

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**“CONSTRUCCIÓN DE LOS SOPORTES DELANTEROS PARA EL
FUSELAJE DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 HC-BHD PARA SU TRASLADO
DEL ALA NO. 11 HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR AERONÁUTICO”**

POR:

CRUZ CHAVARREA DENIS DARÍO

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

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de graduación fue realizado en su totalidad por el **Sr. CRUZ CHAVARREA DENIS DARIO**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**.

Ing. Iza Henry

Latacunga, Marzo 06 del 2012

DEDICATORIA

De manera especial se lo dedico a mis padres y a toda mi familia, a pesar que no estuvieron junto a mí en mi etapa profesional; pero siempre me dieron su confianza y cariño incondicional, toda mi familia me dio la fuerza para seguir adelante en los momentos en que mis pasos ya no podían mas por esto y por mucho mas he logrado demostrarles y dedicarles mi amor y cariño hacia ellos.

Cruz Chavarrea Denis Darío

AGRADECIMIENTO

A las personas que siempre estuvieron a mi lado dándome su apoyo incondicional a mi familia y a todos mis amigos que siempre me estiraron la mano en los momentos en que yo más lo necesitaba, gracias por el gran cariño a todos que siempre los llevare en lo más profundo de mi alma.

Un agradecimiento especial a mi padre por ofrecerme el apoyo económico y moral ya que sin él no hubiera podido lograr pagar mis estudios, gracias a la prestigiosa institución que me abrió sus puertas y me brindo su educación y a todos los maestros que me impartieron sus conocimientos en toda mi carrera profesional.

Cruz Chavarrea Denis Darío

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene de manera detallada los aspectos para la construcción de los soporte para el fuselaje del avión Fairchild FH 227 para facilitar el montaje y desmontaje de los componentes del mencionado avión.

Para iniciar se detalla la idea del tema y se fundamenta la necesidad de desarrollar los soportes, además se establece los objetivos a alcanzarse de una manera ordenada para así obtener excelentes resultados.

En el desarrollo del mismo, contiene información técnica de la manera de cómo utilizar los soportes, también de las normas de seguridad que contienen para su uso adecuado.

Los soportes están diseñados de tal manera que ayude a las personas a facilitar el montaje y desmontaje de los componentes y evitar posibles accidentes e incidentes.

Los programas de diseño y análisis estructural; Sap 2000, Estabs, facilitan el estudio de las cargas a soportar de las estructuras a ser construidas.

Se adiciona también el presupuesto económico necesario para la construcción de los soportes de una manera detallada en cuanto a materiales y a mano de obra.

Se detallan los manuales necesarios para su uso, para así evitar inconvenientes con los soportes.

SUMMARY

The present graduation work contains in a detailed way the aspects for the construction of the support for the fuselage of the airplane Fairchild FH 227 to facilitate the assembly and disassembly of the components of the aforementioned airplane.

To begin it details the idea of the topic and the necessity is based of developing the supports, he/she also settles down the objectives to be reached in an orderly way he/she stops this way to obtain excellent results.

In the development of the same one, it contains technical information in the way of how to use the supports, also of the safe-deposit norms that contain for their appropriate use.

The supports are designed in such a way that he/she helps people to facilitate the assembly and disassembly of the components and to avoid possible accidents and incidents.

The design programs and structural analysis; Sap 2000, Estabs, facilitates the study of the loads to support from the structures to be built.

It is also added the necessary economic budget for the construction of the supports in a detailed way as for material and by hand of work.

The necessary manuals are detailed for their use; it stops this way to avoid inconveniences with the supports.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| PÁGINAS PRELIMINARES | PÁGINAS |
|---|----------------|
| Portada..... | I |
| Certificación..... | II |
| Dedicatoria..... | III |
| Agradecimiento..... | IV |
| Índice de contenidos..... | V |
| Índice de anexos..... | VI |
| Resumen..... | 1 |
| Summary..... | 2 |
| CAPÍTULO I | |
| 1 EL TEMA..... | 3 |
| 1.1 Antecedentes..... | 3 |
| 1.2 Justificación e Importancia..... | 4 |
| 1.3 Objetivos..... | 4 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 4 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos..... | 5 |
| 1.4 Alcance..... | 5 |
| CAPÍTULO II | |
| 2 MARCO TEÓRICO..... | 6 |
| 2.1 Historia del Avión Fairchild FH 227..... | 6 |
| 2.1.1 Desarrollo del Avión Fairchild FH 227..... | 7 |
| 2.1.2 Especificaciones Técnicas del Fairchild FH 227..... | 8 |
| 2.2 Fuselaje..... | 9 |
| 2.2.1 Componentes del Fuselaje..... | 10 |
| 2.2.1.1 Marcos..... | 10 |
| 2.2.1.2 Mamparos..... | 11 |
| 2.2.1.3 Vigas Longitudinales..... | 12 |
| 2.2.1.4 Largueros..... | 12 |

| | |
|---|----|
| 2.2.1.5 Larguerillos..... | 12 |
| 2.3 Fuselaje Estructura Auxiliar..... | 13 |
| 2.3.2 Componentes..... | 13 |
| 2.3.2.1 Pisos..... | 13 |
| 2.3.2.2 Pasillos..... | 15 |
| 2.4 Fuselaje. Piel..... | 16 |
| 2.5 Fuselaje. Carenados Aerodinámicos..... | 17 |
| 2.5.1 Componentes..... | 17 |
| 2.5.1.1 Fuselaje Nariz y la Cúpula de la Sección | 17 |
| 2.6 Seguridad en el Mantenimiento de Aviones..... | 18 |
| 2.7 Equipo de Apoyo en Tierra para Realizar el Mantenimiento de una Aeronave..... | 19 |
| 2.7.1 Soportes..... | 20 |
| 2.7.2 Construcción de los Tableros..... | 20 |
| 2.8 Madera..... | 21 |
| 2.8.1 Estructura de la Madera..... | 21 |
| 2.8.2 Clasificación de la Madera..... | 22 |
| 2.8.3 Composición de la Madera..... | 23 |
| 2.8.4 Secado de la Madera..... | 23 |
| 2.8.5 Duración de la Madera..... | 24 |
| 2.8.6 Tipos de Madera..... | 25 |
| 2.7 Propiedades Mecánicas..... | 26 |
| 2.8 El Contrachapado..... | 27 |
| 2.9 Elevamiento del Avión..... | 27 |
| 2.10 Normas de Seguridad para el Elevamiento de la Aeronave..... | 28 |
| 2.11 Puntos de Ubicación de los Soportes..... | 29 |
| 2.12 Uso de Maquinas de Carpintería..... | 29 |
| 2.12.1 Equipos y Herramientas Manuales..... | 30 |
| 2.12.2 Riesgos y Medidas Preventivas de las Herramientas Manuales. | 30 |
| 2.12.3 Riesgos..... | 30 |
| 2.12.4 Causas..... | 31 |
| 2.12.5 Medidas Preventivas Generales..... | 31 |
| 2.13 Tuercas..... | 32 |

| | |
|---|----|
| 2.13.1 Tipos de Tuercas..... | 32 |
| 2.13.2 Identificación de las Tuercas..... | 33 |
| 2.14 Software de Diseño y Análisis Estructural..... | 33 |
| 2.14.1 Solidwords..... | 34 |

CAPÍTULO III

| | |
|---|-----------|
| 3 DESARROLLO DEL TEMA..... | 35 |
| 3.1 Preliminares..... | 35 |
| 3.2 Descripción De Alternativas..... | 35 |
| 3.2.1 Alternativa 1..... | 35 |
| 3.3.2 Alternativa 2..... | 36 |
| 3.2.3 Elección de la Mejor Alternativa..... | 37 |
| 3.3 Ubicación de los Soportes..... | 37 |
| 3.4 Análisis de los Soportes..... | 38 |
| 3.5 Prueba y Análisis de Resultados..... | 38 |
| 3.6 Cálculos..... | 40 |
| 3.6.1 Análisis de la Estructura..... | 40 |
| 3.6.2 Cálculos por la Metodología Manual..... | 40 |
| 3.6.2.1 Cálculo del Tablero del Soporte..... | 40 |
| 3.6.2.2 Análisis de la Columna del Soporte Principal Lateral..... | 42 |
| 3.6.2.3 Coeficiente de Seguridad de las Columnas..... | 43 |
| 3.6.3 Cálculos de los Refuerzos de Sujeción del Soporte..... | 43 |
| 3.6.4 Análisis de la Viga Central Inferior..... | 45 |
| 3.6.5 Análisis de los Refuerzos Superiores, Inclinado Frontal Y Posterior..... | 47 |
| 3.6.6 Análisis de los Elementos de Sujeción..... | 49 |
| 3.7 Determinación de Software de Diseño y Análisis Estructural..... | 50 |
| 3.7.1 Diseño..... | 50 |
| 3.8 Diseño y Análisis Estructural..... | 50 |
| 3.9 Construcción del Soporte..... | 63 |

CAPÍTULO IV

| | |
|----------------------------------|-----------|
| 4 MANUALES..... | 71 |
| 4.1 Manual de Seguridad..... | 71 |
| 4.2 Manual de Operación..... | 71 |
| 4.3 Manual de Mantenimiento..... | 72 |
| 4.4 Manual de Ensamblaje..... | 72 |
| 4.5 Manual de Desmontaje..... | 72 |

CAPÍTULO V

| | |
|--|-----------|
| 5 ESTUDIO ECONÓMICO..... | 78 |
| 5.1 Presupuesto..... | 78 |
| 5.2 Análisis de Costos..... | 79 |
| 5.2.1 Costos Primarios..... | 79 |
| 5.2.1.1 Total de Costos Primario..... | 83 |
| 5.2.2 Costos Secundarios..... | 83 |
| 5.2.2.1 Total de Costos Secundarios..... | 83 |
| 5.2.3 Costo Total del Proyecto..... | 84 |

CAPÍTULO VI

| | |
|--|------------|
| 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 85 |
| 6.1 Conclusiones..... | 85 |
| 6.2 Recomendaciones..... | 86 |
| GLOSARIO..... | 87 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 92 |
| ANEXOS..... | 93 |
| HOJA DE VIDA..... | 119 |
| PRACTICAS PREPROFESIONALES..... | 120 |
| LEGALIZACIÓN DE FIRMAS..... | 121 |
| CESIÓN DE DERECHOS..... | 122 |

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO III

| | |
|--|----|
| 3.1 Descripción de las Partes del Avión con su ARM y su Peso en Libras y Kilogramos..... | 39 |
|--|----|

CAPÍTULO IV

| | |
|-------------------|----|
| 4.1 Manuales..... | 72 |
|-------------------|----|

CAPÍTULO V

| | |
|--|----|
| 5.1 Presupuesto del Traslado de la Aeronave Fairchild..... | 79 |
| 5.2 Costos de los Materiales..... | 80 |
| 5.3 Costos de Herramientas y Equipos..... | 81 |
| 5.4 Costos por Mano de Obra..... | 82 |
| 5.5 Total de Costos Primarios..... | 83 |
| 5.6 Total de Costos Secundarios..... | 83 |
| 5.7 Costo Total del Proyecto..... | 84 |

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

| | |
|---|----|
| 2.1 Avión Fairchild..... | 8 |
| 2.2 Fuselaje Avión Fairchild..... | 9 |
| 2.3 Marcos del fuselaje Avión Fairchild..... | 10 |
| 2.4 Fuselaje Estructura Auxiliar..... | 14 |
| F2.5 Fuselaje Pasos o Pasillos..... | 16 |
| 2.6 Fuselaje Nariz y la Cúpula de la Sección..... | 18 |
| 2.7 Soporte Tipo Caballete..... | 20 |
| 2.8 Diseño Del Tablero Tipo Caballete..... | 20 |

| | |
|--|----|
| 2.9 Puntos De Ubicación de los Soportes..... | 29 |
| 2.10 Tipo de Tuerca..... | 33 |

CAPÍTULO III

| | |
|--|----|
| 3.1 Ubicación de los Soportes..... | 38 |
| 3.2 Soporte del Fuselaje..... | 50 |
| 3.3 Modelo..... | 51 |
| 3.4 Información de Malla..... | 58 |
| 3.5 Tensiones..... | 56 |
| 3.6 Desplazamientos..... | 60 |
| 3.7 Deformaciones Unitarias..... | 62 |
| 3.8 Desplazamiento Total..... | 63 |
| 3.9 Cuadre de la Madera en la Máquina Canteadora..... | 64 |
| 3.10 Cuadre de la Madera en los Cuatro Extremos..... | 65 |
| 3.11 Colocación de los Travesaños en la Viga Central..... | 66 |
| 3.12 Colocación y Ajuste de los Pernos..... | 67 |
| 3.13 Ensamble de las Columnas de la Base..... | 67 |
| 3.14 Colocación de los Refuerzos Delanteros..... | 68 |
| 3.15 Colocación del Refuerzo Trasero..... | 68 |
| 3.16 Ensamble del Tablero..... | 69 |
| 3.17 Colocación del Caucho Esponja en el Filo del Tablero..... | 69 |
| 3.18 Pintado y Ensamblado del Soporte..... | 70 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo A Avión Fairchild..... | 94 |
| Anexo B Componentes Del Avión Fairchild..... | 97 |
| Anexo C Ficha De Observación De Condición De La Aeronave..... | 101 |
| Anexo E Manual de generalidades del avión Fairchild..... | 105 |

| | |
|--|-----|
| Anexo F | |
| Diseño de la estructura..... | 107 |
| Anexo G | |
| Ensamble y construcción final del soporte..... | 109 |
| Anexo H | |
| Estudio estáticos y pruebas del soporte..... | 111 |
| Anexo I | |
| Usos del soporte aplicados en el avión..... | 116 |

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene de manera detallada los aspectos para la construcción de los soporte para el fuselaje del avión Fairchild FH 227 para facilitar el montaje y desmontaje de los componentes del mencionado avión.

Para iniciar se detalla la idea del tema y se fundamenta la necesidad de desarrollar los soportes, además se establece los objetivos a alcanzarse de una manera ordenada para así obtener excelentes resultados.

En el desarrollo del mismo, contiene información técnica de la manera de cómo utilizar los soportes, también de las normas de seguridad que contienen para su uso adecuado.

Los soportes están diseñados de tal manera que ayude a las personas a facilitar el montaje y desmontaje de los componentes y evitar posibles accidentes e incidentes.

Los programas de diseño y análisis estructural; Sap 2000, Estabs, facilitan el estudio de las cargas a soportar de las estructuras a ser construidas.

Se adiciona también el presupuesto económico necesario para la construcción de los soportes de una manera detallada en cuanto a materiales y a mano de obra.

Se detallan los manuales necesarios para su uso, para así evitar inconvenientes con los soportes.

SUMMARY

The present graduation work contains in a detailed way the aspects for the construction of the support for the fuselage of the airplane Fairchild FH 227 to facilitate the assembly and disassembly of the components of the aforementioned airplane.

To begin it details the idea of the topic and the necessity is based of developing the supports, he/she also settles down the objectives to be reached in an orderly way he/she stops this way to obtain excellent results.

In the development of the same one, it contains technical information in the way of how to use the supports, also of the safe-deposit norms that contain for their appropriate use.

The supports are designed in such a way that he/she helps people to facilitate the assembly and disassembly of the components and to avoid possible accidents and incidents.

The design programs and structural analysis; Sap 2000, Estabs, facilitates the study of the loads to support from the structures to be built.

It is also added the necessary economic budget for the construction of the supports in a detailed way as for material and by hand of work.

The necessary manuals are detailed for their use; it stops this way to avoid inconveniences with the supports.

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

Prioritariamente a la construcción de los soportes delanteros para el fuselaje del avión Fairchild FH-227 HC BHD para su traslado del ala No.11 hasta el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico se realizó un estudio de factibilidad de construcción de los mismos, iniciando el análisis de la situación actual de los laboratorios y talleres de la Carrera de Mecánica del ITSA y del material para la construcción de los mismos; para ello se reunió información como: antecedentes de proyectos anteriores realizados. También en base a la utilización de herramientas de investigación como las encuestas y entrevistas, se pudo determinar la necesidad de implementar los soportes para la aeronave que ayude al apoyo del fuselaje para el desmontaje de sus componentes.

En el Anteproyecto del presente trabajo Anexo A, consta la investigación realizada que determinó la factibilidad de construcción de los soportes delanteros para la aeronave Fairchild FH 227.

Existen trabajos similares desarrollados por otros aerotécnicos ubicadas Quito, Guayaquil, entre otras, las cuales fabricaron los soportes mediante la reutilización de componentes fuera de funcionamiento para las aeronaves o a su vez mediante componentes metálicos los cuales son sumamente robustos y se encuentra alojados en los talleres, sin embargo el presente proyecto emplea componentes de madera y metálicos los cuales reducen su peso para así facilitar su construcción.

1.2 Justificación e Importancia

Al no contar en los laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica con unos soportes para el fuselaje de la aeronave Fairchild, considerando que es necesario y fundamental tener los elementos nombrados para la acentuación de este componente, presentándose serias dificultades a la hora de desmontar el fuselaje, y no existir un medio de apoyo para el factor nombrado.

El funcionamiento de los soportes para este avión es muy importante en todo el desmontaje ya que permite tener un lugar donde se puede colocar el fuselaje y evitar algún riesgo de caída o torcedura de la, además de que estos soportes son un sistema muy completo en lo que respecta a la seguridad, maniobrabilidad y cumple los estándares que exige la ley de aeronáutica nacional.

En tal virtud, es valioso el adquirir conocimientos sobre los soportes de manera práctica, teniendo en cuenta cómo operan los mismos y sus componentes que lo conforman y como estos soportan el peso del fuselaje.

El beneficio de este trabajo serán para lograr el desmontaje de los componentes de la aeronave los cuales serán transportados al centro de estudios en nuestro prestigioso Instituto en base a esto se justifica la ejecución del presente proyecto.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Construir los soportes delanteros para el fuselaje del avión Fairchild FH-227, en base al análisis de la operación de los mismos, para lograr el apoyo del fuselaje y así desmontar todos sus componentes que lo conforman y transportar al centro de estudio para la carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Reunir información técnica adecuada sobre soportes para el fuselaje de una aeronave Fairchild FH-227.
- Construir los soportes para la aeronave.
- Determinar que requerimientos técnicos son necesarios para la construcción de los soportes.
- Hacer pruebas funcionales antes de poner a trabajar y medir su capacidad de soporte.
- Elaborar manuales de operación y mantenimiento sobre los mismos.

1.4 Alcance

El presente proyecto tiene como alcance:

- La elaboración de unos soportes delanteros que sirvan de apoyo para la acentuación del fuselaje para desmontar todos sus componentes.
- Los soportes se construirán empleando componentes de madera y algunas partes de acero debido a que estos tienen un costo inferior, además el uso de los componentes de madera ayuda a reducir el peso, volumen de los soportes y de este modo se facilita su movilidad.
- Los soportes no incluirá ningún conjunto eléctrico- electrónico, que cause fallas en los mismos, ni incluirá algún sistema hidráulico o neumático; pues estos son sistemas que no necesitan ser mecánicos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ¹Historia del avión Fairchild FH 227

Las relaciones entre Fokker y Fairchild comienzan hacia el año 1952. Ambos constructores habían trabajado anteriormente en la búsqueda de un avión que lograra reemplazar el DC-3. En un principio Fairchild logra obtener la licencia de fabricación de los aviones de entrenamiento Fokker S.11, S.12 y S.14. El 26 de abril de 1956 Fairchild llega a un acuerdo con Fokker para construir bajo licencia el Fokker F27, por entonces en desarrollo en Holanda y se decide la construcción de la fábrica en Hagerstown, Maryland. El primer pedido americano por los aviones producidos por Fairchild no tarda en llegar: en abril de mismo año se recibe una orden inicial de la aerolínea West Coast Airlines por cuatro aviones, a la que les siguieron en mayo un nuevo pedido de Bonanza Airlines de tres unidades y en junio siete más para Piedmont Airlines.

El primer F-27 producido por Fairchild es entregado a su cliente, poco tiempo antes que la fábrica Fokker en Schiphol-Holanda haya entregado su primer modelo de serie.

Los aviones producidos por Fairchild recibieron denominaciones diferentes a los modelos holandeses:

F.27-100 producido por Fokker equivalía al F-27 de Fairchild. F.27-200 al F-27A de Fairchild. F.27-300 al F-27B de Fairchild.

¹ http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227

Fairchild por su parte desarrolla versiones propias, como la F-27F (un avión VIP en configuración ejecutiva), el F-27J, más pesado y remotorizado con Dart Mk 532-7 para la Allegheny Airlines y el modelo de prestaciones mejoradas en alta cota F-27M

2.1.1 Desarrollo del avión Fairchild FH 227

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

Se cambia la denominación de los aviones producidos, que en el futuro se llamarán FH-227.

Los trabajos iniciales consisten en un alargamiento de la estructura del fuselaje, agregando un plug delante de las alas que aumenta su longitud en 1.98 m adicionales. Esto permite pasar de una capacidad de 40 pasajeros en los F.27 a 52 en los FH-227. Exteriormente, los aviones eran también reconocibles no solo por su mayor longitud, sino que ahora llevaban doce ventanillas ovales por lado, comparados a las diez de los F.27. Estos modelos iniciales fueron motorizados con Dart 532-7, los mismos motores de los F-27J.

El objetivo básico de la Fairchild Hiller era lograr un avión que fuera económicamente rentable, fiable y de fácil operación para las aerolíneas regionales. Los estudios de mercado le dieron la razón y pronto el libro de pedidos registraba 46 por el nuevo avión.

El primer aparato realizó su primer vuelo el 27 de enero de 1966, recibió la certificación de la FAA en junio del mismo año y a principios de julio se entrega el primer ejemplar a la Mohawk Airlines . Esta compañía había seguido con mucho detalle todo el desarrollo y producción de sus aviones, teniendo permanentemente un representante técnico en la fábrica de Hagerstown.

Piedmont Airlines recibirá su primer avión el 15 de marzo de 1967.



Fig. 2.1 Avión FAIRCHILD

Fuente:<http://www.google.com.ec/imgres?q=avion+fairchild+227&um=1&hl=es&sa=N&biw=1024&bih=632&tbn=isch&t>

2.1.2 Especificaciones técnicas de Fairchild FH-227

- Tripulación: 2 (Piloto, Copiloto)
- 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.
- Helices: Cuadripala Rotol. Regimen 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)

2.2 Fuselaje

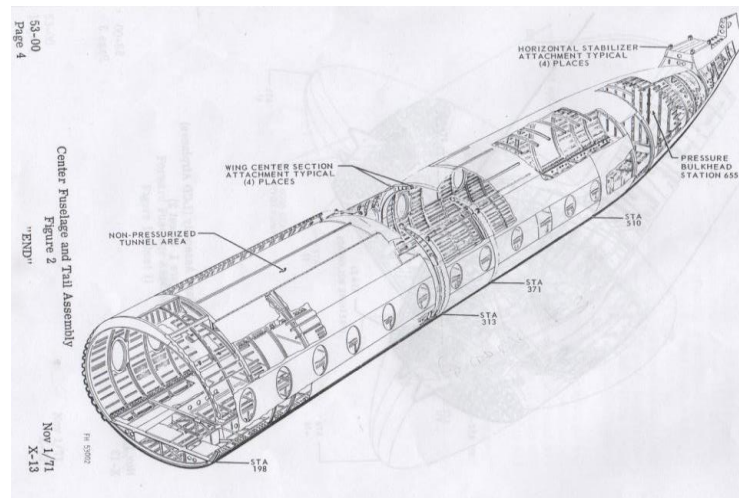


Fig. 2.2 Fuselaje Avión FAIRCHILD

Fuente: Manual de mantenimiento del avión Fairchild 53-00-04

El fuselaje es básicamente una aleación de aluminio, estructura semimonocasco, a presión entre la estación 55 y los mamparos 65. Se monta en tres secciones básicas: la sección delantera (estación de -16 a 198). La sección central (estación de 198 a 510), y la sección de cola (la estación de 510 a 874). Estructura consisten en marcos transversales convencionales y no convencionales, largueros, mamparos, planta longitudinal de las vigas, marcos de puertas.

La superficie inferior de la sección central del ala se sella y contorno a la estructura del fuselaje interior por cubiertas de chapa metálica. El ala-A - contorno del fuselaje es gestionada por carenados de fibra de vidrio.

Con el fin de los cables, líneas y cables fuera del habitáculo, un túnel y la aleta dorsal son carenados en la parte superior del fuselaje.

El túnel se extiende desde la estación de fuselaje 198 a la sección central del ala, la aleta dorsal y carenado se extiende desde el mástil de popa

² Manual de mantenimiento del avión Fairchild. Parte 53 Pág. 1.

de la sección central del ala al fuselaje estación 695, donde se une con el estabilizador vertical.

El cono de la nariz se une con el fuselaje en la estación 55 e incorpora una punta de cúpula de fibra de vidrio.

2.2.1 Componentes del fuselaje

2.2.1.1 Marcos.

Los marcos de aleación de aluminio del fuselaje, a excepción de cuatro marcos larguero. Son convencionales, construido "C" cuadros espaciados aproximadamente 17 pulgadas de distancia.

Los dos marcos de mástil, en la estación de 313 y 371 a cada lado del fuselaje, se construyen hacia arriba "C" marcos que contienen dos accesorios cada uno. Estos empalmes para la conexión de los accesorios de la sección central del ala y enlaces.

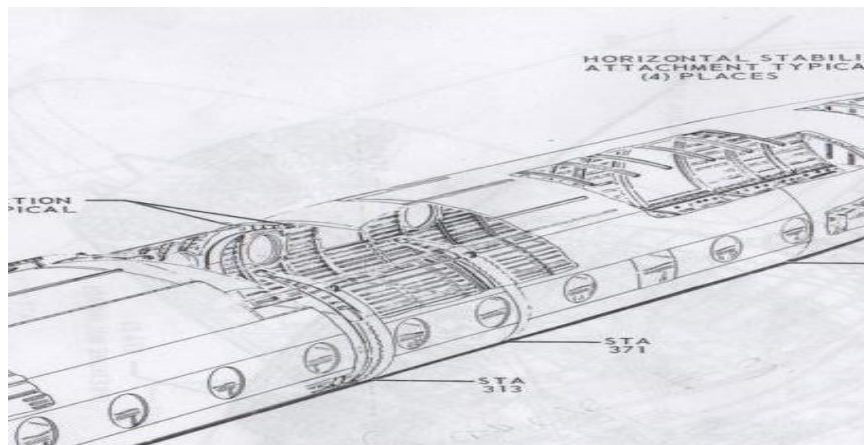


Fig. 2.3 Marcos del Fuselaje Avión FAIRCHILD

Fuente: Manual de mantenimiento del avión Fairchild 53-00-04

2.2.1.2 Mamparos

- **De la estación 55**

La estación 55 mamparos de cierre es la presión hacia adelante y hacia adelante y de compartimiento de vuelo. Se construye de un marco y se ve reforzado por vigas verticales, refuerzos y los ángulos. Todos los agujeros y los remaches están conectados y sellados.

- **De la estación 122**

La estación 122 de cierre es la partición de entre los compartimentos de vuelo y de carga y contiene un 22 por 50 pulgadas de apertura para la entrada y salida y del compartimiento de vuelo. Se construye de una serie de redes, refuerzos y un marco. La parte de popa de la izquierda está cubierta por el panel de neumáticos y la radio y cuadro eléctrico está en el lado derecho.

El fuselaje y el mamparo de la estación de 122 forman el motor fuera de borda y los mamparos de proa del compartimiento.

El compartimiento de la radio y la eléctrica son de construcción de aleación de aluminio y está formada por paneles desmontables, el fuselaje, y el mamparo de la estación 122.

- **De la estación 655**

La estación de 655 mamparo de popa del mamparo de presión y se compone de un marco, y se ve reforzada por dos vigas verticales, refuerzos, y los ángulos. Los agujeros se proporcionan en la toma para el aire acondicionado y los conductos de combustión del calentador. Todos los agujeros y los remaches en la toma están conectados y sellados

- **De la estación 803**

La estación de 803 mamparo se cierra la parte trasera del compartimento de aire acondicionado y evita demasiado rápido y el escape de aire y el calor desde el avión. Se compone de una red remachadora la estación 803 del marco.

2.2.1.3 Vigas longitudinales

El piso de las vigas longitudinales se fija en el fuselaje y el apoyo de las varengas. Ellos son de aleación de aluminio de las vigas que es de tipo "C" en enmallado interior y de tipo "L" enmallado exterior.

Las vigas están separadas unos 19y38 pulgada a cada lado de la línea central del avión, excepto en el compartimento de vuelo y están fabricadas con telas, las tapas superiores inferior de la viga, refuerzos y largueros.

El piso del compartimento de vuelo vigas están separadas unos 35 centímetros a cada lado de la línea central del avión y la forma cónica hacia el exterior a 38 pulgadas en el compartimento de carga.

2.2.1.4 Largueros

Los largueros consisten en aleación de aluminio formado "Z" secciones. La fuerza estructural del fuselaje se mantiene en los quiebres estructurales de largueros, placas de larguero de empalme y entre sí placas de la piel edificada se empalma. Los largueros son clavados a los marcos de fuselaje y se unen a las hojas de la piel por la vinculación y los remaches.

2.2.1.5 Larguerillos

Los larguerillos son largueros edificados, que mantienen la resistencia estructural en el fuselaje y los cambios estructurales en las zonas laterales.

Estos largueros se extienden aproximadamente de la longitud del fuselaje y se complementan con largueros adicionales ubicados en la periferia del fuselaje

2.3 Fuselaje .Estructura Auxiliar

Estructura auxiliar del fuselaje consta de los miembros estructurales secundarios que no forman parte de la estructura principal del fuselaje. Se incluyen los pisos, escaleras y tabiques fijos.

2.3.2. Componentes

2.3.2.1 Pisos

Los pisos del fuselaje consisten en placas de aleación de aluminio reforzadas con extrusiones y paneles de madera de balsa fundamentales garantizados y apoyados por una estructura de vigas longitudinal. El suelo está dividido en los compartimientos siguientes: vuelo, la carga, de pasajeros y popa.

El piso del compartimiento de vuelo es de 18 pulgadas sobre el piso de compartición de carga y se compone de placas de aleación de aluminio. Las placas se re reforzado en la parte inferior por rigidizadores, vigas y placas de refuerzo. La planta contiene las pistas del piloto y del copiloto de seguridad y cortes para el montaje de las columnas de pedestal y de control.

Los paneles de suelo, con la excepción de dos paneles, uno a cada lado del pedestal, son remachados a la viga de soporte y la estructura larguero. Los dos paneles desmontables facilitar el acceso a las columnas de control y controles agregados.

Pisos del compartimiento de carga se compone de paneles desmontables, de aleación de aluminio. Los paneles están reforzados en la parte inferior con rigidizadores unidos que contienen bloques de aluminio de relleno en la corona de las secciones sombrero. Los seis centros de los

paneles del piso del pasillo y el centro del panel de suelo popa están cubiertas con la banda de rodadura de seguridad. Los seis centros de los paneles del piso del pasillo son desmontables para inspección y mantenimiento. La estructura del piso está diseñada para soportar una carga de 150 libras por pie cuadrado. El piso de carga contiene al ras de tipo de amarre accesorios espaciadas aproximadamente 20 pulgadas de distancia de proa a popa y de aproximadamente 19 pulgadas y 38 en el lado derecho de la línea central del avión. Los accesorios están diseñados para cargas de piso últimos, en un ángulo con respecto al suelo como sigue:

- 0-45 grados 1,400 libras
- 45 - 60 grados 1,750 libras
- 60 - 90 grados 2,200 libras

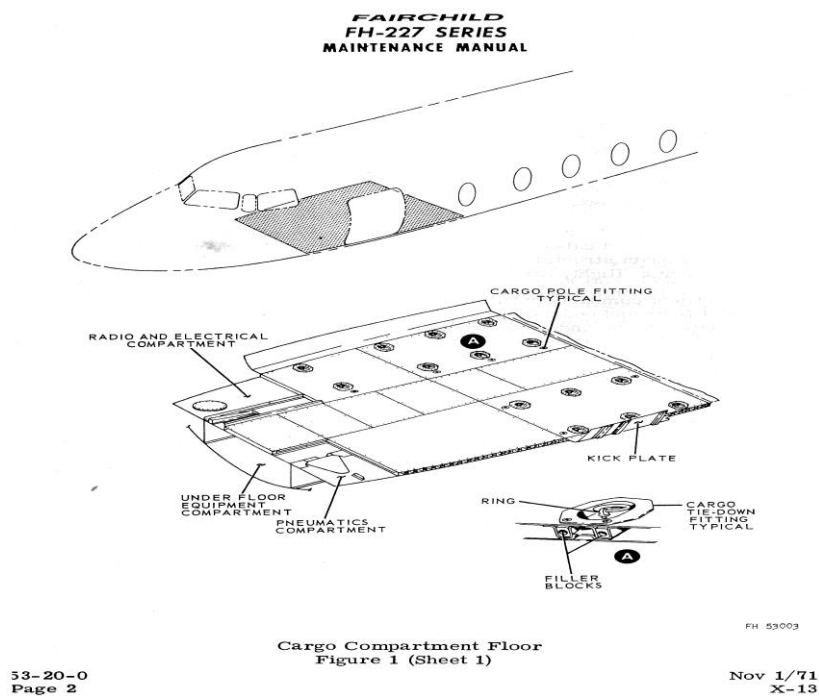


Fig. 2.4 Fuselaje. Estructura auxiliar.

Fuente: Manual de mantenimiento del avión Fairchild 53-20-00

El área de la estación 122 de cierre (en el compartimiento de vuelo trasera la partencia) hasta el mamparo del habitáculo hacia adelante (muebles a granel de la cabeza) es designado como el compartimiento delantero. Contiene: la radio compartimento eléctrico en el lado derecho hacia adelante, el

compartimiento del neumático en el lado izquierdo hacia adelante, y el área restante es para la carga y está decorado con lazo giratorio empotrado a los anillos y el piso nuevo móvil a los postes de carga del techo con correas para retener la carga.

Suelo del habitáculo está formado por paneles desmontables apoyado por vigas longitudinales. Cada sección está construida de núcleo de balsa unida entre dos láminas de aleación de aluminio. Tiras de madera, unidas entre las láminas superior e inferior, abarca los bordes exteriores del núcleo y cortar el núcleo, de proa a popa, a aproximadamente 19 pulgadas a cada lado de la línea central.

Cada panel contiene dos de montaje incorporado asas para facilitar el mantenimiento de los paneles individuales y accesorios de muescas, el tipo de canal para acomodar los asientos de pasajeros.

Suelo del compartimento de popa se compone de placas removibles de aleación de aluminio reforzado en la parte inferior de refuerzos en régimen de servidumbre. De aluminio de aleación de bloques de relleno se insertan en la corona de los refuerzos en forma de sombrero para proporcionar refuerzo local.

La estructura del piso está diseñado para soportar una carga de 150 libras por pie cuadrado, dejando un pasillo de 26 pulgadas o 115 libras por pie cuadrado, dejando un pasillo de nueve pulgadas. Si es necesario cargar el en área de los neumáticos, incluyendo el pasillo, el máximo es de 100 libras por pie cuadrado.

2.3.2.2 Pasos.

Los pasos son desmontables y se instalan entre la carga y los pisos del compartimiento de vuelo. Se construyen de dos peldaños de la piel en condiciones de servidumbre y de refuerzo y dos bandas de aleación de aluminio. Las dos placas laterales de aluminio de aleación de cada incorporar una empuñadura para facilitar la retirada cuando las cerraduras de perno se liberan. Las carcasas de bloqueo están en estancado en el extremo superior

del tubo vertical superior, y cada uno tiene tornillos, que se extienden fuera de borda para realizar conexiones en la estructura del fuselaje. El elevador inferior se mantiene en su lugar por dos placas de centro, que forman parte del conjunto de sello. Estas placas participan luminarias empotrables en el suelo de carga

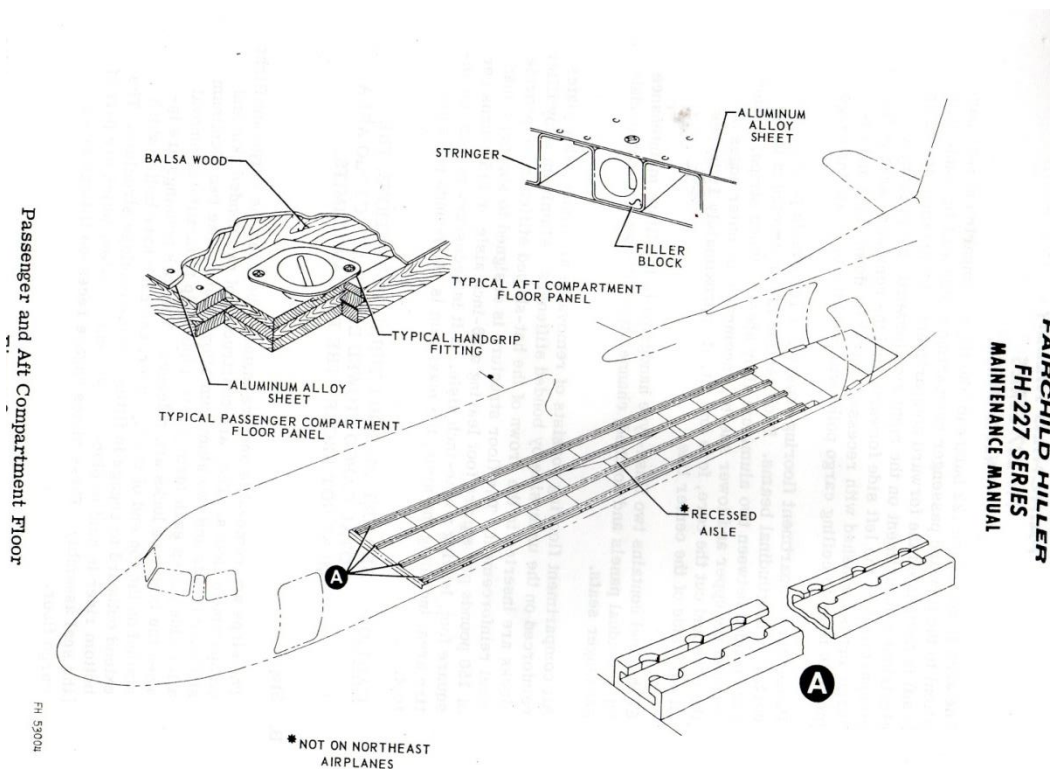


Fig. 2.5 Fuselaje. Pasos o pasillos.

Fuente: Manual de mantenimiento del avión Fairchild 53-20-00

2.4 Fuselaje - Piel

El fuselaje, a excepción de la fibra de vidrio ensamblado el radome, está cubierto por aluminio revestido. Las hojas de la piel están unidas o remachadas a los largueros longitudinales, que están remachadas a los marcos de fuselaje.

Dobladores internos conectados a las articulaciones de la piel del fuselaje están sellados con sellador para llevar a cabo una junta a la piel seca. Placas de fibra de vidrio de protección de hielo están instaladas alrededor de la hélice en cada lado del fuselaje para proteger el fuselaje contra hielo lanzado desde las hélices. Estas placas están rígidamente unidas al fuselaje por medio de tornillos y tuercas de tipo ras de la placa. Todos los orificios de sujeción de las placas se ven reforzados por anillos de acero.

2.5 Fuselaje - Carenados Aerodinámicos

Carenados aerodinámicos son miembros auxiliares o estructuras en el avión que la función para reducir la fricción. Ellos son de metal o filetes de fibra de vidrio que se forman y formada para justo en el contorno del avión. Los carenados están rígidamente unidos por medio de descarga de tipo tornillos y tuercas de la placa.

Carenados instalados en el fuselaje consiste en la sección de la nariz y la cúpula de la sección central del ala del fuselaje a los filetes y filetes de empenaje.

2.5.1 Componentes

.

2.5.1.1 Fuselaje. Nariz y la Cúpula de la Sección.

La sección de la nariz desmontable se construye de la piel de aluminio formado tramo revestido con marcos y largueros. En un mamparo que consta de un bastidor de cuatro piezas y tela reforzada por ángulos horizontales y verticales se instala en el extremo delantero de la sección de la nariz. El cierre se suma la resistencia estructural y ofrece accesorios para el montaje de un radar meteorológico unidad de escáner y una antena de pendiente de planeo. El radomo de fibra de vidrio se moldea y se une a la sección de la nariz por cuatro QuickRelease pestillos. La sección de la nariz se adjunta a la estación

de cierre 55 y los accesorios de morro de engranajes pivote por medio de tornillos de cabeza plana, arandelas y tuercas.

La sección de la nariz se encuentra el tren de aterrizaje de la nariz y ofrece accesorios para las dos puertas de fibra de vidrio del tren de morro. También se proporcionan dos accesorios de montaje para instalación de tubo de Pitot.

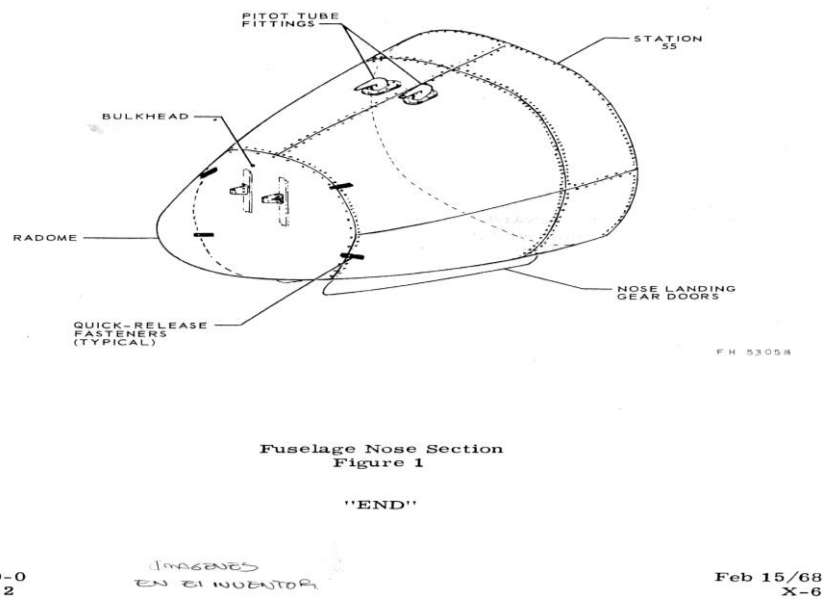


Fig. 2.6 Fuselaje. Nariz y la Cúpula de la Sección

Fuente: Manual de mantenimiento del avión Fairchild 53-50-00

2.6 ³Seguridad en el Mantenimiento de Aviones

El trabajo de mantenimiento de aviones incluye la inspección y reparación de las estructuras del avión, así como los recubrimientos y sistemas de los mismos en hangares o en el aeropuerto. Una buena capacitación y buenas prácticas de trabajo aseguran la seguridad del trabajador y de la aeronave.

³<http://www.statefundca.com/safety/safetymeeting/SafetyMeetingArticle.aspx?ArticleID=533>

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.

Trabaje a un ritmo uniforme. Apresurarse en las tareas aumenta el tiempo de trabajo y crea accidentes. 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.

2.7 ⁴Equipo de apoyo en tierra para realizar el mantenimiento de una aeronave

La aviación es una actividad excepcional por los adelantos tecnológicos que ha experimentado durante el último siglo. Este progreso no hubiera sido posible sin logros paralelos con los equipos de apoyo aeronáuticos como son las escaleras, soportes, etc. Con la aplicación de prácticas disciplinadas de gestión, que permiten mantener un control y la reducción de la frecuencia y la gravedad de sucesos.

⁴ <http://www.monografias.com/trabajos89/disenio-sistema-gestion-apoyo-aereo/disenio-sistema-gestion-apoyo-aere>

2.7.1 ⁵Soportes

De acuerdo al manual de mantenimiento del avión Fairchild FH 227 tenemos diferentes tipos de apoyos estructurales que se puede usar para fijar el fuselaje del avión; estos tipos se denominan tipo caballete y tipo cama.



Fig. 2.7 Soporte tipo caballete

Fuente: Manual de mantenimiento del avión Fairchild 53-00-04

2.7.2 Construcción de los tableros

Para la construcción de los tableros se toma las medidas del fuselaje y se realizara referencia el diseño que muestra el manual como se detalla en la figura.

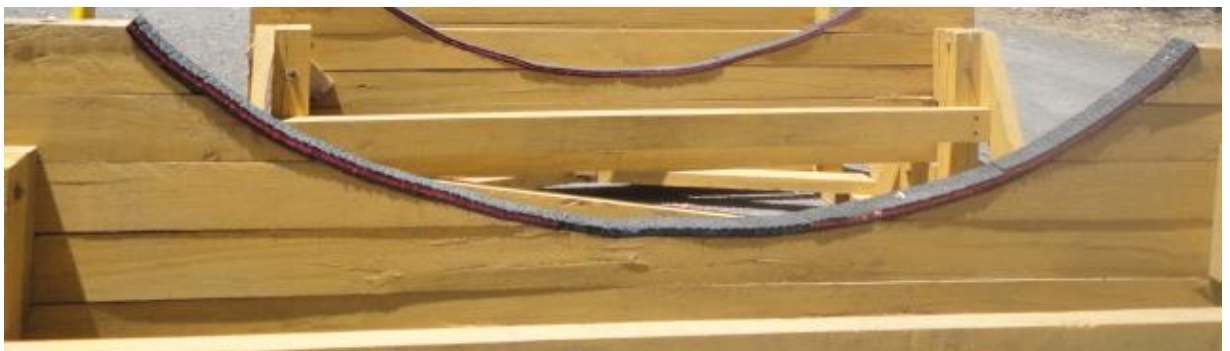


Fig. 2.8 Diseño del tablero del soporte tipo caballete

Fuente: Manual de mantenimiento del avión Fairchild 53-00-02

⁵ Manual de mantenimiento del avión Fairchild 53-00-04

En este diseño se tomara como referencia para proceder a sacar el molde del fuselaje del avión de acuerdo a la estación a ser ubicado cada soporte.

2.8 ⁶Madera

La madera es un material ortotrópico encontrado como principal contenido del tronco de un árbol. Los árboles se caracterizan por tener troncos que crecen cada año y que están compuestos por fibras de celulosa unidas con lignina. Las plantas que no producen madera son conocidas como herbáceas.

Una vez cortada y secada, la madera se utiliza para muchas aplicaciones. Una de ellas es la fabricación de pulpa o pasta, materia prima para hacer papel. La madera, es también un material de construcción muy importante desde los comienzos de las construcciones humanas y continua siéndolo hoy.

La madera es un excelente material para la construcción de cualquier tipo de herramienta o equipo que se use por su gran característica que es la resistencia y es usado ya desde los tiempos remotos.

2.8.1 Estructura de la madera

- **Corteza externa:** es la capa más externa del árbol. Está formada por células muertas del mismo árbol. Esta capa sirve de protección contra los agentes atmosféricos.
- **Cambium:** es la capa que sigue a la corteza y da origen a otras dos capas: la capa interior o capa de xilema, que forma la madera, y una capa exterior o capa de *floema*, que forma parte de la corteza.
- **Albura:** es la madera de más reciente formación y por ella viajan la mayoría de los compuestos de la savia. Las células transportan la savia, que es una sustancia azucarada con la que algunos insectos se pueden

⁶ <http://es.wikipedia.org/wiki/Madera>

alimentar. Es una capa más blanca porque por ahí viaja más savia que por el resto de la madera.

- **Duramen** (o corazón): es la madera dura y consistente. Está formada por células fisiológicamente inactivas y se encuentra en el centro del árbol. Es más oscura que la albura y la savia ya no fluye por ella.
- **Médula vegetal**: es la zona central del tronco, que posee escasa resistencia, por lo que, generalmente no se utiliza.

2.8.2 Clasificación de la madera

Según su dureza, la madera se clasifica en:

- **Maderas duras**: son aquellas que proceden de árboles de un crecimiento lento, por lo que son más densas y soportan mejor las inclemencias del tiempo que las blandas. Estas maderas proceden de árboles de hoja caduca, que tardan décadas, e incluso siglos, en alcanzar el grado de madurez suficiente para ser cortadas y poder ser empleadas en la elaboración de muebles o vigas de los caseríos o viviendas unifamiliares. Son mucho más caras que las blandas, debido a que su lento crecimiento provoca su escasez, pero son mucho más atractivas para construir muebles con ellas. También son muy empleadas para realizar tallas de madera o todo producto en el cual las maderas macizas de calidad son necesarias.
- **Maderas blandas**: engloba a la madera de los árboles pertenecientes a la orden de las coníferas. La gran ventaja que tienen respecto a las maderas duras, es su ligereza y su precio mucho menor. No tiene una vida tan larga como las duras. La manipulación de las maderas blandas es mucho más sencilla, aunque tiene la desventaja de producir mayor cantidad de astillas. La carencia de veteado de esta madera, le resta atractivo, por lo que casi siempre es necesario pintarla, barnizarla o teñirla.

2.8.3 Composición de la madera

En composición media se compone de un 50% de carbono (C), un 42% de oxígeno (O), un 6% de hidrógeno (H) y el 2% de resto de nitrógeno (N) y otros elementos.

Los componentes principales de la madera son la celulosa, un polisacárido que constituye alrededor de la mitad del material total, la lignina (aproximadamente un 25%), que es un polímero resultante de la unión de varios ácidos y alcoholes fenilpropílicos y que proporciona dureza y protección, y la hemicelulosa (alrededor de un 25%) cuya función es actuar como unión de las fibras. Existen otros componentes minoritarios como resinas, ceras, grasas y otras sustancias.

2.8.4 Secado de la madera

Este es el proceso más importante para que la madera esté en buen estado.

Secado natural: se colocan los maderos en pilas separadas del suelo, con huecos para que corra el aire entre ellos, protegidos del agua y el sol para que así se vayan secando. Este sistema tarda mucho tiempo y eso no es rentable al del aserradero que demanda tiempos de secados más cortos.

Secado artificial: se dividen en los siguientes:

- **Secado por inmersión:** en este proceso se mete al tronco o el madero en una piscina, y debido al empuje del agua por uno de los lados del madero, la savia sale empujada por el lado opuesto, consiguiendo eliminar la savia interior, evitando que el tronco se pudra. Esto priva a la madera de algo de dureza y consistencia, pero lo compensa en longevidad. El proceso dura varios meses, tras los cuales, la madera secará más deprisa debido a la ausencia de savia.

- **Secado al vacío:** en este proceso la madera es introducida en unas máquinas de vacío. Es el más seguro y permite conciliar tiempos extremadamente breves de secado con además:
 - Bajas temperaturas de la madera en secado.
 - Limitados gradientes de humedad entre el exterior y la superficie.
 - La eliminación del riesgo de fisuras, hundimiento o alteración del color.
 - Fácil utilización.
 - Mantenimiento reducido de la instalación.

- **Secado por vaporización:** se meten los maderos en una nave cerrada a cierta altura del suelo por la que corre una nube de vapor de 80 a 100 °C; con este proceso, se consigue que la madera pierda un 25% de su peso en agua, a continuación, se hace circular por la madera, una corriente de vapor de aceite de alquitrán, impermeabilizándola y favoreciendo su conservación. Es costoso pero eficaz.

- **Secado mixto:** en este proceso se juntan el natural y el artificial: se empieza con un secado natural que elimina la humedad en un 20-25% para proseguir con el secado artificial hasta llegar al punto de secado o de eliminación de humedad deseado.

2.8.5 Duración de la madera

La madera es notablemente resistente al daño biológico, pero existe un número de organismos que tienen la capacidad de utilizar la madera de una manera que altera sus características.

Los organismos que atacan la madera incluyen: bacterias, hongos, insectos. Algunos de estos organismos utilizan la madera como fuente de alimento, mientras que otros la utilizan para el abrigo. La madera tiene una durabilidad increíble cuando es tratada y propiamente curada.

2.8.6 Tipos de madera

Eucalipto: Existen alrededor de 700 especies, la mayoría oriundas de Australia. En la actualidad se encuentran distribuidos por gran parte del mundo y debido a su rápido crecimiento frecuentemente se emplean en plantaciones forestales para la industria papelera, maderera o para la obtención de productos químicos, además de su valor ornamental.

Pino: Es un género de árboles o raramente, arbustos, de la familia Pinaceae, que presentan una ramificación frecuentemente verticilada y más o menos regular crece en suelos calcáreos o silíceos y resiste fácilmente a las heladas.

En sus características mecánicas tienen valores absolutos de resistencias a la rotura e indican una buena disposición, de esta manera los esfuerzos mecánicos que resiste el pino es la elasticidad y flexibilidad.

Roble: Es de color pardo amarillento. Es una de las mejores maderas que se conocen; muy resistentes y duraderos. Se utilizan para la elaboración de muebles de calidad.

Encina: Son árboles o arbustos de 2 a 20 m de altura, de tronco derecho, no muy grueso, con corteza pardo-grisácea y numerosas grietas. Las hojas son simples con margen dentado o dividido de forma oblonga, elíptica u obovada; de color verde por el haz y con tomento o pelo por el envés; persistentes, es decir, que perduran durante todo el año en las ramas, semicaducas que permanecen durante el invierno, o bien, caducas.

Nogal: Es una de las maderas más nobles y apreciadas por todo el mundo. Se emplea en mueble y decoración de lujo.

Colorado: Es resistente a la carcoma. Antiguamente se utilizaba para construir carros y es muy considerable para la construcción de cubiertas, resistente a la intemperie.

2.7 Propiedades Mecánicas

Dureza: Resistencia opuesta por la madera a la penetración o rayado. Interés por lo que se refiere a la facilidad de trabajo con las distintas herramientas y en el empleo de la madera en pavimentos en donde la resistencia a la compresión influye en varios factores.

La humedad: En general, por debajo del punto de saturación de las fibras (30%) la resistencia a compresión aumenta al disminuir el grado de humedad, no obstante a partir de ese porcentaje la resistencia es prácticamente constante a la dirección del esfuerzo tiene una gran repercusión en la resistencia a compresión de la madera, la máxima corresponde al esfuerzo ejercido en la dirección de las fibras y va disminuyendo a medida que se aleja de esa dirección.

La rotura en compresión: Se verifica por separación de las columnillas de madera y pandeo individual de estas. Cuando mayor es el peso mayor es su resistencia.

Resistencia a tracción: La madera es un material muy indicado para el trabajo a tracción, su uso en elementos sometidos a este esfuerzo solo se ve limitado por la dificultad de transmitir a dichos elementos los esfuerzos de tracción.

Resistencia al corte: Capacidad a resistir fuerzas que tiendan a que una parte del material se deslice sobre la parte adyacente a ella. Este deslizamiento, puede tener lugar paralelamente a las fibras; perpendicularmente a ellas no puede producirse la rotura, porque la resistencia en esta dirección es alta y la madera se rompe antes por otro efecto que por este.

Resistencia a la flexión: Puede decirse que la madera no resiste nada al esfuerzo de flexión en dirección radial o tangencial, no ocurre lo mismo si esta aplicado en la dirección perpendicular a las fibras.

Elasticidad: El modulo de elasticidad en tracción es más elevado que en compresión, este valor con la especie, humedad, naturaleza de las solicitaciones, dirección del esfuerzo y con la duración de aplicación de las cargas.

Fatiga: Llamamos limite de fatiga a la tensión máxima que se puede soportar una pieza sin romperse.

Hendebilidad: Propiedad que se presenta la madera de poderse romper a lo largo de las fibras, por separación de estas, mediante un esfuerzo de tracción transversal, esta es cualidad interesa cuando se trata de hacer leña, en cambio es perjudicial cuando la pieza ha de unirse por clavos o tornillos.

2.8 ⁷El contrachapado

También conocido como multilaminado, triplay o madera terciada, es un tablero elaborado con finas chapas de madera pegadas con las fibras transversalmente una sobre la otra con resinas sintéticas mediante fuerte presión y calor. Esta técnica mejora notablemente la estabilidad dimensional del tablero obtenido respecto de madera maciza.

Las capas exteriores del contrachapado tienen que ser duras y con un buen aspecto; las interiores únicamente tienen que ser resistentes.

2.9 ⁸Elevamiento del avión

Existen dos tipos generales de elevar el avión que son:

- Elevación para el mantenimiento normal.
- Elevación cuando un avión está dañado y es dentro o fuera de las pista.

⁷ <http://es.wikipedia.org/wiki/Contrachapado>

⁸ Manual de mantenimiento del avión Fairchild 07-00-01

Cuando el avión se apodera de mantenimiento normal, el principal y auxiliar de puntos de elevamiento se utilizan. El avión suele ser secuestrada por pesaje, nivelación, alineación de los controles, retracción de los trenes de aterrizaje.

Cuando el avión deberá estar levantado después de haber sido dañado, dos factores importantes para tener en cuenta son la condición de la superficie bajo el avión y el alcance de daños en el avión.

Generalmente hay dos modos de elevación se utilizan. Un método simple y seguro de la elevación es utilizar una serie de tomas y apuntalamiento de elevar el avión en pequeños incrementos. El segundo método, el uso de las bolsas de elevación del aire, se utiliza cuando un avión llega al descanso de una superficie de la pista dura y las condiciones del suelo con barro o inestable.

El avión puede ser nivelado por el uso de una plomada, medidor de actitud o un ingeniero de tránsito. Para la nivelación del avión en general, como cuando el avión está siendo levantado para el pesaje, mantenimiento general, equipo de pruebas de retracción.

2.10 ⁹Normas de seguridad para el elevamiento de la aeronave

Para este procedimiento es necesario tomar en cuenta las siguientes normas de seguridad impuesto por el manual Weighing and Leveling (Pesaje y Nivelación) antes de levantar el avión.

- Chequear el pin de seguridad en los trenes de aterrizaje.
- Aperturas de las puertas del los trenes de aterrizaje
- Ubicación de las gatas y soportes en alas y fuselaje
- Retirar los calzos
- Observar calzos sueltos
- Verificar que la velocidad del viento no supere los 35 mph (61kph)

⁹ Manual de mantenimiento del avión Fairchild 08-00-02

2.11 Puntos de ubicación de los soportes

Los puntos de ubicación de los soportes se los realiza de acuerdo a la consideración tomada del manual.

Donde demuestra las zonas posibles para la ubicación de los soportes de madera que ayudaran a fijar a toda la estructura para la retracción de trenes, reparaciones estructurales o traslado del fuselaje.

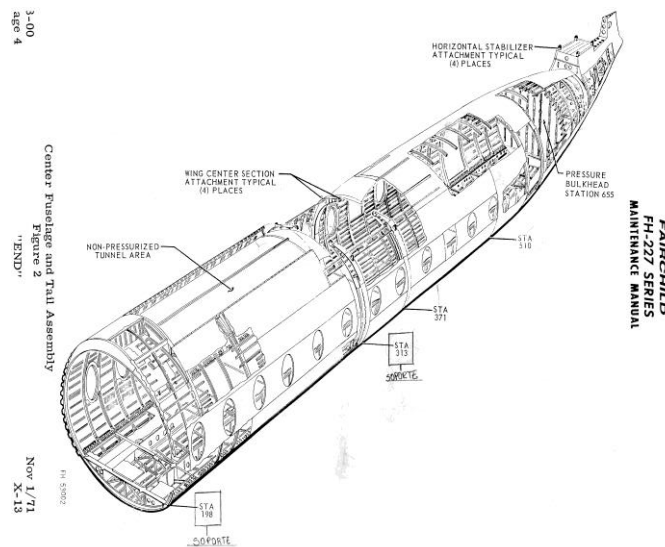


Fig. 2.9 Puntos de ubicación de los soportes

Fuente: Manual de mantenimiento del avión Fairchild

2.12 ¹⁰Uso de máquinas de carpintería

Carpintería es el nombre del oficio y del taller o lugar donde se trabaja la madera y sus derivados con el objetivo de cambiar su forma física para crear objetos útiles al desarrollo humano como pueden ser muebles para el hogar, marcos de puertas, juguetes, escritorios de trabajo, etc.

¹⁰ <http://es.wikipedia.org/wiki/Carpinter%C3%ADa>

Prácticamente todas las máquinas que se utilizan en la conformación de la madera, disponen de herramientas de corte con alto grado de afilamiento y giran a un elevado número de revoluciones.

2.12.1 Equipos y herramientas manuales

- Serrucho
- Martillo
- Taladro o berbiquí y brocas para madera
- Gubia y formón
- Garlopa
- Lija
- Regla y escuadra
- Lápiz
- Nivel
- Transportador
- Cepillo.

2.12.2 Riesgos y medidas preventivas de las herramientas manuales

Se describen a continuación y de forma general como recordatorio los principales riesgos derivados del uso, transporte y mantenimiento de las herramientas manuales y las causas que los motivan.

2.12.3 Riesgos

Los principales riesgos asociados a la utilización de las herramientas manuales son:

- Golpes y cortes en manos ocasionados por las propias herramientas durante el trabajo normal con las mismas.
- Lesiones oculares por partículas provenientes de los objetos que se trabajan y/o de la propia herramienta.

- Golpes en diferentes partes del cuerpo por despido de la propia herramienta o del material trabajado.
- Esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos.

2.12.4 Causas

Las principales causas que originan los riesgos indicados son:

- Abuso de herramientas para efectuar cualquier tipo de operación.
- Uso de herramientas inadecuadas, defectuosas, de mala calidad o mal diseñadas.
- Uso de herramientas de forma incorrecta.
- Herramientas abandonadas en lugares peligrosos.
- Herramientas transportadas de forma peligrosa.
- Herramientas mal conservadas.

2.12.5 Medidas preventivas generales

El empleo inadecuado de herramientas de mano es origen de una cantidad importante de lesiones partiendo de la base de que se supone que todo el mundo sabe cómo utilizar las herramientas manuales más corrientes.

A nivel general se pueden resumir en seis las prácticas de seguridad asociadas al buen uso de las herramientas de mano:

- Selección de las herramientas correcta para el trabajo a realizar.
- Mantenimiento de las herramientas en buen estado.
- Uso correcto de las herramientas.
- Evitar un entorno que dificulte su uso correcto.
- Guardar las herramientas en lugar seguro.
- Asignación personalizada de las herramientas siempre que sea posible.

2.13 ¹¹Tuercas

Se denomina tuerca a la pieza roscada interiormente, que se acopla a un tornillo de cualquier forma y tamaño formando una unión roscada, fija o deslizante. Las funciones que realiza una tuerca son las siguientes:

- Sujetar y fijar uniones de elementos desmontables. Se puede incorporar a la unión una arandela para mejorar la fijación y apriete de la unión.
- Convertir un movimiento giratorio en lineal.
- Sujetar firmemente un tornillo que este flojo y/o dañado.

La tuerca es un elemento que está normalizado de acuerdo con los sistemas generales de roscas que existen y siempre debe tener las mismas características geométricas del tornillo con el que se acopla.

2.13.1 Tipos de tuercas

Las tuercas se fabrican en grandes producciones con máquinas y procesos muy automatizados y aunque se puede roscar una con un macho, esa práctica ya casi no se usa, porque en los comercios especializados es fácil y barato adquirir la tuerca que se desee.

Se producen los siguientes tipos de tuercas:

- Tuercas ciegas, almenadas y otras.
- Tuerca hexagonal DIN 934
- Tuerca especial alt. inferior DIN 439
- Tuerca ciega DIN 1587
- Tuerca mariposa DIN 315
- Tuerca auto seguro DIN 985
- Tuerca sondable DIN 929
- Tuerca almenada DIN 935

¹¹ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Tuercas-y-Tornillos/1751261.html>

2.13.2 Identificación de las tuercas

Existen 4 características básicas para identificar una tuerca:

El número de caras. En la mayoría de las tuercas suele ser 6 (tuerca hexagonal) ó 4 (tuerca cuadrada). Sobre estos modelos básicos se pueden introducir diversas variaciones. (Ciega, con reborde, almenada, estriada, moleteada, redonda con agujeros, moleteada ranurada. Un modelo de tuerca muy empleado es la palomilla (rueda de las bicicletas, tendederos de ropa), que contiene dos planos salientes para facilitar el giro de la tuerca empleando solamente las manos.

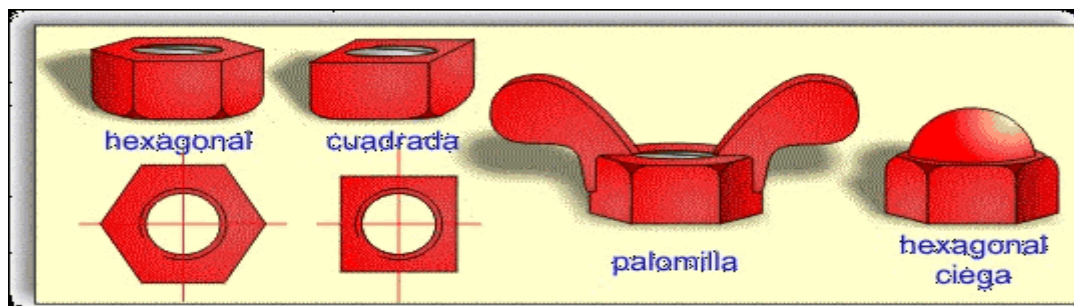


Fig. 2.10 Tipo de tuercas

Fuente:

<http://www.google.com.ec/imgres?q=TIPOS+DE+TUERCAS&um=1&>

2.14 Software de Diseño y Análisis Estructural

Para la realización de los cálculos sobre la resistencia de carga que puede soportar esta pieza; podemos utilizar algunos programas para lograr una mayor confiabilidad del soporte y enumeramos los programas que se pueden utilizar. SAP 2000, ETABS, Auto CAD, SOLIDWORKS.

Para este caso hemos utilizado el programa SOLIDWORKS que nos brinda una confiabilidad en nuestro trabajo y que detallamos cada una de las partes críticas y sobreesfuerzos para saber el lugar exacto de la posible falla o esfuerzo.

2.14.1 Solidworks

Es un programa de diseño asistido por computadora para modelado mecánico desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp., una subsidiaria de Dassault Systèmes (Suresnes, Francia), para el sistema operativo Microsoft Windows. Es un modelador de sólidos paramétrico. Fue introducido en el mercado en 1995 para competir con otros programas CAD como Pro/ENGINEER, NX, Solid Edge, CATIA, y Autodesk Mechanical Desktop.

El programa permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos como otro tipo de información necesaria para la producción. Es un programa que funciona con base en las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD. El proceso consiste en trasvasar la idea mental del diseñador al sistema CAD, "construyendo virtualmente" la pieza o conjunto. Posteriormente todas las extracciones (planos y ficheros de intercambio) se realizan de manera bastante automatizada.

La empresa SolidWorks Corp. fue fundada en 1993 por Jon Hirschtick con su sede en Concord, Massachusetts y lanzó su primer producto, SolidWorks 95, en 1995. En 1997 Dassault Systèmes, mejor conocida por su software CAD CATIA, adquirió la compañía. Actualmente posee el 100% de sus acciones y es liderada por Jeff Ray.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

Para la realización el presente proyecto se utilizó un análisis de posibilidades u opciones de construcción, las mismas que luego de ser analizados muestran la mejor alternativa.

3.2 Descripción de alternativas

Para la realización del presente proyecto se obtuvo información del manual de mantenimiento ATA 07,08, 51 y 53, las cuales nos dan dos alternativas en las que hacemos referencia para la construcción de los soportes y la ubicación de los mismos en el fuselaje del avión Fairchild FH 227

3.2.1 Alternativa 1

Información General

Soporte tipo cama, llamado así por su diseño o estructura de apoyo, es una estructura muy solida el cual para el acople del avión tiene un tablero con la forma del fuselaje.

Espacio Físico

Es un soporte que no necesita mucha área para su ubicación sus dimensiones son de alto 2m y por el ancho es de 3m; lo cual ayudan al manejo del mismo, manteniendo así el lugar al momento de ubicarse de acuerdo al manual de mantenimiento. Este tipo de soporte es el apropiado por sus

dimensiones las cuales se acoplan proporcionalmente a la estructura del avión Fairchild FH 227.

Costo del material

Para su construcción se necesita 1200 dólares que esta tabla esta anexada en la tabla económica en el anteproyecto lo cual hace factible poder construirlo. Los materiales a utilizarse son pino para la estructura principal y para la realización del tablero conjuntamente con una lamina de tol de 6mm.

Efectividad didáctica

Su efectividad didáctica no es muy factible ya que su tablero no es regulable a las condiciones de el piso lo cual no ayudara al acoplamiento de la estructura del avión.

Mantenimiento

Su mantenimiento es muy costoso ya que por su diseño necesitara de mantenimiento correctivo cada seis meses en toda la estructura.

3.2.2 Alternativa 2

Información General

El soporte tipo caballete consta de un mecanismo que se acopla a cualquier nivel del pisos, además está compuesto por columnas y vigas que forman una estructura apta para la estación que será ubicado.

Espacio Físico

Por el diseño presentado en el manual de mantenimiento el espacio físico que ocupa este tipo de soporte es el apropiado sus dimensiones son alto

1.23m y alto es de 2.97m las cuales se acoplan proporcionalmente a la estructura del avión Fairchild FH227.

Costo del material

Se ajusta al presupuesto para su construcción su costo es de 1192 dólares lo cual hace factible poder construirlo. Los materiales a utilizarse son pino para la estructura principal.

Efectividad didáctica

Su efectividad es muy factible ya que su tablero se acopla a las medidas del fuselaje y se acopla correctamente en el piso y así utilizarlo en una altura apropiada para realizar los diferentes tipos de mantenimiento.

Mantenimiento

Su mantenimiento no es muy costoso ya que por su diseño se necesita mantenimiento cada año toda la estructura

3.2.3 Elección de la mejor alternativa

Para elegir la mejor alternativa nos hemos basado en las especificaciones de los soportes verificando su solides, su resistencia, su espacio físico y el costo del material llegando a una conclusión que la mejor alternativa a pesar de tener las mismas características es el soporte tipo caballete ya que su efectividad didáctica es superior a la del caballete tipo cama a demás su mantenimiento es muy fácil.

3.3 Ubicación de los soportes

Para ubicar los soportes en el fuselaje del avión Fairchild FH227 se verificó en el ATA 53-00-04 donde se obtuvo información del fuselaje ya que

está compuesto por secciones conectadas entre sí, formando una sola estructura. En la siguiente figura se muestran las estaciones donde van a estar ubicados los soportes.

Estación 198

Estación 313

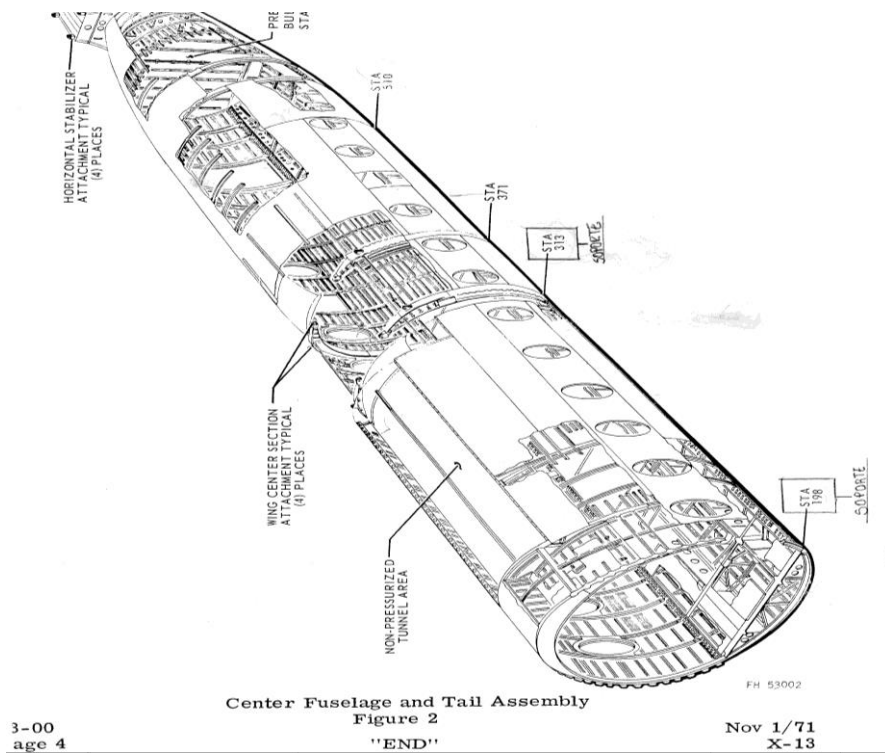


Fig. 3.1 Puntos de ubicación de los soportes

Fuente: Manual de mantenimiento del avión Fairchild

3.4 Análisis de los soportes

Para realizar la construcción de los soportes de la estación 198 y 313 del avión Fairchild FH227 se ha considerado el manual de mantenimiento del ATA 51-00-00 la semejanza del las dos estaciones ayudara para la fijación en estas partes mencionadas.

3.5 Prueba y análisis de resultados

Para conocer el peso del fuselaje se basó en el manual de peso y balance del avión Fairchild FH 227 y en el SRM lo cual ayudó a determinar el peso aproximado de todo el fuselaje en donde indica los puntos de apoyo y su carga permitida en libras.

Tabla 3.1 Descripción de las partes del avión con su ARM (brazo) y su peso en libras y kilogramos.

| ITEM | COMPONENTES | LB | KG |
|------|----------------|------|------|
| 1 | Radome | 50 | 110 |
| 2 | Puertas | 80 | 176 |
| 3 | Ventanas | 11 | 24.2 |
| 4 | Tren delantero | 100 | 220 |
| 5 | Alas | 1408 | 3097 |
| 6 | Escalera | 35 | 77 |
| 7 | Asientos | 250 | 550 |

Fuente: Leveling & Weighing

Elaborado por: Denis Cruz.

Una vez detallados los pesos de los componentes del fuselaje se procedió a sumar los pesos obtenidos como resultado da un total de 1934Lb (4254.8 Kg). Para luego sumar el peso de la estructura solida que es de 9849.8Kg (21700.5 Lb) (larguerillos, costillas, mamparos, principales, piel de recubrimiento del fuselaje y otros elementos que asocian a la estructura)

El peso del fuselaje se realizo con la finalidad de obtener un valor del peso aproximado el cual la estructura de los soportes iba a ser sometido dándonos como resultado 3525Kg (7755Lb)

3.6 Cálculos

3.6.1 Análisis de la estructura

El mencionado soporte debe de cumplir como objetivo de diseño el resistir una carga 2462.45kg totales en cada sección.

3.6.2 Cálculos por método manual

Para efecto del cálculo, se procederá a separar por elementos constituidos del soporte y verificar los factores de seguridad que se producen en cada uno de ellos; mismos que a la vez derivan de esfuerzos generados por aplicación de las 2462.45kg en áreas determinadas como a continuación se muestra. Cabe indicar y es obvio que para cada caso estructural (vigas-columnas) se aplicaran las apropiadas modelaciones matemáticas.

3.6.2.1 Análisis del tablero de soporte

El mencionado soporte debe de cumplir como objetivo de diseño el resistir una carga 2462.45kg totales en cada sección.

Verificación de la resistencia del tablero de soporte:

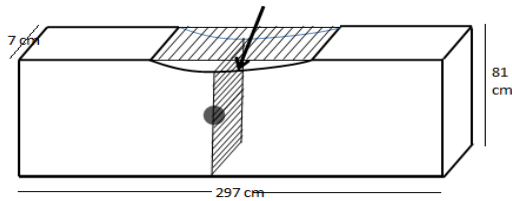
La teoría de la resistencia de materiales plantea que:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \text{donde} \quad \sigma = \text{esfuerzo axial}$$

P= carga aplicada

A= Área crítica

La geometría de la vista frontal del tablero es:



Asumimos la carga puntual aplicada y direccionada al centro de gravedad por el motivo que allí la sección transversal menor que afecta al área crítica para hallar σ que según la resistencia de materiales es: $T = \frac{V}{A}$ donde

σ = esfuerzo cortante

V= carga de corte

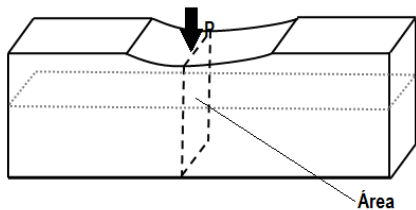
A= área crítica

Así encontramos los dos valores de corte y axial en ese punto:

Por esfuerzo axial:



Tomamos esta carga distribuida en una sola puntual así:



Sin embargo en que área crítica se considera aplicada dicha carga?.

Debemos tomar en cuenta las sección plana A-A' para poder acercarnos al valor de esfuerzo desarrollado en ese elemento.

$$A = L \cdot h_1$$

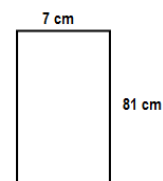
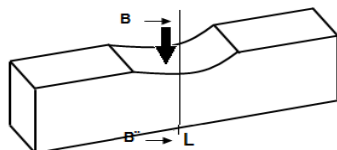
$$A = 2.97\text{m} \cdot 0.081\text{m} = \mathbf{0.24\text{ m}^2}$$

$$\text{Si: } P = 12000 \text{ lbs.} \rightarrow \mathbf{53378.66\text{ N}}$$

$$T = \frac{53378.66\text{ N}}{0.24\text{ m}^2} = \mathbf{2.2\text{ MPa}}$$

Para el caso del esfuerzo de corte:

$$T = \frac{V}{A} \text{ así:}$$



$$Ar = 5.67\text{ m}^2$$

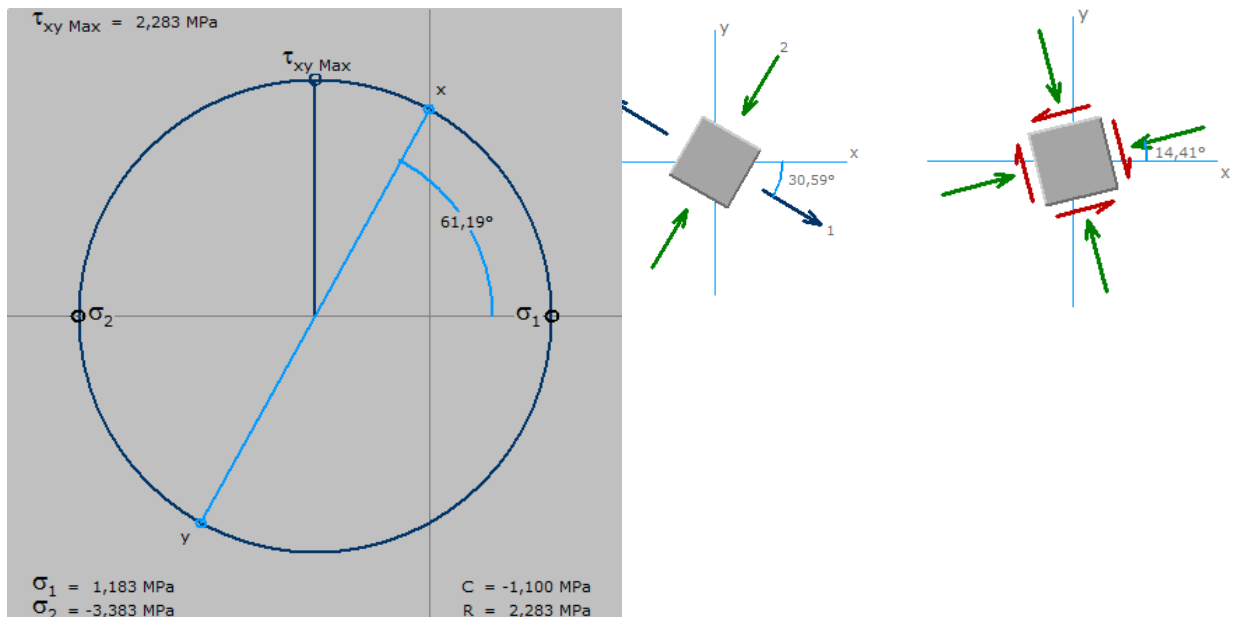
$$Ar = 7\text{ cm} \cdot 81\text{ cm}$$

Debemos considerar ahora la sección B-B'

$$T_{xy} = \frac{53378.66}{5.67}$$

$$T_{xy} = 0.94 \text{ MPa}$$

Para la aplicación de la debida teoría de falla estática necesaria para conocer el valor de "N" factor de seguridad que brinda este elemento aplicamos MOHR.



Aplicando la ecuación de la teoría de falla estática de la energía de distorsión o Von Mises:

$$\sigma' = \sqrt{T_y^2 + 3T_{xy}^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{(-3.383)^2 + 3(2.283)^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{11.45 + 15.64}$$

$$\sigma' = 5.204805472 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{S_y}{T\sigma} = \frac{48 \text{ MPa}}{5.21}$$

$$n = 9.21$$

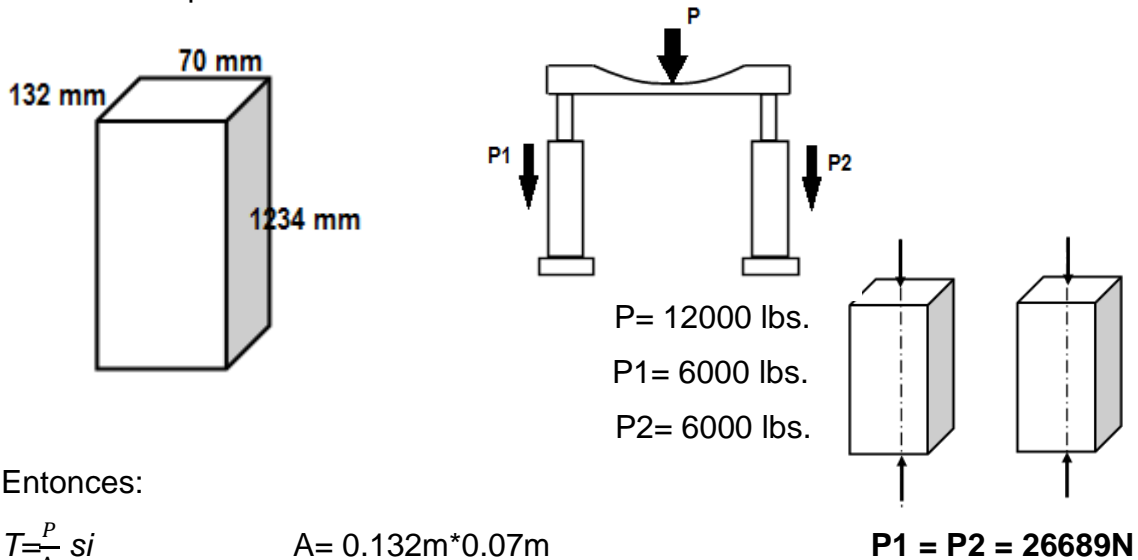
El valor de N para que el diseño sea aceptado debe de ser mayor a 1 al tener el valor de **9.21** se interpreta que el tablero soporte tiene una sobredimensión que puede ser justificada por inexperiencia y deseo de preservación de la sección a montarse.

3.6.3 Análisis de la columna de soporte principal lateral

Este elemento tiene el siguiente detalle dimensional y geométrico:

Madera Pino.

Su ubicación en el modelo hace predecir que soporta cada columna; la carga total dividida para dos así:



Entonces:

$$T = \frac{P}{A} \text{ si} \quad A = 0.132\text{m} \cdot 0.07\text{m}$$

$$A = 0.00924\text{m}^2$$

$$T1 = \frac{26689 \text{ N}}{0.00924\text{m}^2}$$

$$T1 = 2888419.91 \text{ Pa.}$$

$$T1 = 2.8 \text{ MPa.} < 48 \text{ MPa.} = \text{S4 pino}$$

Si el esfuerzo de fluencia del Pino es **S4 = 48 MPa** y el máximo normal calculado **2.8 MPa** es obvio que el elemento resiste la carga, una vez confirmada la capacidad resistiva de la columna se calcula la cantidad de carga crítica que esta soporta, esto es la carga máxima que soportará justo antes que se dé pandeo.

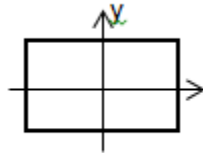
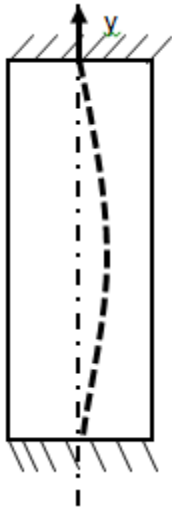
$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2}$$

El coeficiente de esbeltez: $Cc = \sqrt{2\pi E / Ty}$

Así $Cc = \sqrt{2\pi E / Ty}$

$$C_c = \sqrt{2\pi \frac{12,25 \text{ GPa}}{48 \text{ MPa}}}$$

$$C_c = 70,9760$$



$$r = \sqrt{\frac{1}{A}}$$

$$k = 0.500$$

Respecto al eje "y"

$$\frac{k \cdot L}{r_y} = 14,001$$

Con respecto al eje z el radio de giro es:

$$r_z = 49,07 \text{ y } k = 0.500$$

$$\frac{k \cdot L}{r_z} = 9,883$$

El radio mayor de giro es el que incide y controla directamente los parámetros de la columna así:

$$P_{cr} = \frac{\left(\pi^2 \cdot 12,25 \cdot \frac{10^9 \text{ N}}{\text{m}^2} \cdot 0,00049 \text{ m}^4 \right)}{(0,9409) \text{ m}^2}$$

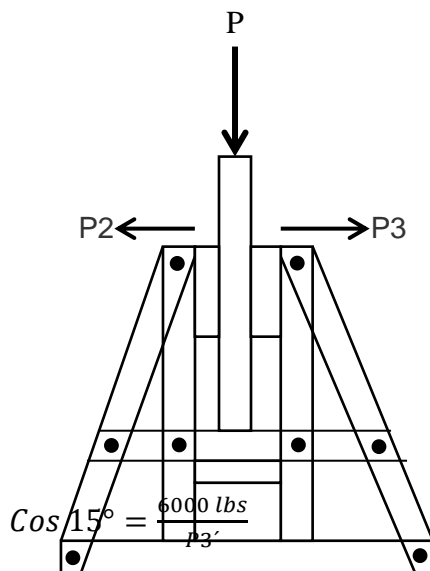
$$P_{cr} = 62,69 \text{ MN} \rightarrow I = \frac{1}{12} b \cdot h^3$$

$$I = \frac{1}{12} (0,12 \text{ m}) (0,17 \text{ m})^3$$

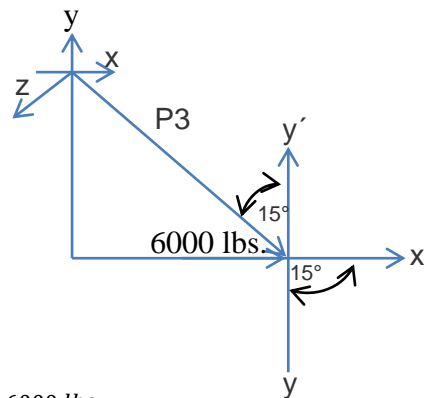
$$I = 0,00049 \text{ m}^4$$

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{L}{r} \right)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 12,25 \text{ GPa}}{\left(\frac{0,97}{14,001} \right)^2} = 0,26 \text{ MPa} < 48 \text{ MPa} \rightarrow \text{OK}$$

En el caso supuesto; (PEOR CASO) que las columnas se sometan a esfuerzos de corte por alguna falla de la parte superior o base de la estructura, esta recaería sobre los refuerzos inclinados que tiene a cada lado el soporte; voy a tomar en cuenta como se mencionó anteriormente que para lo peor; que toda la carga de la columna venga hacia adelante o vaya hacia atrás.



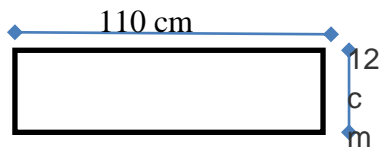
$$\begin{aligned}
 P3 &= 6000 \text{ lbs} \\
 P2 &= 0 \\
 P2 &= 6000 \text{ lbs.} \\
 P3 &= 0
 \end{aligned}$$



$$P3' = \frac{6000 \text{ lbs}}{\cos 15^\circ} = 6211 \text{ lbs en compresión}$$

Así: la sección del refuerzo

$$P3' = 27628 \text{ N}$$



$$A = 110 \text{ cm} * 12 \text{ cm} = 0.132 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{A_0}{\text{Sen } \theta} = \frac{0.132 \text{ m}^2}{\text{Sen } 15^\circ} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$\tau_c = \frac{27628 \text{ N}}{0.26 \text{ m}^2} = 0.11 \text{ MPa}$$

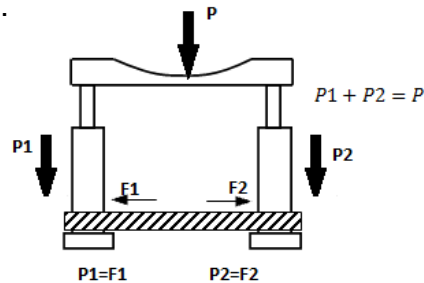
Si el soporte tiene un $S_4 \leq 48 \text{ MPa}$, el soporte resiste.

$$T_c = \frac{6000 \text{ Lbs}}{0.26 \text{ m}^2} = \frac{26689.33 \text{ N}}{0.26 \text{ m}^2} 0.10 \text{ MPa}$$

El refuerzo intermedio en el peor caso tendrá que soportar 6000 lbs. en tensión.

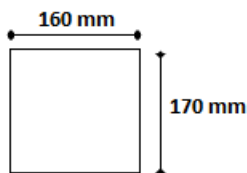
3.6.4 Análisis de la viga frontal inferior

En el caso de la viga frontal inferior esta tiene como cometido evitar que cuando el soporte esté cargado sus columnas se abran y esto produzca esfuerzos extras que dañe la estructura y ponga en riesgo la sección; en sí es un refuerzo “propiamente”.



En el peor caso P1 y P2 tenderían a aplicarse a lo largo del eje axial del soporte inferior; en sentidos opuestos.

Siendo así se debe verificar la resistencia del elemento a estos esfuerzos normales.

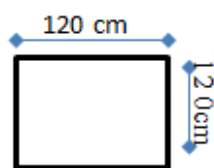


$$A = 0.16 \text{ m} * 0.17 \text{ m} = 0.0272 \text{ m}^2$$

$$T_t = \frac{P}{A} = \frac{26689.33 \text{ N}}{0.0272 \text{ m}^2} \mathbf{0.98 \text{ MPa}}$$

Se encuentra dentro del rango de tolerancia siendo $S_4 \leq \mathbf{48 \text{ MPa}}$.

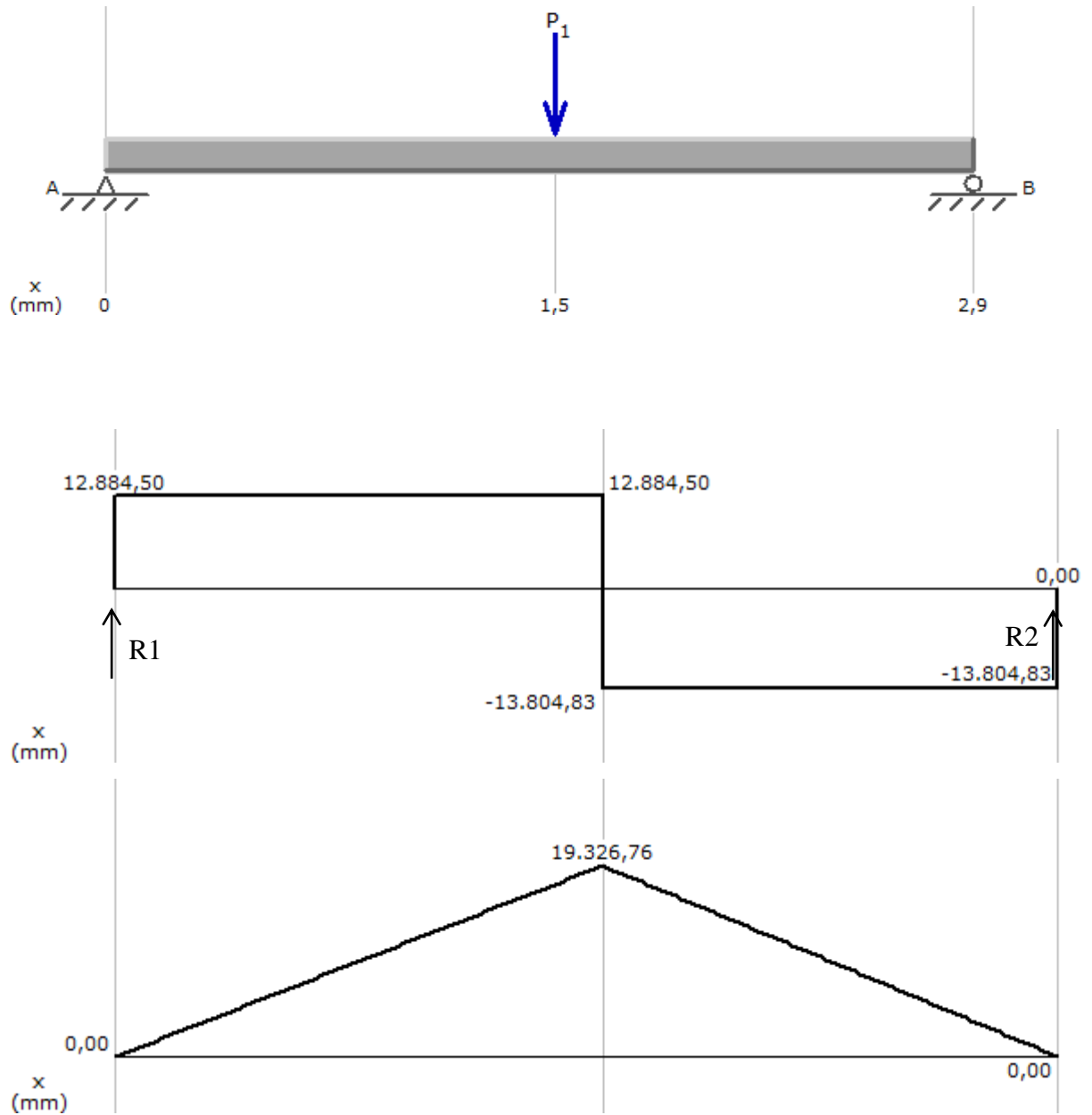
En lo que ha estructura se refiere también hay que verificar es el elemento viga inferior lateral; el cual deberá cumplir con soportar la carga de corte en su sección; esta será:



$$A = 0.12 \text{ m} * 0.12 \text{ m} = \mathbf{0.0144 \text{ m}^2}$$

$$T = \frac{P}{A} = \frac{26689.33 \text{ N}}{0.0144 \text{ m}^2} \mathbf{1.85 \text{ MPa}}$$

Sin embargo consideremos el peor caso en que este soporte sea asentado en una superficie irregular que le haga apoyar en sus extremos; los esfuerzos por flexión serán:



$$P = R_1 + R_2$$

$$R_1 = \frac{P}{2}$$

$$R_2 = \frac{P}{2}$$

$$M = F * d$$

$$M = R_1 * d$$

$$\text{Si } d = L/2$$

$$\text{Si } R_1 = P/2 \rightarrow M = \frac{P \cdot L}{4} = \frac{26689,33 \cdot 1,45}{4} = 19295,76 \text{ N.m}$$

$$\sigma = \frac{M \cdot C}{I}$$

$$I = \frac{1}{12} b h^3$$

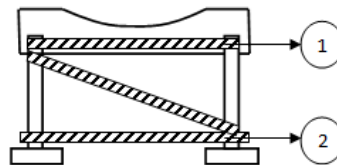
$$I = \frac{1}{12} (0,17 \text{ m}) \cdot (0,16 \text{ m})^3$$

$$I = 0,0833 \cdot (0,17) \cdot (0,004096)$$

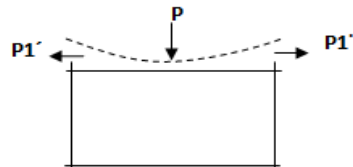
$$I = \mathbf{0,000058003456 \text{ m}^4}$$

$$\sigma = \frac{19295,76 \text{ N.m} \cdot 0,08 \text{ m}}{0,000058003456 \text{ m}^4} = \mathbf{26,61 \text{ MPa} \leq 48 \text{ MPa SE ACEPTA}$$

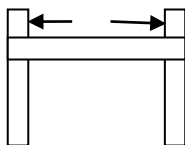
3.6.5 Análisis de los refuerzos superiores e inclinados frontal y posterior



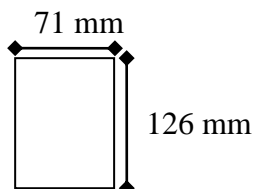
Como se puede advertir estos refuerzos permiten mantener la estructura sólida bien unida que resulta al final en la resistencia y seguridad que le brinda a la sección.



Es decir que P1' y P1'', en el peor de los casos son cargas que podrían ocurrir en el caso que la carga total aplicada al modelo haga que se deteriore y se abran sus columnas.



Este elemento se somete a tensión puede ser a compresión dependiendo si las columnas se abran o se cierren una vez mas esta es una suposición que permite analizar la estructura.



$$A_r = 0,126 \text{ m} \cdot 0,071 \text{ m} = \mathbf{0,008946 \text{ m}^2}$$

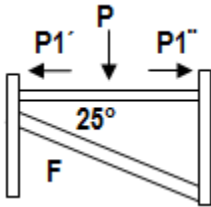
$$\sigma = \frac{P_1'}{A_r} = \frac{26689,33 \text{ N}}{0,008946 \text{ m}^2} = \mathbf{2,98 \text{ MPa} \rightarrow \text{SE ACEPTA}}$$

Siendo en el peor caso:

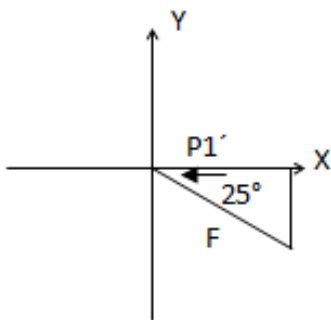
$$P = P_{1'} + P_{1''}$$

sí: $P_{1'} + P_{1''}$

El soporte inclinado:



Este actuaría en un supuesto bajo el mismo objetivo del soporte superior es decir mantener unida la estructura; si las columnas intentan abrirse o cerrarse, así:



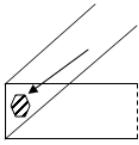
$$\begin{aligned} \cos 25^\circ &= \frac{-P_{1'}}{F} \\ F &= \frac{-P_{1'}}{\cos 25^\circ} = \frac{26689.33 \text{ N}}{\cos 25^\circ} = 29448 \text{ N} \\ \sigma &= \frac{P_{1'}}{A_r} = \frac{29448 \text{ N}}{0.008946 \text{ m}^2} = 3,29 \text{ MPa} \rightarrow \text{SE ACEPTA} \end{aligned}$$

LA ESTRUCTURA SE ACEPTA; DADO QUE LOS ESFUERZOS NO SOBREPASAN EL DE FLUENCIA DEL PINO.

3.6.6 Análisis de los elementos de sujeción

Los elementos de sujeción que se han utilizado están sometidos a dos fenómenos principales y básicos para el nivel tecnológico como lo son la tracción y corte. De tal forma se procede a analizar cada uno de ellos en lo que a esos parámetros se refiere:

1.- Perno M20 x 19cm; se escogerá a criterio el punto más crítico de participación de este componente; en este caso la unión inferior entre la viga lateral inferior y el refuerzo inclinado.



$$A = \frac{\pi * d^2}{4}; \frac{\pi(0.020 m)^2}{4} = 3.14 * 10^{-4} m^2$$

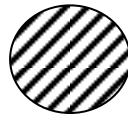
$$\tau = \frac{35077 N}{3,14 * 10^4 m^2} = 111.7 MPa$$

$$S_{y(acero)} = 2.07 * 10^6 Pa$$

Acero ASTM A – 36

Por lo tanto $r < S_y$ el elemento se acepta

2.- Perno M20 x 54cm; vamos a tomar en cuenta la base de la columna guía ya que este perno mantiene la junta: columna guía-columna de soporte-columna guía; se simula el análisis en el peor caso, cuando los elementos traten de soltarse, con la carga correspondiente por lado.



$$A = \frac{\pi * d^2}{4}; \frac{\pi(0.020 m)^2}{4} = 3.14 * 10^{-4} m^2$$

$$\tau = \frac{33361.7 N}{3,14 * 10^4 m^2} = 106.24 MPa$$

$$S_{y(acero)} = 2.07 * 10^6 Pa$$

Por lo tanto $r < S_y$ el elemento se acepta

El resto de elementos de sujeción tienen valores muy similares o hasta inferiores y resulta inútil repetirlos.

LOS ELEMENTOS SE ACEPTAN

3.7 Determinación del software de diseño y análisis estructural

De acuerdo a la descripción anteriormente descrita en el capítulo anterior es adecuado emplear el programa de diseño y análisis estructural.

Con la aplicación de este programa se logrará el diseño y análisis estructural del soporte a construir gracias a las aplicaciones que estos ofrecen y facilitan el trabajo realizando un cálculo total de la estructura, además se obtendrá un plano del soporte con sus respectivas dimensiones requeridas.

3.7.1 Diseño

Para el diseño de la estructura del soporte se determinó el programa de diseño y análisis estructural, anteriormente descrito el cual facilitó el bosquejo de la estructura que requerimos para montar el fuselaje del avión Fairchild FH 227.

3.8 Diseño y Análisis Estructural

El soporte realizado en el programa SolidWorks tiene el siguiente informe descripción, información del modelo, propiedades del estudio, unidades, propiedades del material, cargas y sujeciones, información de malla, fuerzas resultantes, resultado del estudio.

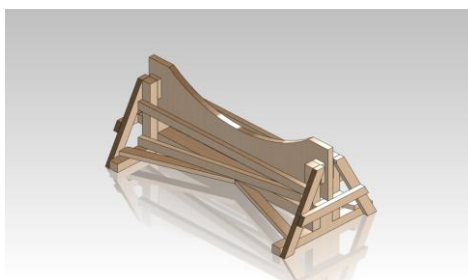


Fig. 3.2 Soporte del fuselaje

Fuente: Solidworks

Información de modelo

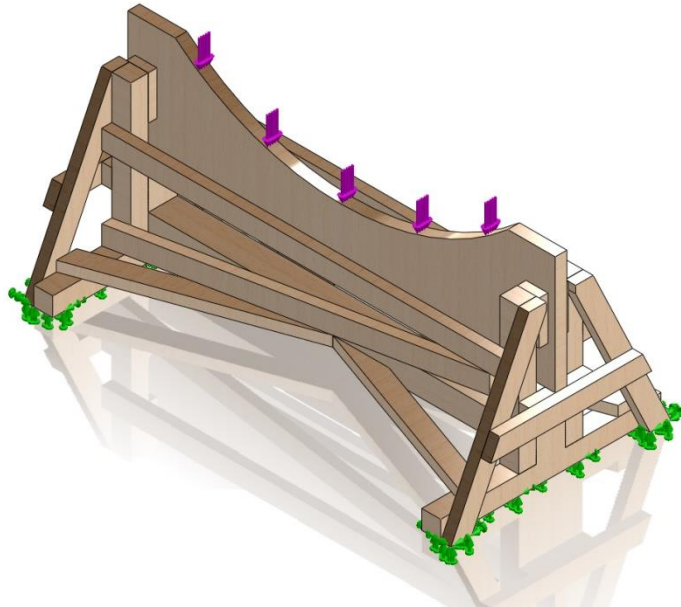


Fig. 3.3 Nombre del modelo: Soperte.Fuselaje Avion Fairchild FH 227

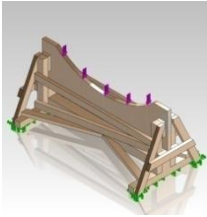
Configuración actual: Predeterminado

Fuente: Solidworks

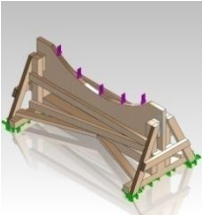
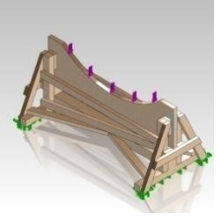
Sólidos

| Sólidos | | | |
|----------------------------------|--------------|--------------------------|---|
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |

| | | | |
|--|---------------|--|---|
| <p>Cortar-Extruir1</p>  | <p>Sólido</p> | <p>Masa:109.361 lb Volumen:8903.24 in³ Densidad:0.0122833 lb/in³ Peso:109.287 lbf</p> | <p>C:\Documents and Settings\lucho-men\Escritorio\Copia de Madera2\Base.SLDPRT Feb 17 15:53:37 2012</p> |
| <p>Saliente-Extruir1</p>  | <p>Sólido</p> | <p>Masa:19.0309 lb Volumen:1549.33 in³ Densidad:0.0122833 lb/in³ Peso:19.018 lbf</p> | <p>C:\Documents and Settings\lucho-men\Escritorio\Copia de Madera2\Pieza1.SLDPRT Feb 17 15:11:38 2012</p> |
| <p>Saliente-Extruir1</p>  | <p>Sólido</p> | <p>Masa:3.00129 lb Volumen:244.339 in³ Densidad:0.0122833 lb/in³ Peso:2.99925 lbf</p> | <p>C:\Documents and Settings\lucho-men\Escritorio\Copia de Madera2\Pieza10.SLDPRT Feb 17 13:15:26 2012</p> |

| | | | |
|--|---------------|--|---|
| <p>Saliente-Extruir1</p>  | <p>Sólido</p> | <p>Masa:5.0671 lb Volumen:412.521 in³ Densidad:0.0122833 lb/in³ Peso:5.06367 lbf</p> | <p>C:\Documents and Settings\lucho-men\Escritorio\Copia de Madera2\Pieza11.SLDPRT Feb 17 12:36:25 2012</p> |
| <p>Saliente-Extruir2</p>  | <p>Sólido</p> | <p>Masa:7.1027 lb Volumen:578.241 in³ Densidad:0.0122833 lb/in³ Peso:7.09788 lbf</p> | <p>C:\Documents and Settings\lucho-men\Escritorio\Copia de Madera2\Pieza12.SLDPRT Feb 17 15:09:28 2012</p> |
| <p>Saliente-Extruir1</p>  | <p>Sólido</p> | <p>Masa:8.49661 lb Volumen:691.721 in³ Densidad:0.0122833 lb/in³ Peso:8.49084 lbf</p> | <p>C:\Documents and Settings\lucho-men\Escritorio\Copia de Madera2\Pieza3.SLDPRT Feb 23 11:56:42 2012</p> |

| | | | |
|--|---------------|--|--|
| <p>Cortar-Extruir1</p>  | <p>Sólido</p> | <p>Masa:103.015 lb Volumen:8386.57 in³ Densidad:0.0122833 lb/in³ Peso:102.945 lbf</p> | <p>C:\Documents and Settings\lucho-men\Escritorio\Copia de Madera2\Pieza4.SLDPRT Feb 17 16:03:24 2012</p> |
| <p>Saliente-Extruir1</p>  | <p>Sólido</p> | <p>Masa:18.3887 lb Volumen:1497.05 in³ Densidad:0.0122833 lb/in³ Peso:18.3763 lbf</p> | <p>C:\Documents and Settings\lucho-men\Escritorio\Copia de Madera2\Pieza5.SLDPRT Feb 17 15:30:06 2012</p> |
| <p>Saliente-Extruir1</p>  | <p>Sólido</p> | <p>Masa:8.71226 lb Volumen:709.278 in³ Densidad:0.0122833 lb/in³ Peso:8.70636 lbf</p> | <p>C:\Documents and Settings\lucho-men\Escritorio\Copia de Madera2\Pieza7.SLDPRT Feb 17 15:51:18 2012</p> |

| | | | |
|---|---------------|--|--|
| <p>Saliente-Extruir1</p>  | <p>Sólido</p> | <p>Masa:11.6933 lb Volumen:951.97 in³ Densidad:0.0122833 lb/in³ Peso:11.6854 lbf</p> | <p>C:\Documents and Settings\lucho-men\Escritorio\Copia de Madera2\Pieza8.SLDPRT Feb 17 11:59:36 2012</p> |
| <p>Saliente-Extruir1</p>  | <p>Sólido</p> | <p>Masa:2.02384 lb Volumen:164.764 in³ Densidad:0.0122833 lb/in³ Peso:2.02247 lbf</p> | <p>C:\Documents and Settings\lucho-men\Escritorio\Copia de Madera2\Pieza9.SLDPRT Feb 17 16:01:42 2012</p> |

Propiedades Del Estudio

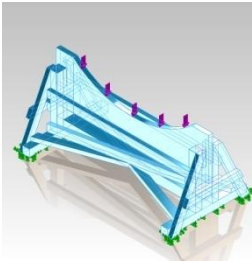
| | |
|--|-------------------------|
| Nombre de estudio | Estudio 1 |
| Tipo de análisis | Estático |
| Tipo de malla | Malla sólida |
| Efecto térmico: | Activar |
| Opción térmica | Incluir cargas térmicas |
| Temperatura a tensión cero | 298 Kelvin |
| Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation | Desactivar |
| Tipo de solver | FFEPlus |

| | |
|--|--|
| Efecto de rigidización por tensión (Inplane): | Desactivar |
| Muelle blando: | Desactivar |
| Desahogo inercial: | Desactivar |
| Opciones de unión rígida incompatibles | Automática |
| Gran desplazamiento | Desactivar |
| Calcular fuerzas de cuerpo libre | Activar |
| Fricción | Desactivar |
| Utilizar método adaptativo: | Desactivar |
| Carpeta de resultados | Documento de SolidWorks (C:\Documents and Settings\lucho-men\Escritorio\Copia de Madera2) |

Unidades

| | |
|--------------------------------|------------------|
| Sistema de unidades: | Métrico (MKS) |
| Longitud/Desplazamiento | mm |
| Temperatura | Kelvin |
| Velocidad angular | Rad/seg |
| Presión/Tensión | N/m ² |

Propiedades de Material

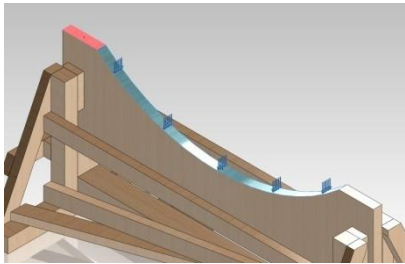
| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|--|---|
|  | <p>Nombre: Madera Pino</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises</p> | <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Base-1), Sólido</p> |

| | | |
|--|---|---|
| | Límite elástico: 5e+007 N/m² | 1(Saliente-Extruir1)(Pieza1-1), Sólido |
| | Límite de tracción: 3e+007 N/m² | 1(Saliente-Extruir1) |
| | Módulo elástico: 9.7e+009 N/m² | |
| | Coefficiente de Poisson: 0.328 | |
| | Densidad: 340 kg/m³ | |

Cargas y Sujeciones

| Nombre de sujeción | Imagen de sujeción | Detalles de sujeción | | |
|---------------------------------|--|----------------------|-----------------------|--|
| Fija -1 |  | Entidades: | 6 cara(s) | |
| | | Tipo: | Geometría fija | |
| Fuerzas resultantes | | | | |
| Componentes | X | Y | Z | |
| Fuerza de reacción(N) | -53.5197 | 298890 | 192.807 | |
| Momento de reacción(N-m) | 0 | 0 | 0 | |

| | | |
|-----------------|---------------|-------------------|
| Nombre de carga | Cargar imagen | Detalles de carga |
|-----------------|---------------|-------------------|

| Nombre de carga | Cargar imagen | Detalles de carga |
|-----------------|---|--|
| Fuerza-1 |  | Entidades: 1 cara(s) Referencia: Cara< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: 2462.4 kgf |

Información de malla

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Tipo de malla | Malla sólida |
| Mallador utilizado: | Malla basada en curvature |
| Puntos jacobianos | 4 Puntos |
| Tamaño máximo de elemento | 164.431 mm |
| Tamaño mínimo del elemento | 164.431 mm |
| Calidad de malla | Elementos cuadráticos de alto orden |

Información de malla – Detalles

| | |
|---|-----------------|
| Número total de nodos | 5745 |
| Número total de elementos | 2465 |
| Cociente máximo de aspecto | 14.736 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3 | 88.8 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10 | 0.609 |
| % de elementos distorsionados (Jacobiana) | 0 |
| Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss): | 00:00:02 |
| Nombre de computadora: | OSOS-06489D3969 |

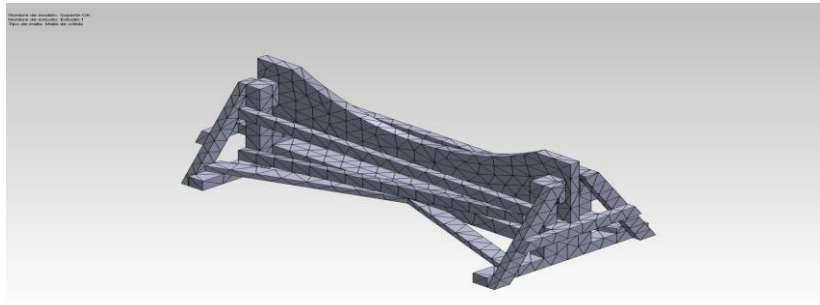


Fig. 3.4 Información de malla

Fuente: Solidworks

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

| Conjunto de selecciones | Unidades | Suma X | Suma Y | Suma Z | Resultante |
|-------------------------|----------|---------|--------|---------|------------|
| Todo el modelo | N | 53.5197 | 298890 | 192.807 | 298890 |

Momentos de reacción

| Conjunto de selecciones | Unidades | Suma X | Suma Y | Suma Z | Resultante |
|-------------------------|----------|--------|--------|--------|------------|
| Todo el modelo | N-m | 0 | 0 | 0 | 0 |

Resultados del estudio

Resultado de las tensiones

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|------------|---------------------------------|---|---|
| Tensiones1 | VON: Tensión de von Mises | 7.86183e-008 N/mm ² (MPa) Nodo: 4354 | 31.2898 N/mm ² (MPa) Nodo: 3496 |

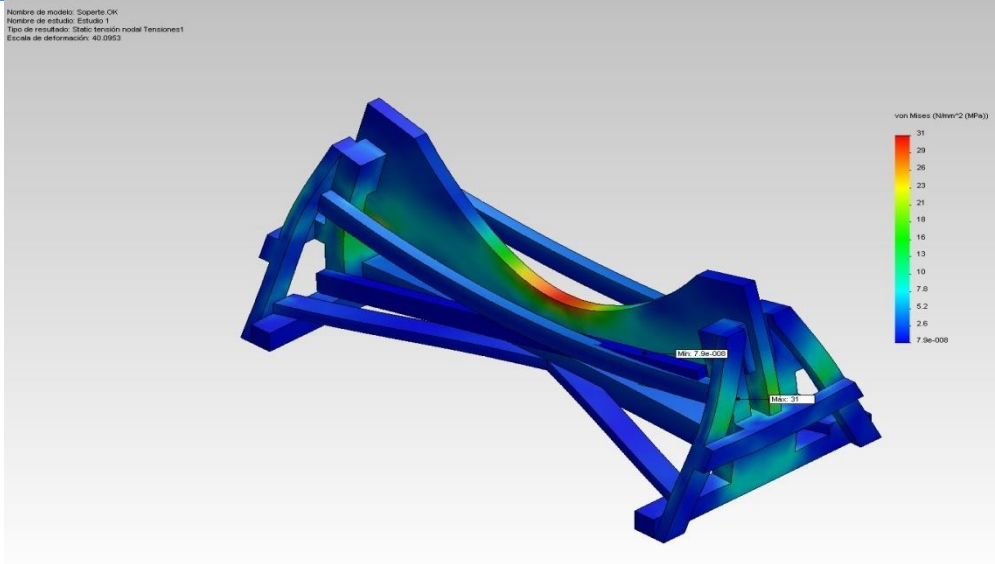


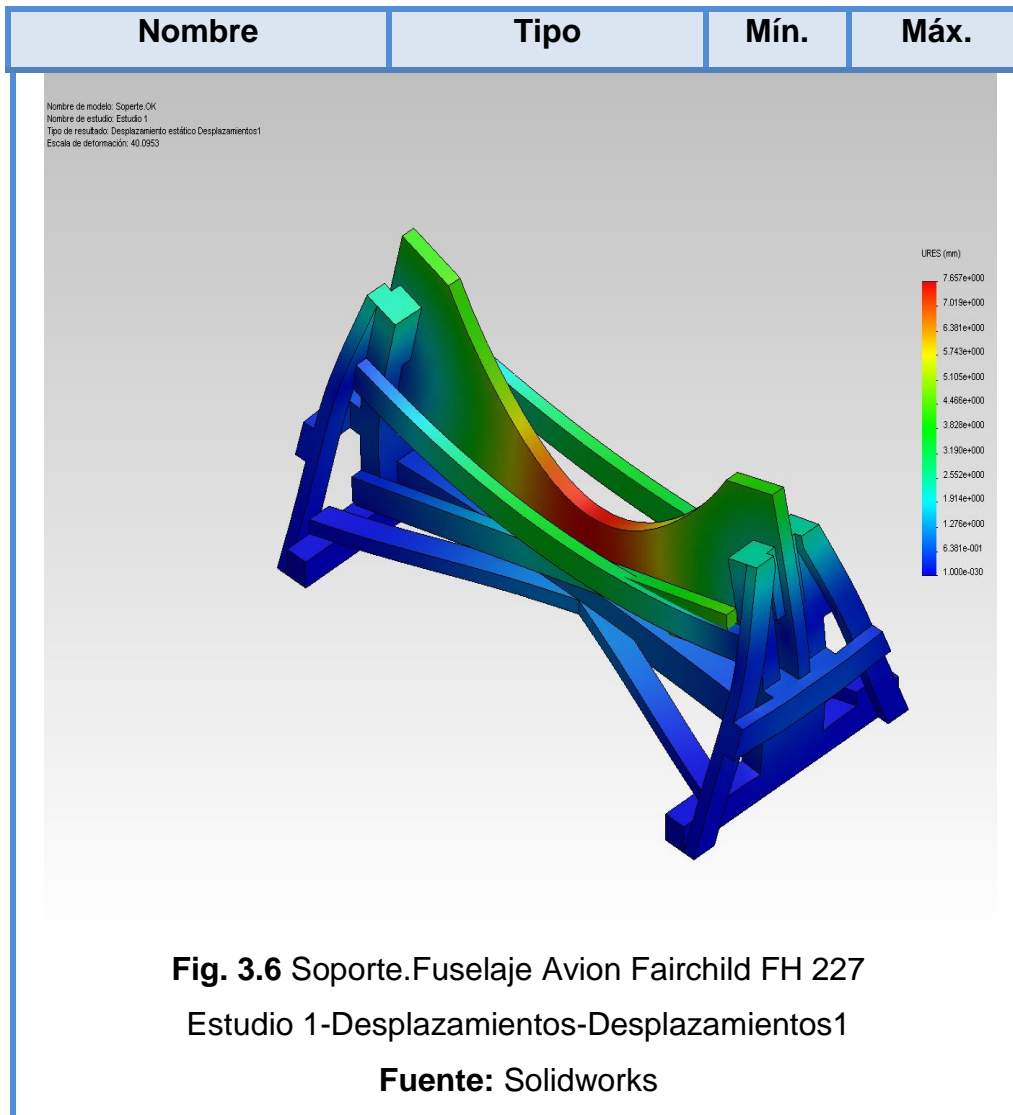
Fig. 3.5 Soporte.Fuselaje Avion Fairchild FH 227

Estudio 1-Tensiones12

Fuente: solidworks

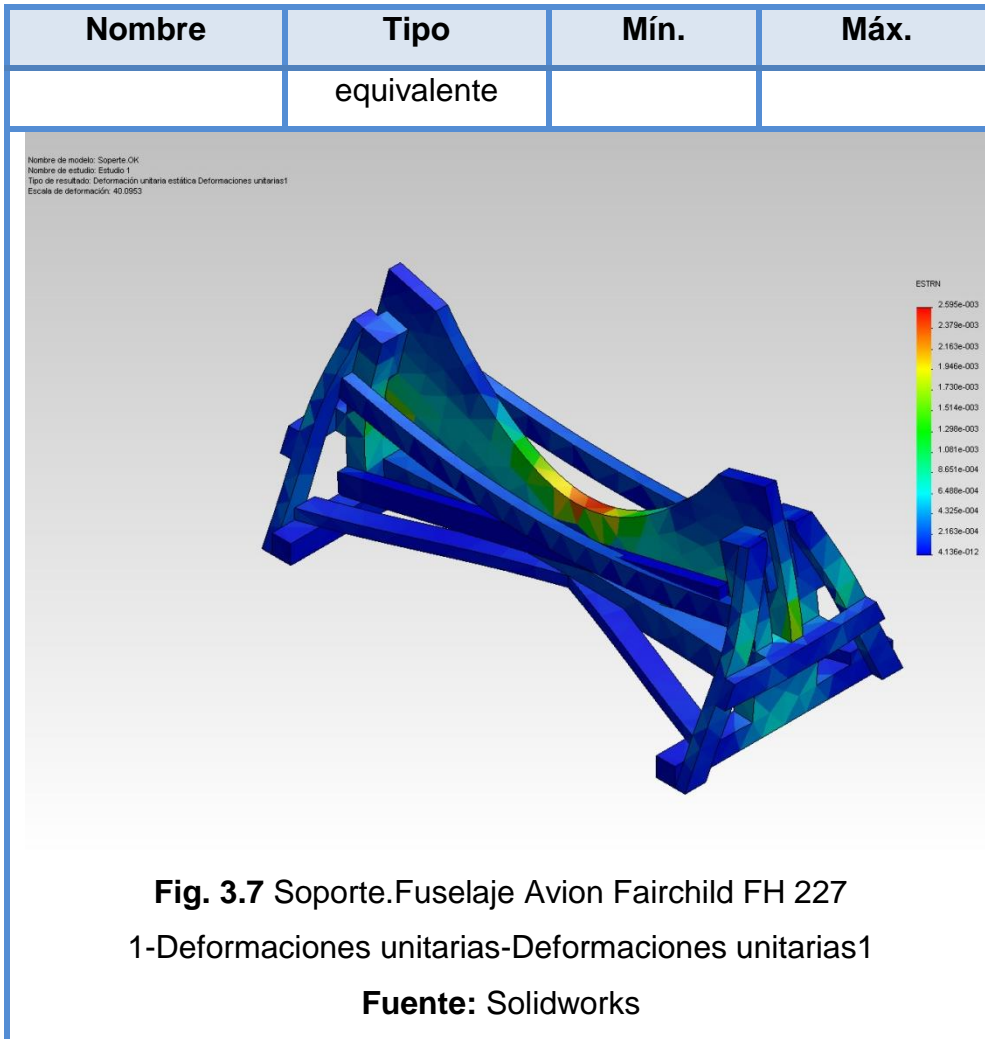
Resultado de los desplazamientos

| Nombre | Tipo | Mín. | Máy. |
|------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Desplazamientos1 | URES: Desplazamiento resultante | 0 mm Nodo: 38 | 7.65679 mm Nodo: 3313 |



Resultado de las deformaciones

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|--------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Deformaciones unitarias1 | ESTRN: Deformación unitaria | 4.1356e-012 Elemento: 1796 | 0.00259519 Elemento: 1510 |



Resultado del desplazamiento total del soporte cuando se pone la carga

| Nombre | Tipo |
|---------------------|-----------------|
| Desplazamientos1{1} | Forma deformada |

Nombre de modelo: Soporte OK
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de resultado: Forma deformada Desplazamientos1(1)
Escala de deformación: 40.0953

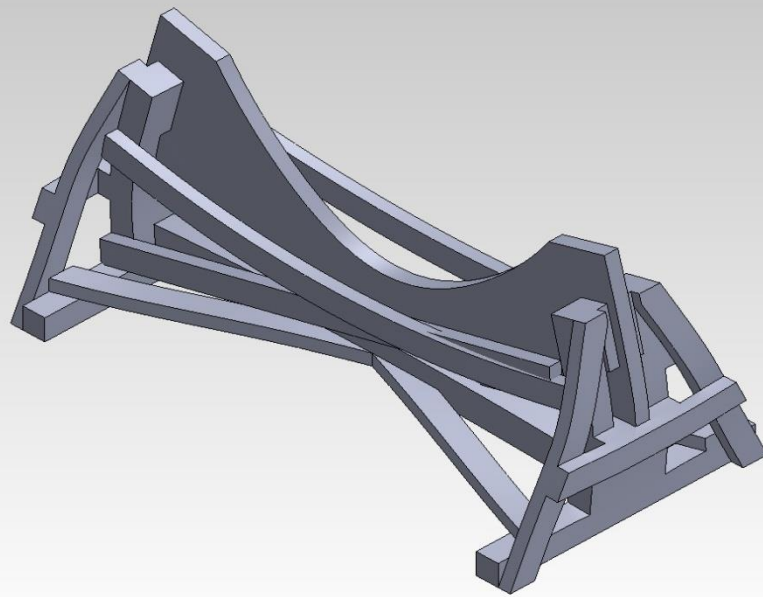


Fig. 3.8 Soporte.Fuselaje Avion Fairchild FH 227

1-Desplazamientos-Desplazamientos1{1}

Fuente: Solidworks

3.9 Construcción

Para la construcción de los soportes nos hemos basado en la alternativa 2 en donde se ha tomado en cuenta sus dimensiones y materiales recomendados por el manual, para lo cual se procedió a la compra del material tomando en cuenta que se lo debía preparar y cuadrar para su construcción y sus pasos que se siguió para obtener como resultado un soporte capaz de soportar el peso del fuselaje y mantener firme la estructura del avión.

Primer Paso

Cuando se tiene los materiales y las herramientas necesarias para realizar este trabajo se procede a clasificar cuales son las vigas idóneas para las base del soporte.

Segundo Paso

Es este paso se procede al cuadro de la madera en la maquina canteadora ya que esta máquina nos da una superficie recta y plana por dos lados para proceder a cortar.



Fig. 3.9 Cuadre de la madera en la maquina canteadora por sus dos extremos.

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

Tercer Paso

En este paso se procede al corte de la madera cuadrándola en el banco de sierra logrando obtener los cuatro lados a escuadra.



Fig. 3.10 Cuadre de la madera en los cuatro extremos.

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

Cuarto Paso

Cuadrar las puntas de acuerdo al largo de las columnas obteniendo la madera cuadrada por ambas puntas.

Quinto Paso

Cuadrada toda la madera que se va a utilizar para la base del soporte se procede a la verificación de los pernos; para conocer qué tipo de pernos vamos a utilizar para la sujeción de todos estos componentes.

En este caso vamos a utilizar pernos de M20x54cm; Perno M20x20cm.

Sexto Paso

Se procede a perforar con la broca de 25cm que será para hundir las rodela y con la broca de 14cm para que pase el perno al otro extremo de la viga y de la columna logrando ensamblar la base para el soporte.

Séptimo Paso

Cuando se tiene la base ya ensamblada del soporte se recurre a trazar en la viga central para cortar 6cm de profundidad con la sierra manual lo cual nos ayudara a poner los travesaños que ayudaran a mantener la base firme y escuadrada para tener una mejor presentación del soporte.



Fig. 3.11 Colocación de los travesaños en la viga central.

Fuente: Denis Cruz.

Octavo Paso

Ensamblado los peldaños se realiza los trazos para hacer los huecos con el taladro de broca 14 y 25mm en la base del soporte logrando asegurar los travesaños en la parte central y evitar así el descuadre de la base del soporte.

Noveno Paso

Ya ajustado los pernos de los travesaños en las puntas y en la parte central se procede al corte de las puntas del perno con el esmeril de mano logrando obtener un terminado seguro.

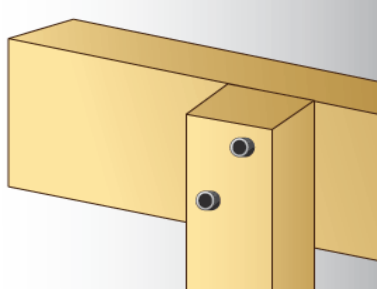


Fig. 3.12 Colocación y Ajuste de los pernos

Fuente: Denis Cruz

Decimo Paso

Se procede a colocar las columnas principales y las aseguramos con dos pernos de 53cm hacia la base, ponemos tres parantes y dos vigas por lado del soporte para fijarlos de mejor manera.

Fig. 3. 13 Ensamble de las columnas de la base

Fuente: Denis Cruz

Decimo Primer Paso

Aseguradas las vigas en las columnas del soporte se procede a cerrar las vigas que serán parantes de los soportes los cuales ayudaran a fijar y a cuadrar de mejor manera los soportes.

Para lo cual se corta las vigas y el largo de acuerdo a cada soporte, se procede a realizar huecos para asegurar los parantes con el taladro y las brocas de 5/16 para pasar el tirafondo, 1/8 para realizar hueco guía para evitar

que se rompa el tirafondo en la columna y con la aleta de 25cm para poder hundir la rodela así lograr una mejor fijación.

Decimo segundo paso

Ya asegurado los parantes a las columnas se procede a poner los elementos de refuerzo para el soporte en la parte delantera y la parte trasera como indica la figura.



Fig. 3. 14 Colocación de los refuerzos delanteros

Fuente: Denis Cruz



Fig. 3. 15 Colocación del refuerzo trasero

Fuente: Denis Cruz

Decimo Tercer Paso

Asegurada la base se procederá a la construcción del tablero las cuales se utilizo 5 vigas de 297x16.2 cm y se procede a ensamblar y juntar estas vigas; luego con el molde sacado se procede a cortar en la caladora de banco para obtener su forma de acuerdo a la sección del avión. Luego se procede a empotrar en el soporte como se muestra a continuación.



Fig. 3. 16 Ensamblaje del tablero

Fuente: Denis Cruz

Decimo Cuarto Paso

Ya asegurado el tablero procedemos a cortar en la caladora de banco el caucho esponja el cual ayudara para evitar que dañe la estructura ya cortado se procede a pegar con cemento de contacto como se muestra en la figura



Fig. 3. 17 Colocación del caucho esponja en el filo del tablero

Fuente: Denis Cruz

Decimo Quinto Paso

En el procedimiento final se procede al ensamblaje total y el pintado para dar una mejor presentación al soporte.



Fig. 3. 18 Pintado y Ensamblado del Soporte

Fuente: Denis Cruz

CAPÍTULO IV

MANUALES

Para realizar el presente proyecto hemos creado manuales como los guías para mantener un ambiente de trabajo adecuado, en los que hay que considerar los factores de riesgo a las personas que operan los soportes del avión Fairchild FH227.

Es por esta razón se crea los siguientes manuales: de desmontaje, manual de ensamblaje, manual de mantenimiento, manual de operación, manual de seguridad para así mantener la vida útil de los soportes los cuales servirán como medio de sujeción del fuselaje del avión enriqueciendo los conocimientos teóricos y prácticos de los alumnos.

4.1 Manual de seguridad.

Este manual nos da conocimiento sobre los riesgos que se pueden tener por el peso de la estructura del soporte ya que por falta de conocimientos podría causar un incidente o accidente a las personas que manipulen el mismo.

4.2 Manual de operación

Este manual tiene como objetivo definir las responsabilidades que se adquieren en el momento de implementar los soportes a fuselaje ya que este se refiere a todas las acciones que se debe realizar desde el momento de su acople y su desacople lo cual se debe considerar como un riesgo si su operación no se lo realiza de la manera adecuada.

4.3 Manual de mantenimiento

Este manual tiene el objetivo brindar los medios necesarios para poder realizar un mantenimiento adecuado y así lograr preservar la vida útil del soporte y su mecanismo. El mantenimiento está dirigido a aquellas personas que harán uso de esta estructura la cual soportara el peso del avión Fairchild FH 227.

4.4 Manual de ensamblaje

Este manual tiene como objetivo principal brindar los procedimientos básicos para el ensamblaje de la estructura del soporte, logrando una mejor eficiencia al momento del ensamblaje lo cual ayudara a tomar las precauciones necesarias para evitar daños en la estructura.

4.5 Manual de desmontaje

Este manual nos brinda los conocimientos necesarios para un desarrollo eficaz ya que describirá los pasos a seguir logrando evitar daños hacia la persona y la estructura del soporte. Una vez ya desarmado nos dará los pasos para el almacenamiento de todas las partes del fuselaje evitando daños por mal almacenamiento.

Tabla 4.1 Manuales

| MANUAL | CODIGO |
|-------------------------|---------------|
| Manual de seguridad | HE-1 |
| Manual de operación | HE-2 |
| Manual de mantenimiento | HE-3 |
| manual de ensamblaje | HE-4 |
| manual de desarmado | HE-5 |

Fuente: Denis Cruz.

Elaborado por: Denis Cruz.

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

El estudio económico es un factor importante y necesario porque permite determinar el costo real de la construcción de los soportes, una vez terminada la construcción se detallan con exactitud los recursos económicos empleados en materiales, maquina herramientas, equipos y mano de obra.

5.1 Presupuesto

Inicialmente se realizo un presupuesto general para la elaboración del proyecto que tenía como fin el traslado de la aeronave, con la participación de varios integrantes aportando económicamente con todo el material de apoyo requerida por la aeronave para lograr dicho traslado.

A continuación se presenta el costo real del presupuesto que se aporto para trasladar la aeronave con las variaciones respectivas acorde a las propuestas actuales de construir un soporte que aporte con el traslado del fuselaje que se detallara posteriormente.

Tabla 5.1 del Presupuesto del Traslado de la Aeronave Fairchild FH 227

Presupuesto del traslado de la aeronave Fairchild FH 227

| No | DETALLE | Valor total en USD. |
|-----------|---|----------------------------|
| 1 | Costo de herramientas y E quipos ,Alquiler de Grúas y Plataformas ,transporte | 700,00 |

Nota: cabe recalcar que el presupuesto aportado para alcanzar el traslado de la aeronave es grupal que no se lo ha detallado, el valor indicado en la tabla es personal.

Fuente: Denis Cruz

Elaborado por: Denis cruz

5.2 Análisis de costos

En la elaboración del proyecto se realizaron los siguientes gastos, siendo todos de importancia y ninguno menos relevante, tomando en cuenta los siguientes factores que se consideraron en el siguiente orden en la construcción de los soportes para el traslado del aeronave del avión Fairchild FH 227.

Costos primarios

- Materiales
- Herramientas y equipos
- Mano de obra

Costos secundarios

- Derechos de grado
- Elaboración de textos

5.2.1 Costos primarios

Tabla 5.2 Tabla de costos de materiales

| CANTIDAD | DETALLE | COSTO C/U POR METROS | COSTO TOTAL DEL METRO |
|-----------------|--|-----------------------------|------------------------------|
| 4 | Vigas de pino de 13x7 cm de 124 cm de largo | \$ 5 | \$ 29 |
| 4 | Vigas de pino de 13x7 cm de 124 cm de largo | \$ 5 | \$ 29 |
| 2 | Vigas de pino de 13x7 cm de 279 cm de largo | \$ 6 | \$ 34 |
| 2 | Vigas de pino de 13x7 cm de 298 cm de largo | \$ 6 | \$ 36 |
| 1 | Vagas de pino de 13x7 cm de 283 cm de largo | \$ 6 | \$ 17 |
| 1 | viga de colorado de 17x16cm de 296 cm de largo | \$ 4 | \$ 12 |
| 4 | Vigas de pino de 13x7cm de 146 cm de largo | \$ 5 | \$ 32 |
| 4 | Vigas de pino de 12x12cm de 100 cm de largo | \$ 5 | \$ 20 |
| 4 | Tablones de 15x30 cm de 30cm de largo | \$ 4 | \$4.8 |
| 2 | Tablones de 40x7cm de 40 cm de largo | \$ 4 | \$3.2 |
| 2 | Vigas de colorado de 26x20cm de 26cm de largo | \$ 5 | \$2.6 |
| | SUBTOTAL | | \$219.60 |

Fuente: Denis Cruz

Elaborado por: Denis Cruz

| Cantidad | Detalle | Costo c/u | Costo total |
|-----------------|-----------------------------------|------------------|--------------------|
| 50 | Pernos | \$0.15 | \$7.50 |
| 50 | Rodelas planas | \$0.08 | \$4.00 |
| 3 | Discos de corte de metal | \$1.50 | \$4.50 |
| 2 | Brocas de 5/16 de titanio | \$2.50 | \$5.00 |
| 8m | De caucho esponja | \$0.70 | \$5.60 |
| 1m | De lija numero 60 | \$54.00 | \$54.00 |
| 2 | Galones de pintura CATERPILLAR | \$30.00 | \$60.00 |
| 2 | Dados de terraja e ½ | \$8.00 | \$16.00 |
| 2 | Lijas de disco | \$1.00 | \$2.00 |
| | SUBTOTAL | | \$158.60 |

Fuente: Denis Cruz

Elaborado por: Denis Cruz

Tabla 5.3 Tabla Costos de Herramientas y Equipos

| No | Herramienta o Equipo | Costo Unidad | Costo Total |
|-----------|----------------------------------|---------------------|--------------------|
| 1 | flexometro | \$1.80 | \$1.80 |
| 1 | escuadra | \$4.00 | \$4.00 |
| 1 | rayador | \$2.00 | \$2.00 |
| 1 | entenalla | \$5.00 | \$5.00 |
| 1 | sierra manual | \$8.00 | \$8.00 |
| 1 | sierra eléctrica | \$200.00 | \$200.00 |
| 1 | llaves mixtas | \$55.00 | \$55.00 |
| 1 | cepillo de acero | \$3.00 | \$3.00 |
| 1 | esmeril de mano | \$45.00 | \$45.00 |
| 1 | taladro de banco | \$80.00 | \$80.00 |
| 1 | compresor y equipo de pintura | \$50.00 | \$50.00 |
| | SUBTOTAL | | 453.80 |

Nota: En el cuadro se indica el precio de sierra eléctrica, taladro de banco, compresor y equipo de pintura, cabe resaltar que estos equipos no fueron comprados por su alto coste se alquilaron y se enumera su precio de alquiler.

Fuente: Denis Cruz

Elaborado por: Denis Cruz

Tabla 5.4 Tabla De Costos por Mano De Obra

| No | DETALLE | V. unitario hrs. Trabajador | Hrs. empleadas | V. total hrs trabajador. |
|-----------|-----------------------------------|--|---------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Estructura | \$60 | 4 | \$240.00 |
| 2 | Construcción de vigas | \$30 | 2 | \$60.00 |
| 3 | Construcción de vigas de colorado | \$30 | 1 | \$30.00 |
| 4 | Construcción de tableros | \$20 | 1 | \$20.00 |
| 5 | Construcción de caucho de esponja | \$10 | 1 | \$10.00 |
| | SUBTOTAL | | | \$360.00 |

Fuente: Denis Cruz

Elaborado por: Denis Cruz

5.2.1.1 Total de Costos Primarios

Tabla 5.5 Tabla del total de Costos Primarios

| No | Detalle | Valor en USD |
|----|-------------------------------|------------------|
| 1 | Costo de materiales | \$378.20 |
| 2 | Costo de Materiales y equipos | \$453.80 |
| 3 | Costo por mano de obra | \$360.00 |
| | TOTAL | \$1192.00 |

Fuente: Denis Cruz

Elaborado por: Denis Cruz

5.2.2 Costos Secundarios

5.2.2.1 Total de Costos Secundarios

Tabla 5.6 Tabla Total de Costos Secundarios

| NO | Detalle | Valor en USD |
|----|-----------------------|-----------------|
| 1 | Derecho de grado | \$296.34 |
| 2 | Elaboración de textos | \$100.00 |
| | TOTAL | \$396.34 |

Fuente: Denis Cruz

Elaborado por: Denis Cruz

5.2.3 Costo Total del Proyecto

Tabla 5.7 Costo Total del Proyecto

| No | Detalle | Valor en USD |
|----|--------------------|----------------|
| 1 | Gastos Primarios | 1192.00 |
| 2 | Gastos Secundarios | 396.34 |
| | TOTAL | 1588.34 |

Fuente: Denis Cruz

Elaborado por: Denis Cruz

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Es necesario obtener toda la información del manual de mantenimiento para poder realizar la construcción de los soporte.
- Se analizó el tipo de modelo escogido de acuerdo al manual de mantenimiento para la fijación del fuselaje.
- Se realizó un plano con todas las medidas para proceder a la construcción y así evitar confusión en el momento del ensamblaje.
- Se debe elegir correctamente las herramientas en el momento de la construcción del soporte.
- Se realizó las pruebas funcionales teniendo como resultado la aceptación del soporte
- Se determina que el soporte tipo caballete asume las 15000lbs con mucha seguridad y firmeza.
- Se concluye que el soporte tipo caballete fabricado con la madera pino cumplió con las exigencias requeridas para el trabajo.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar los cálculos respectivos de acuerdo al modelo de los soportes de acuerdo al manual de mantenimiento antes de su construcción
- Antes de la construcción se recomienda tener los equipos de protección personal como es mascarilla, gafas, orejeras para evitar posibles lesiones.
- Al momento de armar y desarmar el soporte es necesario tener todo en orden.
- Para la preparación y recubrimiento de los soportes se recomienda seleccionar correctamente el material ya que estará a la intemperie y debe estar preparado para cualquier condición climática.
- Se recomienda realizar mantenimiento cada seis meses para evitar que se rompa o se pudra.
- Se debe lubricar las partes de los pernos para evitar que exista corrosión.
- Se recomienda ubicar el fuselaje en una zona fija para evitar el desnivel del mismo.

GLOSARIO

A

Aleación: Es una mezcla homogénea, de propiedades metálicas, que está compuesta de dos o más elementos, de los cuales, al menos uno es un metal

Adyacente: junto al constituyente sintáctico del sintagma nominal.

Automatizar: Aplicar a una industria máquinas o procedimientos automáticos.

C

Coníferas: Son árboles o arbustos caracterizados por portar estructuras reproductivas llamadas conos.

Celulosa: Es un hidrato de carbono polimérico que se encuentra en las paredes de las células de las plantas.

Contusión: Lesión causada al golpear o comprimir una parte del cuerpo sin producir herida exterior.

Carcomas: Son el nombre común que reciben las larvas de varias especies de coleópteros que perforan madera (vigas, muebles, artesanados, etc.), en la que construyen galerías y a la cual dañan, produciendo un característico polvo o serrín llamado también quera.

Costilla (Rib): Miembro delantero y posterior de la estructura del ala, da forma al perfil y transmite la carga del revestimiento a los largueros.

Carenados: Revestimiento realizado con fibra de vidrio, fibra de carbono, plástico u otro material que se adapta al chasis con fines principalmente aerodinámicos

E

Empenaje: Se denomina cola o empenaje a la parte posterior de un avión donde (en las configuraciones clásicas) suelen estar situados el estabilizador horizontal (encargado de controlar el picado del avión) y estabilizador vertical (encargado de controlar la guiñada del avión usando el timón).

Envergadura: El ancho de una aeronave de un extremo a otro de las alas.

Extrusiones: Proceso de obtención de perfiles, empujando el material contra una matriz que tiene un orificio con la forma del perfil a obtener.

F

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

H

Hemicelulosas: Son heteropolisacáridos (polisacárido compuesto por más de un tipo de monómero), formado, en este caso un tanto especial, por un conjunto heterogéneo de polisacáridos, a su vez formados por un solo tipo de monosacáridos unidos por enlaces fundamentalmente xilosa, arabinosa, galactosa, manosa, glucosa y ácido glucurónico) , que forman una cadena lineal ramificada

Herbáceas: Son plantas que no forman tallo leñoso por lo que en general no alcanzan grandes alturas.

Herrajes: Son componentes de metal empleados para unir determinadas secciones del ala. De su cálculo depende buena parte de la resistencia estructural del ala. Resisten esfuerzos, vibraciones y deflexiones.

I

Impermeabilizantes: Son sustancias que detienen el agua, impidiendo su pase, y son muy utilizados en el revestimiento de piezas y objetos que deben ser mantenidos secos.

L

Lisiología: Es la ciencia biológica que estudia las funciones de los seres orgánicos

Lignina: Es un polímero presente en las paredes celulares de organismos del reino Planta y también en las Dinophytas del reino Chromalveolata.

Larguero (Spar): Viga que se extiende a lo largo del ala. Es el componente principal de soporte de la estructura. Soporta los esfuerzos de flexión y torsión.

Larguerillos (Stringer): Son miembros longitudinales de las alas a lo largo de las mismas que transmiten la carga soportada por el recubrimiento a las costillas del ala.

M

Morro: La parte delantera de una aeronave.

Mantenimiento: Mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

Maniobra: Cualquier operación material que se ejecuta con las manos.

N

Neumático: También denominado cubierta en algunas regiones, es una pieza toroidal de caucho que se coloca en las ruedas de diversos vehículos y

máquinas. Su función principal es permitir un contacto adecuado por adherencia y fricción con el pavimento, posibilitando el arranque, el frenado y la guía.

O

Ortotrópico: Es una constante de elasticidad.

Ovalar: Dar a una cosa forma ovalada

P

Protuberancias: Elevación o bulto de forma redondeada que sobresale de una superficie.

Placa o Alma (Web): Es una placa delgada que soportada por ángulos de refuerzo y estructura, suministra gran resistencia al corte.

Paneles: Consisten en una serie de mandos e indicadores, mediante los cuales el piloto, no sólo ejerce un control seguro de la aeronave en caso de no contar con referencia visual exterior (Vuelo Visual), sino que se mantiene informado sobre el resultado de la actuación de aquellos mandos, y pudiendo así desarrollar con ellos un Vuelo por Instrumentos.

Peldaño: Cada una de las pequeñas plataformas horizontales de una escalera donde se apoya el pie al subir o bajar.

R

Recubrimientos: Es un material que es depositado sobre la superficie de un objeto, por lo general denominado sustrato

Radome: Estructura que cubre la antena del radar de un avión.

Revestimiento (Skin): Su función es la de dar y mantener la forma aerodinámica del ala, pudiendo contribuir también en su resistencia estructural.

S

Savia: Es el fluido transportado por los tejidos de conducción de las plantas (xilema o floema).

Soporte: Equipo o estructura de apoyo para la acentuación de un equipo o elemento.

T

Tuerca: Se denomina tuerca a la pieza roscada interiormente, que se acopla a un tornillo formando una unión roscada, fija o deslizante.

V

Varengas: Es la primera pieza curva que se pone atravesada en sentido perpendicular o de babor a estribor sobre la quilla para formar la cuaderna

Viga: Es un elemento constructivo lineal que trabaja principalmente a flexión

X

Xilema: también conocido como leño o hadroma, es un tejido vegetal leñoso de conducción que transporta líquidos de una parte a otra de las plantas vasculares.

BIBLIOGRAFIA

- Enciclopedia ilustrada de la aviación: vol.7 - pág. 150,Edit. Delta Barcelona 1983.
- <http://www.google.com.ec/imgres?q=TIPOS+DE+TUERCAS&um=1&>.
- http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227
- <http://www.google.com.ec/imgres?q=avion+fairchild+227&um=1&hl=es&sa=N&biw=1024&bih=632&tbn=isch&t>
- Manual de mantenimiento del avión Fairchild..
- <http://www.statefundca.com/safety/safetymeeting/SafetyMeetingArticle.aspx?ArticleID=533>
- <http://www.monografias.com/trabajos89/disenio-sistema-gestion-apoyo-aereo/disenio-sistema-gestion-apoyo-aere>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Madera>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Contrachapado>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Carpinter%C3%ADa>
- <http://www.buenastareas.com/ensayos/Tuercas-y-Tornillos/1751261.html>
- <http://www.google.com.ec/imgres?q=TIPOS+DE+TUERCAS&um=1&>.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/SolidWorks>

ANEXOS

ANEXO A2
AVIÓN FAIRCHILD

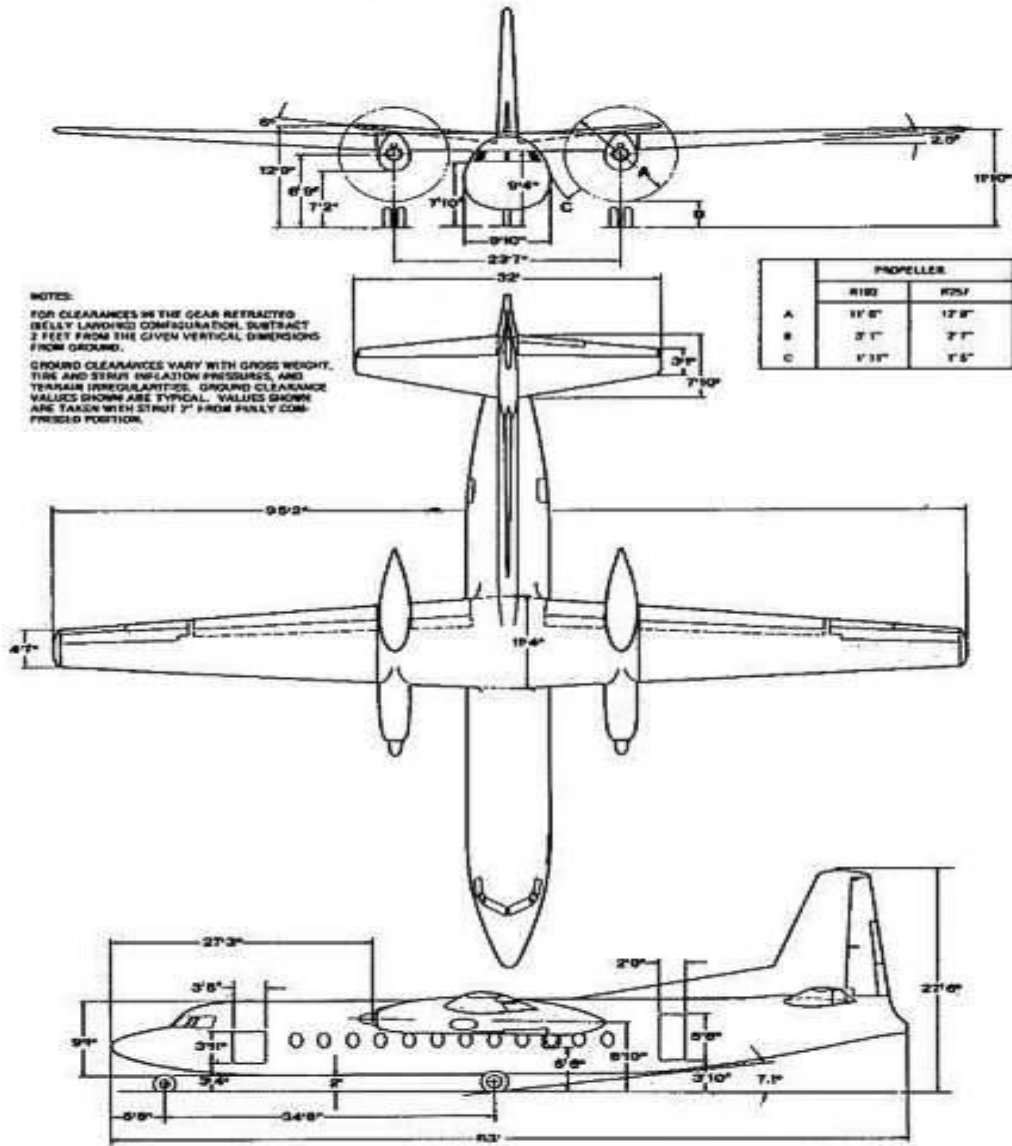


Anexo A1. Img. Avión Fairchild FH 227

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

Elaborado por: Denis Cruz

FH-227 SERIES MECHANICS HANDBOOK



**Airplane Dimensions
Figure 6-1 (Sheet 1)**

Anexo A2. Img. Dimensiones y areas

Fuente: manual de mantenimiento avión Fairchild FH 227

Elaborado por: Denis Cruz

ANEXO A 3
INVESTIGACION DE CAMPO
COMPONENTES DEL AVION FAIRCHILD



Img: Motores

Elaborado por: Denis Cruz



Img: Helices

Elaborado por: Denis Cruz



Img: Fuselage

Elaborado por: Denis Cruz



Img: Ala Izquierda

Elaborado por: Denis Cruz



Img: Empenaje

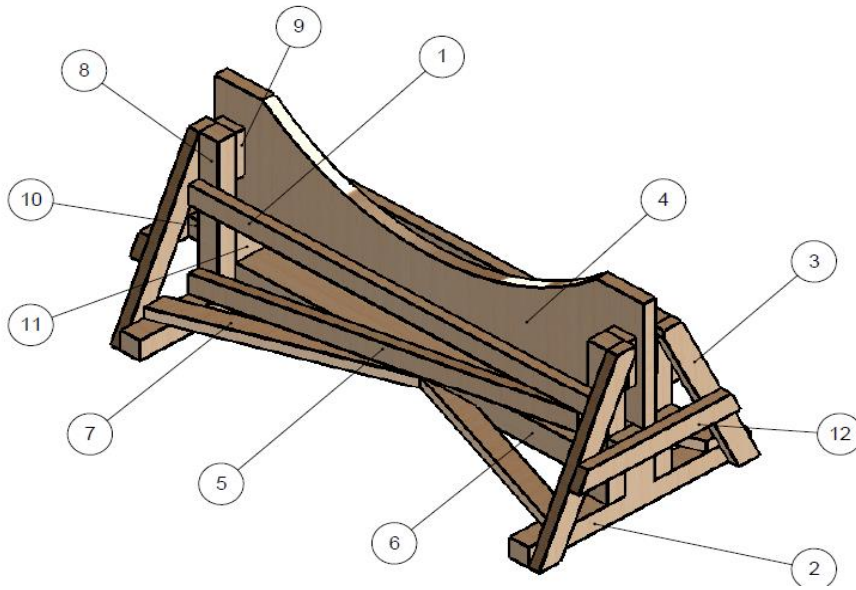
Elaborado por: Denis Cruz

ANEXO A 4
FICHA DE OBSERVACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LA AERONAVE

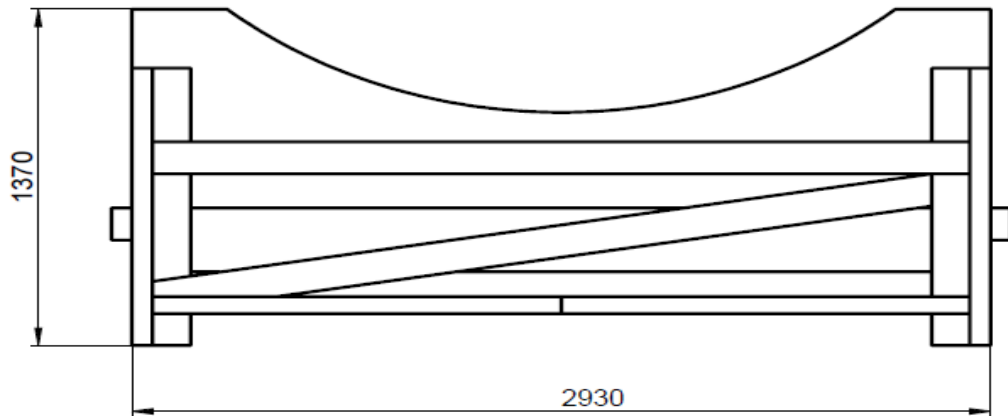
ANEXO A 5
MEMORANDUM DE LA DONACION DEL AVION FAIRCHILD FH 227
MATRICULA HC-BHD

ANEXO B
MANUAL DE GENERALALIDADES DEL AVION FAIRCHILD FH 227

ANEXO C
DISEÑO DE LA ESTRUCTURA



Img: Soporte del fuselaje avión Fairchild Fh 227
Elaborado por: Denis Cruz



Img: Medidas de la Alto y Ancho del Soporte
Elaborado por: Denis Cruz

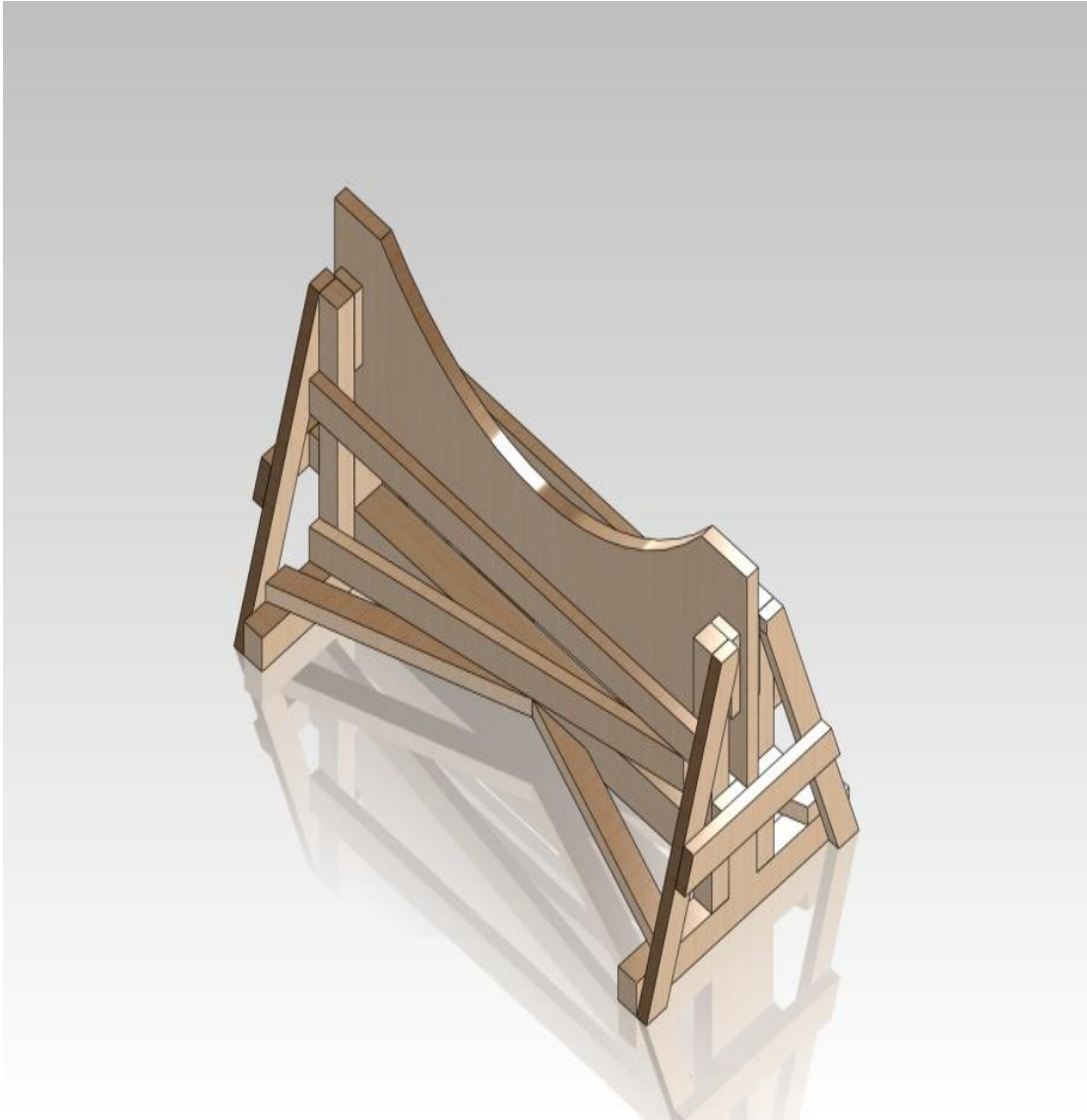
ANEXO D
ENSAMBLE Y CONSTRUCCION FINAL DEL SOPORTE

Soporte Terminado



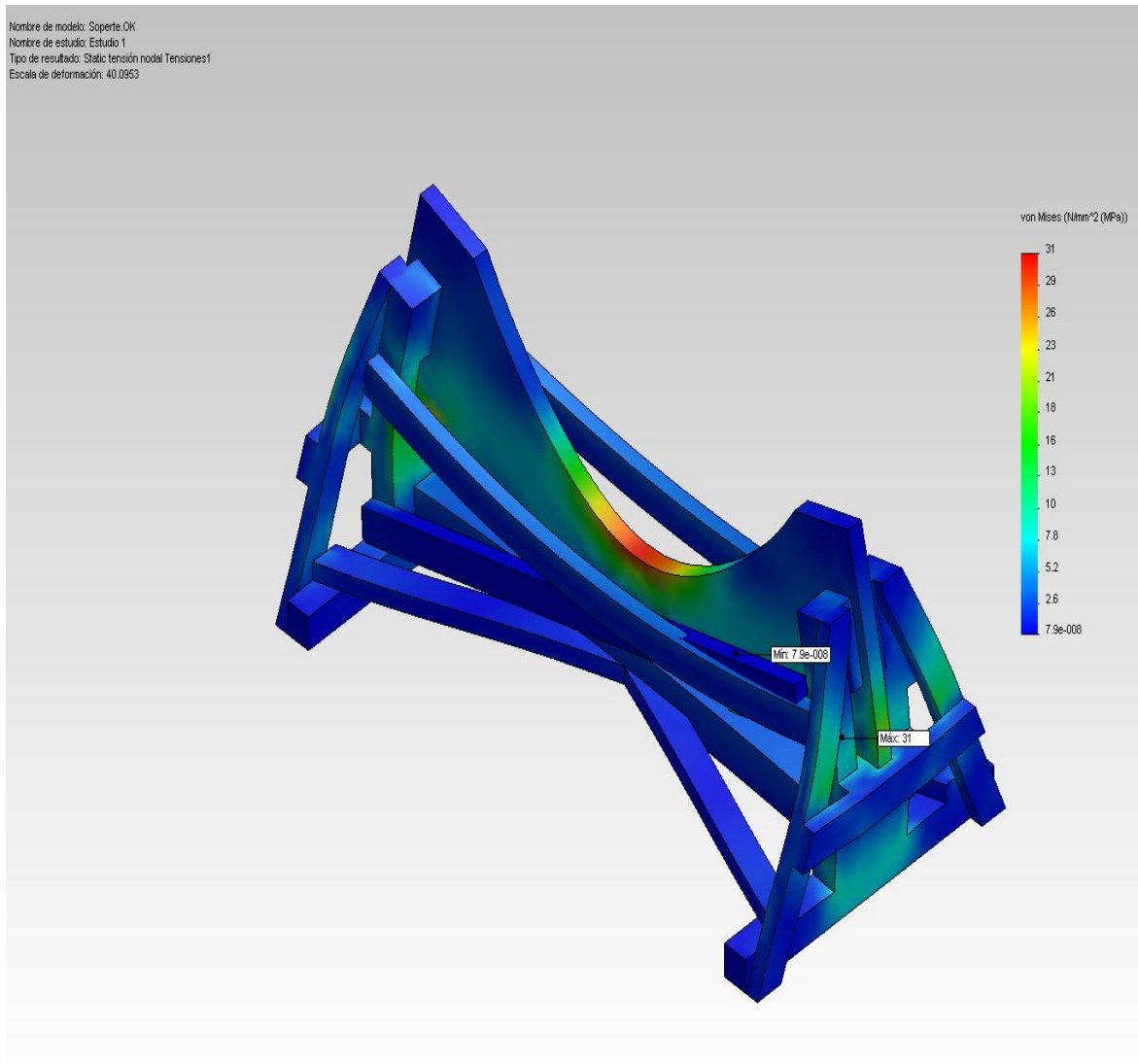
ANEXO E
ESTUDIO ESTÁTICO Y PRUEBAS DEL SOPORTE

La presente imagen indica el diseño del soporte además se determina la asignación del material las cargas y puntos críticos del soporte.



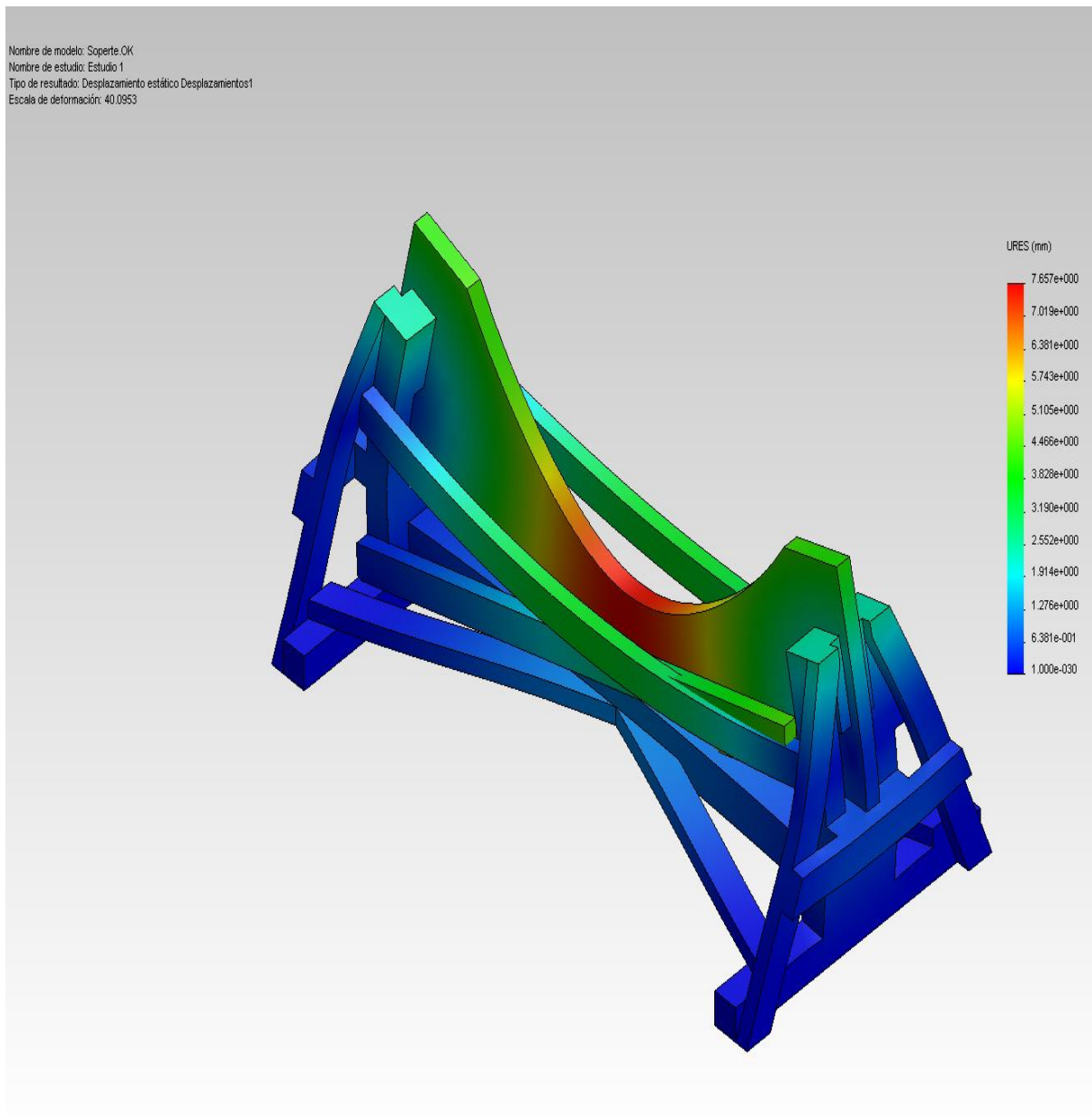
Img1. Diseño y Análisis estructural del soporte.

En la siguiente presentación se muestra en rango de colores desde el color rojo que indica el punto más crítico de la tensión hasta el color azul que indica el punto menos crítico en el mismo esfuerzo.



Img 2. Rango de colores identificado en el soporte sobre las tensiones

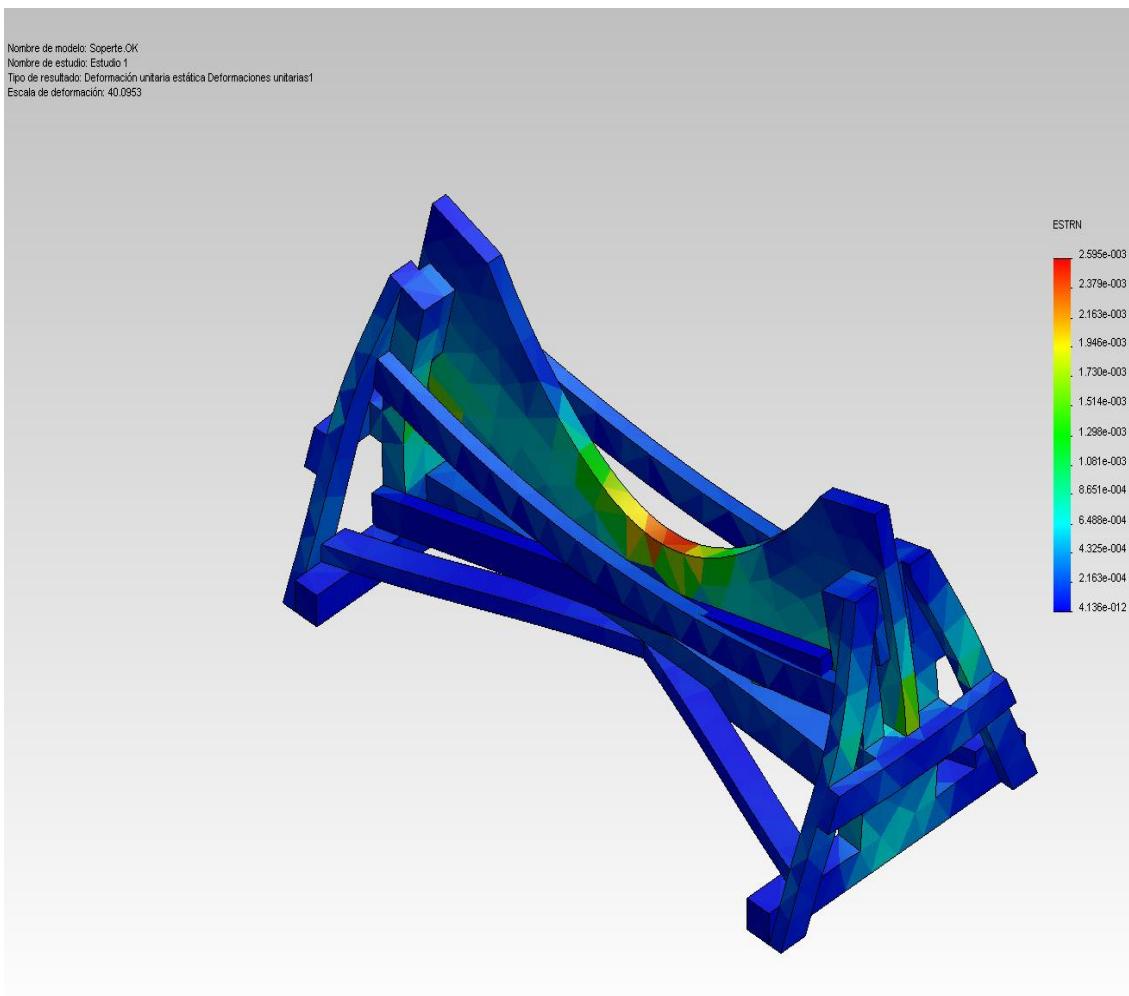
La presente imagen muestra el desplazamiento que es la longitud de la trayectoria comprendida entre la posición inicial y la posición final de un punto material. Esta comprendida también en un rango de colores donde indica que el color rojo es el que más se desplaza y el azul el que menos variabilidad tiene.



Img 3. Rango de colores del desplazamiento

En la siguiente imagen se muestra la deformación del soporte cuando se coloca el peso que se ha estimado del fuselaje que forma una deformación unitaria que es el cambio en el tamaño o forma del soporte debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo.

También se ha representado en un rango de colores donde el color rojo es el punto en que más se ha deformado y el color azul es el que no sufre mucho este fenómeno.



Img 4. Rango de colores de Deformaciones Unitarias

ANEXO F
USOS DEL SOPORTE APLICADOS EN EL AVION

Avión Fairchild en los soportes





HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Cruz Chavarrea Denis Darío

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: Julio 07 de 1990

CEDULA DE CIUDADANÍA: 060381751-1

TELÉFONOS: 097376041

CORREO ELECTRÓNICO: denis_cruz_mc@hotmail.com

DIRECCIÓN: Dr. Agustín Dávalos y Elempata.



EDUCACIÓN

Escuela Abdón Calderón.

1996-2002 Guano-Chimborazo-Ecuador

Academia militar (Gral. Bernardo Dávalos León)

2002-2008 Riobamba-Chimborazo-Ecuador

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

2008-2011 Latacunga-Cotopaxi-Ecuador

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachillerato en Ciencias Básicas

IDIOMAS

Español

Inglés Americano (Suficiencia)

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRACTICAS PREPROFESIONALES

Pasantía técnica en la sección estructuras, Ala de combate No 22 base SIMON BOLIVAR.

Febrero 22 al 31 de Marzo del 2010.

Pasantía técnica en la compañía de aviación FUNDACION AMAZONICA sección aviones, estructuras, motores, mantenimiento.

Agosto 03 a 03 de Septiembre del 2010.

Pasantía técnica en la compañía de aviación AEROCONECOS EN LA sección aviones, estructuras, motores, mantenimiento.

Febrero 14 al 01 de abril del 2011.

CURSOS Y SEMINARIOS

Seminario VI jornadas de ciencia y tecnología ITSA 2010 con una Duración de 12 hrs.

Latacunga, noviembre 2010

Seminario internacional innovación de tecnología y tendencias productivas sector del metalmecánica con una duración de 14 hrs.

Riobamba, octubre de 2011.

HOJA DE LEGALIZACION DE FIRMAS

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

Cruz Chavarrea Denis Darío

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECANICA

Ing. Hebert Atencio Vizcaíno

Latacunga, Marzo 06, de 2012

CESIÓN DE DERECHO DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, Cruz Chavarrea Denis Darío, Egresado de la carrera de mecánica aeronáutica mención Aviones, en el año 2011, con Cedula de Ciudadanía No 060381751 1 autor del trabajo de graduación “Construcción de los soportes delanteros para el fuselaje del avión Fairchild fh-227 HC-BHD para su traslado del ala no. 11 hasta el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico” Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Cruz Chavarrea Denis Darío

Latacunga, Marzo 06, de 2012