.15: Partes grúa móvil

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Grua_maquina.svg

Un gancho esta suspendido de la cima del brazo por la cuerda de cable y poleas acanaladas. Las cuerdas de cable son manejadas por cuales quiera de motores principales que los diseñadores tienen disponible, funcionando por una variedad de transmisiones; motores de vapor, motores eléctricos y motores de combustión interna. Actualmente se usa motores de combustión interna.

Estas grúas pueden ser de los siguientes tipos: sobre cadena u orugas, sobre ruedas o camión. La más común de las grúas móviles es la telescópica.

2.3.2.1.1 Grúas Telescópicas

Una grúa telescópica consiste muchos tubos que se encuentran uno dentro de otro. Un sistema hidráulico u otro mecanismo extienden o retrae el sistema hasta la longitud deseada. El sistema compacto hace que la grúa telescópica se adapte fácilmente a aplicaciones móviles. No todas las grúas telescópicas son móviles, también existen fijas.

Grúa telescópica sobre un camión convencional es una grúa hidráulica instalada sobre una plataforma móvil, que consiste en una súper estructura giratoria (pedestal o tomamesa) que opera con una o mas estaciones de control, en un marco unido al bastidor de un camión que retiene la capacidad de carga cuya fuente y potencia usualmente acciona la grúa sus funciones son las de izamiento extensión y giro de la carga a diferentes radios.



Figura 2.16: Grúa telescópica sobre camión
Fuente: Investigación de Campo

2.3.3 Precauciones en el manejo

En el proceso de montaje y desmontaje de un material o carga, son quizás las partes más difíciles y peligrosas de todos los procesos y el mínimo error de cualquiera de sus participantes podría significar una colisión segura. Debemos tener en cuenta factores, como las condiciones climáticas en el lugar donde el objeto va ser izado, velocidad del viento, características de los elementos con los que se van a izar (eslingas y elementos de unión).

Las fuerzas que actúan como por ejemplo la velocidad del viento ya que este factor puede hacer que la grúa y la carga a levantar se desplome. Como también otros factores como los momentos, la estabilidad y equilibrio de la carga, las sobrecargas que pueden intervenir a la hora de izar.

Los factores antes mencionados, se originan por el levantamiento más o menos brusco y las aceleraciones del movimiento de elevación, así como las acciones verticales debidas a la rodadura. Estas sollicitaciones se cubren multiplicando la carga de servicio por un factor denominado "coeficiente dinámico" (ϕ) que se calcula con la siguiente expresión:

$$\phi = 1 + \epsilon VL$$

Siendo: **VL** la velocidad de elevación en m/s, tomando como valor máximo de velocidad de elevación 1 m/s. Mientras que ϵ es el coeficiente experimental, resultado de multitud de mediciones realizadas en diferentes tipos de aparatos.

Como ϕ considera la elevación más o menos brusca de la carga que constituye el choque más importante, podemos despreciar las sollicitaciones debidas a las aceleraciones del movimiento de elevación y las acciones verticales debidas a la rodadura.

2.3.4 Dispositivos de Seguridad

Los dispositivos de seguridad se encargan de parar o limitar la grúa cuando se está haciendo un uso inadecuado de ella o existe algún peligro. Para ello tenemos diferentes limitadores, especialmente limitadores de sobre esfuerzos y recorrido.

- **Limitador de carga:** Impide que la grúa levante peso por encima de su límite operativo.
- **Limitador de par:** Impide que la grúa levante por encima del momento nominal de la grúa y que pueden producir su vuelco. Interrumpe, al igual que el anterior, el movimiento de elevación en el sentido de subida pero además interrumpe el movimiento de distribución en el sentido del avance de carro.
- **Limitador de elevación:** Limitador para el movimiento de elevación tanto en el sentido de ascenso como en el de descenso, antes de que el gancho llegue a sus límites de trabajo y pueda producir algún deterioro.
- **Limitador de orientación:** Imponen una restricción en el número de vueltas de la plataforma giratoria en uno u otro sentido, a fin de que no se sometan a excesivos esfuerzos de torsión las manqueras eléctricas de alimentación.
- **Limitador de traslación:** Para detener la traslación de la grúa.

2.3.5 Normas ASME B30.5 (American Society of Mechanical Engineers)

Operación de equipos de elevación del Reino Unido introdujeron el concepto de especificar distintas responsabilidades para distintas personas en un trabajo de elevación. La última versión de 30,5 ASME introduce distinciones similares a las normas de los Estados Unidos⁷.

⁷ <http://sehida.blogspot.com/2011/02/asme-b305-american-society-of.html>

2.3.5.1 Normas de Operación para el Operador

Un operador de grúa, controla directamente las funciones de la grúa. Él no es responsable de riesgos o condiciones no bajo su control directo. Obedece a una señal de parada en todo momento, no importa quien le de. Él deja de operar de una manera controlada cuando la maniobra a realizar no es segura, además le corresponde saber qué condiciones podría poner en peligro las operaciones de la grúa y debe analizar los posibles riesgos.

El operador debe entender y aplicar la información del manual de operación del fabricante de la grúa, confirmando la configuración correcta de grúa para la carga, condiciones de ascenso y sitio mediante la carga de gráficos y diagramas.

Además el operador de la grúa debe calcular la capacidad de la grúa y confirmar que puede hacer el ascenso, usando el gráfico de carga.

Se debe realizar una inspección diaria, informando cualquier novedad y si es que existe la necesidad de efectuar alguna reparación o ajuste a la maquinaria. El operador no debe manipular la grúa cuando no se encuentra bien físicamente y mentalmente ya que estos factores controlan su atención cuando interviene el funcionamiento de la grúa.

Antes de realizar cualquier operación, se debe asegurar de que todos los controles están en posición neutra y que el área este despejada antes de la puesta en marcha de la grúa. Observar que cada estabilizador se extiende y se afirma al suelo. Él operador debe saber y responder a las señales estándar y especiales de la persona de señales.



Figura 2.17: Grúa telescópica sobre camión con su estabilizador
Fuente: <http://3.bp.blogspot.com/+Grua+telescópica+camion+convencional.jpg>

2.3.5.2 Normas para el Supervisor de operaciones

Un supervisor de sitio, está a cargo del lugar de trabajo y la labor que realizan allí, debe asegurar de que la grúa sea inspeccionada antes de que comience a trabajar, mediante registros de inspecciones y pruebas, rigiéndose en el manual de mantenimiento, y otros requisitos de B30.5-2.

Debe coordinar las operaciones con otras actividades de las grúas, asegurando la supervisión de la operación de desmontaje montaje y que la montaje de grúa y certificar el mantenimiento a realizar por una persona capacitada

2.3.5.3 Normas para el Usuario

El usuario, organiza la presencia de la grúa en un lugar de trabajo y controla su uso allí, el debe cumplir con los requisitos de los fabricantes y ASME B30.5, y comprobar que se han completado los registros de inspección de la grúa, incluyendo la última inspección frecuente, para asegurarse de que la grúa está en optimas condiciones, cerciorándose que la grúa puede hacer con seguridad el ascenso planeado.

El usuario debe contar con el operador apto, que pueda interpretar el gráfico de carga, que pueda ejecutar el trabajo en una grúa específica

2.4. Elementos de izaje

Existe un gran número de accesorios utilizados en las operaciones de izaje, dentro de lo que podemos citar:

- eslingas
- elementos de unión
- ganchos
- cabos

2.4.1 Eslingas

Las eslingas son elementos para izaje y movimiento de carga que se fabrican utilizando un tramo de cable de acero al cual se le coloca un casquillo o anillo de acero o aluminio el cual es prensado mecánicamente en una prensa hidráulica diseñada para esta función. Están constituidas por un cuerpo longitudinal provisto en sus extremos por ojales, protegidos con guardacabos con el objeto de evitar deterioro⁸.

La flexibilidad para que pueda adaptarse a la carga a elevar y la resistencia tanto a la carga por tracción como al aplastamiento son dos de las características fundamentales a tener en cuenta en la selección de cables para eslingas.

⁸ http://www.cableacero.com/eslingas_acero.html

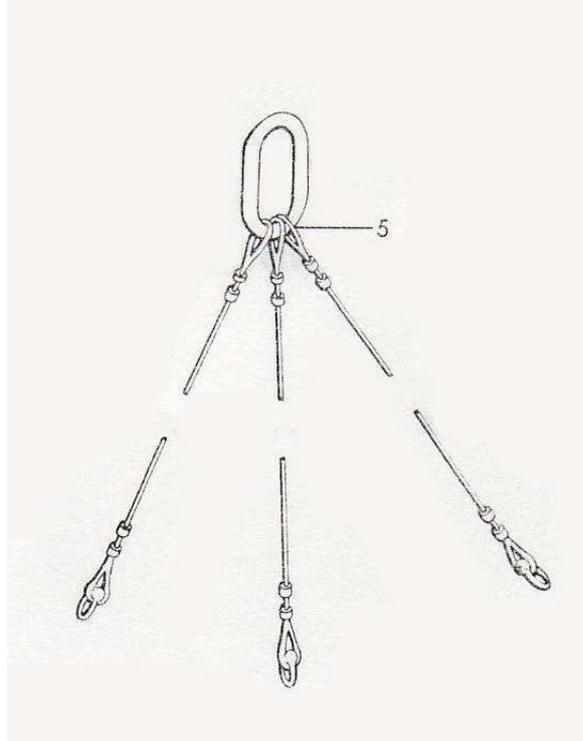


Figura 2.18: Eslinga de tres ramales
Fuente: Manual de herramientas especiales FH-227

En la manipulación de las cargas con frecuencia se interponen, entre éstas y el aparato o mecanismo utilizado, unos medios auxiliares que sirven para embragarlas con objeto de facilitar la elevación o traslado de las mismas, al tiempo que hacen más segura esta operación. Estos medios auxiliares son conocidos con el nombre de eslingas.

Su rotura o deficiente utilización puede ocasionar accidentes graves e incluso mortales por atrapamiento de personas por la carga desprendida. Es necesario, por tanto, emplear eslingas adecuadas en perfecto estado y utilizarlas correctamente. Ello conlleva una formación al respecto de los trabajadores que efectúan las operaciones de eslingado y transporte mecánico de cargas.

Según el material de que están constituidas, las eslingas pueden ser de cables de acero, de cadenas, de fibras, etc.

2.4.1.1 Fabricación

Comienza con el desbobinado y desenrollado del cable, operaciones éstas que se habrán de cuidar al máximo ya que la realización incorrecta de las mismas puede llevar a una pérdida de torsión del cable o bien a la formación de dobleces, "cocas". En ambos casos los efectos son desastrosos para el cable.

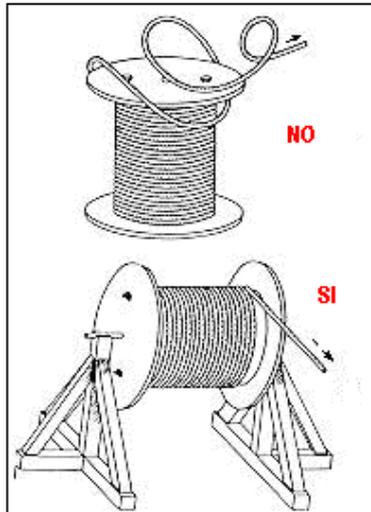


Figura 2.19: Desbobinado

Fuente: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

2.4.1.2 Ligadas

Antes de cortar un cable es necesario efectuar ligadas a ambos lados del punto de corte, a fin de evitar que el mismo se descablee. Su realización correcta consta de las siguientes operaciones:

1. Enrollar a mano el alambre de ligada, de forma que todas las espiras queden perfectamente apretadas y juntas. Unir manualmente los extremos del alambre retorciéndolos y retorcer con las tenazas hasta hacer desaparecer la holgura.
2. Apretar la ligada haciendo palanca con las tenazas y retorcer nuevamente los extremos, repitiendo estas operaciones cuantas veces sea necesario.

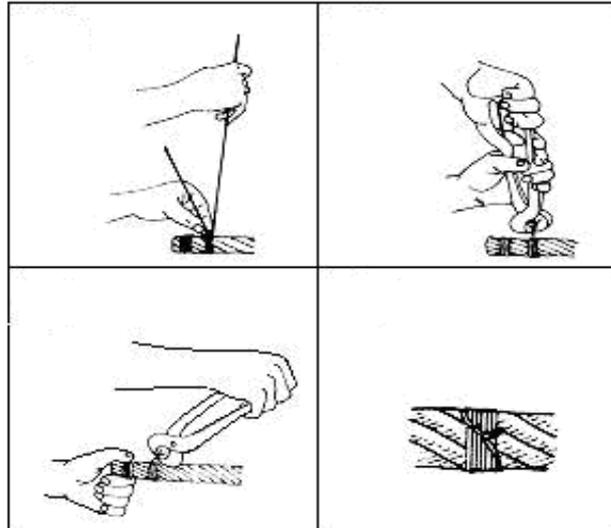


Figura 2.20: Realización de una ligada

Fuente: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

Cuando se trate de efectuar ligadas en cables de diámetro superior a los 25 mm., es recomendable utilizar una varilla o destornillador para apretar bien la ligada.

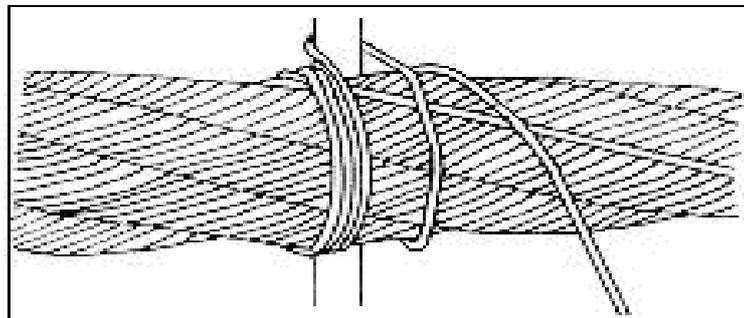


Figura 2.21: Utilización de una varilla en la realización de eslingas

Fuente: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

2.4.1.3 Terminales

Para la unión de los cables a otros dispositivos es preciso dar la forma adecuada a los extremos de aquellos, la cual acostumbra a ser la de un ojal que puede obtenerse de diversas formas:

- Ojal trenzado.
- Ojal con casquillo.

- Casquillo terminal soldado (con metal fundido).
- Ojal con sujeta cables o abrazaderas

Los ajustes de los ojalos estarán provistos de guardacabos resistentes para evitar un doblado excesivo, bajo el efecto de la carga, que llevaría implícito un rápido deterioro del cable. El guardacabo utilizado deberá tener unas características dimensionales acordes al diámetro del cable.

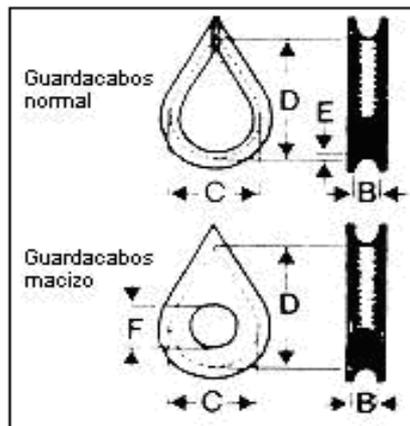


Figura 2.22: Elección de guardacabos
Fuente: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

2.4.1.4 Principales Tipos de Eslingas

Las eslingas serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en que se hayan de emplear.

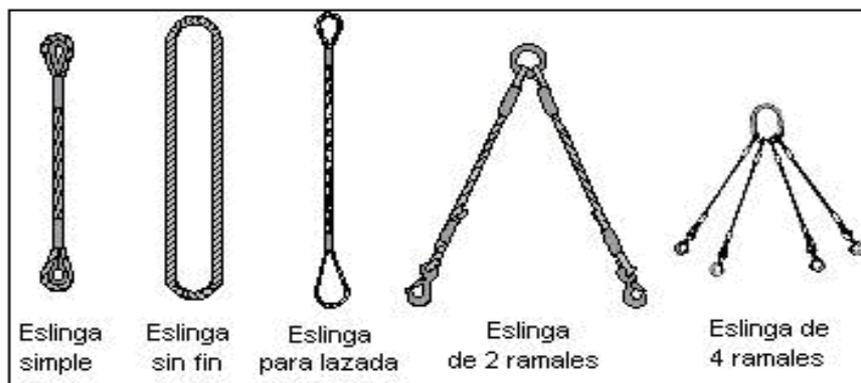


Figura 2.23: Tipos de eslingas
Fuente: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

Existen otras eslingas formadas por varios ramales de cable de acero paralelos entrelazados flexiblemente mediante piezas de caucho, formando una banda de sustentación, fabricadas normalmente para trabajar con un coeficiente de seguridad de 8.

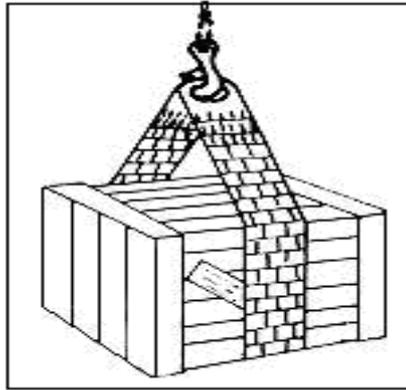


Figura 2.24: Eslinga de banda

Fuente: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

2.4.1.5 Elección de un Eslinga

La elección de una eslinga se debe realizar según los siguientes conceptos:

- Peso de la carga a elevar
- Carga de trabajo de la eslinga

Existen muchas formas de clasificar las eslingas para facilitar o condicionar su uso una de ellas es por el material de construcción: cabo o cuerda, cable metálico y cadena⁹.

De no conocer el peso de la carga a elevar este se debe estimar por encima. Para efectuar el cálculo del peso de una carga se debe multiplicar el volumen por el peso específico del producto que la compone, como por ejemplo:

⁹ <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

- madera 0,8
- piedra u hormigón 2,5
- acero, fundición 8
- aluminio 5

La carga de trabajo de una eslinga esta dada por la carga máxima que soporta el integrante más débil que posee. Este dato debe estar colocado bien visible.

Al elevar una carga no siempre se efectúa con la eslinga en forma vertical, muchas veces esta se encuentra abierta formando un determinado ángulo con respecto a la vertical, en este caso la eslinga por composición de fuerzas disminuye su resistencia relativa.

Tabla 2.3: Coeficiente de carga de una eslinga según el ángulo a elevar

Ángulo formado por los ramales	0°	45°	60°	90°	120°
Coeficiente	1	1,08	1,15	1,41	2

Fuente: Catalogo eslingas de acero

Realizado por: Andrés Trujillo

La capacidad certificada de una eslinga varia dependiendo del tipo de eslinga, el tamaño de la misma y el tipo de gancho – La ASME requiere que todas las eslingas de cable estén etiquetadas con el fabricante, la capacidad certificada para configuraciones específicas y el diámetro o tamaño de la eslinga.

Bajo ninguna circunstancia, la capacidad certificada de una eslinga deberá ser excedida. El usuario deberá mantener esta identificación legible durante la vida útil de la eslinga. Toda persona que maneje la eslinga deberá leer la etiqueta y entender la Información en ella.

La capacidad de una eslinga de esposas esta basada en la Fuerza de Ruptura Mínima (MBF - Minimum Breaking Force) del cable usado en la eslinga, y otros factores que afectan la fuerza total de la eslinga.

2.4.1.6 Utilización de las eslingas

Son numerosas las normas que se deberán seguir en la utilización de las eslingas. La seguridad en la utilización de una eslinga comienza con la elección de ésta, que deberá ser adecuada a la carga y a los esfuerzos que ha de soportar.

Para la utilización de eslingas se deben tener consideraciones de tipo preventivo, tales como la existencia de soldaduras, nudos y los medios de unión. Ellos afectan a la capacidad de carga de las eslingas de la siguiente forma:

- Los nudos reducen la capacidad de una eslinga entre el 30 y 50%
- Las soldaduras de los anillos terminales u ojales, pese a ser hechas con todas las reglas del buen arte y respetando las normas disminuyen la capacidad de carga en el orden de un 15 a un 20%
- Los elementos de sujeción de los cables como los de unión por más que se encuentren correctamente colocados y en el número establecido por las normas reducen un 20 % la capacidad de la eslinga.

Teniendo en cuenta las siguientes precauciones:

- Las soldaduras o áreas unidas, nunca se colocarán sobre el gancho del equipo de izaje.
- Las soldaduras o áreas de unión tampoco se colocarán sobre aristas Las uniones siempre deben quedar en zonas libres trabajando a la tracción
- Los cables, o cadenas, etc. que forman las ramas de una eslinga no deben cruzarse (retorcerse).

- Las ramas de dos eslingas diferentes no deben cruzarse sobre el gancho de izaje, ya que uno de los cables estaría comprimido por el otro pudiendo, incluso, llegar a romperse.

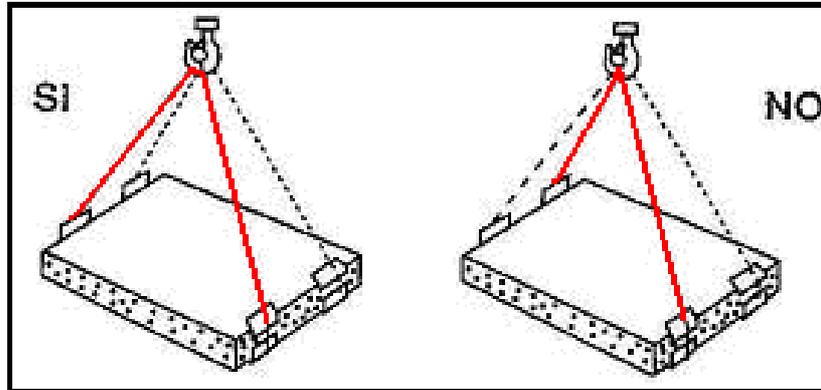


Figura 2.25: Necesidad de evitar ramales cruzados

Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=2080>

En caso de elevación de cargas con eslingas en las que trabajen los ramales inclinados, se deberá verificar la carga efectiva que van a soportar. Al considerar el ángulo de los ramales para determinar la carga máxima admitida por las eslingas, debe tomarse el ángulo mayor. Es recomendable que el ángulo entre ramales no sobrepase los 90° y en ningún caso deberá sobrepasar los 120° , debiéndose evitar para ello las eslingas cortas.

Cuando se utilice una eslinga de tres o cuatro ramales, el ángulo mayor que es preciso tener en cuenta es el formado por los ramales opuestos en diagonal. La carga de maniobra de una eslinga de cuatro ramales debe ser calculada partiendo del supuesto de que el peso total de la carga es sustentado por:

- Tres ramales, si la carga es flexible.
- Dos ramales, si la carga es rígida.

En la carga a elevar, los enganches o puntos de fijación de la eslinga no permitirán el deslizamiento de ésta, debiéndose emplear, de ser necesario,

distanciadores, etc. Al mismo tiempo los citados puntos deberán encontrarse convenientemente dispuestos en relación al centro de gravedad. En la elevación de piezas de gran longitud es conveniente el empleo de pórticos.

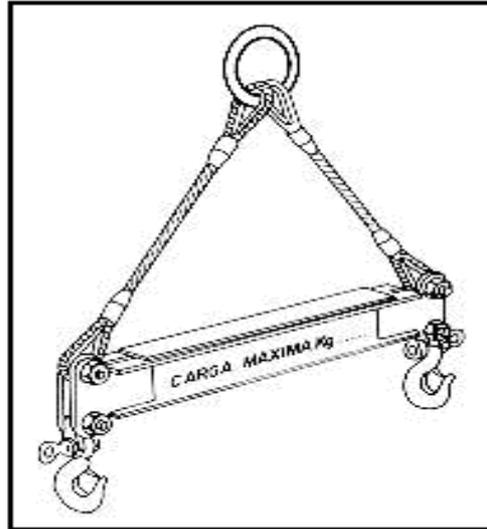


Figura 2.26: Pórtico para elevación de cargas
Fuente: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

Las eslingas no se apoyarán nunca sobre aristas vivas, para lo cual deberán intercalarse cantoneras o escuadras de protección.

Antes de la elevación completa de la carga, se deberá tensar suavemente la eslinga y elevar aquélla no más de 10 cm. para verificar su amarre y equilibrio. Mientras se tensan las eslingas no se deberán tocar la carga ni las propias eslingas.

Cuando haya de moverse una eslinga, aflojarla lo suficiente para desplazarla sin que roce contra la carga. Nunca se tratará de desplazar una eslinga situándose bajo la carga, además no deberá permitir que el cable gire respecto a su eje. En caso de empalmarse eslingas, deberá tenerse en cuenta que la carga a elevar viene limitada por la menos resistente.

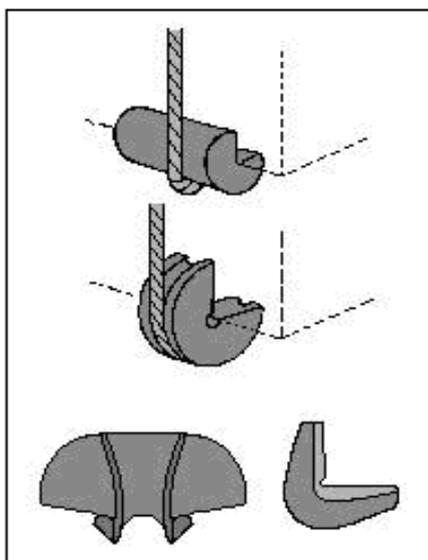


Figura 2.27: Cantoneras de protección

Fuente: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

La eslinga no deberá estar expuesta a radiaciones térmicas importantes ni alcanzar una temperatura superior a los 60 °C. Si la eslinga está constituida exclusivamente por cable de acero, la temperatura que no debería alcanzarse sería de 80°.

2.4.1.7 Almacenamiento, mantenimiento y sustitución de eslingas

Las eslingas se almacenarán en lugar seco, bien ventilado y libre de atmósferas corrosivas o polvorientas. No estarán en contacto directo con el suelo, suspendiéndolas de soportes de madera con perfil redondeado o depositándolas sobre estacas o paletas.

No exponer las eslingas al rigor del sol o al efecto de temperaturas elevadas. A fin de evitar roturas imprevistas, es necesario inspeccionar periódicamente el estado de todos los elementos que constituyen la eslinga.

La frecuencia de las inspecciones estará en relación con el empleo de las eslingas y la severidad de las condiciones de servicio. Como norma general se

inspeccionarán diariamente por el personal que las utilicen y trimestralmente como máximo por personal especializado.

Las eslingas se deben engrasar con una frecuencia que dependerá de las condiciones de trabajo, pudiéndose determinar a través de las inspecciones. Para el engrase deberán seguirse las instrucciones del fabricante, poniendo especial cuidado para que el alma del cable recupere la grasa perdida. Como norma general, para que la lubricación sea eficaz, se tendrá en cuenta:

Limpiar previamente el cable mediante cepillo o con aire comprimido, siendo aconsejable la utilización de un disolvente para eliminar los restos de grasa vieja, utilizar el lubricante adecuado.

Aunque una eslinga trabaje en condiciones óptimas, llega un momento en que sus componentes se han debilitado, siendo necesario retirarla del servicio y sustituirla por otra nueva. El agotamiento de un cable se puede determinar de acuerdo con el número de alambres rotos.

Más del 10% de los mismos contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.

También se considerará un cable agotado:

- Por rotura de un cordón.
- Cuando la pérdida de sección de un cordón del cable, debido a rotura de sus alambres visibles en un paso de cableado, alcance el 40% de la sección total del cordón.
- Cuando la disminución de diámetro del cable en un punto cualquiera del mismo alcance el 10% en los cables de cordones o el 3% los cables cerrados.

- Cuando la pérdida de sección efectiva, por rotura de alambres visibles, en dos pasos de cableado alcance el 20% de la sección total.

Además de los criterios señalados para la sustitución de un cable, también deberá retirarse si presenta algún otro defecto considerado como grave, como por ejemplo aplastamiento, formación de nudos, cocas, etc.

Así mismo, una eslinga se desechará cuando presente deficiencias graves en los accesorios y terminales, tales como:

- Puntos de picadura u oxidación avanzada.
- Deformaciones permanentes (doblados, aplastamientos, alargamientos, etc.).
- Zonas aplanadas debido al desgaste.
- Grietas.
- Deslizamiento del cable respecto a los terminales.
- Tuercas aflojadas.

2.4.2. Elementos de Unión

Son elementos de unión que permiten operar entre la carga y los equipos de izaje. La unión entre el canal de la eslinga y el medio de elevación se lleva a cabo, en ocasiones, por medio de argollas o anillos, grilletes o ganchos de acero o hierro forjado.

Cualquier elemento de unión a utilizar, se debe ser escogido convenientemente, en función de las cargas que habrá que soportar.

2.4.2.1 Argollas o Grilletes

Se construyen en acero forjado y constan de dos partes el cuerpo o estribo y el eje ajustable o tornillo,



Figura 2.28: Grillete

Fuente: <http://www.paramo4x4.com/principal/grilletes-de-rescate>

Las argollas o grilletes tienen que tener indicada por el fabricante la carga a máxima admitida por ellos, por razones técnicas de la fábrica donde se lo hace, no se puede saber las características de la composición del acero con que fueron hechas ni del estado cristalográfico por el tratamiento térmico, por lo tanto estos elementos requieren de cuidado:

- No debe ser sometido al calor.
- No debe cambiarse nunca su eje (tornillo)
- No debe ser modificado
- No puede ser soldado

2.4.2.2 Anillos

Los anillos pueden tener distintas formas que pueden ir de la circular a la recta, pasando por todas las intermedias. Al igual que los grilletes la capacidad de carga varía en función del diámetro de su sección recta, de su forma geométrica y del

acero con que se fabrico. Cualquier deformación disminuye su capacidad de carga por lo tanto al primer cambio de su forma geométrica deben ser sustituidos.

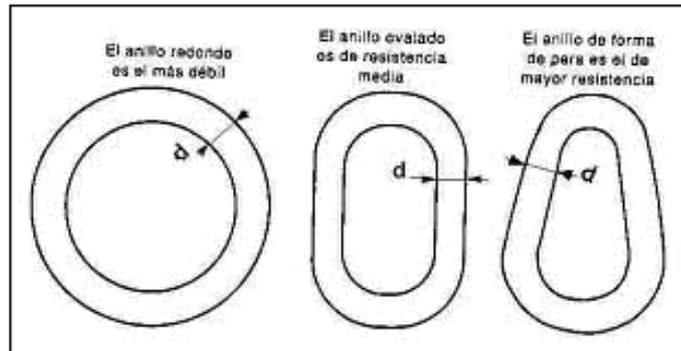


Figura 2.29: Influencia en la forma de los anillos en su resistencia
Fuente: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

2.4.3 Ganchos

Los ganchos de elevación o tracción se elegirán en función de la carga y de los tipos de esfuerzo que tienen que transmitir. Estarán equipados con pestillo u otro dispositivo de seguridad para evitar que la carga pueda desprenderse.

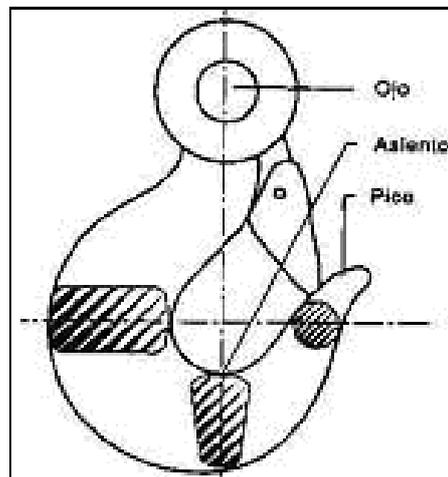


Figura 2.30: Gancho Tipo

Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=2080>

Su diseño esta hecho de tal manera que la forma de ellos permita un rápido y seguro enganche de las cargas, pero están expuestos a un desenganche

accidental por tal motivo a los mismos se les incorpora un seguro, para prevenirlo. Por lo general la forma de la sección del gancho es trapezoidal o rectangular, salvo en la zona del pico donde casi siempre es redonda.

Los ganchos trabajan a la flexión, en forma inversa que los anillos y grilletes, motivo por el cuál se establecieron normas muy estrictas para su construcción. Por tal motivo está prohibido el uso de ganchos hechizos, en el caso de necesitar un gancho especial este tiene que ser construido por un especialista que entienda perfectamente la necesidad de crear un elemento libre de tensiones internas.

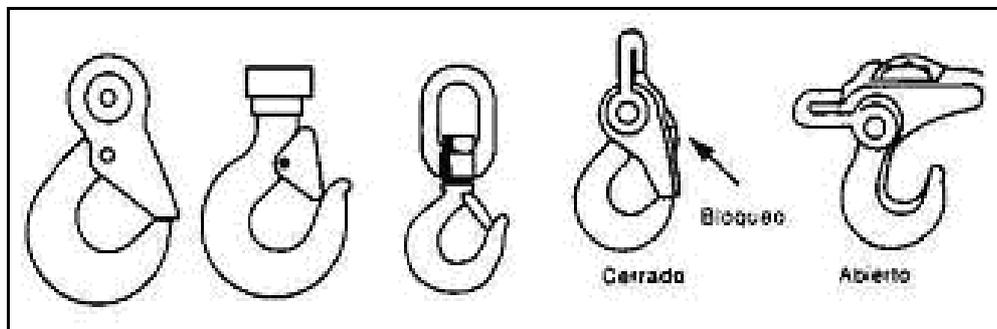


Figura 2.31: Tipos de seguro de los ganchos

Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=2080>

El mencionado accesorio de seguridad por lo general es una lengüeta que impide la salida involuntaria de la eslinga, cable o cadena, antiguamente los ganchos no disponían de este seguro. Los ganchos constructivamente tienen los mismos problemas que los demás accesorios de izaje y responde a los mismos problemas que los grilletes.

- No debe ser sometido al calor.
- No debe cambiarse nunca su eje (tornillo)
- No debe ser modificado
- No puede ser soldado

Las deformaciones rajaduras u otros daños son más riesgosos en un gancho que en cualquier componente, razón por la cual estos deben ser inspeccionados periódicamente y ante la primera duda o señal deben ser dados de baja y destruidos.

2.4.3.1 Uso de los Ganchos

Durante el desarrollo de operaciones con carga debe controlarse:

- Los esfuerzos deben ser soportados en el asiento de los ganchos nunca en el pico
- Antes de iniciar la tarea, se debe comprobar el correcto funcionamiento del seguro

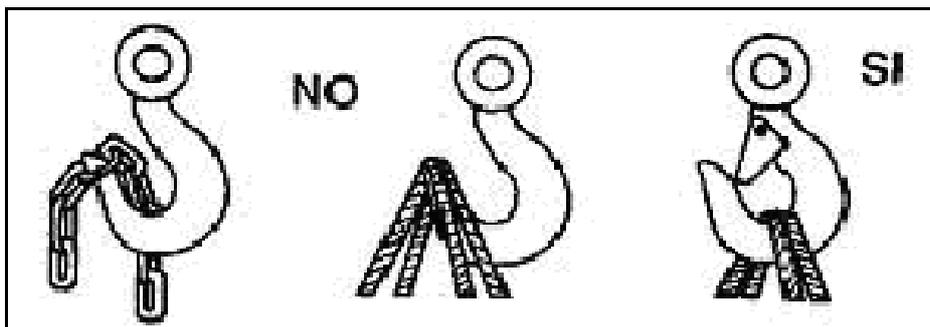


Figura 2.32: Agarre adecuado en el gancho

Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=2080>

- Durante la operación se debe asegurar que la carga no tienda a deformar la abertura del gancho
- Asegurarse el correcto balanceo de la carga, un incorrecto posicionamiento del gancho crea cargas adicionales para las cuales por diseñado no está en condiciones de soportar

2.5. Capacidad de Carga y descarga de los elementos de izaje

En la capacidad de carga de una eslinga interviene el cable propiamente dicho, los otros elementos de que pueda estar constituida, como anillos, grilletes, ganchos, etc., y, asimismo, el tipo de terminal.

Se tendrá también en cuenta un coeficiente de seguridad que, para cables, la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo determina que no será inferior a seis y según la norma DIN 655 sobre "cables metálicos para grúas, ascensores, polipastos y fines análogos", será de 6 a 9.

En el caso de las eslingas se pueden considerar los siguientes coeficientes:

- Para eslingas con un solo ramal. $K= 9$.
- Para eslingas con dos ramales. $K= 8$.
- Para eslingas con tres ramales. $K= 7$.

La capacidad de carga "Q" de un cable vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$Q \leq \frac{Cr}{K}$$

Siendo:

Cr = Carga de rotura del cable.

K = Coeficiente de seguridad aplicado.

Cables Galvanizado Serie 6 x 24



Diámetro		Alma de Acero (IWRC)	
mm.	plg.	Peso Kg/mts	Resistencia Ruptura en toneladas
6.4	1/4	0.13	1.92
8.0	5/16	0.22	2.88
9.5	3 / 8	0.29	3.77
11.5	7/16	0.39	5.36
13.0	1 / 2	0.52	6.63
14.5	9/16	0.66	8.37
16.0	5 / 8	0.80	10.27
19.0	3 / 4	1.16	14.70
22.0	7 / 8	1.65	19.90
26.0	1	2.05	25.90
29.0	1-1/8	2.60	32.50
32.0	1-1/4	3.21	40.00
35.0	1-3/8	3.88	48.10
38.0	1-1/2	4.63	57.10

Figura 2.33: Resistencia cables galvanizado serie 6 x 24

Fuente: http://www.csbeaver.com/cable_galvanizado_tablasde_resistencia.html

En las eslingas de cables delgados existe el peligro de que sean fácilmente sobrecargadas, por lo que es conveniente adoptar coeficientes de seguridad tantos mayores cuando menor sea la carga de rotura. Por otro lado, es mejor utilizar la eslinga apropiada al peso a elevar, ya que una eslinga cuya capacidad de carga exceda demasiado del peso podría ser muy rígida y al deformarse no se recupera.

Para los otros elementos, la capacidad de carga será la que resulte una vez aplicado el coeficiente de seguridad, al menos cinco, para la carga nominal máxima, siendo fundamental que conserven su forma geométrica a lo largo del tiempo.

El tipo de terminal también tiene gran importancia para la seguridad ya que la resistencia de los mismos supone de un 75% a un 100% de la carga de rotura del cable.

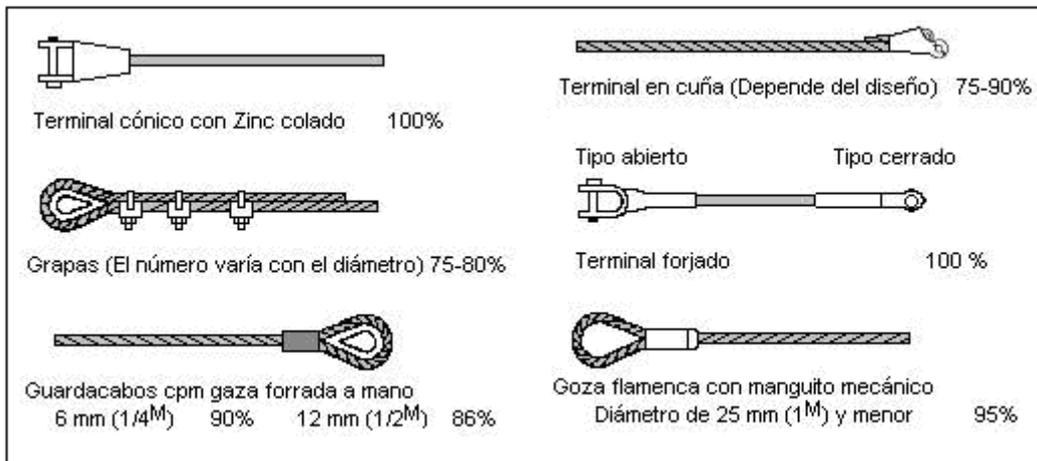


Figura 2.34: Rendimiento de la capacidad de carga en función del acoplamiento al terminal

Fuente: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

Téngase en cuenta que la capacidad de carga de una eslinga viene determinada por la de su elemento más débil. Dicha capacidad de carga máxima deberá estar marcada en la eslinga, en lugar bien visible.

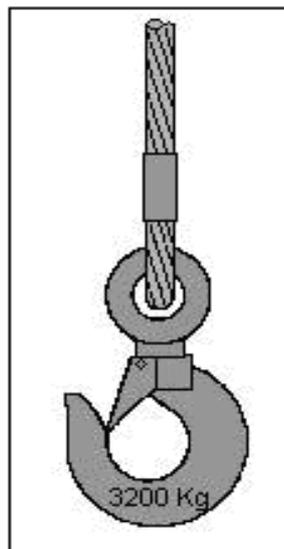


Figura 2.35: Señalización marcada en el propio elemento de sustentación

Fuente: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

Para determinar la carga de trabajo de una eslinga hay que tener en cuenta que, cuando los ramales no trabajan verticales, el esfuerzo que realiza cada ramal crece al aumentar el ángulo que forman los mismos. Para su cálculo se deberá

multiplicar la carga que soporta cada ramal por el coeficiente que corresponde al ángulo.

Ángulo entre ramales 	Coefficiente
0°	1,00
40°	1,06
50°	1,10
60°	1,16
70°	1,22
80°	1,31
90°	1,42
100°	1,56
110°	1,75
120°	2,00
130°	2,37
140°	2,93
150°	3,86
160°	5,76

Figura 2.36: Sobrecarga en función del ángulo entre ramales de sustentación
Fuente: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>

El usuario de eslingas debe tener en cuenta que cuando aumenta el ángulo entre los ramales disminuye la capacidad de carga.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

Luego de haber realizado una investigación a fondo acerca de las necesidades por las que atraviesa el instituto, se optó por la donación del avión Fairchild FH-227 J el mismo que se encontraba localizado en el ala de transporte No. 11 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE) de la ciudad de Quito.

3.1. Preliminares

Situación de la aeronave

La aeronave aparentemente presentaba buenas condiciones, con principios de corrosión en algunos de sus elementos por motivo de permanecer por mucho tiempo parado sin ninguna operación, además por encontrarse a la intemperie sin ninguna protección de la lluvia y del sol, los puntos de izaje de las alas y del estabilizador vertical, tenían sus correspondientes tapones.

Reconocimiento de partes defectuosas

El avión Fairchild FH-227 se encontraba en el ala de transporte No. 11 de la FAE, al momento de encontrarse en este lugar y ver por primera vez al tren de aterrizaje se pudo notar claramente en la condición que se encontraba y cuales deberían ser las herramientas necesarias para su desmontaje. El primer paso que se dio en este proceso fue la identificación de sus elementos, los cuales iban a ser desmontados.



Figura 3.1: Avión ubicado en el Ala de Transporte N° 11
Fuente: Investigación de campo

Al momento de divisar de mejor manera a la aeronave se pudo notar que se tenía que desarmar los carenajes, que cubren a los sectores en donde se encuentran los pernos de sujeción tanto del ala (izquierda, derecha y central) como del estabilizador horizontal y vertical para proceder con el desmontaje de los mismos.

3.2 Desajuste y desmontaje previo al izaje

El proceso de desmontaje debe ser realizado para poder izar los componentes principales, como el fuselaje, alas y ambos estabilizadores. Para realizar este proceso se debe seguir pasos sintetizados, que encontramos en el manual de mantenimiento, dado por el fabricante de la aeronave.

La secuencia de desmontaje de los componentes principales para poder izar, empieza por las alas, estabilizador vertical, estabilizador horizontal, trenes de aterrizaje (principal), y el ala central.

El proceso de desmontaje según el manual consta de remoción de carenajes, desconexión de accesorios adjuntos a los componentes principales como son

trenes de aterrizaje, motores; Desajuste de pernos y tornillos que permitirán posteriormente el desmontaje total de los componentes a izar.

3.2.1 Carenajes y accesorios que deben ser removidos

De acuerdo al manual de mantenimiento del avión, ATA 55 Y 57 (estabilizadores y alas), los carenajes del empenaje y de las alas deben ser removidos para que los componentes puedan ser desconectados y posteriormente izados.

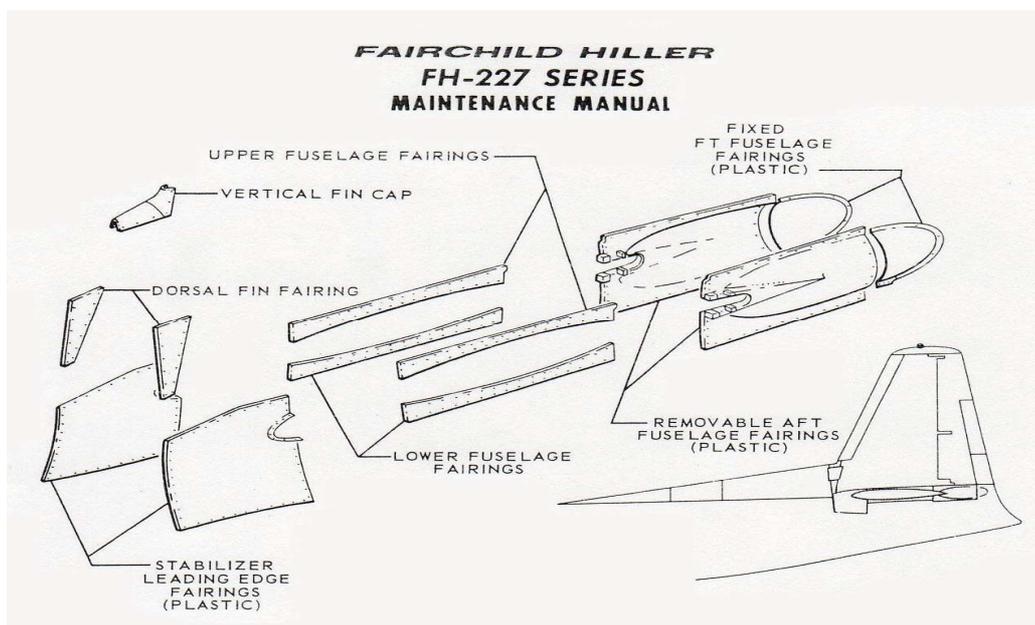


Figura 3.2: Carenajes del Empenaje a ser removidos
Fuente: Manual de mantenimiento ATA 55-50-03

Al momento de remover los carenajes, los tornillos y arandelas, deben ser señaladas al carenaje correspondiente para que estos no se confundan o peor aun se pierdan, posteriormente son etiquetados y almacenados hasta la hora que se requiera armar el componente.

Teniendo en cuenta las disposiciones que nos da el manual de mantenimiento, para remover los carenajes tanto del ala como del empenaje, se debe contar con las herramientas y el equipo de seguridad adecuado, para no dañar la superficie y tener un accidente al personal, a la hora de desarmar.

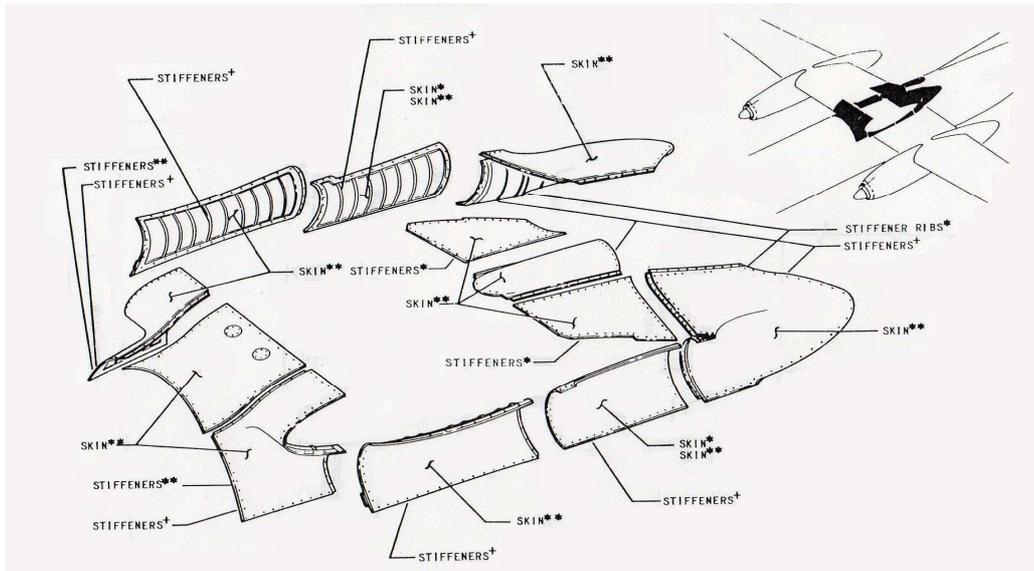


Figura 3.3: Carenajes del Ala central
Fuente: Manual de mantenimiento ATA 57-3

Removidos los carenajes de dichas partes antes mencionadas, se tiene acceso a todos los cables y poleas que deben ser desconectadas, y los pernos que sujetan a los componentes al fuselaje, a ser izados.



Figura 3.4: Carenajes a ser removidas para el desmontaje
Fuente: Investigación de campo

Luego de haber establecido todas los carenajes que deben ser removidos para tener acceso al desmontaje, se toma la decisión de proceder al desarmado de los mismos teniendo en cuenta la conservación de estos para el posterior armado de la aeronave.

Se analiza todos los accesorios, antenas, motores, que están sujetos al fuselaje, y los que deben ser removidos con el objetivo de que no interfieran con el proceso de izaje del avión. En estos accesorios entran las antenas de navegación, las cuales deben ser removidas para que estas no sufran daños a la hora de su traslado.

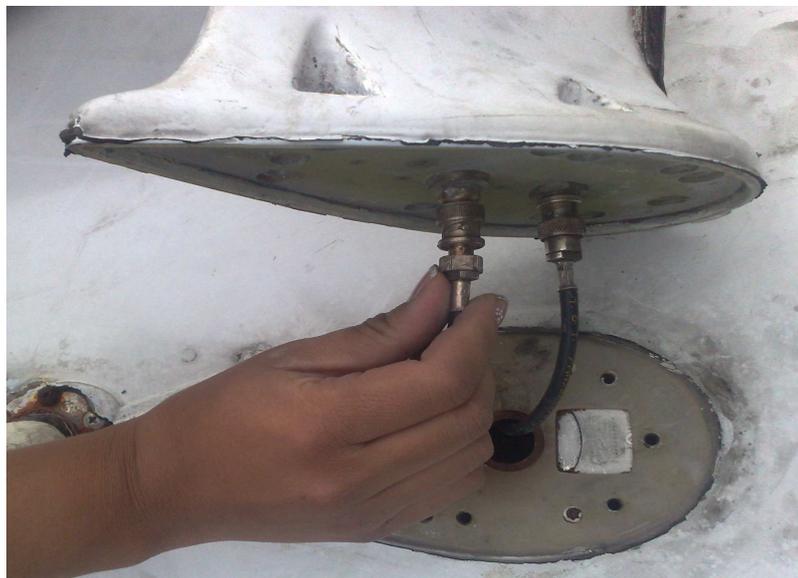


Figura 3.5: Remoción de antenas sujeta al fuselaje
Fuente: Investigación de campo

En el desmontaje de cualquier accesorio se conserva cada uno de los tornillos, arandelas, tuercas, cañerías, guardando su integridad para que puedan volver a ser instaladas, y en el caso de dañarse o no prestar las condiciones adecuadas para su armado, debe ser reemplazada por una igual o similar, basándonos en el catalogo de partes ilustradas del avión (IPC).

Para este proceso se debe tener en cuenta varios factores que ayuden al desmontaje de estas partes tal como son las herramientas, materiales, equipos de seguridad y el tiempo que se toma para realizar todas estas actividades.

3.2.1.1 Equipos, herramientas y materiales a utilizar

Para el desmontaje de las tapas, carenajes y accesorios del fuselaje es necesario contar con una gran variedad de herramientas tales como herramientas de corte, de presión, de ajuste, de medición, de golpe, etc.

Se contó con herramientas especiales en los casos que se requiera, especialmente en los casos que los tornillos a remover estaban aislados, y no podían ser removidos manualmente lo que fue necesario un extractor de tornillos.

Lista de equipos y herramientas:

- Playos (6y 8 pulgadas)
- Berbiquí (3/8)
- Copa (1/4 * 3/8; acople para puntas)
- Desarmadores grandes y pequeños (plano y estrella)
- Racha (1/4, 3/8, 1/2)
- Copas de 6 puntas (3/8, 7/16, 1/2)
- Llaves (3/8, 7/16, 1/2, 15/16)
- Martillo de goma (masetta)
- Compresor de aire
- Mangueras de aire
- Playo de presión
- Taladro neumático
- Brocas



Figura 3.6: Herramientas a utilizar
Fuente: Investigación de campo

Lista de materiales:

El uso de materiales tales como disolventes, de limpieza, agua, etc. son esenciales durante las actividades del desarmado de la aeronave para la remoción de carenajes. Entre estas tenemos:

- WD-40
- Guaípe
- Guantes
- Gafas protectoras
- Mascarillas
- Tapones de oídos

3.2.2 Desajuste Alas

Previamente, ambos motores de la aeronave con sus accesorios correspondientes, como la hélice, tobera de escape fueron removidos con el propósito de tener libre el área para proceder con el desajuste de las alas y posteriormente izado las alas. Luego de haber removido los carenajes y accesorios, se pudo proceder a desajustar las alas, para que posteriormente puedan ser desmontadas, izadas y trasladadas. Para esto se necesito de las

mismas herramientas antes mencionadas (Pág.55), además de llaves de diversas medidas para desajustar los pernos que, sujetan el ala con el fuselaje.



Figura 3.7: Ala izquierda y derecha a desmontar
Fuente: Investigación de campo

Para desmontar las alas en su totalidad se debe realizar tres procedimientos de desmontaje, uno por cada ala, el ala esta compuesta por tres partes ala central, ala izquierda y ala derecha. Cada ala fue desmontada según como fue especificado en el manual de mantenimiento ATA 57.

La secuencia de desmontaje de las alas, corresponde primero a desmontar las dos alas tanto como la izquierda y la derecha para que el avión quede en equilibrio, y posteriormente poder desmontar el ala central luego de que los trenes de aterrizaje hayan sido removidos de la misma.

3.2.2.1 Ala izquierda y derecha

Para empezar a desmontar las dos alas, primero se procedió a desconectar líneas de combustible que conectan a los tanques de las alas con los motores y los ductos de aire acondicionado, y demás cañerías conectadas con el ala central y fuselaje.



Figura 3.8: Cañería principal de combustible a desconectar
Fuente: Investigación de campo

Una vez desconectadas las líneas de combustible se procedió a desconectar los turnbuckle de los cables de los controles de vuelo (alergones) de cada ala, siguiendo el manual de mantenimiento ATA 27 (controles de vuelo).



Figura 3.9: Poleas y a cables de controles de vuelo del ala derecha
Fuente: Investigación de campo

Sin tensión los cables de controles de vuelo, se continuo por remover los tornillos de la faja de unión superior e inferior de las alas con el ala central. Para esto se uso berbiquí con una punta de estrella y con la ayuda de un extractor de tornillos, retirando los tornillos de las fajas respectivas de cada ala, las alas estaban listas para ser desmontadas e izadas para su posterior traslado.

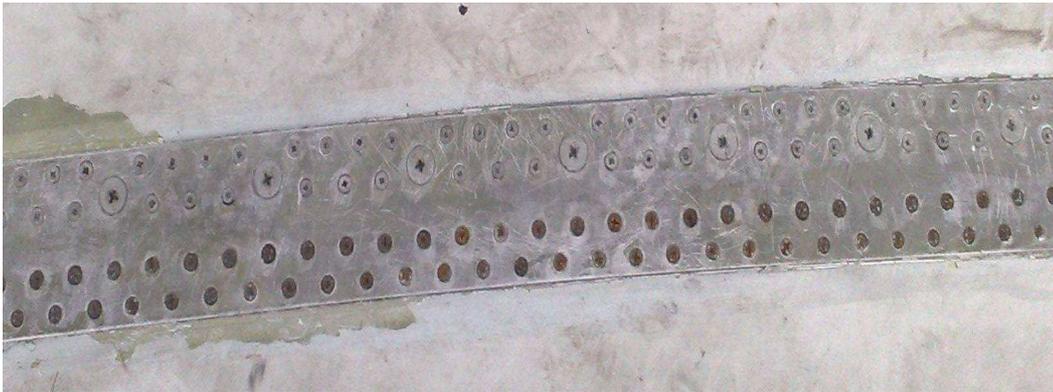


Figura 3.10: Faja de unión superior con el ala central
Fuente: Investigación de campo

3.2.2.1 Ala central

Una vez que se desajusto ambas alas se procede con el ala central, para esto primero se desmontó el tren principal, que estaba sujeto al ala central, y se coloco en gatos (en cada punto de jacking incluyendo el de nariz) al avión, para que este siga soportando el peso total del fuselaje y demás componentes aun sujetos.



Figura 3.11: Ala central
Fuente: Investigación de campo

Para continuar con el proceso de desmontaje del ala central, al igual que las 2 alas anteriormente desmontadas, se prosigue con lo que indica el manual, procediendo a desconectar los cables y poleas, que pasan a través y conectan los controles de vuelo del empenaje.

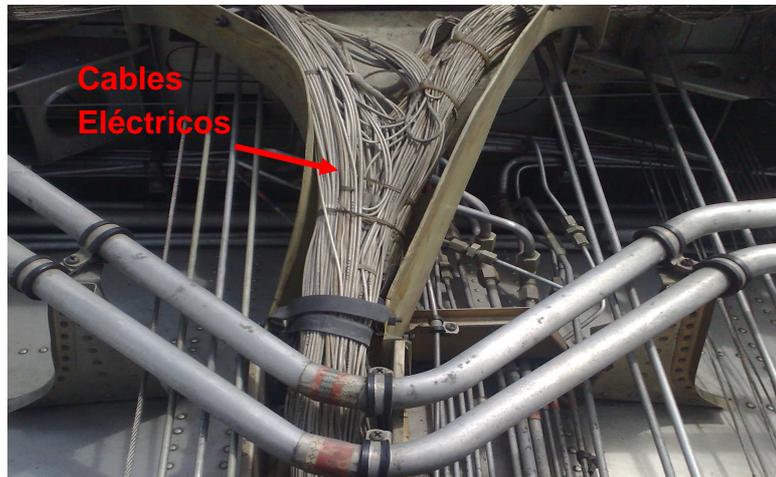


Figura 3.12: Cables eléctrico y cables de controles de vuelo a través ala central
Fuente: Investigación de campo

Además de todos los cables eléctricos del avión que pasan a lo largo del fuselaje llegando al panel de control ubicado en el cabina de tripulación.

El ala central esta sujeta al fuselaje de la aeronave por medio de cuatro pernos conectados externamente, y cuatro internamente, su remoción se la hace con llaves de 1 1/16 pulgadas, además con una racha con su respectivo adaptador y copa de 1 pulgada, para sujetar al perno y poder desajustar correctamente.

Se desajusta los pernos externos y su remoción se lo hace cuando el ala central este lista para ser izada.

Adicionalmente esta fijado por remaches a la superficie superior del fuselaje, lo cual se procedió a quitar con taladro, para que el ala pueda desprenderse y estar lista para ser izada.

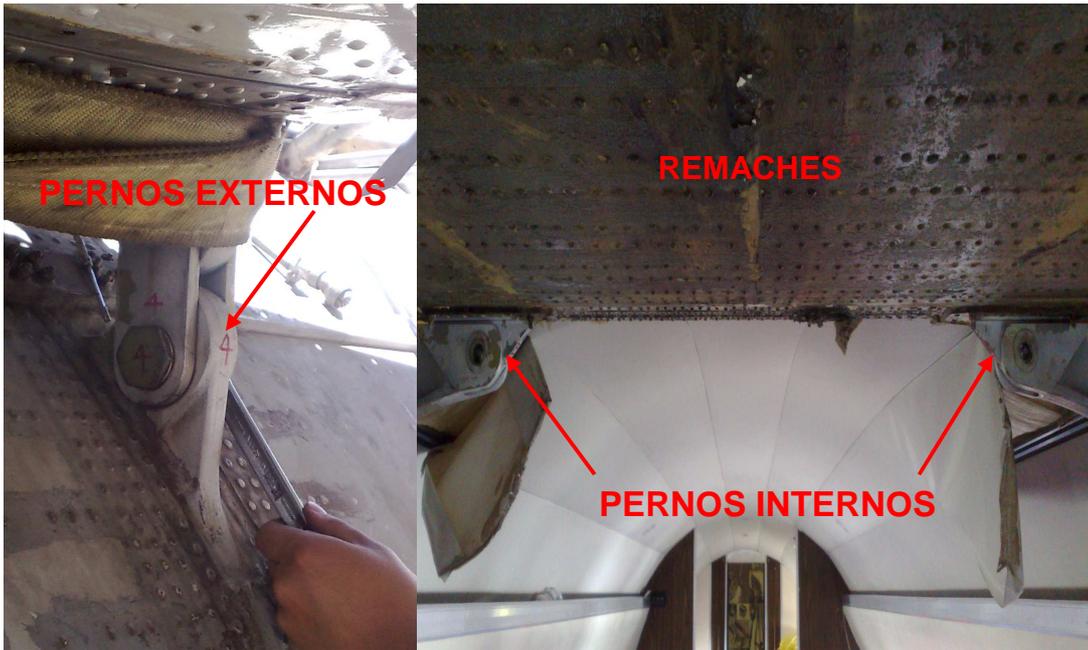


Figura 3.13: Pernos externos e internos de sujeción ala-fuselaje
Fuente: Investigación de campo

3.2.3 Desajuste de los Estabilizadores

Para el desmontaje de ambos estabilizadores, se desajusto los ocho pernos ubicados en el herraje de sujeción, el mismo que da soporte a los dos estabilizadores, horizontal y vertical.

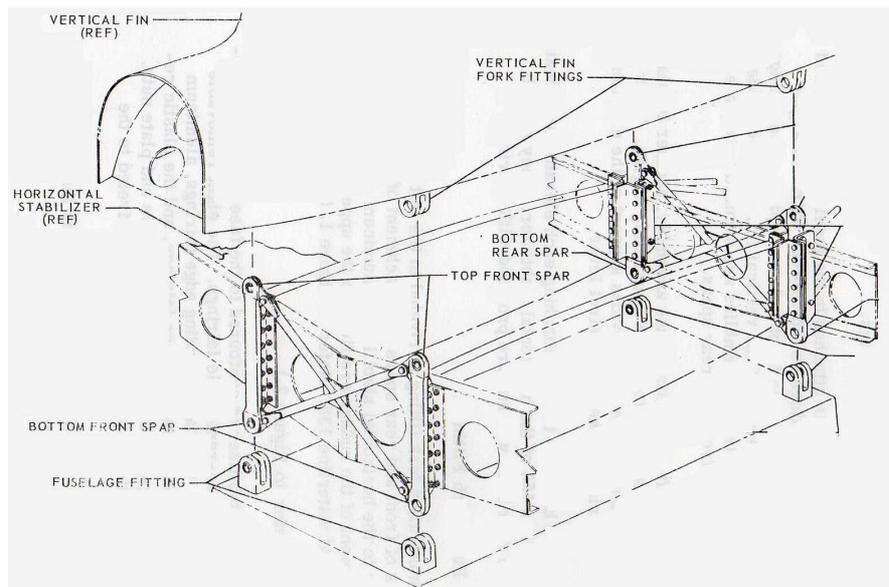


Figura 3.14: Herrajes de sujeción de los estabilizadores
Fuente: Manual Mantenimiento ATA 55

La remoción de los pernos del herraje de sujeción, se hace siguiendo el manual de mantenimiento ATA 55, pero teniendo en cuenta que su remoción se la hace cuando el estabilizador esta listo para ser izado, a la vez el manual indica que los pernos superiores tanto como los delanteros y posteriores corresponden a la sujeción del estabilizador vertical, mientras que los pernos en la parte inferior del herraje pertenecen a la sujeción del estabilizador horizontal.

Al igual que las alas, ambos estabilizadores para ser desmontados, primero deben ser removidos componentes, accesorios sujetos a ellos, que son los cables y poleas de los controles, tanto de los elevadores pertenecientes al estabilizador horizontal y al rudder del estabilizador vertical.

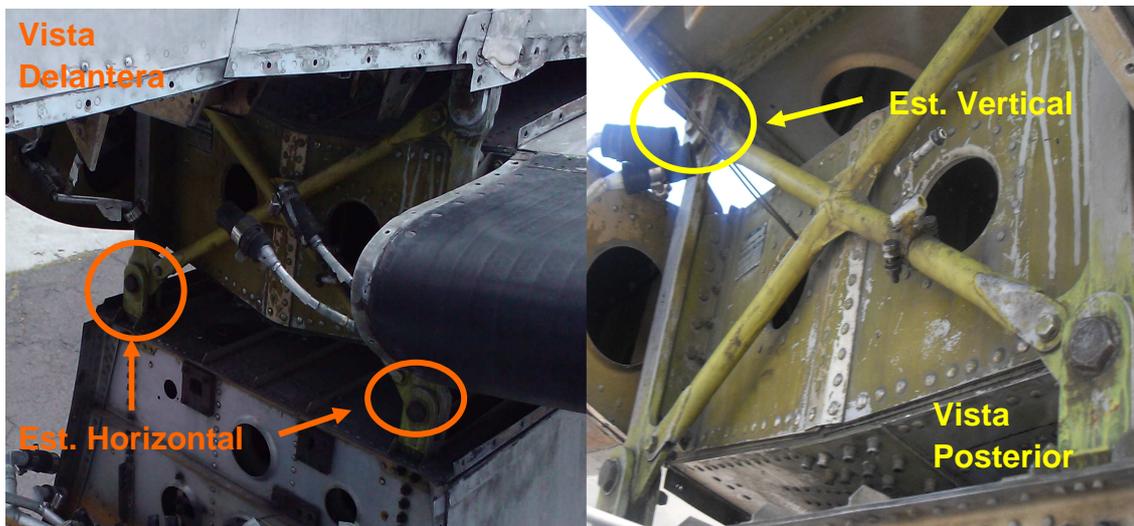


Figura 3.15: Pernos sujeción de los estabilizadores
Fuente: Investigación de campo

La secuencia de desmontaje de los estabilizadores, primero se desmonta el vertical y luego el estabilizador horizontal, ambos estabilizadores están sujetos al mismo herraje de sujeción.

3.2.4 Fuselaje previo al izaje

Luego de desmontar y remover los componentes y accesorios principales sujetos al fuselaje, este se encuentra listo para ser izado.

Las instrucciones para izar las alas exteriores y el estabilizador vertical, se especifican en el manual. Todas las precauciones seguras deben tomarse para evitar cualquier daño a los componentes a izar o daño al personal.²

Al igual que el proceso de desajuste se debe seguir con una secuencia de desmontaje e izado para mantener al avión en equilibrio y evitar riesgos de que el avión pueda caer. Este procedimiento empieza de las alas exteriores (derecha-izquierda), estabilizadores (vertical-horizontal), ala central e izamiento final del fuselaje.

Antes de comenzar con este procedimiento, se realiza una inspección a los componentes a izar, asegurándose de que este se encuentre libre y listo para comenzar con la operación de desmontaje y levantamiento.

3.3.1 Desmontaje e Izamiento de Alas exteriores

Siguiendo con la secuencia de desmontaje se empieza con las alas exteriores específicamente por el ala izquierda, para este procedimiento se necesita de herramientas, equipos y materiales que detalla el manual, estos son:

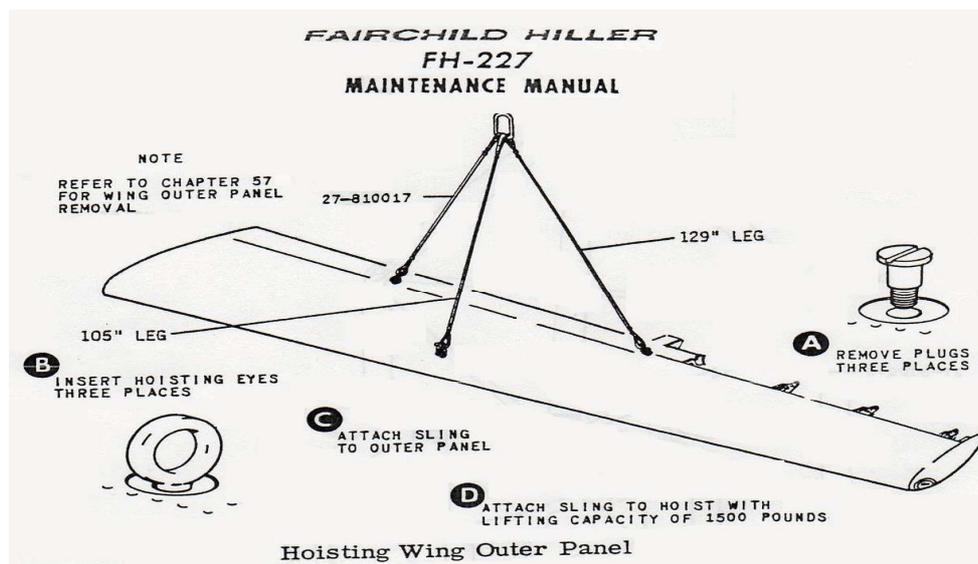


Figura 3.17: Herramientas y procedimiento de izaje del ala
Fuente: Manual de mantenimiento ATA 07

² Maintenance Manual FH-227 ATA 07, Sep 30/89

- Eslinga de tres ramales
- Tapones de los puntos de izaje (a remover)
- Tornillos de izaje (Hoisting Eyes)³
- Grúa (capacidad de carga 1500 libras)⁴
- Desarmadores planos
- Cabos

Todos estos elementos cumplen con las descripciones que el manual detalla, los tornillos de izaje son herramientas propias de la aeronave, las eslingas fueron construidas bajo las características especificaciones técnicas que se requiere para levantar los componentes.

Tabla 3.1: Características Eslinga

Numero de Ramales	3
Longitud Ramal L1	105"
Longitud Ramal L2 y L3	129"
Capacidad de Carga	1408 Libras
Coeficiente de seguridad	7
Material	Acero Galvanizado

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Andrés Trujillo

3.3.1.1 Procedimiento

- Primero se procede a remover todos los tapones de izamiento, teniendo tres por ala, ubicados en la superficie superior, en una posición triangular, su remoción se la hace con un destornillador plano de cabeza grande.

^{3,4} Maintenance Manual FH-227,ATA 07, Sep 30/89



Figura 3.18: Remoción del tapón de izaje superior
Fuente: Investigación de campo

- Luego de remover los tapones en ambas alas, tenemos el área libre para continuar el desmontaje e izaje del ala, colocamos los hoisting eyes⁵, para posteriormente enganchar la eslinga de tres ramales, cada ramal va sujeto a cada hoisting eyes (3 por ala).



Figura 3.19: Hoisting eye colocado en punto de izaje.
Fuente: Investigación de campo

- A continuación se coloca los grilletes de 3/8", de la eslinga, estos se encuentran en los extremos de cada ramal, cada grillete va enganchado en cada hoisting eye de cada ala, su colocación es con la mano ya que no

⁵ Special Tools and Equipment List FH-227/ Feb 15/68

requiere un ajuste fuerte, por la razón de que al tensionarse la eslinga se ajusta el pasador del grillete.

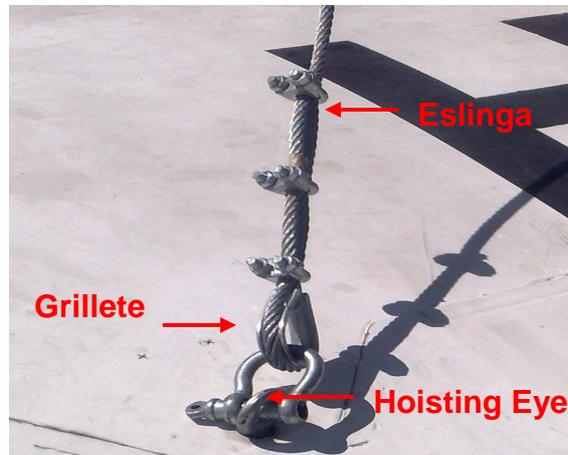


Figura 3.20: Eslinga colocada en los ganchos de sujeción.
Fuente: Investigación de campo.

- Finalmente se tiene colocada la eslinga en el ala para proceder con el izaje del ala y posterior desmontaje.

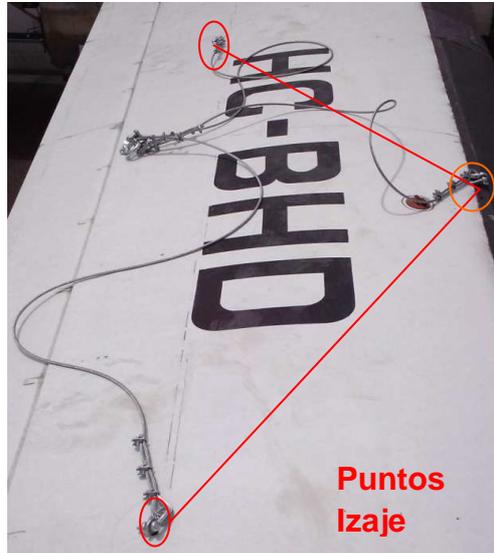


Figura 3.21: Eslinga colocada en el ala del Fairchild FH-227J.
Fuente: Investigación de campo.

- Una vez colocada correctamente la eslinga con los grilletes en cada hoisting eyes, se procede a templar la eslinga con el tecele, sosteniendo el ala de una forma segura, para que se pueda proceder a remover los

tornillos que sujetan al ala con el fuselaje anteriormente desajustado, para que el ala pueda ser izada.



Figura 3.22: Eslinga tensionada con el tecle, atizada con cabos
Fuente: Investigación de campo

- Asegurada el ala con el tecle se coloca cuerdas y cabos para atizar desde abajo controlando el movimiento de rotación, que tiende a dar el ala producto del viento, alrededor de ella y de los extremos, cogidos en el gancho del tecle, con el propósito de asegurar, equilibrar y dar dirección al componente.
- Al retirar todos los pernos de la franja de sujeción con el ala central, el ala queda colgada en la eslinga, y se procede a izar con el tecle y posteriormente bajarla hasta que el ala toque los soportes que le van a dar cabida hasta que esta sea movida a la plataforma de traslado.
- El movimiento de descenso es lento, con el propósito de que al momento que la carga este levantada, esta no tienda a voltearse o girar, en ángulos perjudiciales que provoquen que la carga se desajuste de los pernos de sujeción y se caiga precipitadamente.



Figura 3.23: Mecanismo de movimiento del tecla
Fuente: Investigación de campo

- El descenso se detiene hasta cuando la carga, se apoye en el soporte colocado estratégicamente, para que soporten el ala mientras se retira la tensión de las eslingas para que estas puedan ser removidas de una manera segura sin causar ningún daño tanto a la carga como al operador.



Figura 3.24: Descenso del ala derecha
Fuente: Investigación de campo

- Este procedimiento se lo realiza de igual forma en la otra ala exterior izquierda, de tal manera que la aeronave quede sin las dos alas externas, tomando en cuenta que el avión se encuentra apoyado en gatas, con la intención de asegurar el equilibrio del avión y no tienda a irse al lado mas pesado, y para que el avión siga listo para continuar con el desmontaje de

los demás componentes a desmontar siguiendo la secuencia antes mencionada.



Figura 3.25: Alas externa desmontadas
Fuente: Investigación de campo

3.3.2 Desmontaje e Izamiento del Estabilizador Vertical

Al igual que las alas exteriores el manual de mantenimiento da los pasos a seguir tanto para desmontar e izar el estabilizador, para esto se debe contar con las mismas herramientas de desmontaje que se utiliza en las alas exteriores (ver Pág.60). La eslinga a utilizar es la misma que la de las alas, utilizando los hoisting eyes en los puntos de izaje del estabilizador.

El desmontaje de este estabilizador se lo hace con el propósito, de poder acceder al desmontaje del estabilizador vertical ya que este se encuentra sujeto en el mismo herraje de sujeción del estabilizador horizontal con el fuselaje.

El estabilizador cuenta con tres puntos de sujeción, donde van instalados los hoisting eyes, dos se encuentran en la parte superior del cuerpo del estabilizador y el restante en la parte superior del rudder, a diferencia de las alas externas este componente no cuenta con tapones que protejan estos puntos de sujeción.

Para el izamiento de este componente se contó con una grúa que cumple con la capacidad de carga requerida, mencionada en el manual de mantenimiento⁶ para

⁶ Maintenance Manual FH-227,ATA 07, Dec 15/88

poder levantar el estabilizador, su capacidad de carga debe ser superior a 1000 libras.

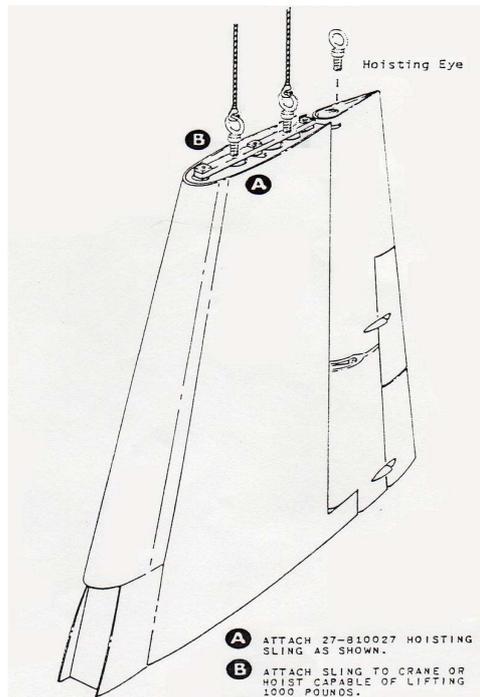


Figura 3.26: Procedimiento de izamiento del estabilizador vertical
Fuente: Manual de Mantenimiento ATA 07

3.3.2.1 Procedimiento

- Como primer paso para el desmontaje del estabilizador horizontal, al igual que se realizó con las alas, se procede a verificar que no exista ningún cable o componente conectado que pueda impedir el desmontaje.

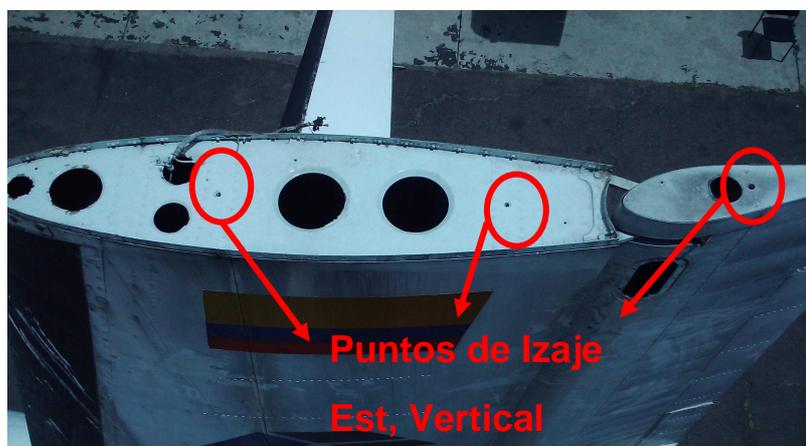


Figura 3.27: Ubicación puntos de Izaje Estabilizador Vertical
Fuente: Investigación de Campo

- Se procede a colocar los hoisting eyes en el estabilizador, para ello se debe contar con una escalera de 8m. Aproximadamente para poder llegar a la parte superior. Al igual que en las alas externas los hoisting eyes se colocan en los 3 puntos de izaje (uno por punto).
- Una vez colocados y ajustados los hoisting eyes, se procede a sujetar la eslinga de tres ramales con los grilletes de 3/8".

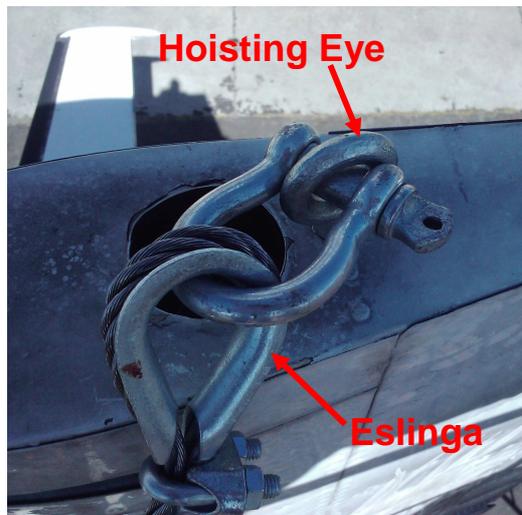


Figura 3.28: Sujeción de la eslinga en el Hoisting Eye
Fuente: Investigación de Campo

- Colocada la eslinga se asegura al estabilizador con cuerdas y cabos, para controlar desde el suelo el movimiento de rotación que pueda tener el objeto debido a la acción del viento.
- Sujetada la eslinga, se continúa con el proceso de izamiento, ajustando el otro extremo de la eslinga en el gancho de la grúa, con el propósito de tensionarla y verificar que este bien sujeta al estabilizador y para remover los pernos de sujeción posteriormente desajustados.
- Sin los pernos de sujeción al estabilizador horizontal, se inicia a levantar suavemente con la grúa, teniendo en cuenta que el objeto no se golpee ni

tienda a moverse demasiado, para ello se atiza con los cabos y cuerdas anteriormente sujetas, se da la dirección para bajar la carga.



Figura 3.29: Izamiento del Estabilizador Vertical
Fuente: Investigación de Campo

- El descenso con la grúa es lento, se lo hace hasta que el estabilizador se asiente completamente en el soporte destinado, se asegura que el objeto este seguro para proceder a quitar la tensión de la eslinga, esto se lo hace con el propósito de no causar algún daño al operador al rato de quitar la eslinga tensionada.
- Una vez desmontado el estabilizador vertical el avión esta listo para proseguir con el desmontaje del estabilizador horizontal.

3.3.3 Desmontaje e Izamiento del Estabilizador Horizontal

Continuando con el desmontaje e izamiento de los componentes principales del avión, se procede a desmontar el estabilizador horizontal, para lo cual fue

necesario primero remover el estabilizador vertical ya que los dos comparten el mismo herraje de sujeción al fuselaje, además es lo que especifica el manual de mantenimiento del avión.

El propósito de desmontar este elemento, es alivianar el peso de cola del fuselaje y tener acceso a uno de los ejes de equilibrio de izaje del fuselaje, el fuselaje de este avión cuenta con dos puntos de izaje, para poder levantar de una forma segura y equilibrada.

A diferencia de los elementos anteriormente desmontados e izados, este estabilizador no cuenta con puntos de izaje, por lo cual en este objeto no se utilizaron hoisting eyes, la eslinga de tres ramales es sujeta directamente al herraje del estabilizador.

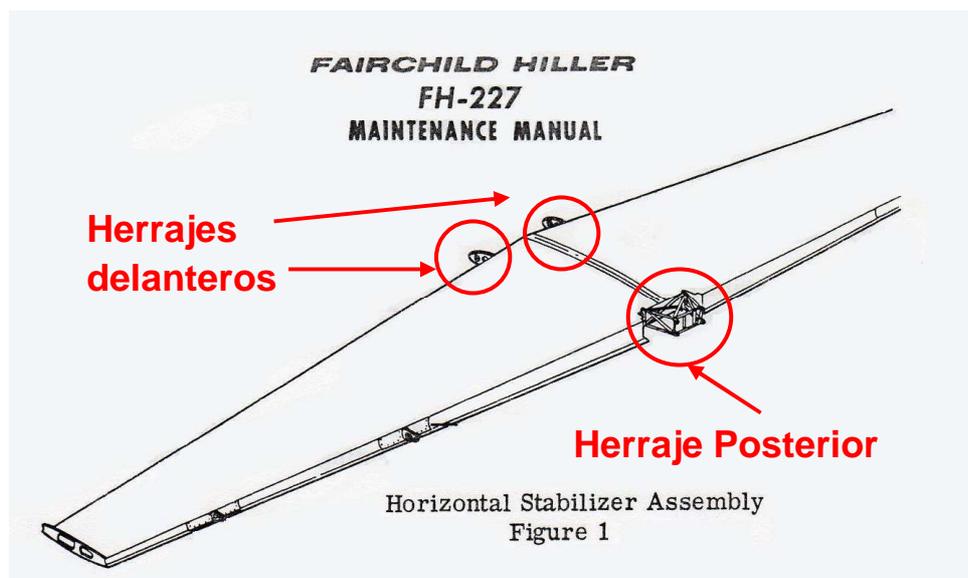


Figura 3.30: Estabilizador Horizontal
Fuente: Manual de Mantenimiento ATA 55

Para levantar este objeto la grúa debe contar con la capacidad de 1000 libras que especifica el manual de mantenimiento del avión.

3.3.3.1 Procedimiento

- Teniendo libre la zona después de haber desmontado el estabilizador vertical y verificando que ningún objeto como cables, poleas, arneses impidan, molesten o sean perjudiciales a la hora de levantar el estabilizador.
- Se sujeta la eslinga en las barras de soporte del estabilizador, directamente con el grillete de 3/8", la sujeción es en los dos herrajes posterior y delantero, dos ramales en la parte delantera y un ramal en la parte posterior sujeto a una eslinga pequeña, esta configuración se la realiza por motivo que la concentración de peso del estabilizador se encuentra en la parte delantera.

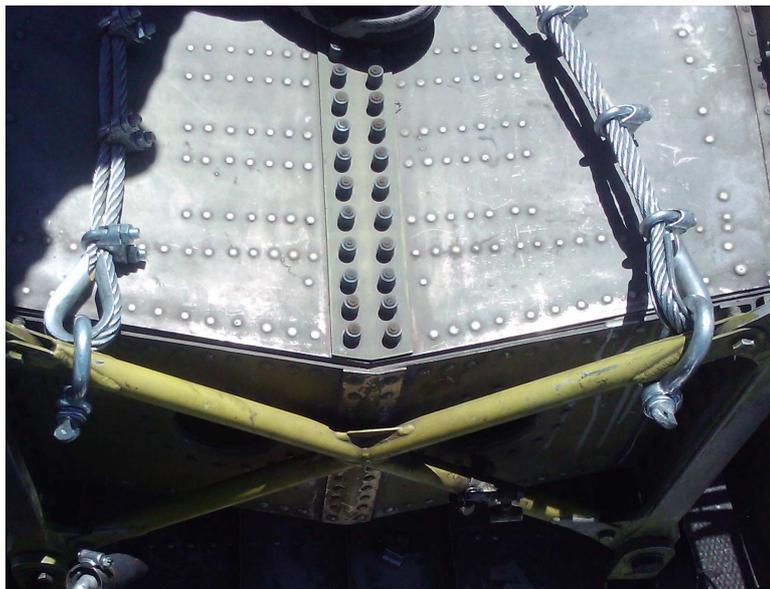


Figura 3.31: Sujeción de las eslingas en la barra delantera del Estabilizador
Fuente: Investigación de Campo

- Sujetado el estabilizador se procede al igual que las alas y el anterior estabilizador se asegura con cuerdas y cabos, para controlar desde el suelo el movimiento de rotación que pueda tener el objeto debido a la acción del viento.

- Verificado que todo este correcto, se coloca la eslinga al gancho de la grúa y se inicia con el levantamiento del estabilizador y retirando los cuatro pernos de sujeción al fuselaje ubicados en ambos herrajes (delantero y posterior), se eleva de una forma lenta para tener control del objeto, una vez estable en el aire, se procede a descender teniendo en cuenta las dimensiones del estabilizador para que este no se pueda golpear ni causar ningún daño.



Figura 3.32: Izamiento del estabilizador horizontal
Fuente: Investigación de Campo

- Se descende hasta que el estabilizador se asiente por completo en el soporte, y se prosigue quitando la tensión de la eslinga y retirando del estabilizador.

3.3.4 Desmontaje e Izamiento del Ala Central

Otro componente principal a izar para que el fuselaje quede totalmente libre para ser izado y trasladado al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, es el Ala Central de la aeronave, para su desmontaje fue necesario remover los componentes que estaban sujetos a él, alas externas, motores y trenes principales incluyendo cañerías, controles de vuelo y cableado eléctrico.

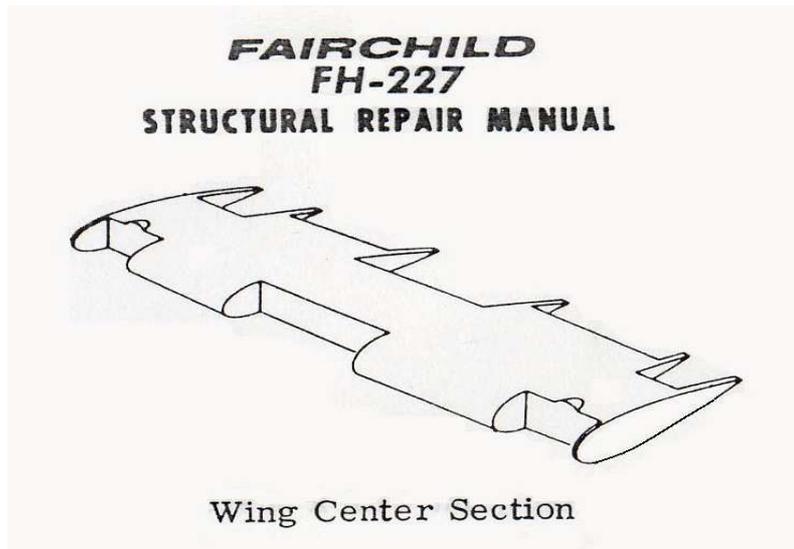


Figura 3.33: Ala central
Fuente: Manual de reparación estructural ATA 57

El propósito al desmontar el ala central, es seguir con la secuencia de desmontaje e izamiento establecido, igualmente de permitir el izaje del fuselaje accediendo a la colocación de las eslingas en las estaciones de izaje respectivas.

Este elemento tiene la característica de no poseer puntos de izaje al igual que el estabilizador horizontal, por lo cual se utilizó eslingas tipo fajas, una a cada extremo del ala, sujeta a un pórtico, para que la elevación sea uniforme y segura.



Figura 3.34: Sujeción del ala con el pórtico y las eslingas
Fuente: Investigación de Campo

El ala central se encuentra sujeta al fuselaje por medio de ocho pernos (cuatro internos y cuatro externos al fuselaje) y adherida a la piel del fuselaje por medio de remaches, por este motivo antes de ser izada los remaches ubicados en la parte interior deben ser removidos.

3.3.4.1 Procedimiento

- Siguiendo el proceso de desmontaje del avión, se alista el ala central para ser izada luego de remover los remaches sujetos al fuselaje, para lo cual se desajusta los ocho pernos de sujeción con el fuselaje antes mencionados.
- Se coloca las dos eslingas tipo faja en la raíz del ala con el fuselaje una en cada lado respectivamente, la faja envuelve al ala y se sujeta al pórtico colocado en el gancho de la grúa, la utilización de este tipo de eslinga es con el objetivo de no dañar la superficie del objeto por motivo de ser un componente de gran volumen.
- Se verifica la ubicación de la faja, para que esta no se mueva al momento que se empieza a elevar con la grúa.
- Al igual que en los anteriores elementos se asegura al componente con cuerdas y cabos, para controlar desde el suelo el movimiento de rotación que pueda tener el objeto debido a la acción del viento y controlar en un supuesto caso de que las fajas se muevan y el objeto tienda a moverse al lado cuyo peso sea mayor.
- Verificando que las cuerdas y las eslingas estén listas, se procede a elevar uno centímetros con la grúa para tensionar las eslingas y poder retirar los 8 pernos de sujeción, una vez removidos se comienza a izar de una forma lenta para tener control del objeto, una vez estable en el aire se empieza a descender teniendo en cuenta las dimensiones ala para que este no se pueda golpear ni causar ningún daño.



Figura 3.35: Elevación del Ala central
Fuente: Investigación de Campo

3.3.5 Izamiento del Fuselaje

Siendo el último componente a izar, fue necesario primero desmontar todos los componentes principales ya anteriormente descritos.

El fuselaje del avión cuenta con estaciones específicas que determina el manual, las mismas que sirven para indicar donde se encuentra la estación de equilibrio y donde debe ser colocada la eslinga para su respectiva elevación (Ver fig.3.16).

Para su elevación se necesita de dos grúas, capacidad de 5000 libras, para elevar el peso total del fuselaje de 4267 libras, se deben posicionar en la estaciones 347.619 y 790.552 respectivamente, esta configuración tiene el propósito de elevar al avión de una forma equilibrada.

En este proceso se utilizan dos tipos de eslinga, tipo faja y de tres ramales.

Las eslingas tipo faja van sujetas a un pórtico de elevación en la parte media del fuselaje (estacion 347.619), tiene el propósito de guardar la forma inicial del cuerpo del fuselaje a la hora de izar, y prevenir la deformación debido al peso del mismo.



Figura 3.36: Colocación de eslinga tipo faja y pórtico elevación estación 347.619
Fuente: Investigación de Campo

En la parte posterior (estación 790.552) va sujeta la eslinga de tres ramales al herraje de sujeción del empenaje con el fuselaje.

3.3.5.1 Procedimiento

- Se verifica las estaciones que indica el manual en el avión, la primera estación, esta marcada en la parte izquierda del avión indicando la estación de equilibrio donde debe ir sujeta la eslinga.
- Se colocan las dos eslingas en las estaciones concernientes, ambas van sujetas a cada gancho de las grúas respectivas.
- Comprobando que las eslingas estén colocadas correctamente se prosigue con la elevación, teniendo en cuenta que la elevación debe ser sincronizada, es decir las dos grúas deben izar al fuselaje a una misma velocidad manteniendo la misma distancia del suelo, cuando el fuselaje se encuentre en el aire se procede a remover los soportes.
- Se inicia con el proceso de izaje elevando al fuselaje unos tres metros aproximadamente del suelo, se mantiene el fuselaje en el aire por unos segundos hasta colocar la plataforma de traslado debajo del fuselaje con los soportes ubicados en las estaciones respectivas.



Figura 3.37: Elevación del fuselaje

Fuente: Investigación de Campo

- Una vez que la plataforma se encuentra debajo del fuselaje se comienza a bajar suavemente hasta que el fuselaje se asiente totalmente sobre los soportes y retirando la tensión de las eslingas para que estas puedan ser retiradas.
- Terminado el proceso de izaje el fuselaje y todas sus partes están listas para trasladadas al campus del Instituto.

3.4. Izamiento y armado del Avión

El avión fue trasladado en sus partes principales hacia el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, con el fin de de ser armado y de servir como material didáctico de instrucción.

Una vez el avión en la plataforma donde iba a ser armado, se procedió con el izamiento y posterior armado, al contrario del desmontaje se empieza por el ultimo componente izado (fuselaje) terminando por el primer componente desmontado (alas externas), con la similitud de seguir el mismo proceso de izamiento, bajo las mimas ordenes técnicas que describe el manual del avión.

3.4.1 Izamiento del Fuselaje

Procedimiento

- Al igual que el desmontaje, se utilizó las grúas que cumplan con las características y eslingas descritas en el manual, se colocó las eslingas en las estaciones respectivas (347.629 y 790.552).
- Verificando la colocación de las eslingas al fuselaje se sujetó al pórtico de elevación instalado en el gancho de la grúa.
- Se inicia el izaje, elevando unos tres metros del suelo hasta que este quede libre de los soportes y de que la plataforma que lo trasladó pueda salir libremente.
- Se comienza a descender lentamente hasta que el fuselaje se asiente completamente sobre los soportes antes colocados en las estaciones asignadas, se procede a retirar las eslingas, despejando el área para armar el ala central.

3.4.2 Izamiento y Armado del Ala Central

Teniendo al fuselaje seguro en los soportes se comienza con el armado del ala Central.

Procedimiento

- Aplicando el mismo procedimiento y herramientas que el desmontaje, sujetamos con fajas envolviendo al ala para sujetar al pórtico de elevación.
- Se asegura con cuerdas y cabos, para controlar desde el suelo el movimiento de rotación que pueda tener el objeto debido a la dirección del viento.

- Se eleva el ala hasta que supere al alto del fuselaje con el objetivo de darle dirección a la posición donde va ser instalada, encontrada la ubicación se desciende lentamente hasta que su superficie inferior haga contacto con la del fuselaje.
- Apoyada el ala sobre el fuselaje se procede a pasar los cuatro pernos exteriores de sujeción, verificando que estén correctamente se ajusta con las tuercas respectivas y prosigue a quitar la tensión de la eslinga para que esta pueda ser retirada.

3.4.3 Izamiento y Armado del Estabilizador Horizontal

Antes de iniciar con el armado de los demás componentes fue necesario montar los trenes principales ayudado de gatas hidráulicas, con el propósito de que el avión soporte el peso de los componentes a instalar.

A diferencia del desmontaje, en este componente la posición de la eslinga, con el fin de tener un mejor control del estabilizador debido a su dimensión.

Procedimiento

- Se sujeto la eslinga de dos ramales a cada extremo del estabilizador, ayudado de una faja para que este no dañe la configuración del estabilizador (borde de ataque y de salida).
- Se asegura con cuerdas y cabos, para controlar desde el suelo el movimiento de rotación que pueda tener el objeto debido a la acción del viento.
- Se eleva el estabilizador hasta superar la altura del empenaje del avión, damos la dirección de la posición, se ubica en los ejes de los herrajes del estabilizador y se sujeta con los cuatro pernos que sujetan al fuselaje y se ajusta.



Figura 3.38: Izado y armado del estabilizador Horizontal

Fuente: Investigación de Campo

- Retirando la tensión de la eslinga y se procede a retirar las eslingas para ajustar correctamente los pernos de sujeción y dejar el área libre para el montaje del estabilizador vertical.

3.4.4 Izamiento y Armado del Estabilizador Vertical

Procedimiento

- Se coloca los hoisting eyes en cada punto de izaje del estabilizador (tres puntos de sujeción), a continuación se sujeta la eslinga de tres ramales y esta al gancho de la grúa.
- Se procede a aseguramos con cuerdas y cabos, para controlar desde el suelo el movimiento de rotación que pueda tener el objeto debido a la acción del viento.
- Se inicia el izaje lentamente teniendo cuidado de no perder el control con los cabos por ser un objeto grande y pesado, se eleva hasta superar al estabilizador horizontal y se da la dirección para que encaje los pernos de sujeción en el herraje del estabilizador horizontal.



Figura 3.39: Sujeción de la eslinga al estabilizador vertical
Fuente: Investigación de Campo

- Situados los cuatro pernos de sujeción en el herraje superior se procede a ajustar para que las eslingas y hoisting eyes sean retirados.

3.4.5 Izamiento y Armado de las Alas externas

Finalmente se iza las alas externas para que estén puedan ser armadas y dejar al avión con todos sus componentes principales armados (excepción de los motores).

Igual que en el desmontaje el proceso de armado fue el mismo para ambas alas izquierda y derecha, la secuencia de armado fue la misma que en el desmontaje armando primero la derecha y luego la izquierda.

Procedimiento

- Se ubica los tres puntos de sujeción en la parte superior del ala, colocamos los hoisting eyes y se sujeta los grilletes de la eslinga de tres ramales.
- Comprobando que los hoisting eyes y los grilletes estén seguros se sujeta la eslinga a gancho de la eslinga.

- Se asegura con cuerdas y cabos, para controlar desde el suelo el movimiento de rotación que pueda tener el objeto debido a la acción del viento
- Se levanta el ala dando la dirección con la grúa y controlando con los cabos desde el suelo, se nivela el ala con la altura del ala central y se une hasta que las intersecciones de unión entre ambas alas (central y externa) coincidan y se procede sujetar con los pernos en la faja de unión (ver fig.3.10) de ambas alas.



Figura 3.40: Elevación del ala externa izquierda para su armado
Fuente: Investigación de Campo

- Antes de quitar la tensión de la eslinga se verifica que los pernos de la faja de unión estén bien sujetos.
- Se procede a quitar la eslinga y a tapar los puntos de sujeción con los tapones respectivos para que estos se conserven en buen estado.

Completando de armar el ala central, el proceso de izamiento termino y el avión quedo listo para terminar con los arreglos finales de montaje.



Figura 3.41: Avión, terminado proceso de izaje y armado
Fuente: Investigación de Campo

3.5. Diagramas de proceso de Izamiento

A continuación se describe la simbología se va a utilizar para realizar los diagramas de flujo que representan cada una de los procesos empleados para el izamiento de todos los componentes principales del avión a desmontar y armar.

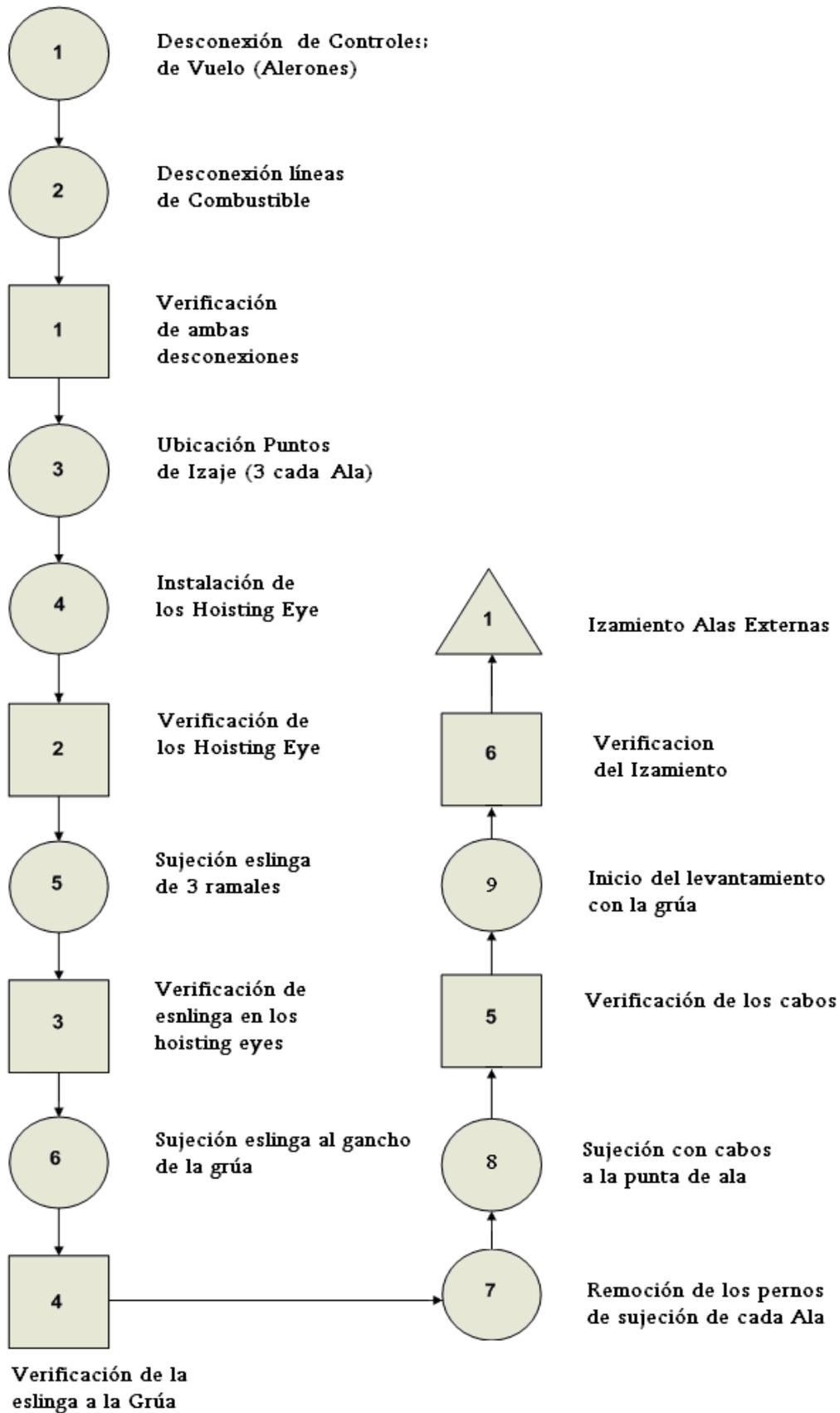
Tabla 3.2: Simbología de los diagramas de Proceso

Nº	SIMBOLOGÍA	SIGNIFICADO
1		Operación
2		Verificación
4		Conector
5		Componente Finalizado
6		Trabajo Finalizado

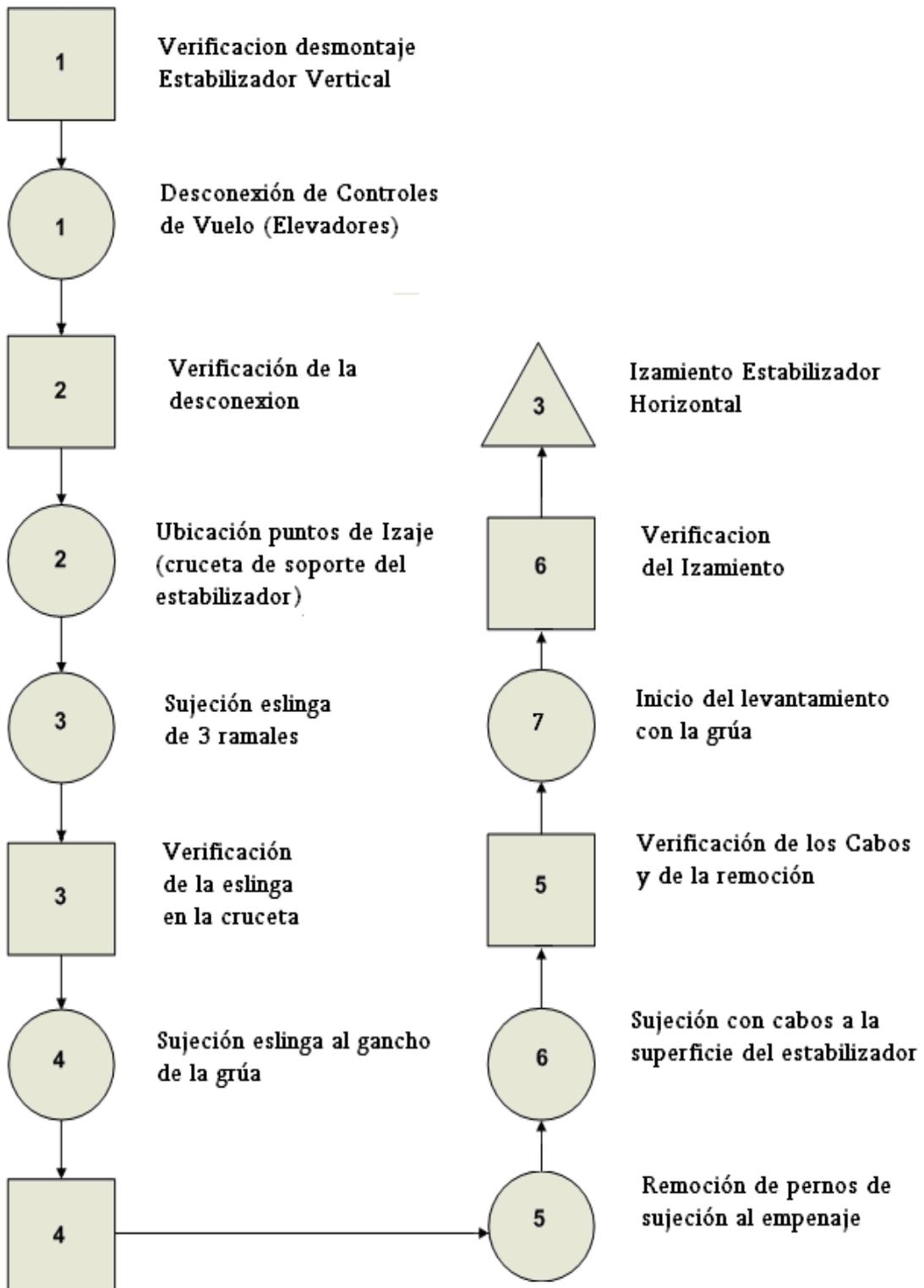
Fuente: Estudio y Aprendizaje de Movimientos y Tiempos, Arruabarrena/1994

Realizado por: Andrés Trujillo

3.5. 1 Diagrama de Izaje Alas Externas

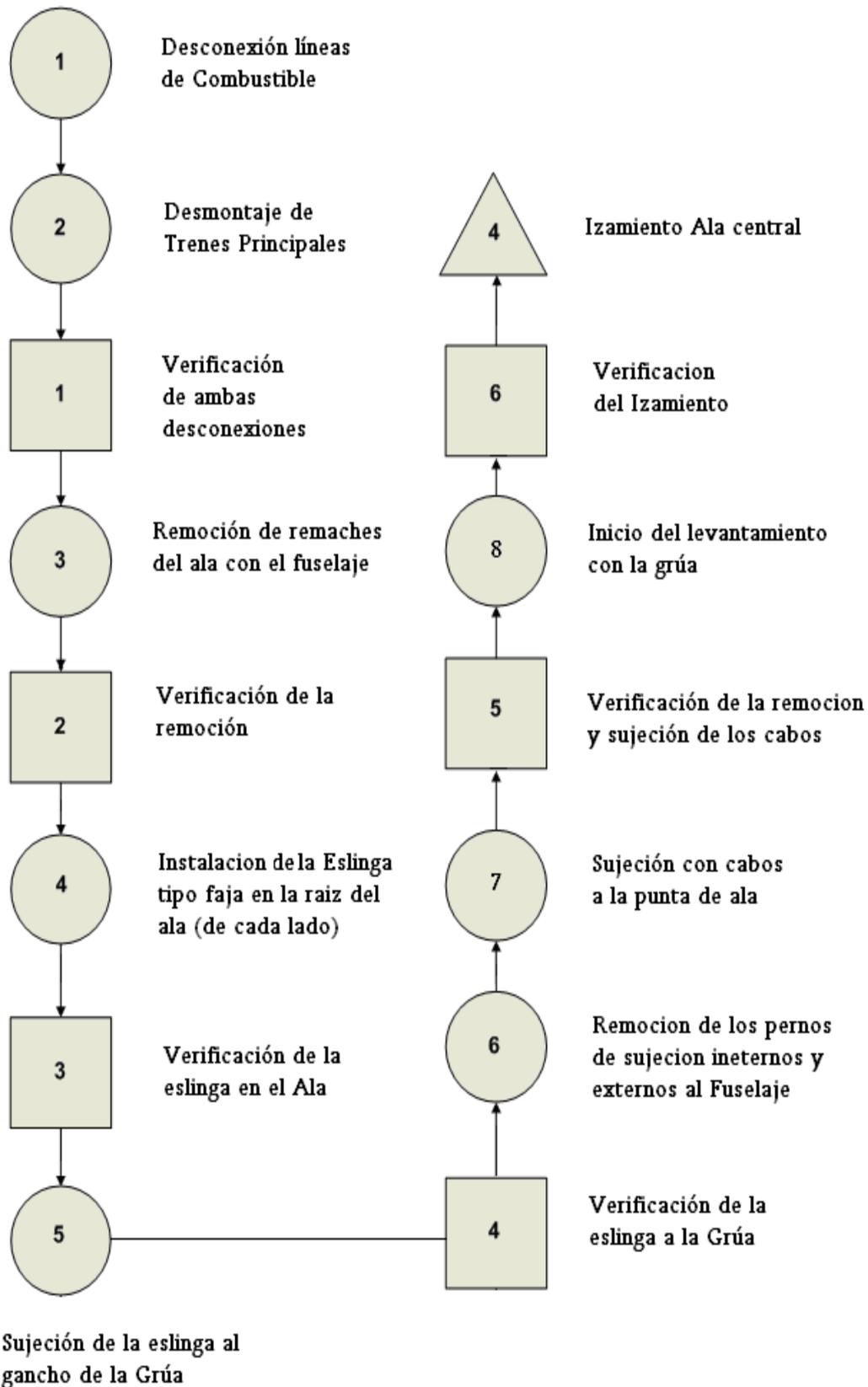


3.5.3 Diagrama de Izaje Estabilizador Horizontal

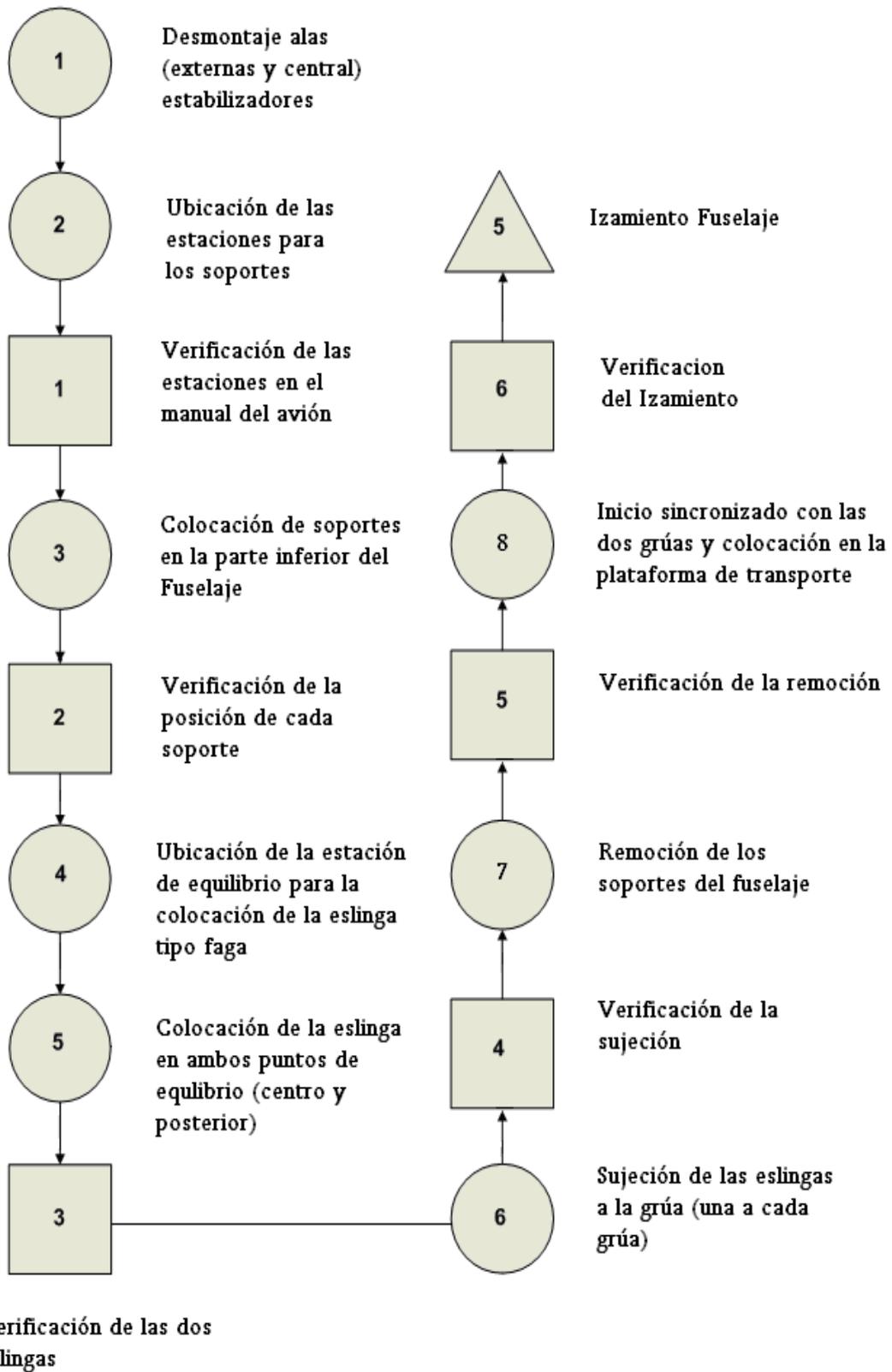


Verificación de la
eslinga a la Grúa

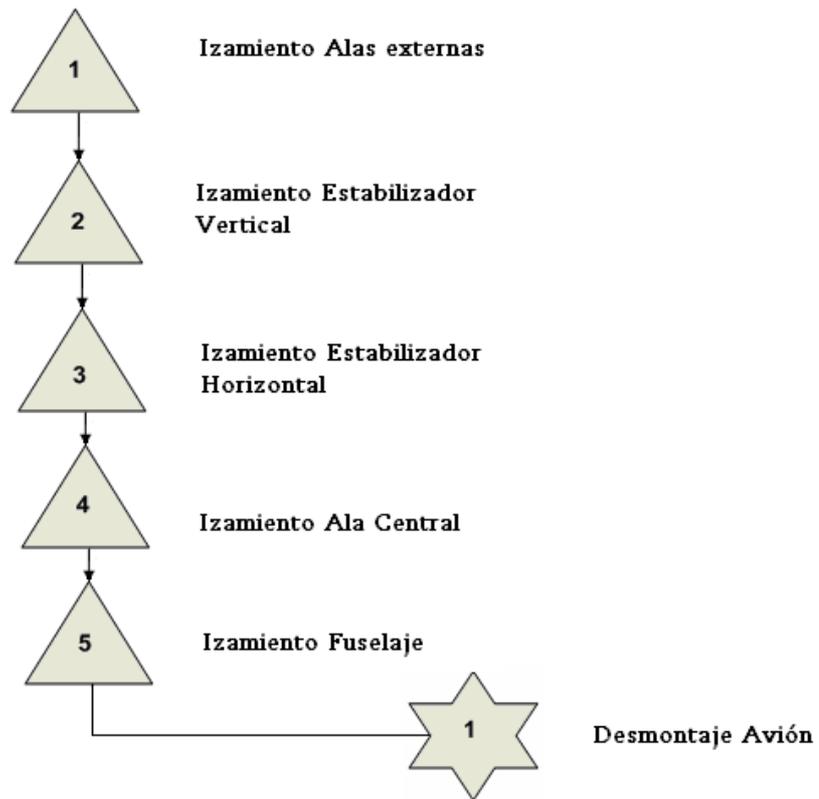
3.5.4 Diagrama de Izaje Ala Central



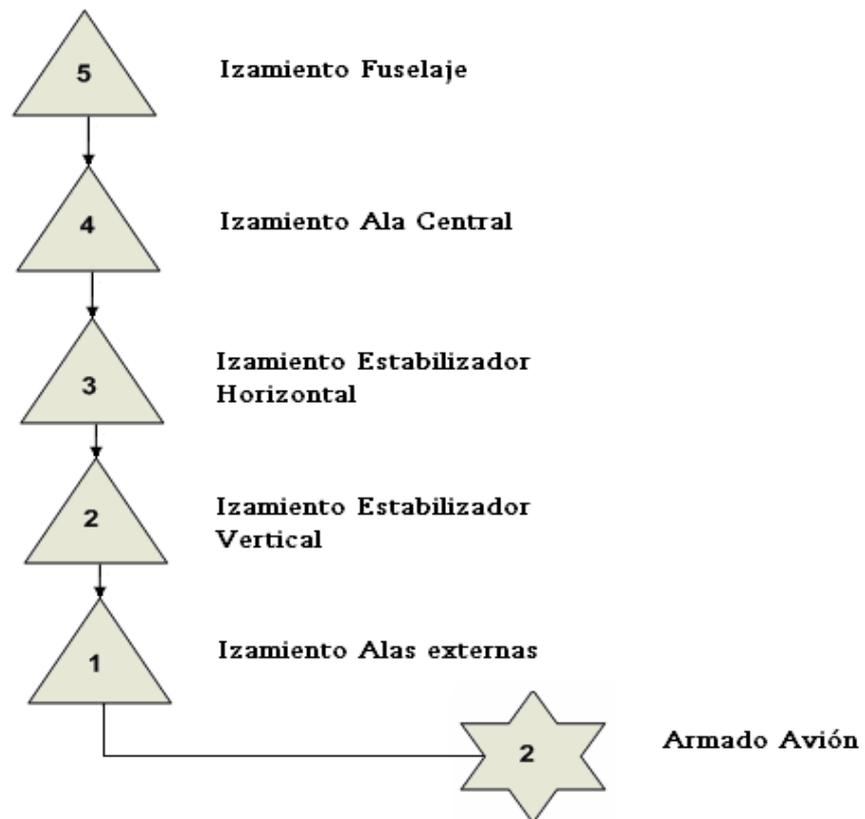
3.5. 5 Diagrama de Izaje Fuselaje



3.5. 6 Diagrama Proceso de Desmontaje



3.5. 7 Diagrama Proceso de Armado



3.6. Análisis Legal

- Como primer fundamento legal que regula es tema de este proyecto de grado corresponde a lo establecido en la R-DAC parte 142 sub-parte C, en el literal **142.203 Requisitos de equipamiento, materiales y ayudas de instrucción.**
- Otro fundamento legal de gran importancia y que además complementa la realización del proyecto de grado es el estipulado en la R-DAC 147 referente a Escuela de técnicos de mantenimiento aeronáutico, en el literal **147.17 Requerimientos del equipo de instrucción.**
- Por último cabe señalar como fundamento adicional que todos los conocimientos adquiridos en clase por los estudiantes de las diferentes carreras del Instituto se podrán reforzar en el área técnica.

3.7. Análisis económico

En el proceso del análisis económico se investigó el presupuesto monetario a invertirse durante todo los procesos como es el desmontaje, traslado y montaje de los diferentes componentes de la aeronave, para ello se basó en proformas cotizadas, este proceso de desarrollo partiendo del estudio de factibilidad económica que se realizó en el anteproyecto.

De acuerdo a la planificación de materiales, costos y ejecución del proyecto, este resulta económicamente factible.

3.7.1. Recursos

En este punto se contara con la presencia del director de tesis y del investigador.

Tabla 3.3: Talento humano

Nº	Talento humano	Designación
1	Trujillo Gavilanes David Andres	Investigador
2	Ing. Juan Yanchapaxi	Director de proyecto

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Andrés Trujillo

3.7.2. Presupuesto

Análisis costo financiero

A continuación referente al análisis económico realizado, se presentan materiales y diferentes gastos en los cuáles se invirtió varias sumas de dinero para la correcta realización del presente proyecto, las cuáles presentan características técnicas y financieras personales necesarias durante este proceso.

Se detalla los gastos con cada uno de los costos y materiales que se utilizaron durante la ejecución del proyecto.

Costos primarios

Tabla 3.4: Costos primarios

Nº	Detalle	Costo
1	Cuota inicial	700,00 USD
	Total	700,00 USD

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Andrés Trujillo

Costos Secundarios

Tabla 3.5: Costos secundarios

Nº	Detalle	Costo
1	Aranceles de graduación	120,00 USD
2	Suministros de oficina	40,00 USD
3	Transporte	45,00 USD
4	Impresiones e internet	30,00 USD
5	Empastados y anillados	40,00 USD
6	Gastos varios	50,00 USD
	Total	325,00 USD

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Andrés Trujillo

3.7.3. Costo total del proyecto

El costo total del proyecto realizado es asumido por el autor.

Costos totales

Tabla 3.6: Costos totales

Nº	Detalle	Costo
1	Costo primario	700,00 USD
2	Costos secundarios	300,00 USD
	Total	1000,00 USD

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Andrés Trujillo

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se concluyó que al recopilar toda la información proveniente de los manuales del avión contribuyó para lograr un proceso de izamiento adecuado para desmontar y montar a los componentes principales del avión.
- El izamiento del fuselaje, alas y estabilizadores se realizó respetando los puntos de sujeción con sus respectivos hoisting eyes, de cada componente a izar, especificados en el manual de mantenimiento.
- Se ejecuto el desmontaje de las alas y los estabilizadores, vertical y horizontal, con eslingas construidas bajo parámetros de operación que describe el manual de mantenimiento ATA 07.
- Cada grúa seleccionada, cumplió con la capacidad adecuada para levantar cada componente hasta las plataformas de traslado, el cual dio como resultado un proceso de desmontaje seguro y preciso.
- El proceso de izaje tanto en el desmontaje como en el armado, fue óptimo y seguro, lo que permitió un rápido montaje de todos los componentes que fueron desarmados, además de asistir con la grúa a otros componentes que eran requeridos para armar.

4.2. Recomendaciones

- Se debe tener en cuenta que el izaje es un proceso de mucho peligro por el cual se recomienda que la operación se la debe realizar con 2 o más personas capacitadas, para evitar futuros inconvenientes perjudiciales para los operadores y la carga a levantar.
- Después de haber culminado el proceso de izaje, se debe retirar la eslinga siempre cuando la tensión ha sido liberada siempre utilizando el equipo de seguridad adecuado.
- Se recomienda cuidar los puntos de izaje con tapones apropiados, para protegerlos y poder utilizar en otra ocasión que se requiera.
- Se recomienda utilizar la eslinga y hoisting eyes, solo para realizar las actividades a las cuales están destinadas, debido a que podrían averiarse y/o causar daños personales.
- Antes de hacer cualquier operación de izaje, se recomienda tener en cuenta todos los parámetros que involucran en el proceso, capacidad de carga de la grúa, factores ambientales (acción del viento), elementos de izaje, personal capacitado.
- Se recomienda guardar eslingas, hoisting eyes, luego de haber realizado el proceso de izaje en un lugar seco y fresco libre de humedad para evitar una posible corrosión.
- Al realizar cualquier tarea en el avión, se debe utilizar el equipo y herramientas adecuadas, teniendo un listado, para que estas no se pierdan y perjudiquen algún componente del avión escuela.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

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

Ala.- 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.

Avión.- Vehículo con alas, más pesado que el aire, que vuela generalmente propulsado por uno o varios motores y se usa para el transporte aéreo.

Bastidor.- Estructura principal de un chasis de automóvil, todos los demás componentes se sujetan al mismo. Armazón que soporta toda la carrocería de un coche.

Brusco.- Movimientos rápidos y repentinos

Cableado.- Conjunto de cables de una instalación eléctrica o de telecomunicaciones.

Carenado.- Denominación genérico para indicar un elemento de la carrocería con función aerodinámica y a veces también de acabado estético.

Casquillo.- Accesorio metálico de acoplamiento roscado o liso, que se utiliza para reducir el calibre de un acoplamiento o conexión en un aparato

Chapa.- Se denomina chapa a una lámina delgada de metal que se utiliza para los fuselajes de avión, etc.

Controles de vuelo.- Superficies y mandos que permiten al avión cambiar de aptitud.

Colisión.- Choque de dos cuerpos. Impacto súbito y violento.

Cuaderna.- Son elementos que conforma y dan rigidez a una estructura.

Desmontar.- Quitar algo para que no este disponible.

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

Eslingas.- La eslinga es una herramienta de elevación, es el elemento intermedio que permite enganchar una carga a un gancho de izado o de tracción

Extrados.- Es la parte superior de un perfil alar, medido desde el borde de ataque hasta el borde de salida.

Flexión.- Deformación que sufre una pieza larga sometida a una fuerza aplicada perpendicularmente a su eje longitudinal en los puntos que no se halla sostenida.

Fuselaje.- Parte principal de un avión; en su interior se sitúan la cabina de mando, la cabina de pasajeros y las bodegas de carga, además de diversos sistemas y equipos que sirven para dirigir el avión.

Haces.- Conjunto de objetos largos y estrechos dispuestos paralelamente.

Holgura.- Diferencia que existe entre las dimensiones de dos piezas en el lugar donde se acoplan

Hoisting Eye.- Tornillos de sujeción de elementos de izaje tales como eslingas.

Intrados.- Es la parte inferior de un perfil, medido desde el borde de ataque hasta el borde de salida.

Izar.- Subir algo, generalmente por medio de cables o poleas

Larguerillos.- Cumplen una función secundaria de refuerzo, pero son los que dan forma al fuselaje y constituyen los puntos principales de unión de la chapa de revestimiento.

Mantenimiento.- Conservación de una cosa en buen estado o en una situación óptima para evitar su degradación.

Poleas.- Rueda acanalada en su circunferencia y móvil a su alrededor de un eje.

Sustentación.- Fuerza generada sobre un cuerpo que se desplaza a través un fluido, de dirección perpendicular a la de la velocidad de la corriente incidente.

Vuelco.- Es el evento durante el cual, por la pérdida de control, el vehículo gira, voltea o se levanta, todo o en parte, sobre la superficie que opera.

SIGLAS UTILIZADAS

AMM: Manual de Mantenimiento del Avión.

ASME: Sociedad americana de Ingenieros Mecánicos

DIN: Instituto Alemán de Normalización

FAE: Fuerza Aérea Ecuatoriana

ITSA: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

IPC: Catálogo de partes Ilustradas

MBF: Fuerza Mínima de Rotura

BIBLIOGRAFÍA

Manuales

- Manual de mantenimiento Fairchild Hiller FH-227
 - ATA 07 – Lifting and Shoring
 - ATA 53 – Fuselage
 - ATA 55 – Stabilizers

- Manual de reparación estructural Fairchild Hiller FH-227
 - ATA 57 – Wing

- Manual de equipos y herramientas especiales Fairchild Hiller FH-227
 - ATA 07 - Lifting and Shoring

Net grafía

- <http://sehidra.blogspot.com/2011/02/asme-b305-american-society-of.html>
- <http://www.aerodacious.com/ccAM087.HTM>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Larguero>
- http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/buenos_aires/62/tecnolog/estruc.htm
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica))
- <http://www.aireyespacio.com/2009/12/la-estructura-del-ala.html>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Avi%C3%B3n#Estabilizadores_horizontales
- <http://es.scribd.com/doc/53957788/covenin-3511-99-equipos-de-izamiento-gruas-torres>
- http://www.cableacero.com/eslingas_acero.html

- <http://www.siafa.com.ar/notas/nota159/eslingas.htm>
- <http://www.paramo4x4.com/principal/grilletes-de-rescate>
- http://www.csbeaver.com/cable_galvanizado_tablasde_resistencia.html
- <http://www.mimecanicapopular.com/verhaga.php?n=107>

ANEXOS

Anexo A

Verificación de Sujeción

Eslinga Estabilizador

Vertical



Anexo B

Sujeción de eslinga

Ala externa



HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: David Andrés Trujillo Gavilanes

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: 24 de mayo de 1990

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 171793222-0

TELÉFONOS: 022-341-590 / 084200-844

CORREO ELECTRÓNICO: david_11t@hotmail.com

DIRECCIÓN: Urb. Armenia 1, Daniel Brito N42-55 y Luís Talavera - Quito



ESTUDIOS REALIZADOS

Superiores: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico
Tecnología en Mecánica Aeronáutica-Motores
2007-2010 Latacunga - Cotopaxi - Ecuador

Secundaria: Colegio Particular "La Salle", Ibarra.

TÍTULOS OBTENIDOS

- Tecnología en Mecánica Aeronáutica Mención Motores
- Suficiencia en idioma Inglés
- Bachillerato en Ciencias Físico – Matemático 2007-2008

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

Institución: Centro de Mantenimiento Aeronáutico CEMA

Título obtenido: Certificado de prácticas profesionales

Tipo: Entrenamiento en Avión Boeing 737-200

Fecha: Octubre 2011 – Noviembre 2011

Duración: 45 días

Institución: AEROLANE – LAN Ecuador

Título obtenido: Certificado de prácticas profesionales

Tipo: Entrenamiento en flotas A320, B767 y B777

Fecha: Febrero 2011 – Marzo 2011

Duración: 45 días

Institución: Ala de Transporte N° 11

Título obtenido: Certificado de prácticas profesionales

Tipo: Entrenamiento en avión C-130 y Avro

Fecha: Marzo 2010 – Abril 2010

Duración: 30 días

CURSOS Y SEMINARIOS

Institución: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

Título obtenido: Certificado de suficiencia en el idioma inglés

Tipo: Certificado

Fecha: Octubre 2008 – Marzo 2011

Duración: 29 meses

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

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

Trujillo Gavilanes David Andrés

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Subs. Téc. Avc. Ing. Hebert Atencio

Latacunga, Febrero 15 del 2012

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, TRUJILLO GAVILANES DAVID ANDRÉS , Egresado de la carrera de **MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**, en el año 2011, con Cédula de Ciudadanía N° 171793222-0, autor del Trabajo de Graduación "**IZAMIENTO DEL AVIÓN PARA DESMONTAJE Y ARMADO DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 PARA SU TRASLADO DEL ALA DE TRANSPORTE NO.11 HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO SUPERIOR AERONÁUTICO**", cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Trujillo Gavilanes David Andrés

Latacunga, Febrero 15 del 2012