



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCION AVIONES**

**"INSPECCIÓN ESTRUCTURAL DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-  
227 PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE  
TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS  
ARMADAS – ESPE, UTILIZANDO UN SISTEMA DE  
PROTECCIÓN ANTICAÍDA"**

**AUTOR: JHOSUETH DAVID AUCAPIÑA CHAVEZ**

**DIRECTOR: TLGO. JOHNATAN VALENCIA**

**LATACUNGA**

**2018**



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

### CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

### CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, ***“INSPECCIÓN ESTRUCTURAL DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE, UTILIZANDO UN SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTICAÍDA”*** realizado por el señor **JHOSUETH DAVID AUCAPIÑA CHAVEZ**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti- plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor ***JHOSUETH DAVID AUCAPIÑA CHAVEZ*** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Agosto del 2018

---

Tlgo. Johnatan Valencia

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

### CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

#### AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **JHOSUETH DAVID AUCAPIÑA CHAVEZ** con cédula de identidad N° 1723749691 declaro que este trabajo de titulación **“INSPECCIÓN ESTRUCTURAL DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE, UTILIZANDO UN SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTICAÍDA”**, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

**Latacunga, Agosto del 2018**

---

JHOSUETH DAVID AUCAPIÑA CHAVEZ

CI: 1723749691



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

### CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

### AUTORIZACIÓN

Yo, **JHOSUETH DAVID AUCAPIÑA CHAVEZ** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“INSPECCIÓN ESTRUCTURAL DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE, UTILIZANDO UN SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTICAÍDA”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

**Latacunga, Agosto del 2018**

---

JHOSUETH DAVID AUCAPIÑA CHAVEZ

C.I.: 1723749691

## DEDICATORIA

Este trabajo de graduación principalmente se lo dedico a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre por ser el pilar, mi apoyo y la motivación más importante en mi vida, por demostrarte siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mis hermanos Aarón, Josue, Carlos a pesar de la distancia siempre me apoyaron y me brindaron su cariño. A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir buenos momentos conmigo.

También quiero dedicárselo a mi novia que ha sido mi acompañante, mi apoyo y motivación durante toda esta etapa de mi vida, que nunca dudo de mis capacidades y estuvo durante los momentos más difíciles a mi lado.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por brindarme salud y mucha sabiduría para poder cumplir uno de mis sueños, culminar mi carrera y mis estudios. Quiero agradecer especialmente a mi madre que ha sido mi apoyo moral. Quien supo guiarme de la mejor manera para poder llegar a esta etapa de mi vida. A mis hermanos por su apoyo y confianza que me brindaron día a día.

A mi novia quien estuvo todo este tiempo a mi lado apoyándome en los momentos buenos y malos, brindándome todo su amor y demostrando todo su cariño hacia mí.

Finalmente quiero agradecer a mis profesores que estuvieron en toda mi etapa universitaria, especialmente a mi director de proyecto Johnatan Valencia quien supo ayudarme y guiarme de la mejor manera para la realización de este proyecto.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	iii
AUTORIZACIÓN .....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN.....	xi
SUMMARY .....	xii
CAPÍTULO I.....	14
TEMA.....	14
1.1 Antecedentes .....	14
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	16
1.4 OBJETIVOS .....	16
1.4.1 GENERAL .....	16
1.4.2 ESPECÍFICOS .....	17
1.5 ALCANCE .....	17
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO .....	18
2.1 Introducción .....	18
2.1.1 Historia del avión Fairchild FH – 227. ....	18
2.1.2 Versiones .....	20
2.1.2.1 FH-227 .....	20
2.1.2.2 FH-227B.....	20
2.1.2.3 FH-227C.....	20
2.1.2.4 FH-227D.....	21
2.1.2.5 FH-227E.....	21
2.1.3 Producción.....	21
2.1.4 Especificaciones técnicas.....	22
2.1.5 Rendimiento.....	23

2.1.6	Mantenimiento de aeronaves.....	24
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>69</b>
<b>DESARROLLO DEL TEMA. ....</b>		<b>69</b>
3.1	Estudio de alternativas. ....	69
3.1.1	Descripción de Alternativas.....	69
3.1.2	Primera alternativa. ....	69
3.1.3	Segunda alternativa. ....	70
3.1.4	Tercera alternativa. ....	71
3.1.5	Análisis de la Factibilidad. ....	71
3.1.6	Implementación del equipo de succión.....	72
3.1.7	Implementación, propósito y uso del equipo de protección.....	72
3.2	Inspección estructural del Fairchild.....	73
3.2.1	Aplicación de Ensayos No Destructivos (N.D.I.).....	73
3.2.2	Líquidos Penetrantes.....	73
3.2.3	Inspección Visual. ....	75
3.3	Soluciones de reparación en los problemas encontrados. ....	81
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>85</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>85</b>
5.1	CONCLUSIONES.....	85
5.2	RECOMENDACIONES .....	85
<b>GLOSARIO.....</b>		<b>86</b>
<b>ABREVIATURAS .....</b>		<b>87</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>		<b>88</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>73</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 FAIRCHILD 22 MODELO C7 .....	19
FIGURA 2 FAIRCHILD FH-227 .....	20
FIGURA 3 FAIRCHILD FH. ....	21
FIGURAN 4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	23
FIGURA 5 AIRSPEED.....	23
FIGURA 6 PRUEBAS DE RESISTENCIA DE LAS ALAS DEL AVIÓN .....	25
FIGURA 7 MANTENIMIENTO EN LÍNEA.....	26
FIGURA 8 MANTENIMIENTO MENOR.....	27
FIGURA 9 MANTENIMIENTO MAYOR.....	28
FIGURA 10 REPARACIÓN ESTRUCTURAL .....	33
FIGURA 11 REPARACIÓN POR INSERCIÓN.....	33
FIGURA 12 REMACHE TRABAJADO O FUMADO .....	38
FIGURA 13 INSPECCIÓN POR DAÑOS .....	38
FIGURA 14 INSPECCIÓN PREVUELO .....	39
FIGURA 15 DAÑOS DE UN RAYO .....	40
FIGURA 16 DETALLE DEL CRISTAL CRAKEADO .....	41
FIGURA 17 IMPACTO DE PÁJAROS. ....	42
FIGURA 18 IMPACTO DE PÁJAROS. ....	43
FIGURA 19 IMPACTO POR GRANIZO.....	44
FIGURA 20 IMPACTO POR GRANIZO.....	45
FIGURA 21 TIPOS DE CORROSIÓN EN LA INDUSTRIA AERONÁUTICA .....	48
FIGURA 22 SEGURIDAD EN EL MANTENIMIENTO.....	50
FIGURA 23 SEGURIDAD EN EL MANTENIMIENTO.....	51
FIGURA 24 SEGURIDAD EN EL MANTENIMIENTO.....	53
FIGURA 25 CASCOS DE SEGURIDAD.....	54
FIGURA 26 PROTECCIÓN AUDITIVA.....	56
FIGURA 27 PROTECCIÓN VISUAL .....	57
FIGURA 28 PROTECCIÓN DE MANOS .....	61
FIGURA 29 PROTECCIÓN DE PIES .....	62
FIGURA 30 ROPA DE TRABAJO .....	63
FIGURA 31 CINTURONES DE SEGURIDAD .....	64
FIGURA 32 EQUIPOS DE RESPIRACIÓN .....	64
FIGURA 33 EQUIPOS DE PROTECCIÓN ANTICAÍDA .....	65

FIGURA 34 EQUIPOS DE PROTECCIÓN ANTICAÍDA.....	68
FIGURA 35 INSPECCIÓN CON ESCALERAS .....	70
FIGURA 36 EQUIPOS DE PROTECCIÓN ANTICAÍDA.....	70
FIGURA 37 EQUIPOS DE PROTECCIÓN ANTICAÍDA.....	71
FIGURA 38 IMPLEMENTACIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN. ....	72
FIGURA 39 IMPLEMENTACIÓN DE LAS CORREAS Y ARNÉS.....	73
FIGURA 40 APLICACIÓN DEL LÍQUIDO PENETRANTE.....	74
FIGURA 41 ESTRUCTURA DEL FUSELAJE CORREGIDA.....	75
FIGURA 42 INSPECCIÓN VISUAL DIRECTA. ....	75
FIGURA 43 INSPECCIÓN VISUAL DEL ALA .....	76
FIGURA 44 INSPECCIÓN VISUAL.....	76
FIGURA 45 INSPECCIÓN VISUAL PARTE FRONTAL.....	77
FIGURA 46 INSPECCIÓN VISUAL.....	77
FIGURA 47 INSPECCIÓN VISUAL PARTE POSTERIOR .....	78
FIGURA 48 INSPECCIÓN VISUAL PARTE POSTERIOR .....	78
FIGURA 49 INSPECCIÓN ENVERGADURA. ....	79
FIGURA 50 INSPECCIÓN VISUAL DEL CASE .....	79
FIGURA 51 INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE SEGURIDAD. ....	80
FIGURA 52 INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE SEGURIDAD. ....	80
FIGURA 53 INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE SEGURIDAD. ....	81
FIGURA 54 INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE SEGURIDAD. ....	81
FIGURA 55 EL SRM MANUALES PARA MANTENIMIENTO DE AERONAVES.....	82
FIGURA 56 REMACHES DEFECTUOSOS.....	84

## RESUMEN

El presente proyecto técnico detalla la Inspección estructural del avión FAIRCHILD FH-227 perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, utilizando un sistema de protección anticaída, dotando con un gran material, siendo los beneficiarios los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

El primer capítulo detalla los antecedentes, el problema, la justificación, los objetivos y el alcance que este trabajo conlleva, que tiene como objeto inspeccionar la estructura del avión FAIRCHILD FH-227 utilizando un sistema de protección anticaída, para las tareas de mantenimiento.

El segundo capítulo describe una breve historia del avión FAIRCHILD FH-227 y sus datos técnicos, así como los diferentes tipos de mantenimientos que se los dan a la estructura de una aeronave, la seguridad que se debe tener en cuenta al trabajar en altura y el uso adecuado del instrumento de seguridad.

El tercer capítulo describe las diferentes alternativas que se debe considerar al realizar una inspección estructural del avión FAIRCHILD FH-227, una vez analizada la alternativa adecuada se va detallando paso a paso toda esta inspección para conocer las diferentes fallas encontradas en la misma.

En el capítulo cuarto encontramos las conclusiones y recomendaciones establecidas en este proyecto técnico.

### **PALABRAS CLAVE:**

Fairchild FH-227

Sistema de protección anticaída

Estructura

Inspección

Mantenimiento

## SUMMARY

This technical project details the structural inspection of the aircraft FAIRCHILD FH-227 belonging to the Unidad de Gestion de Tecnologias de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, using a fall protection system, endowing with a great material, being the beneficiaries the students of the Aeronautical Mechanics Degree.

The first chapter details the background, the problem, the justification, the objectives and the scope that this work entails, which aims to inspect the structure of the aircraft FAIRCHILD FH-227 using an anti- fall protection system, for maintenance tasks.

The second chapter describes a brief history of the FAIRCHILD aircraft FH-227 and its technical data, as well as the different types of maintenance that are given to the structure of an aircraft, the safety that must be taken into account when working at height and the proper use of the security instrument.

The third chapter describes the different alternatives that should be considered when carrying out a structural inspection of the FAIRCHILD FH-227 aircraft, once the appropriate alternative is analyzed, this inspection will be detailed step by step in order to know the different faults found in it.

In the fourth chapter we find the conclusions and recommendations established in this technical project.

### KEYWORDS:

Fairchild FH-227

Fall protection system

Structure

Inspection

Maintenance

Checked by:

Lic. Yolanda Santos E



## **CAPÍTULO I**

### **TEMA**

# **“INSPECCIÓN ESTRUCTURAL DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE UTILIZANDO UN SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIÁCIDAS”**

## **1.1 Antecedentes**

Detrás de la seguridad y comodidad que ofrecen los aviones, miles de horas de trabajo y entrenamiento de cientos de ingenieros, técnicos y mecánicos, y un elevado coste económico, son asumidos por las compañías para realizar un correcto y constante mantenimiento de sus aviones

Los aparatos se montan y desmontan siguiendo un plan de revisiones, programado por normas vigentes, acorde con el número de horas de vuelo. Las revisiones pueden ser tan profundas que, incluso, incluyen el desmantelamiento completo del avión con el objeto de comprobar los remaches de las uniones de las planchas del fuselaje y las alas.

Los distintos procesos de verificación técnica vienen determinadas por una estricta planificación que se desarrolla en función de la utilidad y las horas de vuelo del avión.

Es importante que la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, tenga claro que al dar un correcto mantenimiento de estas aeronaves se tiene que tomar los diferentes parámetros de seguridad.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los mantenimientos de las aeronaves juegan un papel muy importantes ya que depende de ello el buen funcionamiento y garanticen la seguridad de los tripulantes que en estos medios de transporte se trasladan de un lugar a otro, estos mantenimientos los realizan los técnico aeronáuticos encargados para su efecto, las revisiones de mantenimiento de aeronaves son las inspecciones periódicas que deben realizarse en todos los aviones comerciales/civiles después de un tiempo determinado o uso, estos intervalos de tiempo de mantenimiento dependen tanto del fabricante de la aeronave como del operador de ésta, las revisiones de mantenimiento normalmente dependen del número total de horas de vuelo, que son el número de horas de que la aeronave estado volando, y del número de ciclos de ésta, que es el número de veces que la aeronave aterrizado.

Para realizar estos mantenimientos los técnicos tienen que realizar inspecciones en toda la estructura de la aeronave, exponiéndose a sufrir una caída de la misma, por eso la protección contra caídas es un concepto amplio que incluye la capacitación, los procedimientos, sistemas, métodos y las reglas diseñadas para proteger a los trabajadores de los peligros de caídas, la protección contra caídas no significa equipo voluminoso o incómodo, no estorba el trabajo y no interfiere con los compañeros de trabajo.

Los técnicos aeronáuticos para garantizar un mantenimiento de calidad también deben tener el equipo apropiado y los sistemas de seguridad respectivos para la protección de sí mismos frente a un evento no deseado en el momento de realizar estos mantenimientos, es muy importante considerar la seguridad del técnico aeronáutico al realizar esta actividad, se ve gravemente violentada con su integridad y por qué no decirlo de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.

Un sistema de protección contra caídas se refiere al equipo que está diseñado para controlar los peligros de caídas, todos los sistemas de protección contra caídas previenen una caída o detienen una caída de manera segura, es por ello que es

necesario la implementar sistemas de seguridad en los laboratorios de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, para una mejor enseñanza aprendizaje de los futuros tecnólogos en Mecánica Aeronáutica mención Aviones y Motores.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, se considerada como uno de los mejores centros de educación superior a nivel nacional e internacional, en donde se realizan varias prácticas, las cuales permiten al estudiante desarrollar destrezas y habilidades ya sea de forma didáctica como ejecutoria, el presente trabajo contribuirá para realizar correctamente y de forma segura la inspección estructural del avión Fairchild FH-227.

El desarrollo del presente proyecto tiene como finalidad la inspección estructural del avión Fairchild FH-227 de la Carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías de forma segura utilizando un Sistema de Seguridad anti caídas, para que las prácticas de laboratorio se realicen teniendo en cuenta los parámetros de seguridad establecidas y mejorar la enseñanza aprendizaje de los estudiantes de la Carrera.

La puesta en marcha de este proyecto de tesis, ayudará al estudiante de la Carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, a realizar una inspección estructural del avión Fairchild FH-227, poner en práctica todo el conocimiento adquirido en clases y prácticas en los talleres, teniendo presente los parámetros de seguridad establecido.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 GENERAL**

INSPECCIONAR LA ESTRUCTURA DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 UTILIZANDO UN SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIÁCIDAS, PARA LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO, PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE.



### **1.4.2 ESPECÍFICOS**

- Recopilar información referente a las diferentes inspecciones que se realizan a las aeronaves en su parte estructural y los diferentes sistemas de seguridad que se deben tener en cuenta.
- Identificar los procesos técnicos adecuados para la inspección del avión FAIRCHILD FH-227 seleccionando las mejores alternativas de seguridad.
- Implementar el equipo de protección apropiado para realizar la inspección de la estructura del avión Fairchild FH-227 ofreciendo al personal designado el equipo de seguridad anti caídas, para garantizar su integridad y las tareas de mantenimiento.

### **1.5 ALCANCE**

El presente proyecto tiene como objeto inspeccionar la estructura del avión FAIRCHILD FH-227 utilizando un sistema de protección anticaída, para las tareas de mantenimiento, perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, garantizando la enseñanza aprendizaje de los estudiantes.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Introducción**

##### **2.1.1 Historia del avión Fairchild FH – 227.**

Durante el año 1929, la American Aviation Corporation se hizo con el control de Fairchild Aviation Corporation, de forma no satisfactoria para Sherman Fairchild; en 1931 dimitió, adquiriendo su participación, la filial Kreider-Reisner a la que rebautizó con el nombre de Fairchild Aircraft Corporation.

En el periodo de negociaciones, la filial inició el desarrollo de un nuevo biplaza de deporte/entrenamiento que fue lanzado al mercado tras obtener el certificado de la Agencia General de Aviación, en marzo de 1931, con la designación de Fairchild 22 Modelo C7., se trataba de fabricar un modelo barato y económico, en la esperanza de obtener mayor participación en un mercado que disminuía rápidamente a tenor de la crisis económica mundial.

Era un monoplano de ala parasol arriostrada y construcción mixta, con cola también arriostrada, tren de aterrizaje clásico con patín de cola y cabinas abiertas en tándem, hizo su primer vuelo con un motor radial de 5 cilindros Armstrong Siddeley Genet de 80 hp, pero tras intensas pruebas de vuelo, se adoptó un motor lineal invertido de 4 cilindros Michigan Rover de 75 hp para la versión de serie C7.

No se construyeron más de 12 ejemplares del C7, probablemente por causa de la situación económica reinante, pero fueron un excelente medio de publicidad, vendiéndose muy bien las variantes siguientes.

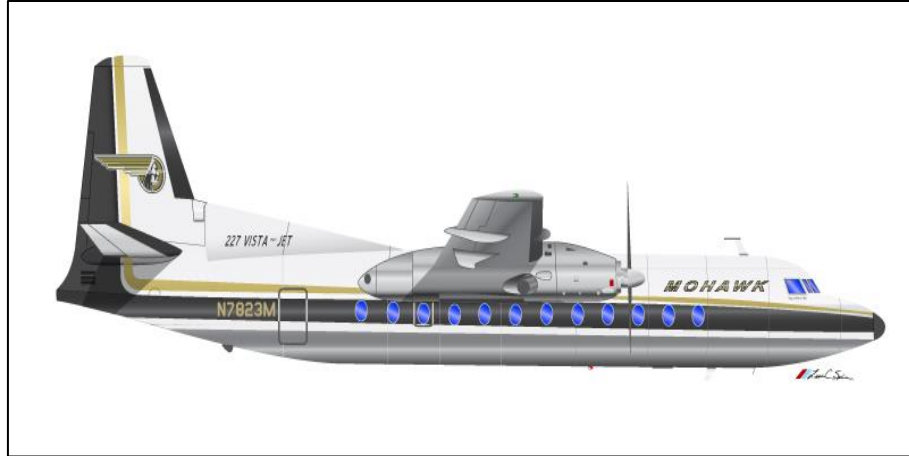


**Figura 1 Fairchild 22 Modelo C7**

**Fuente:** (GG, 2008)

En abril de 1956, la neerlandesa Fokker llegó a un acuerdo con Fairchild para que construyera el F-27, por entonces en desarrollo en Holanda, de este modo, Fairchild asumió la producción y comercialización de los F-27 en Norteamérica, en correspondencia con los modelos fabricados por la empresa madre neerlandesa, cuando Fokker desarrolló una versión alargada, conocida como F-27 Mk 500, Fairchild optó por diseñar su propia versión de fuselaje largo, a la que identificó como Fairchild Hiller FH-227.

El FH-227 difería del F-27 estándar por su fuselaje alargado de 183 cm, que permitía la instalación de un máximo de 52 pasajeros y la estiba de mayor carga útil, y por la incorporación de dos turbohélices RR Dart RDa.7 Mk 532 de 2.250 hp., el primero de los dos prototipos FH-227 efectuó su vuelo inaugural el 27 de enero de 1966. (GG, 2008)



**Figura 2 Fairchild FH-227**

**Fuente:** (GG, 2008)

La producción del FH-227 y sus variantes alcanzó una cifra total de 79 ejemplares, en 1983, seguían en activo unos 40 de distintas versiones.

## **2.1.2 Versiones**

### **2.1.2.1 FH-227**

Versión inicial motorizada con Dart 7 Mk 532-7 de 2.250 CV.

Estos motores tenían una reducción de 0.093:1.

Peso máximo en despegue 19.730 kg (43.500 lb).

### **2.1.2.2 FH-227B**

Versión reforzada de mayor peso, pedida por Piedmont Airlines en abril de 1966 y que entrará en servicio en marzo de 1967.

Como planta motriz se instalan Dart Mk 532-7L de 2.250 cv y el avión es equipado con hélices de mayor diámetro.

El peso máximo en despegue pasa a 20.640 kg (45.500 lb).

### **2.1.2.3 FH-227C**

Básicamente un FH-227 con las hélices del FH-227B.

Mismo peso máximo al despegue y motorización.

#### 2.1.2.4 FH-227D

Versión pasajeros-carga convertible.

Equipada con frenos mejorados ABS y sistema de flaps con posiciones intermedias para el despegue.

Motores Dart 7 532-7C o Dart 7 Mk 532-7L de 2.300 cv y reducción de 0.093:1.

Peso máximo al despegue de 20.640 kg(45.500 lb).

#### 2.1.2.5 FH-227E

FH-227C modificado en FH-227D.

Motorización Dart 7 Mk 532-7L de 2.300 CV.

Peso máximo al despegue de 19.730 kg (43.500 lb). (Bautista, 2011)



**Figura 3 Fairchild FH.**  
Fuente: (ROTA, 2006)

### 2.1.3 Producción

Los números de constructor de Fairchild Hiller van de C/N 501 al C/N 579, de hecho este último avión jamás fue terminado lo que da una producción de 78 aviones FH-227, muchos de estos aviones fueron modificados a lo largo de su vida útil y pasaron de ser por ejemplo, convertidos de FH-227 a FH-227B u otras posibilidades según los deseos de los operadores, pero en términos generales y tomando en cuenta su entrega inicial la producción puede dividirse en:

- FH-227 33 aviones
- FH-227B 37 aviones

- FH-227D 8 aviones

Seis aviones fueron convertidos en FH-227E, incluyendo el C/N 501 originalmente el avión FH-227 demostrador de Fairchild Hiller, vendido después a la Mobil Oil donde volará con el registro N2657, otros aviones serán modificados por Fairchild Hiller a lo largo de su vida útil en LCD, es decir con la gran compuerta de carga del lado izquierdo, en ese caso un FH-227E sería entonces un FH-227E LCD, gran parte de los aviones serán modificados en LCD tipos hacia el fin de su vida activa.

#### 2.1.4 Especificaciones técnicas

**Tripulación:** 3 (piloto, copiloto y sobrecargo)

**Capacidad:** 48 a 52 pasajeros.

**Longitud:** 25,5 m (83,7 ft)

**Envergadura:** 29 m (95,1 ft)

**Altura:** 8,4 m (27,6 ft)

**Peso vacío:** 18 600 kg (40 994,4 lb)

**Peso útil:** 6 180 kg (13 620,7 lb)

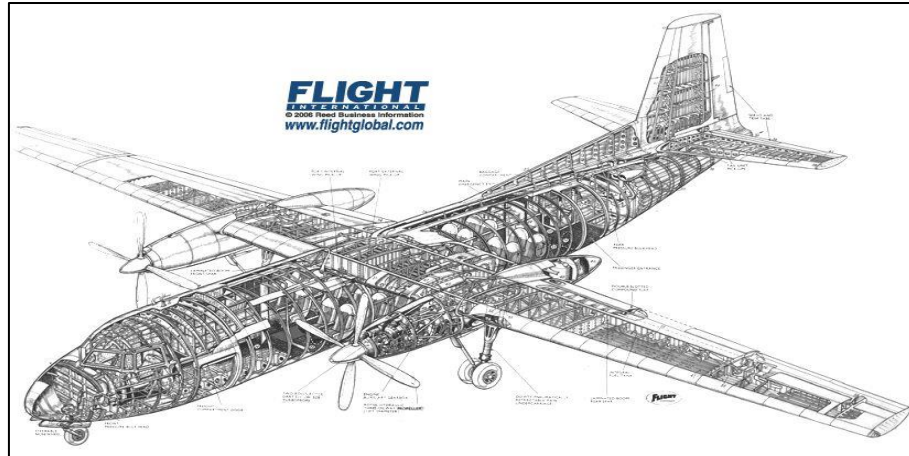
**Peso máximo al despegue:** 20 640 kg (45 490,6 lb). Máximo al aterrizar: 20.410 kg

**Planta motriz:** 2x turbohélice Rolls-Royce Dart 532-7L.

**Potencia:** 1 692 kW (2 268 HP; 2 300 CV) cada uno.

**Hélices:** Cuadripala Rotol. **Régimen máximo:** 16.500 rpm, **Posiciones:** Ground fine pitch 0°, Flight fine pitch 16°, Cruise pitch 28° y Feathered con 83°.

**Diámetro de la hélice:** 3,81 m (12,5 ft)



**Figuran 4 Especificaciones técnicas**

**Fuente:** (International, 2008)

### 2.1.5 Rendimiento

**Velocidad nunca excedida (Vne):** 478 km/h (297 MPH; 258 kt)

**Velocidad máxima operativa (Vno):** 420 km/h (261 MPH; 227 kt)

**Velocidad crucero (Vc):** 407 km/h (253 MPH; 220 kt)

**Velocidad de entrada en pérdida (Vs):** 157 km/h (98 MPH; 85 kt)

**Velocidad mínima controlable (Vmc):** 166 km/h (103 MPH; 90 kt)



**Figura 5 Airspeed**

**Fuente:** (Bautista, 2011)

**Alcance:** 2 661 km (1 437 nmi; 1 653 mi)

**Techo de vuelo:** 8 535 m (28 002 ft)

Estos motores permitían un máximo de 15.000 rpm, y se recomendaba evitar operaciones entre las 8.500 y los 9.500 rpm., el máximo de temperatura permitido era de 930° en el arranque y 905° en la fase de despegue por cinco minutos.

**Caja de reducción del motor:** 0,093:1.

**Flaps:** 7 posiciones.

**Combustible:** 5.150 l (1.364 galones).

**Consumo:** 202 gal/hora.

### 2.1.6 Mantenimiento de aeronaves.

Las revisiones de mantenimiento de aeronaves son las inspecciones periódicas que deben realizarse en todos los aviones comerciales o civiles después de un tiempo determinado o uso las aeronaves militares normalmente siguen programas de mantenimiento específicos que pueden ser o no similares a los operadores comerciales o civiles. (Jorge, 2012)

Detrás de la seguridad y comodidad que ofrecen los aviones, miles de horas de trabajo y entrenamiento de cientos de ingenieros, técnicos y mecánicos, y un elevado coste económico, son asumidos por las compañías para realizar un correcto y constante mantenimiento de sus aviones. (Jorge, 2012)





## **Figura 6 Pruebas de resistencia de las alas del avión**

**Fuente:** (Jorge, 2012)

### **2.2 Tipos de los mantenimientos**

Los distintos procesos de verificación técnica vienen determinadas por una estricta planificación que se desarrolla en función de la utilidad y las horas de vuelo del avión, existen dos tipos de mantenimiento: (Jorge, 2012)

#### **2.2.1 Mantenimiento en Línea**

**No Programado:** Se procede tan pronto se ha constatado alguna avería.

**Programado:** Se ejecuta siguiendo un programa de revisión y recambio de partes normado y concreto, tiene como finalidad mantener el certificado de aeronavegabilidad de los aviones y restaurar el nivel especificado de fiabilidad, se divide en capítulos y subcapítulos, según la especificación ATA 100, norma que estipula y describe las tareas a realizar y los intervalos (medidos por horas de vuelo realizadas) en que deben efectuarse, las revisiones realizan de acuerdo con la documentación original proporcionada por los fabricantes (célula, motor y componentes), completada con la información proporcionada por otras compañías aéreas usuarias de los mismos aviones y con la que generan los servicios de la Dirección de Material de Iberia, el programa de mantenimiento final y cualquier modificación del mismo, deben someterse a la aprobación del organismo oficial verificado, el operador es responsable ante dicho organismo del cumplimiento del programa.



**Figura 7 Mantenimiento en línea**

**Fuente:** hispaviacion 2012

El mantenimiento programado se divide en 3 categorías:

- Tránsito
- Diaria
- Revisión S.

El mantenimiento de tránsito es una inspección rápida que se debe realizar antes de cada vuelo, incluyendo las escalas, con ello se comprueba el estado general del avión: posibles daños estructurales, neumáticos, aceite, registros y paneles de acceso, servicio a la aeronave, etc., la segunda es una revisión diaria completa que se debe realizar antes del primer vuelo del día, sin exceder en ningún caso las cuarenta y ocho horas, durante la misma se comprueba el estado general del avión, pero disponiendo de tiempo adicional para diseñar una acción correctiva si fuera necesario, por último, la revisión S, que incluye a la anterior, tiene lugar cada cien horas de vuelo, durante la misma, se comprueban todos los aspectos relacionados con la seguridad alrededor del avión, se desarrollan instrucciones específicas, se corrigen posibles anomalías y se realiza un servicio al avión, con comprobación de todos los niveles de fluidos necesarios para el vuelo.

### **2.2.2 Mantenimiento menor, integrado por otras tres inspecciones**



**Figura 8 Mantenimiento menor.**

**Fuente:** hispaviacion 2012

**Revisión A**, incluye una inspección general de sistemas, componentes y estructura, tanto desde el interior como desde el exterior, para verificar su integridad.

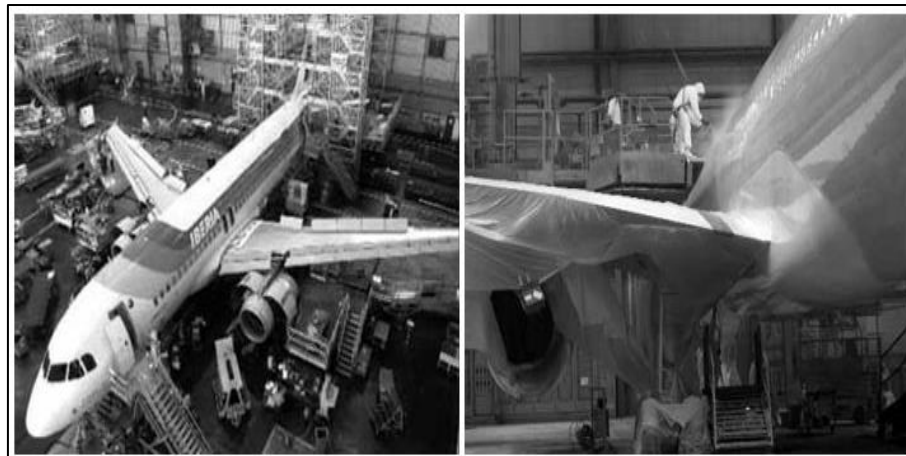
**Revisión B**, de mayor intensidad que la anterior, comprueba la seguridad de sistemas, componentes y estructura, junto con el servicio del avión y la corrección de los elementos que así lo precisen.

**Revisión C**, es una inspección completa y extensa, por áreas, de todas las zonas interiores y exteriores del avión, incluyendo los sistemas, las instalaciones y la estructura visible.

### **2.2.3 Mantenimiento Mayor**

Denominado Programa de Inspección Estructural (“gran parada”, en el lenguaje del hangar), el mantenimiento mayor es la revisión más profunda y minuciosa por la que tienen que pasar todos los aviones. Involucra la participación de varios especialistas que durante un mes y medio, estarán aplicados a la realización de diferentes tareas que requieren sesenta mil horas de actividad y el empleo de mil cuatrocientas herramientas.

Esta revisión debe cumplir con las exigencias requeridas para la confirmación del buen estado técnico y operativo de los aviones, lo que garantiza en gran medida la seguridad del vuelo.



**Figura 9 Mantenimiento mayor**

**Fuente:** (Jorge, 2012)

La tarea está planificada y se ajusta a estrictas normas y procedimientos, e incluye la sustitución de innumerable cantidad de piezas de todos los sistemas del avión, independiente del buen estado en que se encuentren, los repuestos empleados deben ser piezas nuevas y originales, acorde a las regulaciones internacionales.

En ella, se engloban trabajos como el decapado completo de la pintura exterior del aparato, seguido de una revisión estructural de fuselaje, alas, cola y timón de profundidad, que se realiza empleando sofisticados sistemas electrónicos que detectan fisuras o anomalías tal como lo hace un equipo de Rayos X, posteriormente se efectúa el cambio de motores, trenes de aterrizaje, mandos de vuelo y el resto de elementos técnicos. También, se desmontan todos los asientos, las ventanillas, los paneles de revestimiento interiores, tanto de los laterales como del suelo. Además, también se lleva a cabo el desmontaje, la inspección reparación si es necesaria y el posterior montaje de un importante número de elementos del avión, incluyendo los sistemas eléctricos, hidráulicos, de combustible, navegación, de vuelo automático, etc., todo finaliza con verificaciones funcionales en tierra y, posteriormente, en un vuelo de pruebas durante el cual se verifica el correcto funcionamiento de todos los sistemas.

El vuelo de prueba involucra a pilotos, ingenieros y mecánicos, abocados a verificar el funcionamiento y la efectividad de todos y cada uno de los componentes del avión. Para ello, durante seis horas continuas, los pilotos, el mecánico de vuelo y los ingenieros de mantenimiento someten al avión a situaciones límite que es casi imposible que sucedan en la realidad.

Durante las pruebas, se detienen motores (nunca simultáneamente) y se vuelven a poner en marcha en pleno vuelo (re-encendido en vuelo); se realizan virajes pronunciados; se reduce la velocidad al mínimo, hasta que el avión pierde la sustentación y tiende a caer, se aplica potencia y se verifica la recuperación inmediata de esa situación, y también se le acelera hasta el máximo de velocidad estructural permitida.

El rendimiento de los motores, pruebas de los trenes de aterrizaje, superficies móviles, flaps, equipos de navegación automatizada, ordenadores, y el resto de sistemas y componentes son verificados durante esa larga jornada, todas las empresas deben seguir y cumplir con estos planes de mantenimiento.

#### **2.2.4 Inspección estructural**

El proceso de inspección estructural está dado por unas tareas definidas por el mantenimiento programado, ya sea que el referente sea la guía del fabricante o el mantenimiento custodiado por el operador, en cualquiera de los dos casos la tarea de inspección, cualquiera que ella sea tendrá un intervalo de cumplimiento, una zona de interés y un procedimiento que seguir, ese mantenimiento estructural programado se repetirá con unos intervalos que harán la diferencia entre una zona con mayor intervención que otra desde el inicio de la vida en servicio la aeronave, claro es, que la recurrencia está ligada a la importancia de la zona a inspeccionar respecto del diseño para la integridad y seguridad requerida, sin embargo, existen zonas o miembros estructurales en particular que por diseño no fueron considerados para una inspección estructural completa o con un requerimiento mínimo de inspección, además de que la recurrencia en horas o ciclos puede estar por lo menos, muy distante para su repetición.

### 2.2.5 Evaluación de reparación

Los aviones están diseñados y contruidos para ofrecer muchos años de servicio, para que el avión se mantenga aeronavegable y seguro para una larga vida en servicio, el mismo debe ser operado en conformidad con las recomendaciones del fabricante y cuidado con una buena práctica de inspección y de mantenimiento

La experiencia en servicio ha revelado que una aeronave que envejece, necesita más cuidado y atención especial durante los procesos de mantenimiento, y a veces, requiere que se realicen inspecciones más frecuentes de los componentes estructurales por evidencia de daños debido a deterioro ambiental, daño accidental y fatiga, las áreas típicas que requieren inspecciones más frecuentes y que son clave para la continuidad de la vida útil son los puntos estructurales significativos o principales por diseño, estos deben ser identificados y categorizados respecto de su función en la aeronave, por lo general estos puntos se encuentran en las uniones ala-fuselaje, estabilizadores-fuselaje, trenes-fuselaje, planta motriz-fuselaje, superficies de control-ala/estabilizadores.

Para proporcionar una operación segura, debería ser desarrollado por el fabricante y utilizado por los propietarios/operadores, un programa denominado "aeronavegabilidad continuada" en donde virtualmente cada componente que forma parte de una aeronave está sujeto a alguna forma de inspección, mantenimiento, mantenimiento preventivo, reparación y/o reemplazo, la seguridad de operación a través de la aeronavegabilidad continuada demanda una creciente vigilancia a medida que el avión envejece, los materiales estructurales del avión tienen vidas finitas y la extensión de vida está afectada por la edad, ambiente operativo y experiencia operativa que soporta el material en el uso diario del avión, la información de mantenimiento necesita ser actualizada constantemente.

Al final de cuentas, el propietario de la aeronave es el responsable por su mantenimiento, el cuidado de sus aeronaves será tan juicioso como la seguridad lo requiere, por lo tanto, finalmente el propietario debería:

Seguir las recomendaciones de mantenimiento e inspección del fabricante.

Reconocer que la corrosión o el daño en la estructura pueden acortar drásticamente la vida por fatiga y estar atento a estas condiciones.

Estar alerta a la posibilidad de que el avión no esté siendo usado en una manera significativamente diferente del perfil de la misión para el cual fue pensado originalmente.

La operación a baja altitud, tal como operaciones de patrullaje de tuberías, patrullajes aéreos o entrenamiento, someterán a los aviones a mayor daño por fatiga que los cruceros a altitud elevada.

Cumplir con las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables y revisar posibles modificaciones que el fabricante tiene disponibles. Las mejoras estructurales están dirigidas usualmente a disminuir los esfuerzos de trabajo y mientras más rápidamente se realicen retrasarán la aparición de daños acumulativos a la estructura original, la Directiva de Aeronavegabilidad (AD) es una publicación emitida por la Autoridad Aeronáutica competente sobre los productos aeronáuticos en los que existe una condición que pone en peligro la seguridad, y/o que esta condición es probable que exista o se desarrolle en otros productos del mismo Diseño de Tipo.

Interesarse en el programa de fatiga de eventuales nuevos aviones, incluyendo una comprensión clara del programa de inspección pertinente, recomendado por el fabricante y asegurar que todas las áreas significativas de la estructura del avión estén tratadas en el programa de inspección del avión.

Proporcionar una guía para la incorporación de normas de evaluación de reparaciones en los programas de mantenimiento, incluyendo los requisitos para una evaluación de la integridad estructural de las reparaciones en zonas presurizadas y no presurizadas del fuselaje, los poseedores de Certificado Tipo han desarrollado normas de evaluación de reparaciones de cada modelo específico para determinar las reparaciones existentes y nuevas, utilizando principios de tolerancia al daño. (ARENAS, 2007)

### **2.2.6 Reparación estructural**

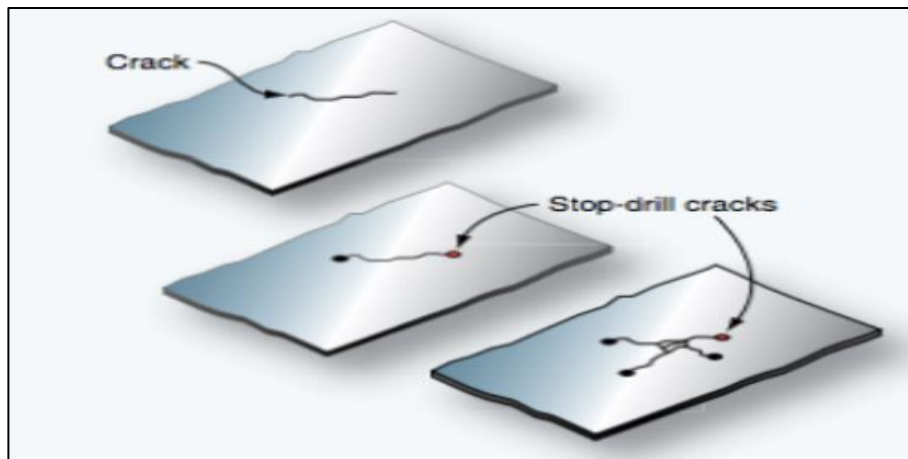
Se dice que la función primordial de una reparación es un arreglo de una estructura afectada, deteriorada, rota o en mal estado para que siga cumpliendo la función para la cual fue diseñada dentro de los márgenes de confiabilidad y seguridad, con una reparación se puede restituir o no la resistencia original de algún o algunos miembros estructurales, pero el fin buscado es que con la ejecución de una o varias acciones (prácticas estándar) se logre mitigar o eliminar la condición encontrada de carácter nocivo, en un sentido más general podemos puntualizar que la reparación se hace para garantizar el rendimiento satisfactorio que una aeronave requiere como parte del mantenimiento continuo de su integridad estructural.

Es importante que las reparaciones estructurales sean fieles a los datos técnicos de ingeniería y a las mejores técnicas disponibles, ya que la reparación inadecuada puede representar un peligro inmediato o potencial, la fiabilidad de una aeronave depende de la calidad del diseño, así como la mano de obra utilizada en la realización de las reparaciones.

El diseño de una reparación estructural es complicado por el requisito de que una aeronave debe ser lo más ligera posible, si el peso no fuese un factor crítico, se podrían hacer reparaciones con un amplio margen de seguridad, en la práctica, las reparaciones deben ser lo suficientemente fuertes como para llevar todas las cargas con el factor requerido de seguridad, pero no deben tener demasiada resistencia adicional porque incrementan o trasladan el daño a una estructura adyacente que estaría más débil. (ARENAS, 2007).

Ejemplo de reparaciones (stop drill, blend out) que no restauran la resistencia del componente pero mitigan y/o eliminan el daño para que la estructura siga siendo lo suficientemente fuerte para llevar todas las cargas.

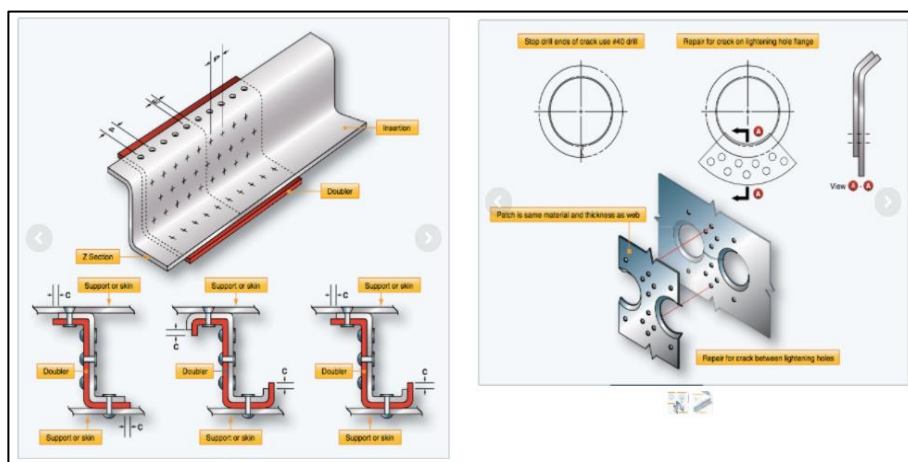




**Figura 10 Reparación estructural**

**Fuente:** (ARENAS, 2007)

Ejemplo de reparaciones (por inserción, parche y refuerzos) que restauran la resistencia del componente y/o eliminan el daño para que la estructura recupere y/o mejore la resistencia original para llevar todas las cargas.



**Figura 11 Reparación por inserción**

**Fuente:** (ARENAS, 2007)

Una Reparación Mayor de la Estructura, es la reparación que puede afectar substancialmente el peso, y balance, resistencia estructural, rendimiento (performance) diseño, operación del sistema propulsor, características de vuelo u otras condiciones que pueden afectar la aeronavegabilidad; o que no puede ser

realizada de acuerdo a prácticas aceptadas o que no se puede hacer por medio de operaciones elementales.

La reparación menor es simplemente una reparación que no sea mayor.

Existe también una reparación llamada Reparación general (overhaul) que consiste en un trabajo técnico aeronáutico programado que se ejecuta a una aeronave y/a sus componentes por haber cumplido el límite de tiempo operacional indicado por el fabricante y/o la autoridad, para llevarla a su condición de aeronavegabilidad original.

Las reparaciones de las siguientes partes de una estructura y la reparación de los siguientes tipos que comprendan: el aumento de resistencia, el aumento de refuerzos, empalmes y la fabricación de miembros estructurales primarios o sus reemplazos y cuando el reemplazo incluye remachar y/o soldar las partes afectadas, son reparaciones mayores estructurales.

- 1) De “sección central empalme de planos (box beams)”
- 2) De las alas “monocoque o semi-monocoque” o superficies de control
- 3) De los largueros o miembros de la cuerda del ala.
- 4) De las vigas.
- 5) De los “flanches de las vigas.”
- 6) De las partes de las vigas de tipo armazón.
- 7) De las almas de poco espesor de las vigas
- 8) De los miembros de la quilla y de la parte superior (lomo) de los cascos de bote o de los flotadores

Miembros de chapa corrugada sometidos a compresión los que actúan en forma equivalente al larguero de las alas o a los de las superficies de cola.

- 1) De las costillas principales y miembros sometidos a compresión del ala.
- 2) De los montantes de ala o de superficies de cola.
- 3) De la bancada de motor.
- 4) De los largueros de fuselaje.
- 5) De los miembros de los reticulados laterales, horizontales o mamparos.

- 6) Soportes de asiento principal para montantes.
- 7) De los montantes del tren de aterrizaje.
- 8) Ejes
- 9) Ruedas.
- 10) Esquíes y soportes para esquíes.

Las partes del sistema de control como: columna de control, pedales, ejes, compensadores o contrapesos externos de los alerones.

- 1) Reparaciones que comprendan la sustitución de material.
- 2) Reparación de áreas de metal o madera terciada dañadas que excedan de 15cm. (6 pulgadas) en cualquier dirección.
- 3) Reparaciones de partes del recubrimiento realizando soldaduras adicionales
- 4) Empalmes del recubrimiento.
- 5) Reparación de tres o más costillas adyacentes del ala o de la superficie de control, o el borde de ataque de alas y superficies de control entre esas costillas adyacentes.
- 6) Reparación del recubrimiento de tela en un área mayor que aquella requerida para reparar dos costillas adyacentes.
- 7) Reemplazo de telas de recubrimiento sobre partes cubiertas con tela tales como alas, fuselaje, estabilizador o superficies de control.
- 8) Reparaciones, incluyendo la re-localización de tanques de combustible y aceite ya sean integrales o removibles.

También se debe conocer que los daños que son objeto de reparación a las estructuras de las aeronaves tienen sus orígenes en daños accidentales (accidental damage - ad), daños por fatiga (fatigue damage - fd) y deterioro ambiental (environmental deterioration - ed), todos los daños sin excepción alguna deben ser identificados en su causa porque requieren ser bien valorados para definir, de numerosos y variados métodos de reparación, el ideal para corregir o mitigar el

daño, las reparaciones, necesitan un buen conocimiento de métodos y técnicas, para aplicarlas es necesario conocer que existen reparaciones típicas y específicas.

Las reparaciones típicas son aquellas que podemos emplear en varias aeronaves o en varias zonas de la estructura que se pueden aplicar cuando no están indicadas reparaciones específicas, las reparaciones típicas pueden usarse en combinación con varias formas de reparación, las reparaciones específicas son las indicadas para realizarse sobre un elemento estructural en particular para un daño definido por diseño, existen un conjunto de reparaciones específicas que incluso solo se aplican a una serie específica de aeronave y por lo tanto no se aplica en todos los casos

Otro aspecto importante que debemos conocer de las reparaciones estructurales, es que deben ser categorizadas en PERMANENTES Y/O TEMPORALES, esto en cumplimiento a la evaluación y análisis para su capacidad de tolerancia al daño, en cumplimiento de lo anterior las reparaciones deben ser clasificadas dentro de las siguientes categorías.

**CATEGORIA A:** Reparación de carácter permanente, para la cual las inspecciones por mantenimiento programado ya establecidas son suficientes y por tanto no se requieren de otras acciones complementarias.

**CATEGORIA B:** Reparación de carácter permanente, para la cual son necesarias inspecciones complementarias con un umbral y recurrencia definidas, además de las inspecciones existentes por mantenimiento programado.

**CATEGORIA C:** Reparación de carácter temporal, es decir que tiene tiempo limitado para ser reemplazada o re-trabajada dentro de un plazo determinado y para la cual pueden ser necesarias inspecciones complementarias con un umbral y recurrencia definidas.

### 2.2.7 Remache Trabajado o Fumado

El fenómeno conocido como "Remaches Fumando " es una condición en la que los remaches están demasiado sueltos, y se mueven durante el vuelo, produciéndose un efecto de rozamiento del remache contra el agujero, lo que produce la creación de aluminio en polvo, polvo que deja un rastro como de humo de tabaco, su condición más crítica es la producida por el efecto permanente de residuo negro alrededor del remache, ocasionando un deterioro de las partes en contacto produciéndose corrosión por rozamiento, corrosión galvánica por diferencia de potencial eléctrico, corrosión por exfoliación u otro tipo de corrosión debido a la acumulación de humedad y posteriormente la aparición de grietas.

Los remaches sueltos cuya vibración cíclica y por causa del efecto aerodinámico produce una serie de rayas (manchas) de negro detrás de la parte expuesta (cabeza de taller principalmente). Un remache fumado es progresivamente un deterioro corrosivo que afectara toda la junta remachada, este es el "otro modo de fracaso" que es independiente de la fuerza de los remaches, si el remache está suelto en el agujero, la carga por cizallamiento, luego se transfiere al siguiente remache y así sucesivamente, como el remache suelto no puede soportar las cargas, el remache fracasa por lo que ya no existe la transferencia de carga, pero el conjunto todavía puede funcionar (aunque débil) con los remaches restantes que han tomado la carga, la carga se redistribuye entre los remaches restantes, sin embargo, en la redistribución de la carga, en una junta múltiple no se puede contar y por lo tanto un fracaso en el agarre de un solo remache se constituye en el fracaso de la junta. (ARENAS, 2007)



**Figura 12 Remache Trabajado o Fumado**

**Fuente:** (ARENAS, 2007)

### **2.2.8 Daños producidos a una aeronave**

Los daños producidos a una aeronave son más habituales de lo que se puede pensar, por lo que en este artículo vamos a conocer el proceso que se sigue habitualmente cuando durante una inspección, se encuentra un daño.

En este artículo vamos a distinguir entre los daños producidos en vuelo y los daños producidos durante la operación en tierra.



**Figura 13 Inspección por daños**

**Fuente:** (Jorge, 2012)

### 2.2.9 Daños en vuelos.

Los daños producidos en vuelo suelen ser:

- Impacto por rayo (lightning strike)
- Impacto de pájaro (bird strike)
- Granizadas (hailstorm)

Generalmente, el suceso es reportado por la tripulación en el libro técnico, pero en muchas ocasiones se descubre durante la inspección pre-vuelo.

El primer paso a seguir en estos casos, es acudir al manual de mantenimiento (AMM: Aircraft Maintenance Manual). Allí bajo el capítulo ATA 05 (Inspections) vamos a encontrar el proceso de inspección a seguir dependiendo del tipo de impacto recibido.



**Figura 14 Inspección prevuelo**

**Fuente:** (Jorge, 2012)

Suelen ser inspecciones bastante complejas por lo que requiere bastante tiempo el completarlas, y la inspección se alargará todavía más si se encuentra algún daño en la aeronave.

### 2.2.10 Impacto por rayo

Una de las inspecciones más laboriosas es el caso de impacto por rayo, puesto que además de poder afectar estructuralmente a la aeronave, también puede dañar los equipos de la aeronave, sobre todo los de comunicaciones, ya que les puede introducir ruido parásito.

Básicamente todos los procesos de inspección comienzan de la misma manera, y es realizando una inspección visual general del avión (GVI: General Visual Inspección).

Para el caso del rayo, vamos a buscar el punto de entrada y el punto de salida, lo veremos porque existirán unas marcas negras de quemado. Los lugares más frecuentes de impacto son los más prominentes de la aeronave, como el morro, las tomas pitot, los motores, las puntas de ala y los estabilizadores, tanto vertical como horizontal.



**Figura 15 Daños de un rayo**

**Fuente:** (Jorge, 2012)

También aparecen frecuentemente en las puertas, ya sea de pasaje, de tren o de carga, y ocasionalmente en los cristales de cabina, en una ocasión pude ver como el cristal del primer oficial en un A-319, vino completamente “crackeado” debido a un impacto de rayo.





**Figura 16 Detalle del cristal crackeado**

**Fuente:** (Jorge, 2012)

Una vez concluida la inspección visual, en el caso de haber encontrado algún daño estructural, se tiene que acudir a otro manual, el SRM (Structural Repair Manual) y bajo el apartado de “Allowable damage lightning strike” se tiene que proceder al examen de dichos daños según los valores que en dicho manual se proporcionan para concluir si se puede despachar el avión con ese tipo de daños, si requiere alguna acción de reparación provisional antes del despacho y límite de tiempo hasta la reparación final, o si dicho daño no es despachable sin una reparación por parte del departamento de estructuras.

Finalizada la parte exterior, se pasa ahora al chequeo de los equipos tanto de navegación como de comunicaciones principalmente.

En el 99% de los casos, los equipos no suelen estar afectados por su avance tecnológico, las pruebas básicamente son test operacionales y funcionales, concluidos todos estos pasos, está listo el avión para el despacho. (Jorge, 2012)

### **2.2.11 Impacto de pájaro**

Otro posible caso es el impacto de pájaro, que suele suceder en bajas cotas como el despegue y aterrizaje, se llegan a dar casos de paradas de motor por ingestión de pájaros.

En este caso, volveremos a acudir al AMM bajo el ATA 05 (Inspections) pero esta vez en el apartado de inspección por impacto de pájaro (bird strike).



**Figura 17 Impacto de pájaros.**

**Fuente:** (Jorge, 2012)

En este incidente lo que se hace es buscar restos de sangre y plumas, remarco lo de sangre y plumas porque es muy habitual encontrarte en el fuselaje con manchas rojas, que no son más que grasa de lubricación de los trenes y controles de mando de vuelo, ya que tiene un color muy parecido a la sangre.

Es muy importante que en este caso se abran las compuertas de los trenes puesto que el impacto del pájaro puede ocurrir en el tránsito de extensión/retracción del tren, por lo que podría quedar alojado en alguno de los compartimentos del tren (wheel well) y a su vez haber provocado algún daño en las conducciones hidráulicas o neumáticas que allí se alojan.

También se van a buscar posibles restos en el fuselaje, pero sobretodo en la zona del “radome” y en los motores, el radome es una zona muy sensible puesto que está muy expuesta y está fabricado de un tipo de material no muy robusto, debido a que en su interior alberga la antena del radar meteorológico y tiene que tener las cualidades de permitir la emisión y recepción de los ecos producidos por dicha antena sin generar ninguna distorsión de los mismos.

En caso de impacto en el radome, es necesario inspeccionarle tanto por el exterior como por el interior. aunque no se aprecien grietas en el mismo es

recomendable proceder a lo que se conoce como un “tap test”, que consiste en coger un elemento sólido pequeño pero de un material como madera o plástico, para no dañar la pintura y proceder a dar pequeños golpecitos en la zona afectada por el impacto de un pájaro, observando posibles cambios en el sonido producido por el golpecito, esto mostraría una fractura interna en el material del radome, cuya despachabilidad se encuentran en el capítulo de AMM referido al radome.

Acto seguido se continúa con la inspección visual de posibles impactos llegando a la zona de motores, en esta zona hemos de buscar restos de pájaro en los álabes de fan que haya podido provocar el daño de los mismos, pero hemos de poner especial atención a la zona del “spinner” y la primera etapa del flujo primario, ya que si se encuentran restos en estas zonas hemos de sospechar que el pájaro ha sido ingerido por el flujo primario del motor lo que obligará a realizar una inspección boroscópica del mismo. (Jorge, 2012)



**Figura 18 Impacto de pájaros.**

**Fuente:** (Jorge, 2012)

En el peor de los casos, que es que haya sufrido una ingestión en ambos motores, o que hayan existido parámetros anormales (normalmente altas vibraciones), el avión se quedará en AOG (Aircraft On Ground) y se procederá a dicha prueba boroscópica inmediatamente.

La prueba consiste básicamente en introducir una pequeña cámara por el interior del motor y comprobar que no se ha producido daños en los compresores, cámaras

de combustión y turbinas, continuamos la inspección con la extensión de slats/flaps y la búsqueda de posibles daños de los mismos,

También es importante la inspección de los trenes, puesto que puede darse el caso de que el pájaro impacte contra alguno de los trenes dañando alguna de las líneas de hidráulico que allí se encuentran, o bien que el pájaro se quede allí encajado, pudiendo provocar el malfuncionamiento del tren.

Finalizamos la inspección con el resto del fuselaje y el empenaje de cola, en el caso de encontrar daños, nuevamente al igual que en el caso del impacto de rayo, tendremos que acudir al Structural Repair Manual, para proceder al examen y concluir si dicho daño está permitido por el constructor o si hay que realizarle un reparación antes del próximo vuelo.

Una vez finalizado todo el proceso procedemos al “Aircraft Released”.

### 2.2.12 Impacto por granizo



**Figura 19 Impacto por granizo**

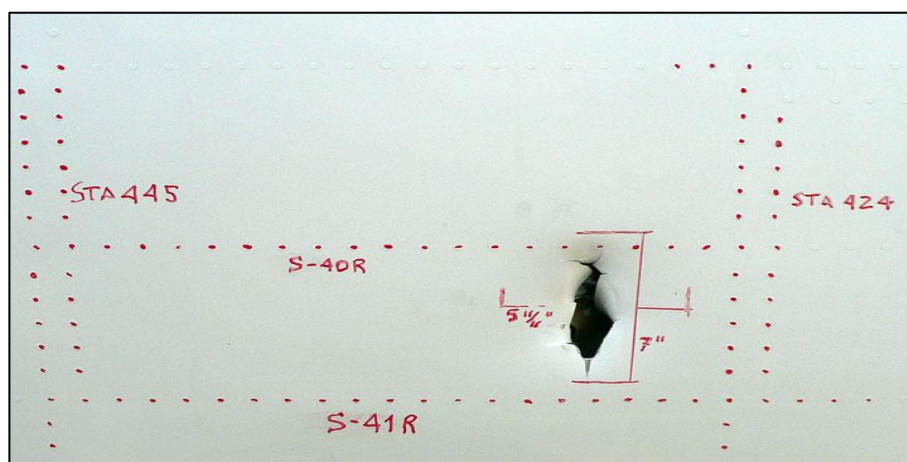
**Fuente:** (Jorge, 2012)

Por último, el último caso de impacto en vuelo es el caso de impacto por granizo, en este caso no voy a realizar el desarrollo de la inspección, puesto que en el capítulo de AMM se desarrolla dentro del mismo que el de impacto por pájaro. Simplemente, la diferencia es que en este caso lo que buscaremos son pequeñas abolladuras en la estructura del avión.

### 2.2.13 Daños en tierra

Una vez acabada la descripción de los posibles daños ocurridos en vuelo, solo nos queda explicar los daños ocurridos en tierra, el avión en tierra es asistido por una gran cantidad de vehículos manejados por humanos y en ocasiones se comete errores, dichos errores hacen que se le provoquen ocasionalmente daños a la aeronave, generalmente, los daños se ocasionan con la maquinaria de carga de maletas y carga, con las escaleras de pasaje, camiones de repostaje y un largo etcétera.

En este caso, se examinará el área donde se ha producido el daño, se acudirá al Structural Repair Manual y allí nos explicará si dicho daño se encuentra en unos límites aceptados por el fabricante para continuar la operación de la aeronave, el límite en tiempo o ciclos para su reparación final (si es necesaria) o si no se puede continuar la operación sin antes proceder a la reparación por parte del departamento de estructuras. (Jorge, 2012)



**Figura 20 Impacto por granizo**

**Fuente:** (Jorge, 2012)

### 2.2.14 Corrosión en materiales aeronáuticos.

La mayoría de los metales usados en la industria aeronáutica están sujetos a corrosión, el ataque puede tener lugar sobre una superficie metálica entera, o puede ser penetrante en los resquicios de los ensamblajes, ocasionando un ataque

localizado y generando picaduras profundas, o bien pueden los agentes corrosivos difundir en los límites de grano y provocar un ataque intergranular, los esfuerzos externos o las cargas existentes en la estructura metálica en conjunto con el ambiente atmosférico, pueden provocar mecanismos de degradación que combinados ocasionan agrietamientos del material por tensión y fatiga.

Existen otros materiales que pueden ayudar a que la corrosión inicie y es promovido por el contacto de los metales con materiales que absorben agua, tales como madera, esponja, goma, fieltro, la suciedad, la película de la superficie, etc., la corrosión se manifiesta de muchas formas diferentes, las cuales pueden identificarse en este tipo de industria; estas puede ser del tipo general o localizada.

**Corrosión Uniforme o General:** es el tipo más común que ocurre en la superficie de las aeronaves, y resulta de la reacción directa de la superficie de metal con el oxígeno en el aire, al no ser adecuadamente protegido, el acero inoxidable, aluminio, magnesio, y titanio entre otros, se oxidan y forman productos de corrosión, el ataque puede ser acelerado por las diferentes atmósferas en las que circulan las aeronaves.

**Corrosión galvánica:** es cuando se tienen metales distintos o de reactividad diferente, y al estar en contacto por un electrolito (líquido o gas continuo, trayectoria de pulverización de sal, gases de escape, condensado), puede uno de ellos reaccionar y ser el que represente al ánodo (corrosión) y el cátodo el material que no se degrada, el grado de ataque depende de la actividad relativa de las dos superficies, mayor es la diferencia en la actividad, más grave es el ataque, por ejemplo magnesio y sus aleaciones son muy activos y se corroen fácilmente, ellos requieren una máxima protección, la protección especial requerida es asegurar que la corrosión de metales disímiles no se presente.

**Corrosión intergranular:** es un ataque selectivo a lo largo de los límites de grano de aleaciones metálicas, y es el resultado de la falta de uniformidad en la estructura de la aleación, es particularmente característico de aleaciones de aluminio endurecidas por precipitación y algunos aceros inoxidables, las aleaciones de aluminio 2024 y 7075 que contienen cantidades apreciables de cobre y zinc

respectivamente, son muy vulnerables a este tipo de ataque, si no se les realiza adecuadamente el tratamiento térmico pueden ser susceptibles a este tipo de corrosión.

Existen algunos materiales en los que es difícil de detectar el tipo de corrosión presente, aun cuando se les haga análisis por ensayos no destructivos, el material puede presentar exfoliación o ampollamiento.

**Corrosión Asistida por esfuerzo:** (SCC siglas en inglés), esto resulta del efecto combinado de las tensiones de tracción estática y/o aplicada, a una superficie durante un período de tiempo bajo condiciones corrosivas, en general la susceptibilidad aumenta con el esfuerzo, particularmente a cargas que se aproximan al límite elástico, y al aumentar la temperatura, el tiempo de exposición y la concentración de componentes corrosivos en el ambiente circundante, remaches de aleación de aluminio empleados en la misma estructura de las aeronaves, en tornillos y pasadores cónicos del tren de aterrizaje, engranes y otros componentes, son ejemplos de partes que son susceptibles a la corrosión asistida por esfuerzo.

**Corrosión-Fatiga:** La fatiga por corrosión es un tipo de corrosión por esfuerzo resultante de esfuerzos cíclicos en un metal inmerso en un entorno corrosivo, la corrosión puede comenzar en la parte inferior de un defecto o picadura en una zona tensionada.

**Rozamiento y Fatiga – Corrosión:** Es una Corrosión de contacto, con un tipo limitado de ataque que se desarrolla cuando el movimiento relativo de pequeña amplitud tiene lugar entre cerrar y abrir componentes, el contacto de roce destruye la película protectora de los materiales que pueden estar presentes sobre la superficie metálica, y además, elimina las partículas pequeñas de metal virgen de la superficie, estas partículas actúan como un abrasivo y evitan la formación de una película protectora de óxido, y expone al material a la atmósfera, si las áreas de contacto son pequeñas y afiladas, profundos surcos semejantes a marcas o muescas de presión, pueden ser usados en la superficie de rozamiento.



**Figura 21 Tipos de corrosión en la industria aeronáutica**

**Fuente:** (C. Gaona Tiburcio, 2013)

El daño por corrosión para fuselajes de los aviones es un ejemplo de la corrosión atmosférica, un tema que se describe en detalle en un módulo separado. Aeropuertos ubicados en ambientes marinos merecen una atención especial en este contexto, el riesgo y el costo de los daños por corrosión son particularmente elevados tras el envejecimiento de las aeronaves, sólo en los Estados Unidos, la corrosión de las aeronaves es un problema de miles de millones de dólares, en algunos tipos de aeronaves militares, las horas de mantenimiento por la corrosión se sabe que superan las horas de vuelo.

### **2.2.15 Corrosión Asistida por Esfuerzo del Aluminio 2024-T351 en presencia de NaCl.**

Cuando existe un esfuerzo mecánico sobre un metal o aleación que se halle en un medio corrosivo, puede originarse el agrietamiento del material metálico y posteriormente su rotura, el esfuerzo mecánico puede ser debido a tensiones residuales o a tensiones externas, en cuyo caso puede tener lugar el agrietamiento por corrosión asistida por esfuerzo (CAE), o bien tratarse de esfuerzos alternados, dándose entonces el fenómeno de corrosión fatiga (CF).

La aleación de aluminio (AA) 2024-T351 es ampliamente utilizada en la industria de la Aeronáutica debido a su relativamente baja densidad, excelentes propiedades



mecánicas y buena resistencia a la corrosión, recientes estudios muestran el comportamiento electroquímico de esta aleación de aluminio.

El objetivo de este estudio fue determinar la susceptibilidad de la aleación al fenómeno de Corrosión Asistida por Esfuerzo (CAE). Este tipo de corrosión es muy peligrosa, se presenta cuando ciertos materiales son sometidos a la acción conjunta de esfuerzos de tracción y a un medio corrosivo específico, y estos sufren el fenómeno de corrosión asistida por esfuerzo presentándose la nucleación, crecimiento y propagación de fisuras a niveles muy bajos de esfuerzos mecánicos. CAE es un tipo de corrosión localizada, puesto que se puede propagar sin ningún daño visible, que pueda ser observado.

Se empleó para ello la técnica CERT (prueba a velocidades de extensión constante), ASTM G129,12 y la técnica de Ruido Electroquímico, la aleación se expuso a un medio agresivo de NaCl utilizando dos porcentajes (3.5 y 5%) a diferentes velocidades de deformación lenta, los especímenes ensayados fueron caracterizados por el microscopio óptico y el microscopio electrónico de barrido (MEB). (C. Gaona Tiburcio, 2013)

### **2.3 Seguridad en el mantenimiento de aeronaves**

Un moderno avión de transporte de pasajeros es una máquina muy compleja y sofisticada que requiere de una cuidada fabricación y de un exquisito mantenimiento para garantizar su perfecto funcionamiento, esas son las razones que han llevado a los altos niveles de seguridad alcanzados por la aviación actual y a su consiguiente éxito, por tanto, como son muchas las cosas que pueden fallar, no nos engañemos, antes de que un avión se considere disponible para realizar su misión, un numeroso grupo de profesionales especializados debe haber trabajado en tierra acumulando en él muchas horas de trabajo con objeto de garantizar su correcto funcionamiento.



**Figura 22 Seguridad en el Mantenimiento**

**Fuente:** hispaviacion 2012

Las aeronaves grandes y pesadas hacen difícil ver al personal de tierra cuando se hacen maniobras en el hangar o en el área de mantenimiento, vigile y comuníquese con el operador del avión para evitar accidentes en los que alguna persona pueda resultar golpeada o aplastada (ser atropellado por una rueda o golpearse contra un ala o la cola), nunca entre a la rampa ni a las áreas de operaciones sin primero obtener permiso del centro de control del aeropuerto.

Para evitar caídas, tenga cuidado de no tropezarse con las mangueras o cables conectados a la aeronave. Las áreas bien iluminadas brindan mayor seguridad. Vigile los bordes filosos del borde de ataque y los extremos de las alas, antenas puntiagudas, sondas y banderillas de aviso (“Remove Before Flight”) que sobresalen del avión, golpearse contra esas superficies o protuberancias filosas puede causar lesiones, cortadas o contusiones.

Manténgase dentro de las líneas de demarcación pintadas en el suelo y alejado del arco de la hélice del avión, entrar en contacto con una hélice, un rotor o una pieza giratoria expuesta de cualquier tipo puede causar lesiones graves, tenga el pelo atado y evite vestir ropa suelta o artículos de joyería para prevenir que se enreden en piezas en movimiento.

No se asome ni coloque las manos o los pies cerca de las tomas de aire de los motores, mantenga las herramientas alejadas del avión y recolecte cualquier basura

cercana al motor, si el motor arranca, usted puede resultar lesionado gravemente, o artículos pequeños pueden convertirse en proyectiles.



**Figura 23 Seguridad en el Mantenimiento**

**Fuente:** (Jorge, 2012)

Los aviones grandes requieren el uso de escaleras, plataformas y andamios para alcanzar las áreas de trabajo, cumpla con los lineamientos de seguridad para el uso de las escaleras, use un arnés de protección contra caídas cuando sea necesario, es posible que deba trabajar en áreas estrechas mientras da mantenimiento a un avión, evalúe las áreas de acceso al avión y las tareas a ejecutar en lugares estrechos y observe los procedimientos de seguridad para espacios reducidos cuando sea necesario.

Las sustancias químicas utilizadas en los aviones incluyen los lubricantes, los combustibles, fluidos quitadores de acabados, pinturas y disolventes, estas sustancias pueden estar concentradas y contener materiales peligrosos; use las hojas de datos de seguridad de materiales, las MSDS explican cómo manejar las sustancias químicas, así como su almacenaje y desecho correctos, y los equipos de protección personal necesarios para trabajar con seguridad, nunca fume en los alrededores de las áreas de mantenimiento de aviones, donde puede haber sustancias químicas y combustibles inflamables.

Las tareas de fabricación y reparación requieren el uso de herramientas tales como equipos de soldadura, taladros, remachadoras o esmeriladoras, dé mantenimiento

necesario a las herramientas y observe los procedimientos de seguridad, al mover partes o materiales grandes y voluminosos de aviones, use dispositivos de ayuda o pida ayuda para levantarlos sin peligro, use las buenas prácticas ergonómicas, tales como pequeños descansos frecuentes de 30 segundos y alternar las tareas para prevenir la fatiga y las lesiones.

## **2.4 Normas de seguridad**

Los accidentes en la Aviación Comercial han ocasionado, a través de toda su existencia, enormes pérdidas materiales y mucho más significativo e irreparable, han costado numerosas vidas, todo esfuerzo en la Prevención de Accidentes significa, en resumen, lograr con los mismos medios puestos a nuestra disposición, una mayor eficiencia operativa.

Entrega del protector a cada usuario.

- Le responsabilidad de la empresa es proporcionar los EPP adecuados; la del trabajador es usarlos.
- El único EPP que sirve es aquel que ha sido seleccionado técnicamente y que el trabajador usa durante toda la exposición al riesgo.
- Capacitación respecto al riesgo que se está protegiendo.
- Responsabilidad de la línea de supervisión en el uso correcto y permanente de los EPP.
- Es fundamental la participación de los supervisores en el control del buen uso y mantenimiento de los EPP.
- El supervisor debe dar el ejemplo utilizándolos cada vez que este expuesto al riesgo.

## **2.5 Equipos de protección personal**

Comprenden todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que emplea el trabajador para protegerse contra posibles lesiones los equipos de protección personal (EPP) constituyen uno de los conceptos más básicos en cuanto

a la seguridad en el lugar de trabajo y son necesarios cuando los peligros no han podido ser eliminados por completo o controlados por otros medios. (JRSM, 2013)



**Figura 24 Seguridad en el Mantenimiento**

**Fuente:** (JRSM, 2013)

Las empresas deberán proporcionar a sus trabajadores, los equipos e implementos de protección necesarios, no pudiendo en caso alguno cobrarles su valor.

### **2.5.1 Los cascos de protección**

Es una prenda para cubrir la cabeza del usuario, que está destinada esencialmente a proteger la parte superior de la cabeza contra heridas producidas por objetos que caigan sobre el mismo.



## **Figura 25 Cascos de seguridad**

**Fuente:** (JRSM, 2013)

Para conseguir esta capacidad de protección y reducir las consecuencias destructivas de los golpes en la cabeza, el casco debe estar dotado de una serie de elementos que posteriormente se describirán, cuyo funcionamiento conjunto sea capaz de cumplir las siguientes condiciones:

- Limitar la presión aplicada al cráneo, distribuyendo la fuerza de impacto sobre la mayor superficie posible.
- Desviar los objetos que caigan, por medio de una forma adecuadamente lisa y redondeada.
- Disipar y dispersar la energía del impacto, de modo que no se transmita en su totalidad a la cabeza y el cuello.
- Los cascos utilizados para trabajos especiales deben cumplir otros requisitos adicionales, como la protección frente a salpicaduras de metal fundido (industrias del hierro y del acero), protección frente a contactos eléctricos, entre otros.

Esencialmente, tenemos los siguientes tipos de cascos protectores:

### **2.5.1.1 Casquete**

Elemento de material duro y de terminación lisa que constituye la forma externa general del casco.

### **2.5.1.2 Visera**

Es una prolongación del casquete por encima de los ojos.

### **2.5.1.3 Ala**

Es el borde que circunda el casquete.

### **2.5.1.4 Arnés**

Es el conjunto completo de elementos que constituyen un medio de mantener el casco en posición sobre la cabeza y de absorber energía cinética durante un impacto.

#### **2.5.1.5 Banda de cabeza**

Es la parte del arnés que rodea total o parcialmente la cabeza por encima de los ojos a un nivel horizontal que representa aproximadamente la circunferencia mayor de la cabeza.

#### **2.5.1.6 Banda de nuca**

Es una banda regulable que se ajusta detrás de la cabeza bajo el plano de la banda de cabeza y que puede ser una parte integrante de dicha banda de cabeza.

#### **2.5.1.7 Barboquejo**

Es una banda que se acopla bajo la barbilla para ayudar a sujetar el casco sobre la cabeza. Este elemento es opcional en la constitución del equipo, y no todos los cascos tienen por qué disponer obligatoriamente de él.

### **2.5.2 Los protectores auditivos**

Son equipos de protección individual que, debido a sus propiedades para la atenuación de sonido, reducen los efectos del ruido en la audición, para evitar así un daño en el oído.



**Figura 26 Protección Auditiva**

**Fuente:** (JRSM, 2013)

Esencialmente, tenemos los siguientes tipos de protectores:

#### **2.5.2.1 Orejeras**

Consisten en casquetes que cubren las orejas y que se adaptan a la cabeza por medio de almohadillas blandas, generalmente rellenas de espuma plástica o líquido.

#### **2.5.2.2 Casquetes**

Se forran normalmente con un material que absorba el sonido, están unidos entre sí por una banda de presión (arnés), por lo general de metal o plástico, a veces se fija a cada casquete, o al arnés cerca de los casquetes, una cinta flexible, esta cinta se utiliza para sostener los casquetes cuando el arnés se lleva en la nuca o bajo la barbilla.

#### **2.5.2.3 Cascos anti-ruido**

Son cascos que recubren la oreja, así como una gran parte de la cabeza, permiten reducir además la transmisión de ondas acústicas aéreas a la cavidad craneana, disminuyendo así la conducción ósea del sonido al oído interno.

#### **2.5.2.4 Orejeras acopladas a casco**



Consisten en casquetes individuales unidos a unos brazos fijados a un casco de seguridad industrial, y que son regulables de manera que puedan colocarse sobre las orejas cuando se requiera.

#### 2.5.2.5 Tapones

Son protectores auditivos que se introducen en el canal auditivo o en la cavidad de la oreja, destinados a bloquear su entrada, A veces vienen provistos de un cordón interconector o de un arnés.

### 2.5.3 Las gafas, careta o anteojos

Protegen la cara y los ojos, dependiendo de la tarea y los materiales con que trabaja.



**Figura 27 Protección visual**

**Fuente:** (JRSM, 2013)

Tipos de gafas de protección, cuando el protector sólo protege los ojos.

#### 2.5.3.1 Gafas de montura universal

Son protectores de los ojos cuyos oculares están acoplados a/en una montura con patillas (con o sin protectores laterales).

#### 2.5.3.2 Gafas de montura integral

Son protectores de los ojos que encierran de manera estanca la región orbital y en contacto con el rostro.

Aparte de para el riesgo contra el que están diseñadas (impactos, polvo fino y gases, líquidos, radiaciones o polvo grueso), las gafas de protección se clasifican en función de los siguientes elementos:

Según el tipo de montura se tienen las siguientes categorías:

- Universal simple
- Universal doble
- Integral simple
- Integral doble
- Adaptables al rostro
- Tipo cazoleta
- Suplementaria

Según el sistema de sujeción, se tiene:

- Por atillas laterales
- Por anda de cabeza
- Acopladas a casco
- Por arnés

Según el sistema de ventilación pueden ser con ventilación o sin ventilación.

Según la protección lateral pueden ser con protección lateral o sin protección lateral.

Según el material del protector, se tiene:

- Cristal mineral
- Orgánico
- Malla

Según su clase óptica pueden ser tipo 1,2 o 3 (ordenadas de mayor a menor calidad óptica)

Según sus características ópticas pueden ser correctoras o no.

### **2.5.3.3 Pantallas de protección**

Cuando además de los ojos, el protector protege parte o la totalidad de la cara u otras zonas de la cabeza

### **2.5.3.4 Pantalla facial**

Es un protector de los ojos que cubre la totalidad o una parte del rostro.

### **2.5.3.5 Pantalla de mano**

Son pantallas faciales que se sostienen con la mano.

### **2.5.3.6 Pantalla facial integral**

Son protectores de los ojos que, además de los ojos, cubren cara, garganta y cuello, pudiendo ser llevados sobre la cabeza bien directamente mediante un arnés de cabeza o con un casco protector.

### **2.5.3.7 Pantalla facial montada**

Este término se acuña al considerar que los protectores de los ojos con protección facial pueden ser llevados directamente sobre la cabeza mediante un arnés de cabeza, o conjuntamente con un casco de protección.

Aparte de para el riesgo contra el que están diseñadas (calor radiante, salpicaduras de líquidos, arco eléctrico de cortocircuito, radiaciones U.V. e I.R., impactos, salpicaduras de metal fundido y soldadura), las pantallas de protección se clasifican en función de los siguientes elementos:

Según los datos relativos a la montura del protector:

Según el tipo de montura, se tienen las siguientes categorías:

- Soldadura
- Textil con recubrimiento reflectante

- Otras

Según el marco o mirilla, se tiene:

- Ninguno
- Fijo

Móvil

- Sujetadas a mano
- Por arnés
- Acopladas a casco de seguridad
- Acopladas a dispositivo respiratorio

Según los datos relativos al visor:

Según el material del visor, se tiene:

- Plástico
- Malla de alambre
- Malla textil

Según su clase óptica pueden ser tipo 1, 2 o 3 (ordenadas de mayor a menor calidad óptica)

#### **2.5.4 Protección de manos y brazos.**

Los guantes que se doten a los trabajadores, serán seleccionados de acuerdo a los riesgos a los cuales el usuario este expuesto y a la necesidad de movimiento libre de los dedos, deben ser de la talla apropiada y mantenerse en buenas condiciones, no deben usarse guantes para trabajar con o cerca de maquinaria en movimiento o giratoria.

##### **2.5.4.1 Guantes de cuero o lona**

Para la manipulación de materiales ásperos o con bordes filosos.

##### **2.5.4.2 Guantes y mangas resistentes al calor**

Para revisar trabajos de soldadura o fundición donde haya el riesgo de quemaduras con material incandescente.

#### **2.5.4.3 Guantes de material aislante**

Para trabajos eléctricos.

#### **2.5.4.4 Guantes largos de hule o de neopreno**

Para manipular sustancias químicas.



**Figura 28 Protección de manos**

**Fuente:** (JRSM, 2013)

### **2.5.5 Protección de pies y piernas.**

El calzado de seguridad debe proteger el pie de los trabajadores contra humedad y sustancias calientes, contra superficies ásperas, contra pisadas sobre objetos filosos y agudos y contra caída de objetos, así mismo debe proteger contra el riesgo eléctrico.

Tipos de calzado:

#### **2.5.5.1 Calzado de cuero con puntera de metal**

Debe dotarse para trabajos donde haya riesgo de caída de objetos contundentes tales como lingotes de metal, planchas, etc.

#### **2.5.5.2 Calzado debe ser de cuero**

Para trabajos eléctricos sin ninguna parte metálica, la suela debe ser de un material aislante.

#### **2.5.5.3 Botas de goma con suela antideslizante**

Se usarán para trabajos en medios húmedos.

#### **2.5.5.4 Polainas de seguridad**



**Figura 29 Protección de pies**

**Fuente:** (JRSM, 2013)

Para proteger las piernas contra la salpicadura de metales fundidos se dotará de, las cuales deben ser resistentes al calor.

Para trabajos con metales fundidos o líquidos calientes el calzado se ajustará al pie y al tobillo para evitar el ingreso de dichos materiales por las ranuras.

#### **2.5.6 Ropa protectora**

Es la ropa especial que debe usarse como protección contra ciertos riesgos específicos y en especial contra la manipulación de sustancias cáusticas o corrosivas y que no protegen la ropa ordinaria de trabajo.

Tipo de ropa protectora:

#### **2.5.6.1 Los vestidos protectores y capuchones**

Para los trabajadores expuestos a sustancias corrosivas u otras sustancias dañinas serán de caucho o goma, para trabajos de función se dotan de trajes o mandiles de asbesto y últimamente se usan trajes de algodón aluminizado que refracta el calor.



**Figura 30 Ropa de trabajo**

**Fuente:** (Bocanegra, 1998)

#### **2.5.6.2 Mandiles de plomo**

Para trabajos en equipos que emiten radiación (rayos x).

#### **2.5.7 Cinturones de seguridad para trabajo en altura**

Son elementos de protección que se utilizan en trabajos efectuados en altura, para evitar caídas del trabajador, para efectuar trabajos a más de 1.8 metros de

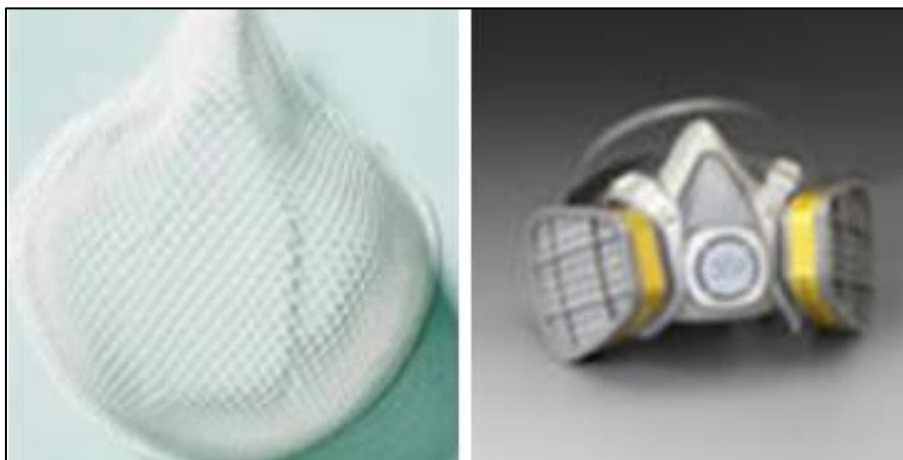
altura del nivel del piso se debe dotar al trabajador de Cinturón o Arnés de Seguridad enganchados a una línea de vida.



**Figura 31 Cinturones de seguridad**

**Fuente:** (Bocanegra, 1998)

### 2.5.8 Equipo de respiración



**Figura 32 Equipos de respiración**

**Fuente:** (Bocanegra, 1998)

Para controlar el polvo proveniente de operaciones de esmerilado o lijado, ningún respirador es capaz de evitar el ingreso de todos los contaminantes del aire a la zona de respiración del usuario, ayudan a proteger contra determinados contaminantes presentes en el aire, reduciendo las concentraciones en la zona de respiración por debajo del TLV u otros niveles de exposición recomendados, el uso



inadecuado del respirador puede ocasionar una sobre exposición a los contaminantes provocando enfermedades o muerte.

Estos respiradores no suministran oxígeno, no use respiradores de presión negativa o positiva con máscara de ajuste facial si existen barbas u otras porosidades en el rostro que no permita el ajuste hermético.

Tipos de respiradores:

#### **2.5.8.1 Respiradores de filtro mecánico**

Polvos y neblinas.

#### **2.5.8.2 Respiradores de cartucho químico**

Vapores orgánicos y gases.

#### **2.5.8.3 Máscaras de depósito**

Cuando el ambiente está viciado del mismo gas o vapor.

### **2.5.9 Equipo de protección anti caídas.**



**Figura 33 Equipos de protección anticaída.**

**Fuente:** (COMPANY, 2017)

Es un equipo de protección individual (EPI) que protege a la persona ante el riesgo de caídas en altura, su finalidad es sostener y frenar el cuerpo del usuario en

determinados trabajos u operaciones con riesgo de caída, evitando las consecuencias derivadas de la misma (distancia de caída mínima, fuerza de frenado adecuada para evitar lesiones corporales, postura del usuario adecuada después del frenado, entre otros), este tipo de equipo de protección individual debe utilizarse cuando el riesgo de caída en altura no se pueda evitar con medios técnicos de protección colectiva.

Los sistemas de sujeción en posición de trabajo están destinados a sostener al trabajador en altura y nunca deben utilizarse para la parada de las caídas, hay que recalcar que un cinturón, con o sin elementos de amarre incorporados, no protege contra las caídas de altura y sus efectos.

Un sistema anticaída consta de un arnés, un componente de conexión (por ejemplo, un absorbedor de energía), y un elemento de amarre.

#### **2.5.9.1 Arnés antiácido**

Es un dispositivo de prensión del cuerpo destinado a detener las caídas.

Puede estar constituido por bandas, elementos de ajuste, hebillas y otros elementos, dispuestos y ajustados de forma adecuada sobre el cuerpo de una persona para sujetarla durante una caída y después de la parada de esta.

#### **2.5.9.2 Elementos de amarre**

Un elemento de amarre es un componente de un sistema anticaída. Puede ser una cuerda de fibras sintéticas, un cable metálico o una banda.

#### **2.5.9.3 Componentes de conexión**

Adoptan formas muy variadas.

#### **2.5.9.4 Conectores**

Un conector es un componente de un sistema anticaída, que permite unir entre sí los diferentes componentes que forman dicho sistema. Puede ser un mosquetón o

un gancho (conector con mecanismo de cierre automático y de bloqueo automático y manual).

#### **2.5.9.5 Los conectores con bloqueo manual**

Solo son apropiados cuando el usuario no tenga que conectar y retirar el gancho repetidas veces durante la jornada de trabajo.

#### **2.5.9.6 Absorbedor de energía**

Es un componente de un sistema anticaída, que garantiza la parada segura de una caída en altura en condiciones normales de utilización, equipo que, mediante su deformación o destrucción, absorbe una parte importante de la energía desarrollada en la caída, para su uso requieren un punto de anclaje seguro con una distancia libre mínima necesaria debajo del usuario que es la suma de la distancia de parada y una distancia suplementaria de 2,5m.

Dispositivo anticaída retráctil: Un dispositivo anticaída retráctil es un dispositivo con una función de bloqueo automático y un sistema automático de tensión y de retroceso para el elemento de amarre, puede llevar incorporado un elemento de disipación de energía, dicho elemento de amarre retráctil puede ser un cable metálico, una banda o una cuerda de fibras sintéticas.

El dispositivo anticaída retráctil puede llevar incorporado un elemento de disipación de energía, bien en el propio dispositivo anticaída o en el elemento de amarre retráctil.

Dispositivo anticaída deslizante: Dispositivo provisto de una función de bloqueo automático y un elemento de guía, el dispositivo anticaída deslizante se desplaza a lo largo de la línea de anclaje, acompaña al usuario sin requerir intervención manual durante los cambios de posición hacia arriba o hacia abajo y se bloquea automáticamente sobre la línea de anclaje cuando se produce una caída.

#### **2.5.9.7 Dispositivo anticaída deslizante sobre línea de anclaje regida**

Equipo formado por una línea de anclaje regida y un dispositivo anticaída deslizante con bloqueo automático que está unido a la línea de anclaje regida, dicha línea de anclaje regida puede ser un cable metálico y se fija en una estructura de forma que queden limitados los movimientos laterales de la línea.

Un elemento de disipación de energía puede estar incorporado en el dispositivo anticaída deslizante o en su línea de anclaje.

Dispositivo anticaída deslizante sobre línea de anclaje flexible, equipo formado por una línea de anclaje flexible y un dispositivo anticaída deslizante con bloqueo automático que está unido a la línea de anclaje flexible, dicha línea de anclaje flexible puede ser una cuerda de fibras sintéticas o un cable metálico y se fija a un punto de anclaje superior.

Un elemento de disipación de energía puede estar incorporado en el dispositivo anticaída deslizante o en su línea de anclaje. (SAFETY, 2017)



**Figura 34 Equipos de protección anticaída.**

**Fuente:** (SAFETY, 2017)

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TEMA.

El capítulo siguiente se describe los diferentes procedimientos a seguir para la inspección estructural del avión Fairchild FH-227, así como el uso de los equipos y herramientas y el sistema de protección anticaída, que se utilizó en el presente proyecto técnico.

El paso más importante es realizar una inspección estructural del avión con la implementación de un equipo de protección anticaída para aviación, ya que el avión Fairchild tiene una altura de 8.4m., y la inspección estructural conlleva riesgos de sufrir una caída y tener graves lesiones del estudiante y docente.

#### 3.1 Estudio de alternativas.

Para el estudio de estas alternativas se considera los diferentes parámetros para realizar la inspección de avión Fairchild fh-227. Perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

##### 3.1.1 Descripción de Alternativas.

##### 3.1.2 Primera alternativa.



### **Figura 35 Inspección con escaleras**

**Fuente:** (International, 2008)

Al realizar un análisis sobre el tema impuesto, en la primera alternativa se menciona inspeccionar la parte estructural del avión Fairchild FH-227 utilizando solo las escaleras y se pudo dar cuenta que es peligroso realizar esta tarea sin un equipo de protección.

#### **3.1.3 Segunda alternativa.**

En vista que al realizar una inspección estructural del avión Fairchild FH-227 conlleva un peligro de sufrir una caída, es por ello que se investigó sobre los diferentes sistemas de seguridad anticaída que se puede optar al realizar esta inspección.

Realizada la investigación se encontró que en el mercado existen dispositivos apropiado para realizar estas inspecciones en las aeronaves de forma segura, pero estos dispositivos de seguridad son muy costosos y en el país no disponen a la venta, se los puede conseguir bajo pedido.



**Figura 36 Equipos de protección anticaída**

**Fuente:** (SAFETY, 2017)

### 3.1.4 Tercera alternativa.

Buscar un dispositivo en el país que preste la seguridad necesaria, al realizar estas inspecciones estructurales en las aeronaves, que sea de bajo costo, y se buscó unas ventosas que soportan varios quilogramos de peso.



**Figura 37 Equipos de protección anticaída**

### 3.1.5 Análisis de la Factibilidad.

Al considerar mi tema planteado, la inspección estructural del avión Fairchild FH – 227 con un sistema de protección anticaída, se optó por la tercera alternativa ya que se investigó otros mecanismos y elementos que puedan brindar la seguridad necesaria al tecnólogo al momento de realizar esta inspección, y que sea de bajo costo.

### 3.1.6 Implementación del equipo de succión.



**Figura 38 Implementación del equipo de protección.**

Una vez analizado las alternativas para la inspección del avión Fairchild FH-227, se buscó un dispositivo de succión por medio de ventosas que preste buena adherencia en las superficies de la estructura del avión.

Se consiguió un soporte con tres ventosas que soportan 100 kg de peso, apto para soportar el peso de una persona y en caso de sufrir algún resbalón el técnico no se impacte contra el piso agresivamente sufriendo lesiones en alguna parte de su cuerpo.

### 3.1.7 Implementación, propósito y uso del equipo de protección.

Los arnés es básicamente un componente de un sistema personal para detección de caídas, también puede usarse para restringir la posición y el desplazamiento cuando se poseen los medios de sujeción apropiados.

Las correas del arnés están dispuestas de modo que el torso quede sujeto a las fuerzas de detección de la caída se distribuya entre los músculos, el tórax y los hombros del técnico que está realizando la inspección del avión.





**Figura 39 Implementación de las correas y arnés.**

## **3.2 Inspección estructural del Fairchild.**

### **3.2.1 Aplicación de Ensayos No Destructivos (N.D.I.).**

Para la aplicación del E.N.D en la estructura se tomaron en cuenta los siguientes métodos:

- Inspección Visual
- Líquidos penetrantes

Las cuales se emplean para detectar y evaluar las discontinuidades abiertas a la superficie.

### **3.2.2 Líquidos Penetrantes.**

Este tipo de método no destructivo se lo realiza en componentes donde es difícil de detectarse las discontinuidades superficiales con la inspección visual.

Como su nombre lo indica este método consiste en aplicar líquidos penetrantes al objeto de prueba, con un tinte visible o fluorescente.

A los componentes que se les desea hacer la prueba deben estar completamente limpios, despintados y libres de cualquier impureza que altere el resultado, por lo que se procede ya sea a despintar y/o lavar a las piezas, posteriormente hay que ponerlas a secar, de inmediato se les aplica el líquido

fluorescente, se lo deja actuar por el tiempo que establezca el fabricante del líquido el cual es aplicado, la mayoría actúan de entre 10 a 20 minutos.

Una vez que haya actuado el líquido se procede a lavar con abundante agua de igual manera se lo deja secar.

Cuando existe una discontinuidad en el objeto se puede observar que esta se muestra de forma fluorescente, debida a que el líquido visible o fluorescente penetra en la discontinuidad.



**Figura 40 Aplicación del líquido penetrante.**

Esta observación se la puede hacer únicamente a la vista, pero para un mayor resultado se puede hacer uso de a luz ultravioleta ya que esta muestra con mayor claridad las discontinuidades teñidas del líquido, para este proceso se basó en el manual de secuencia de inspección por líquidos penetrantes del ITSA elaborado por el Sr Valverde Cristian y aprobado por el Tlgo. Cedillo Ulises. (ANEXO A)



**Figura 41 Estructura del fuselaje corregida.**

### **3.2.3 Inspección Visual.**

La inspección se la lleva de forma inmediata en la estructura del avión Fairchild FH, ya que esta inspección es el primer método de ensayo no destructivo, que consiste en la visualización directa o en conjunto con otras ayudas como: magnificadores, horóscopos y herramientas de medición siguiendo los procedimientos de cada fabricante.



**Figura 42**

#### **Inspección visual directa.**

Con este método se pudo inspeccionar casi todos los componentes en cierto grado, cabe recalcar, ya que únicamente pueden ser evaluados los elementos de forma superficial, teniendo como resultado rajaduras, doblamientos y corrosión en diferentes áreas.



**Figura 43 Inspección visual del ala**

No es una inspección muy compleja ya que se la realiza con la vista, es decir a través del ojo humano, no requiere de equipos sofisticados ya que los fallos son detectados de inmediato en la superficie de cada componente.



**Figura 44 Inspección visual.**

Para la inspección del avión Fairchild en primer lugar se procede desde las partes inferiores, es decir las partes que se puede apreciar desde el suelo.



**Figura 45 Inspección visual parte frontal.**

En esta inspección se va viendo paso a paso toda la estructura, comenzando desde la parte frontal del Avión girando toda la superficie.



**Figura 46 Inspección visual**

En esta inspección se puede notar que faltan remaches en algunos lados de la piel del avión, así como partes corroídas, y desprendidas. (ANEXO A).



**Figura 47 Inspección visual parte posterior**

En la parte posterior se puede notar que faltan remaches y presenta pequeñas aberturas.



**Figura 48 Inspección visual parte posterior**

También presenta pequeños golpes en la piel de su envergadura.



**Figura 49**

**Inspección envergadura.**

En los case de los motores se pude apreciar golpes y oxidaciones del material por falta de mantenimiento, así como pequeños agrietamientos. (ANEXO B)



**Figura 50 Inspección visual del case**

Una vez realizada la inspección por la parte baja, se procedió a la inspección en la parte superior, utilizando el equipo de protección personal y el equipo de protección anticaída para este propósito. (ANEXO C).



**Figura 51 Instalación del equipo de seguridad.**

Para ello se debe colocar respectivamente el equipo de protección como es el arnés y la línea de vida, se debe regular la distancia para que si se presenta un evento adverso no se tenga inconvenientes de sufrir una lesión.



**Figura 52 Instalación del equipo de seguridad.**

Una vez arriba del avión Fairchild FH – 227 se procede a limpiar bien la superficie donde se va a colocar la ventosa de agarre, realizada esto se coloca firmemente la ventosa, comprobando que su adherencia sea la adecuada, para en este punto colocar la línea de vida por un extremo y por el otro extremo se coloca el arnés que se encuentra en la persona que va a realizar la inspección.





**Figura 53 Instalación del equipo de seguridad.**

Como se puede ver la parte superior se encontraba bastante deteriorada en los alerones y también hace falta remaches encontrándose partes elevadas.



**Figura 54 Instalación del equipo de seguridad.**

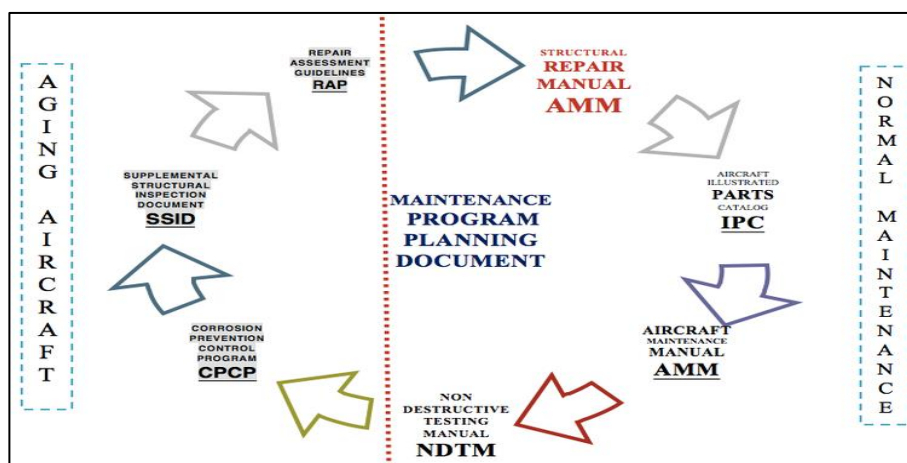
### **3.3 Soluciones de reparación en los problemas encontrados.**

Para realizar las reparaciones encontradas en el avión Fairchild FH-227 se debe tener presente el manual de mantenimiento producido y expedido por el fabricante de la aeronave y aprobado por la autoridad reguladora de aviación, que describe en detalle las reparaciones específicas que están aprobadas para la estructura de una aeronave en particular, es traspasado al dueño, mantenedor y/o operador cuando se entrega la aeronave y cubre la mayoría de los potenciales escenarios de daños,

desde daño simple o menores afectaciones como la caída de rayos, grietas y pandeo, hasta algunos daños complejos.

El daño a la estructura del avión es a menudo causado por la corrosión, la erosión, el estrés normal, los accidentes e incidentes, a veces la estructura de la aeronave requiere modificaciones con un extenso re-trabajo estructural, por ejemplo, la instalación de winglets en aviones no sólo reemplaza una punta del ala con una aleta, sino que también requiere un amplio refuerzo de la estructura del ala para poder llevar tensiones adicionales. (C. Gaona Tiburcio, 2013)

Existen numerosos y variados métodos de reparación de metal para las partes estructurales de una aeronave, pero ningún conjunto de patrones específicos de reparación se aplica en todos los casos, el problema de la reparación de una sección dañada por lo general se resuelve mediante la duplicación de la pieza original en la fuerza, tipo de material, y las dimensiones, para realizar una reparación estructural, el técnico de la aeronave necesita un buen conocimiento de trabajo, de métodos y técnicas de formación.



**Figura 55** El SRM manuales para mantenimiento de aeronaves

**Fuente:** (C. Gaona Tiburcio, 2013)

Los remaches fumados pueden ser aceptables para un servicio continuo durante períodos de tiempo cortos, limitado en las condiciones descritas el manual de reparaciones estructurales de la aeronave, los remaches fumados, si no se reparan, ocasionaran un daño adicional a la piel y la estructura.

Con la ayuda de un taladrado de agujeros con el diámetro de broca apropiado se realiza el agujero y se instala el remache.

Chequear siempre la condición de remaches fumados y corrija este daño lo antes posible, los remaches fumados; mientras más tiempo permanezcan en servicio más daño se causa al agujero, la capacidad del remache para transmitir la tensión a través de la estructura se ve obstaculizada dañando miembros estructurales.

Una correcta inspección para detectar remaches fumados deberá llevarse a cabo antes de los procesos de lavado y limpieza de la aeronave, el lavado y la limpieza borran evidencia importante.

Las indicaciones en la pintura como las escamas, fisuras o desprendimiento alrededor de los sujetadores también es evidencia que debe evaluarse.

Un criterio importante para remaches de aeronaves es su capacidad para resistir daños por vibración, la vida a fatiga de las uniones depende de la capacidad de los remaches para resistir el daño de la vibración.

La vida de fatiga de un ensamble estructural depende de la correcta instalación del remache, no sustituir remaches si no se entiende la diferencia entre uniones a corte (shear) y aplastamiento (bearing) críticos, la vida de fatiga será pobre si se equivoca.

Un remache de trabajo, tiene movimiento bajo tensión estructural, pero no se ha aflojado tanto para que se pueda ver el movimiento, esta condición puede ser detectada a veces por una capa oscura, residuos grasientos o daños en la pintura alrededor de las cabezas del remache, ejerza presión con los dedos alrededor de la lámina y verifique separación. (Por instalación no debe ser superior a 0.002").

Los remaches del tipo "CIEGO" tienden a aflojarse más fácilmente que los remaches sólidos, por lo tanto, son más propensos al efecto "Remache Fumado".

Los remaches del tipo "CIEGO" son menos durables en fatiga y vibración que los remaches sólidos.

Los remaches del tipo "CIEGO" deben evitarse en las entradas de aire (no son utilizados en el diseño original).

Los remaches del tipo “CIEGO” requieren mejor preparación del agujero. Los agujeros deben estar dentro de la tolerancia.

Los remaches del tipo “CIEGO” sólo deben utilizarse en "condiciones sin opción". Estos remaches se evitan en las aplicaciones de la piel a presión con carga cíclica. (Zonas presurizadas).

Los remaches sólidos llenan mejor el agujero, un remache ciego no crea el ajuste de apriete que un remache sólido si hace.



**Figura 56. Remaches defectuosos.**

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- Se recopiló información relevante de los diferentes daños estructurales en la inspección, como también la seguridad que se debe tener al realizar estos mantenimientos en las aeronaves.
- Se seleccionó la mejor alternativa para realizar la inspección del avión Fairchild FH- 227 utilizando los equipos de seguridad apropiados.
- Se logró realizar la inspección de la estructura del avión Fairchild FH-227 utilizando el equipo de seguridad anticaídas protegiendo la integridad del personal designado.

#### **5.2 RECOMENDACIONES**

- Al recopilar toda la información referente a los múltiples daños estructurales en las aeronaves, como también de equipos de seguridad personal, que sean de fuentes confiables en especial de manuales de mantenimiento aeronáutico.
- Es muy importante seleccionar las mejores alternativas para la inspección del avión Fairchild FH- 227 utilizando el equipo de seguridad anticaídas ya que de esto depende de gran manera el desarrollo del proyecto.
- Realizar la inspección de la estructura del avión Fairchild FH-227 utilizando el equipo de seguridad anticaída apropiadamente, para garantizar las tareas de mantenimiento.

## GLOSARIO

**Sistemas anticaída:** Son equipos de protección individual utilizados cuando el trabajador realiza trabajos en altura y existe un riesgo de caída en altura.

**Boroscópica:** las inspecciones boroscópicas son el paso final en el proceso de identificación de un posible problema interno.

**Cizallamiento:** Deformación lateral que se produce por una fuerza externa. También llamado corte, cortadura.

**Corrugada:** El acero corrugado, es una clase de acero laminado diseñado especialmente para construir elementos estructurales de hormigón armado.

**Damage: DAÑAR:** Causar mal, daño o perjuicio

Degradación: deterioro de algo por disminución o pérdida de sus cualidades

**Empenaje:** Se denomina cola o empenaje a la parte posterior de un avión donde suelen estar situados el estabilizador horizontal y estabilizador vertical

**Environmental deterioration: DETERIORO AMBIENTAL:** es la desintegración de la tierra a través del consumo de bienes, por ejemplo, el aire, el agua y el suelo; la destrucción de ambientes y la erradicación de la vida silvestre.

**Flanches:** Término que en esta forma y en la de flanje se utiliza en algunos países latinoamericanos para la denominación de los diversos tipos de \*brida.

**FLAPS:** sirven para variar la superficie y forma del ala con el fin de aumentar la sustentación a bajas velocidades, es decir, tanto durante el despegue como en la aproximación y aterrizaje.

**Fuselaje:** Cuerpo central del avión, donde van la tripulación, los pasajeros y las mercancías.

**Galvánica:** La corrosión galvánica es un proceso electroquímico en el que un metal se corroe al estar en contacto directo con un tipo diferente de metal

**Corrosión Intergranular:** es una forma de corrosión que se presenta en algunas aleaciones, y que está caracterizada por la disolución del metal en las zonas próximas al borde de grano.

**Magnificadores:** Se trata de un tipo de tecnologías de apoyo

**Monoplano:** Aeroplano con un solo par de alas que forman un mismo plano.

**Ventosas:** Es un objeto que utiliza la presión negativa del fluido del aire o agua para adherirse a las superficies no porosas.

## ABREVIATURAS

**EPI:** Equipo de protección individual

**E.N.D:** Aplicación de Ensayos No Destructivos

**AD:** Directiva de Aeronavegabilidad

**GVI:** General Visual Inspección)

**SRM** (Structural Repair Manual)

**AOG** (Aircraft On Ground)

**EPP** Equipos de protección personal

**A/C**Aire Acondicionado / aircraft

**AC** Aero Cluster

**ACAS** Airborne Collision Avoidance System

**ACARS** Aircraft Communication and Addressing Reporting System

**ACFT** Avión / Aeronave

**ACI** Airports Council International

**CAS** Calibrated airspeed

**CB** Cumulo Nimbus

**CDR** Critical Design Review  
**IFR** Instrument Flight Rules  
**ILS** Instrument Landing System  
**IMC** Instrument Meteorological Conditions  
**OCA** Obstacle Clearance Altitude  
**OCH** Obstacle Clearance Height  
**OEM** Original Equipment Manufacturer  
**VMC** Visual meteorological conditions  
**RNAV** Area navigation  
**RSR** En-route Surveillance Radar  
**RS** Release to Service  
**RR** Requirements Review

### BIBLIOGRAFIA

- ARENAS, J. M. (s.f.). *champyjm@gmail.com*. Obtenido de <https://www.josemiguelatehortua.com/practicas-estandar/inspeccion-estructural-de-oportunidad/>
- Bautista, C. (2011). Proyecto de Grado. Latacunga.
- C. Gaona Tiburcio, P. Z. (2013). *Corrosión en la industria aeroespacial*. Obtenido de <http://omniascience.com/monographs/index.php/monograficos/article/viewFile/77/54>
- COMPANY, T. S. (2017). *Latchways*. Obtenido de WinGrip: <https://www.latchways.com/es/protecci%C3%B3n-antica%C3%ADdas-de-aeronaves-wingrip>
- GG, R. (s.f.). <http://alasvirtuales.blogspot.com/>.
- International, F. (2008). *Flightglobal.com*. Obtenido de <https://www.flightglobal.com>
- Jorge, O. (2012). *histaviacion*.
- Manual Equipo de protección personal. (s.f.). *Gestión Empresarial en la Salud Ocupacional*.



- ROTA, S. (2006). PlanePictures.Net. *Flugzeug.bilder.de*.
- SAFETY, T. (2017). *LATCHWAYS*. Obtenido de WinGrip:  
<https://www.latchways.com/es/protecci%C3%B3n-antica%C3%ADdas-de-aeronaves-wingrip>
- <http://www.hispaviacion.es/danos-producidos-a-una-aeronave-2/>