

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**IMPLEMENTACIÓN DE DOS SOPORTES PARA EL FUSELAJE
DESDE LA ESTACIÓN 740 HASTA LA 1183 DEL AVIÓN BOEING
727-200**

POR:

VIVANCO MONTALVAN HARMAN DAVID

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

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA – MENCIÓN
MOTORES**

AÑO

2011

CERTIFICACIÓN

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

ING. HENRY IZA

DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

Latacunga, agosto del 2011

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de graduación a mi madre, quien fue la que me apoyó constantemente en todos mis objetivos y metas que me he propuesto durante el transcurso de la vida, ella me ha inculcado buenos valores, los mismos que me han servido para poder realizarme como ser humano, una persona responsable, grata y honesta.

Harman David Vivanco Montalvan

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios quien fue el que me dio vida y salud, a mis abuelitos, que de una u otra forma pusieron su gran amor para que saliera adelante ante cualquier adversidad, a mi madre quien con su experiencia, inteligencia y su bondad supo guiarme por el camino del bien y a todos quienes depositaron su confianza en mí para poder cumplir con mis metas.

Por supuesto, agradezco también al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) y a los docentes que por medio de su sabiduría sembraron en mí buenos conocimientos, para que en el futuro sepa desenvolverme como un gran profesional.

Harman David Vivanco Montalvan

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE.....	v
LISTA DE TABLAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN EN ESPAÑOL.....	15
RESUMEN EN INGLÉS.....	16

CAPÍTULO I

TEMA

1.1 Antecedentes.....	17
1.2 Justificación.....	18
1.3 Objetivos.....	18
1.3.1 General.....	18
1.3.2 Específicos.....	18
1.4 Alcance.....	18

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del Boeing 727.....	19
2.2 Boeing 727.....	19
2.2.1 Clasificación de partes mayores.....	20
2.2.2 Estaciones de la sección 46.....	21
2.3 Dimensiones del avión Boeing 727-100 y 727-200.....	22
2.3.1 Avión Boeing 727-100 y 727-200.....	23
2.4 Soportes de mantenimiento.....	24
2.4.1 Análisis de los soportes.....	25
2.4.2 Análisis de soporte 1.....	26
2.4.3 Análisis de partes fijas.....	27
2.4.4 Análisis de parte móvil.....	27
2.5 Selección del material.....	28
2.5.1 Tipos de madera.....	28
2.5.2 Madera eucalipto.....	29
2.5.2.1 Características de la madera eucalipto.....	29
2.5.3 Formas de sujeción para soportes en madera.....	32

CAPÍTULO III

3.1 Preliminares.....	35
3.1.1 Descripción de alternativas.....	35
3.1.2 Análisis de alternativas.....	38
3.1.3 Selección de la mejor alternativa.....	39
3.1.4 Ubicación de los soportes.....	39
3.1.5 Análisis de los soportes.....	40
3.1.5.1 Dimensionamiento de los soportes.....	40
3.2 Construcción de los soportes.....	43
3.2.1 Materiales.....	44
3.2.2 Herramientas y máquinas.....	44
3.3 Orden de construcción.....	45
3.3.1 Preparación de las vigas.....	45
3.3.2 Medición de las vigas.....	46
3.3.3 Corte de las vigas.....	47
3.3.4 Ensamblaje de la viga principal base del soporte 1.....	48
3.3.5 Ensamblaje de las columnas principales del soporte 1.....	49
3.3.6 Ensamblaje de las columnas diagonales secundarias.....	50
3.3.7 Ensamblaje de la parte fija.....	51
3.4 Construcción del mecanismo de elevación.....	52
3.5 Construcción de la parte móvil.....	53
3.6 Proceso de protección y pintado.....	54

3.7	Ensamblaje de los soportes.....	55
3.8	Análisis de costos.....	56
3.8.1	Costos primarios.....	57
3.8.2	Costos secundarios.....	57
3.8.3	Costo total.....	58
3.9	Prueba de análisis de resultados.....	59
3.9.1	Cálculos por el Método Manual del Soporte 1.....	59
3.9.2	Cálculos por el Método Manual del Soporte 2.....	80
3.9.3	Cálculos del Mecanismo de Elevación de los soportes.....	98
3.10	Manuales y hoja de registro.....	102
3.10.1	Manual de seguridad.....	103
3.10.2	Manual de mantenimiento.....	104
3.10.3	Manual de operación.....	106
3.10.4	Hoja de registro.....	107
CAPÍTULO IV		
4.1	Conclusiones y recomendaciones.....	108
4.1.1	Conclusiones.....	108
4.1.2	Recomendaciones.....	109
4.2	Glosario.....	110
4.3	Bibliografía.....	111

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1. Datos del avión Boeing 727-100 y 727-200.....	24
Tabla 3.1. Primera alternativa.....	38
Tabla 3.2. Segunda alternativa.....	39
Tabla 3.3. Materiales.....	44
Tabla 3.4. Herramientas y máquinas.....	44
Tabla 3.5. Proceso de construcción.....	45
Tabla 3.6. Medidas del soporte 1.....	46
Tabla 3.7. Costos primarios.....	57
Tabla 3.8. Costos secundarios.....	58
Tabla 3.9. Costo total.....	58
Tabla. 3.10. Resultados del programa inventor de soporte 1.....	78
Tabla 3.11. Resultados de programa de inventor soporte 2.....	96
Tabla 3.12. Resultados del programa de inventor mecanismo elevación.....	100
Tabla 3.13. Codificación de los manuales.....	102

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Boeing 727 de la FAE.....	21
Figura 2.2. Conjunto de partes mayores.....	22
Figura 2.3. Estaciones de la sección 46.....	22
Figura 2.4. Dimensiones principales.....	23
Figura 2.5. Soporte de mantenimiento.....	25
Figura 2.6. Soporte de mantenimiento.....	26
Figura 2.7. Soporte de mantenimiento alternativo.....	27
Figura 2.8. Diseño de parte móvil.....	28
Figura 2.9. Madera eucalipto.....	32
Figura 3.1. Soporte.....	35
Figura 3.2. Soporte alternativo.....	37
Figura 3.3. Ubicación de los soportes.....	40
Figura 3.4. Dimensionamiento soporte 1.....	41
Figura 3.5. Dimensionamiento soporte 2.....	42
Figura 3.6. Cepillado de las vigas.....	46
Figura 3.7. Corte de las vigas.....	47
Figura 3.8. Ensamblaje de la base del soporte 1.....	48
Figura 3.9. Corte diagonal.....	49
Figura 3.10. Ensamblaje de columnas (parte lateral).....	49
Figura 3.11. Ensamblaje de columnas diagonales secundarias.....	50

Figura 3.12. Parte lateral.....	51
Figura 3.13. Ensamblaje de la parte fija.....	52
Figura 3.14. Mecanismo de soporte.....	53
Figura 3.15. Tablero móvil.....	54
Figura 3.16. Pintado de partes.....	55
Figura 3.17. Ensamblaje de los soportes.....	56
Figura 3.18. Tablero del soporte 1.....	59
Figura 3.19. Área requerida para el esfuerzo normal	60
Figura 3.20. Área requerida para el esfuerzo cortante.....	61
Figura 3.22. Círculo de Mohr.....	62
Figura 3.23. Columna de soporte principal lateral.....	63
Figura 3.24. Columna con carga aplicada.....	63
Figura 3.25. Columna con tendencia a pandearse 1.....	64
Figura 3.26. Soporte inclinado 1.....	65
Figura 3.27. Viga frontal inferior del soporte1.....	68
Figura 3.28. Soporte en dos bases.....	69
Figura 3.29. Área requerida.....	69
Figura 3.30. Área que se necesita.....	70
Figura 3.31. Carga aplicada sobre el área de la viga.....	71
Figura 3.32. Esfuerzo cortante.....	71
Figura 3.33. Mitad de área.....	72
Figura 3.34. Refuerzo superior y el indicado frontal y posterior.....	73

Figura 3.35. Refuerzo superior.....	73
Figura 3.36. Área requerida del refuerzo.....	74
Figura 3.37. Soporte inclinado.....	74
Figura 3.38. Plano si las columnas tienden abrirse o cerrarse.....	75
Figura 3.39. Área utilizada.....	75
Figura 3.40. Punto crítico.....	76
Figura 3.41. Área del perno.....	77
Figura 3.42. Área a soportar la carga	77
Figura 3.43. Von Mises del soporte 1.....	79
Figura 3.44. Tablero del soporte 2.....	80
Figura 3.45. Área requerida.....	81
Figura 3.46. Área para carga cortante.....	82
Figura 3.47. Área utilizada del tablero 2.....	82
Figura 3.48. Círculo de Mohr.....	83
Figura 3.49. Columnas del soporte 2.....	84
Figura 3.50. Columna a dimensional.....	84
Figura 3.51. Columna con tendencia al pandeo.....	85
Figura 3.52. Soporte inclinado.....	87
Figura 3.53. Ángulos para el esfuerzo.....	87
Figura 3.54. Área requerida para el esfuerzo cortante.....	88
Figura 3.55. Viga frontal inferior del soporte 2.....	89
Figura 3.56. Soporte sobre dos bases.....	90
Figura 3.57. Viga a dimensional.....	90

Figura 3.58. Área de aplicación de carga de corte.....	91
Figura 3.59. Refuerzo superior y el indicado frontal y posterior.....	91
Figura 3.60. Refuerzo superior del soporte 2.....	92
Figura 3.61. Área que se requiere.....	92
Figura 3.62. Soporte inclinado.....	93
Figura 3.63. Ángulo para el esfuerzo de compresión.....	93
Figura 3.64. Área requerida.....	94
Figura 3.65. Punto crítico.....	94
Figura 3.66. Área del perno.....	95
Figura 3.67. Área a soportar la carga.....	95
Tabla 3.68. Von Mises del soporte 2.....	97
Figura 3.69. Círculo de Mohr.....	99
Figura 3.70. Von Mises del mecanismo.....	101

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: Anteproyecto del Trabajo de Investigación.....	111
ANEXO B: Diseño de soporte 1.....	149
ANEXO C: Hoja de Registro.....	150
ANEXO D: Estaciones de la sección 46.....	151
ANEXO E: Finalización del soporte 1.....	152
ANEXO F: Finalización del soporte 2.....	153
ANEXO G: Planos correspondientes al soporte 1.....	154
ANEXO H: Planos correspondientes al soporte 2.....	155
ANEXO I: Plano correspondiente al mecanismo de elevación.....	156
Hoja de Vida.....	157
Hoja de Legalización de Firmas.....	159
Cesión de Derechos de Propiedad Intelectual.....	160

Resumen del Trabajo de Graduación

Este trabajo de graduación es muy importante tanto para los docentes del ITSA como para los estudiantes, ya que de esta forma el ITSA va a complementar la enseñanza teórica con la práctica y los estudiantes recibirán una instrucción completa en los diferentes sistemas del avión.

La implementación de dos soportes para la sección 46, correspondiente a la estación 740 hasta la 1183 del fuselaje del avión Boeing 727 (HC-BLV), es de vital importancia, ya que servirá para embancar el avión y de esta manera permitirá que los demás estudiantes, destinados a desmontar las diferentes partes del avión, puedan realizar su trabajo sin ningún inconveniente y de esta forma se facilite el traslado de dicho avión, desde la Base Aérea Cotopaxi (BACO) hasta el ITSA.

Los soportes fueron elaborados de acuerdo a los procedimientos que indica el Manual de Reparaciones Estructurales de dicho avión, dentro de las características se encuentran establecidas medidas, diseño, mecanismo para la parte móvil, etc.; estos soportes cuentan con una parte fija y otra móvil, la parte fija es para que los soportes permanezcan asegurados en el piso y la parte móvil permitirá regular la altura de acuerdo a las necesidades que se presenten.

Indudablemente estos soportes son muy resistentes ya que están fabricados de madera de calidad, los pernos que sirven para ensamblar las partes de los soportes se reemplazaron por varillas totalmente resistentes, esta varilla es suficientemente tolerable para soportar cargas considerablemente pesadas.

Para elaborar este trabajo de graduación se realizó una encuesta a los estudiantes del ITSA, misma que sirvió de gran ayuda para obtener una idea clara sobre las falencias que carecen los estudiantes durante el periodo de instrucción.

Summary of the graduation work

This graduation work is very important point for the educational of the ITSA like for the students, since of this form the ITSA will supplement the theoretical teaching with the practice and the students will receive a complete instruction in the different systems of the airplane.

The implementation of two supports for the section 46 corresponding to the station 740 - 1183 of the fuselage of the airplane Boeing 727 (HC-BLV) it is of vital importance, since it will be good for embancar the airplane and of this way will allow the other students dedicated to disassemble the different parts of the airplane to carry out its work without any inconvenience and of this he/she is formed it facilitates the transfer of this airplane from the Air base Cotopaxi (BACCHUS) until the ITSA.

The supports were elaborated according to the procedures that it indicates the manual of maintenance of this airplane, inside the characteristics they are established measures, design, mechanism for the mobile part, etc.; these supports have a fixed part and another motive, the fixed part is so that the supports remain insureds in the floor and the mobile part will allow to regulate the height according to the necessities that are presented.

Undoubtedly these supports are very resistant since they are manufactured wooden of quality, the fasteners that are good to assemble the parts of the supports were replaced by completely resistant bars, this bar is sufficiently passable to support considerably heavy loads.

To elaborate this graduation work he/she was carried out a survey to the students of the ITSA, same that served of great help to obtain a clear idea on the falencias that the students lack during the period of instruction.

CAPÍTULO I

TEMA

1.1 Antecedentes

Las carreras técnicas de aviación que existen en las universidades aeronáuticas se van modernizando cada día más con nuevos métodos de enseñanza y con nueva tecnología, lo cual permite una educación de calidad y gran prestigio, formando de esta manera profesionales técnicos de calidad que puedan desempeñar cualquier tarea que se les presente, por esta razón las instituciones educativas tienen la obligación de innovar su metodología. El ITSA a lo largo del tiempo ha ido modernizándose en la enseñanza teórica y últimamente en el área práctica.

El Instituto cuenta con personal docente y administrativo altamente capacitado, como también con instalaciones, talleres y laboratorios en óptimas condiciones aprobados por la Dirección de Aviación Civil (DAC); sin embargo, la falta de un avión para instrucción ha creado una inconformidad en docentes y alumnos, ya que no pueden complementar su enseñanza teórica con la práctica y de la misma forma los estudiantes no asimilan correctamente los conocimientos impartidos por sus maestros, de ahí que se hace necesario trasladar el avión Boeing 727 a las instalaciones del ITSA

Para la elaboración del presente trabajo se ha tomado como referencia al Instituto Superior Tecnológico Elmer Faucett que es un centro de instrucción aeronáutica reconocido oficialmente por el Ministerio de Educación y por la Dirección General de Aeronáutica Civil del Perú, bajo las regulaciones aeronáuticas de esa nación.

Para la instrucción práctica cuentan con un taller debidamente equipado y con un avión que les sirve de aeronave para instrucción.

Estos antecedentes servirán como ejemplo a seguir para que el ITSA implemente un taller adecuado y equipado con un avión de instrucción como es el Boeing 727 (HC-BLV).

1.2 Justificación

La razón principal por la que se elaboró este proyecto de graduación es por la misma necesidad que tiene el ITSA y principalmente los estudiantes de relacionar en un 100% la enseñanza teórica con la práctica, ya que inevitablemente se producen vacíos en su proceso de instrucción, constituyendo un gran problema debido a que los profesionales graduados, al momento de incursionar en la actividad aeronáutica enfrentan grandes problemas en el desempeño de su trabajo por la falta de práctica en los sistemas modernizados de aviación, lo que conlleva, además, a encontrar serias dificultades en la concreción de plazas de trabajo en el ámbito aeronáutico. De esta manera se anularían los futuros problemas que involucren la reputación del ITSA, como una institución de prestigio que lo es en la formación de tecnólogos aeronáuticos capacitados de la mejor manera en su área de trabajo.

Los únicos y potenciales beneficiarios directos de esta investigación son los estudiantes, mismos que llegarán a tener un óptimo desempeño en las diferentes actividades que realicen dentro de su área de trabajo.

Con el presente proyecto de graduación se pretende que el alumno realice la mayor cantidad de actividades prácticas en el avión Boeing 727-200, ya que es un avión escuela que le permitirá al estudiante complementar la teoría con la práctica.

El proyecto es original e innovador ya que no se ha realizado previamente alguna acción semejante, y se evalúa su factibilidad en base a la necesidad que tienen los estudiantes de practicar y aprender correctamente los sistemas del avión, requisito que es sumamente importante para encontrar empleo dentro de las empresas aeronáuticas.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Construir dos soportes de madera para el alojamiento de la sección 46 correspondiente a la estación 740 hasta la 1183, para que los estudiantes realicen prácticas pre-profesionales sin ningún inconveniente en el avión Boeing 727-200.

1.3.2 Específicos

- Dar la confianza necesaria a los estudiantes a través de la elaboración de los soportes.
- Conocer los puntos específicos para la respectiva ubicación de los soportes en el avión.
- Analizar las ventajas y desventajas que darán como resultado la construcción de los soportes.
- Comprender correctamente los procedimientos que da el manual de reparaciones estructurales para la elaboración de los soportes.

1.4 Alcance

El presente trabajo de graduación fue elaborado con el fin de complementar la enseñanza teórica con la práctica a través de la instrucción que recibirán los estudiantes en el avión Boeing 727 (HC-BLV).

Espacial: ITSA, Carrera de Mecánica Aeronáutica.

Temporal: Agosto 2010/Febrero 2011

De Contenido:

Área: Mecánica Aeronáutica

Campo: Soportes para la sección 46 del fuselaje correspondiente a la estación 740 hasta la 1183 del avión Boeing 727 (HC-BLV).

Capítulo II

MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del Boeing 727

El Boeing 727 es el jet comercial de más recordación a nivel mundial. Su construcción se empezó a gestar en 1960 por un requerimiento de la aerolínea United Airlines. Inicialmente solo se pensaba construir 250 aviones. Este sería el primer trireactor comercial con los motores en la cola y el primer avión norteamericano de elevadores altos. Sería el primer avión en tener APU, Unidad Auxiliar de Potencia.

El primer vuelo se efectuó el 9 de Febrero de 1963, entrando en servicio comercial con United Airlines el 29 de Octubre de 1963. Pronto se hizo necesaria una versión más amplia. Así nació el 727-200 que voló por primera vez el 27 de Julio de 1967, siendo entregado para vuelos comerciales con Northwest Airlines el 11 de Diciembre de 1967.

El rollout se efectuó el 27 de Noviembre de 1962 en la planta de Renton, estado de Washington. El rollout es cuando el avión sale por primera vez de los hangares de construcción y es mostrado al público y a la prensa especializada.

2.2 Boeing 727 ¹

El Boeing 727 es una aeronave trimotor comercial de tamaño medio. Su primer vuelo fue en 1963 siendo el modelo más vendido hasta principios de los años 90, con un total de 1.831 aviones entregados, época en que fue sustituido por el Boeing 737. En agosto de 2006, un total de 127 Boeing 727-100 y 493 Boeing 727-200 permanecían en servicio activo.

¹ www.aviationexplorer.com



Figura 2.1. Boeing 727 de la FAE

El fuselaje 727 tiene un diámetro externo de 148 pulgadas (3.8 m). Esto permite tres asientos por lado y una sola calzada central del acceso cuando los asientos de anchura de 18 pulgadas están instalados.

2.2.1 Clasificación de partes mayores

El avión Boeing 727 al igual que todos los aviones tiene sus dimensiones y características operacionales. Todas las partes del avión fueron diseñadas por estaciones, pero lo que concierne a este tema es el fuselaje, mismo que fue elaborado mediante estaciones, éstas son de gran importancia ya que el fabricante las ha diseñado con la finalidad de que sirvan como referencia para determinadas reparaciones de cualquier parte del avión.

Para una mejor comprensión el fuselaje se encuentra dividido en secciones, estas son: sección 41, sección 43, sección 46 y sección 48.

La sección 46 está constituida por diferentes partes importantes del avión, en ella se encuentra la unión de las raíces de las alas, dos ventanas de emergencia, el tren principal de aterrizaje, el centro de gravedad, una puerta de carga, la compuerta de la rueda del tren principal, etc.,

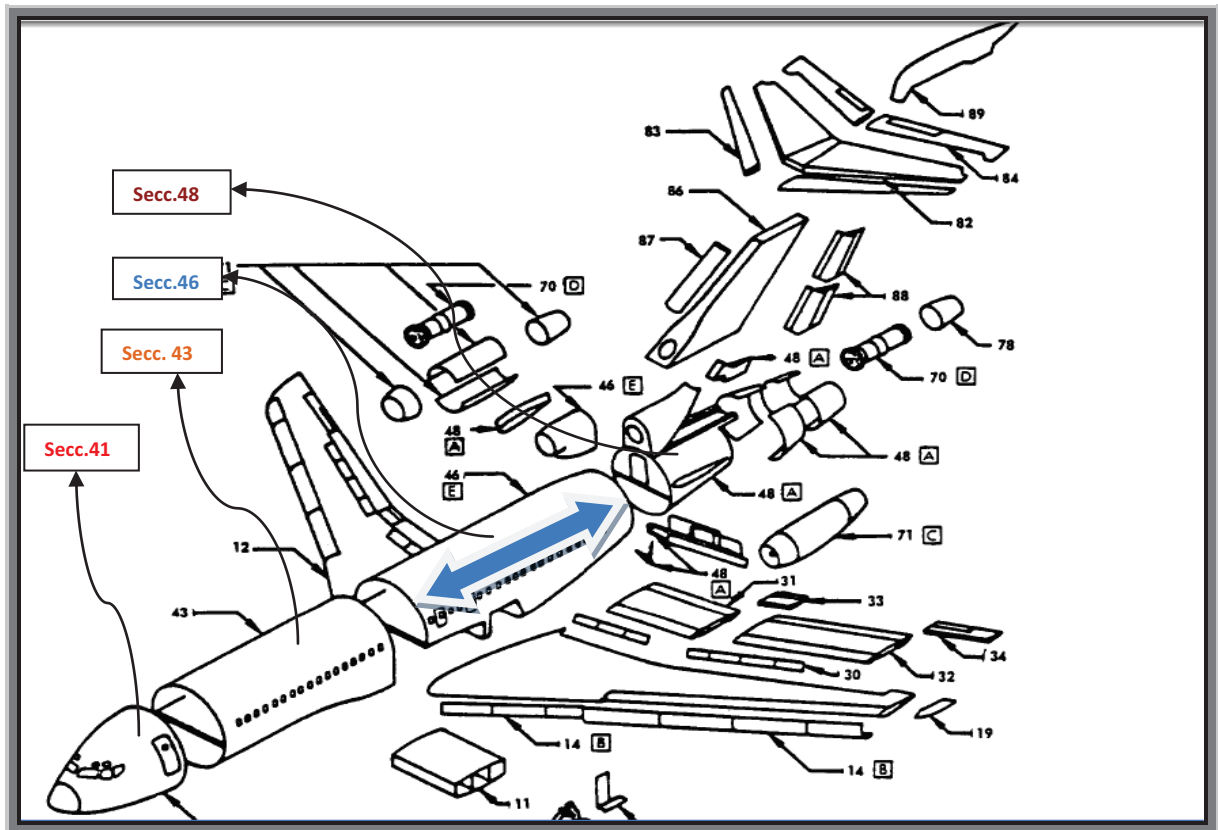


Figura 2.2. Conjunto de partes mayores

2.2.2 Estaciones de la sección 46

Toda sección está conformada con sus respectivas estaciones, la sección 46 que es en la que se enfoca el proyecto de graduación, consiste desde la estación 740 hasta la 1183, tal como lo indica la siguiente figura.

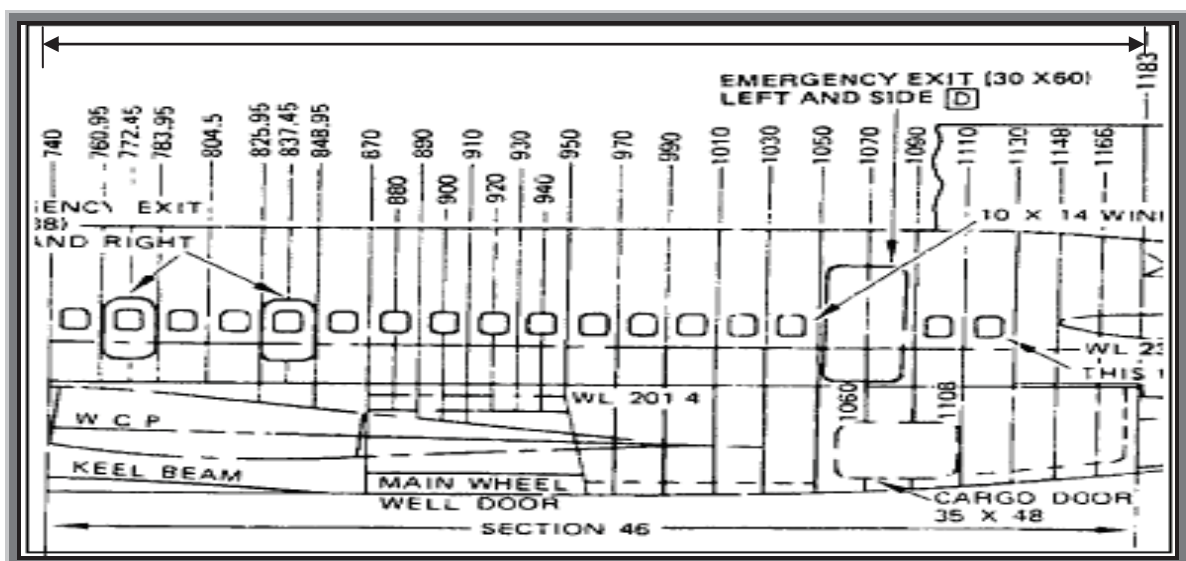


Figura 2.3. Estaciones de la sección 46

2.3 Dimensiones del Avión Boeing 727-100 y 727-200 ²

Las dimensiones tanto del avión Boeing 727-100 como del Boeing 727-200 varían un poco entre sí, es así que a continuación se presenta las dimensiones correspondientes de cada avión.

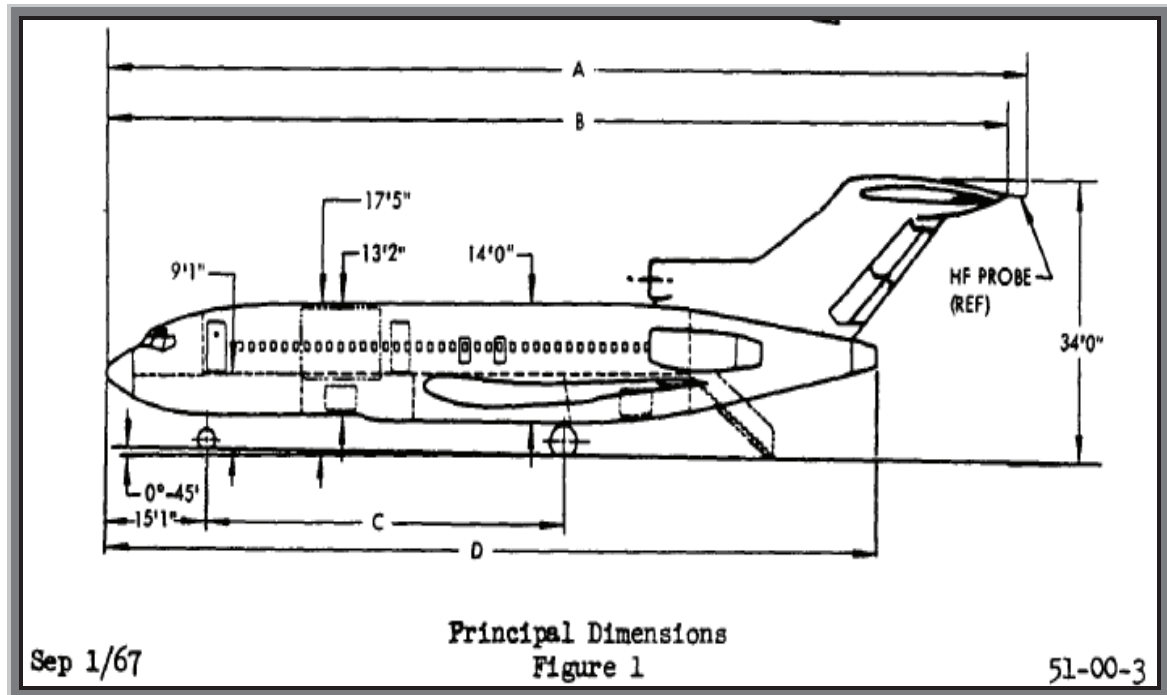


Figura 2.4. Dimensiones principales

Las dimensiones principales del avión en el manual de mantenimiento se encuentran identificadas con las primeras letras del alfabeto (mayúscula), esto es, para una mejor comprensión de las dimensiones del avión Boeing 727.

Estas dimensiones fueron muy importantes, ya que sirvieron para tener una idea clara y precisa de que tan grande es el avión, y así, de esta forma proceder a elaborar los soportes de mantenimiento, que en lo posterior servirán para embancar al mismo y, permitir que los estudiantes puedan realizar sus respectivas prácticas, mismas que son fundamentales para poder desarrollarse como un gran profesional.

² SRM. Chapter 51-00-3

2.3.1 Avión Boeing 727-100 y 727-200

En la siguiente tabla se encuentra establecido: Generalidades, rendimientos, planta motriz, peso básico y dimensiones del avión.

Tabla 2.1. Datos del avión Boeing 727-100 y 727-200

GENERALIDADES	727-100	727-200
Primer vuelo	Febrero 9 de 1963	Julio 27 de 1967
Aerolínea de lanzamiento	Unided Airlines	Northwest
Capacidad pasajeros	94 – 131	148-189
Total de aviones fabricados	407	1245
PERFORMANCES		
Alcance máximo	4,020 Kilómetros	3,900 Kilómetros
Velocidad de crucero	981 K/h	900 K/h
Altura de crucero	12.800 metros.	12,500 metros.
PLANTA MOTRIZ		
Manufactura	Pratt & Whitney	Pratt & Whittney
Modelo	JT8D-15 y JT8D-17.	JT8D-8 JTD8-9
Potencia	15.000 Y 17.000 Libs.	8,000 Y 9,000 Lbs.
PESO BÁSICO		
Máximo al despegue.	210.000 libras	170,000 libras
Máxima capacidad combustible.	9,806 galones.	8,200 galones.
DIMENSIONES		
Altura	10.36 metros	10.36 metros
Largo	40.59 metros	46.69 metros
Envergadura	32.92 metros	32.92 metros

Fuente: www.aviationexplorer.com

Elaborado por: Harman Vivanco

2.4 Soportes de mantenimiento ³

Los soportes de mantenimiento que se fabricaron son partes de madera ensambladas que servirán para el alojamiento de la sección 46, correspondiente a la estación 740 hasta la 1183 del fuselaje del avión Boeing 727-200, los cuales tienen como propósito soportar suficientemente el peso de esta sección del avión, para lo cual, se escogió un gran aliado para la construcción de los soportes, que es el Manual de Reparaciones Estructurales (SRM) del mismo avión, en el cual se encuentra todas las indicaciones respectivas para la elaboración correspondiente de los soportes.

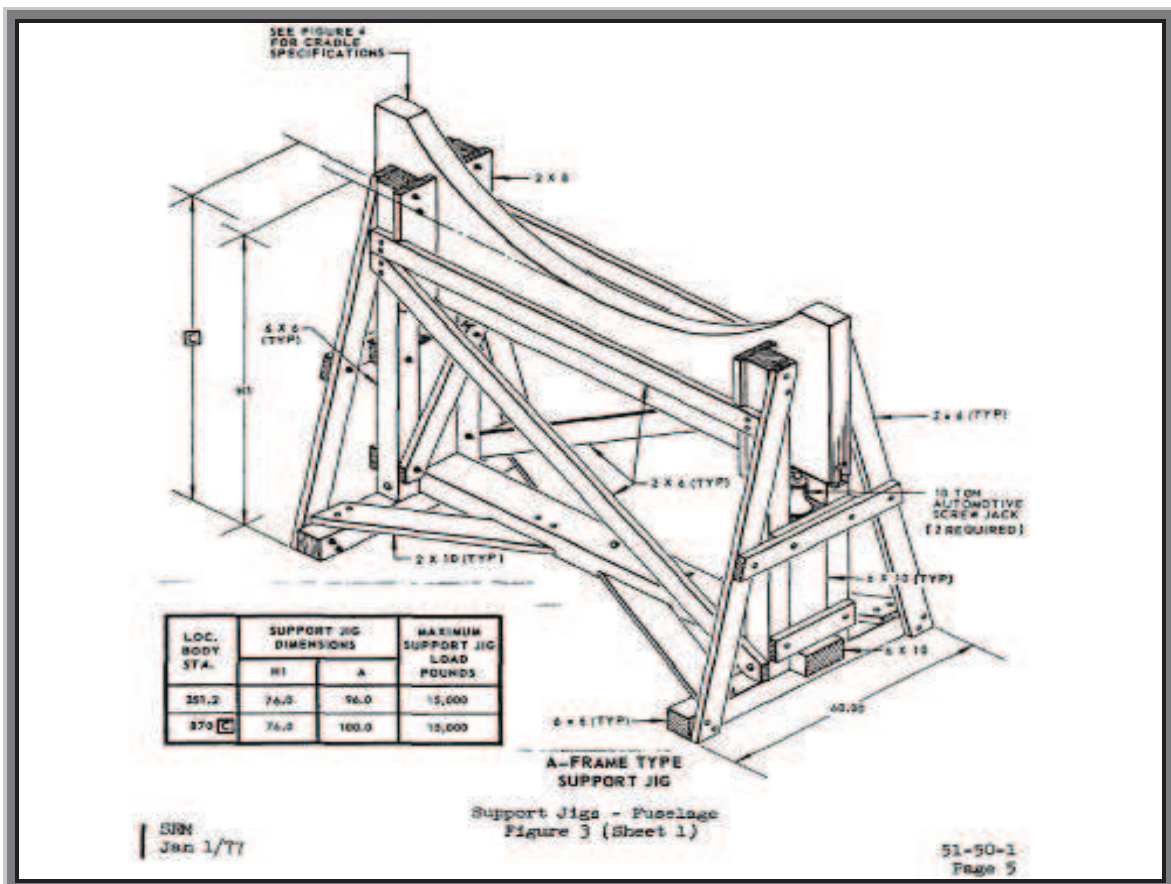


Figura 2.5. Soporte de mantenimiento

El Manual de Reparaciones Estructurales (SRM) del avión Boeing 727 sirvió de gran ayuda para la construcción de los soportes, en el se encontró el diseño de los soportes, medidas, formas, etc.

³ SRM. Chapter 51-50-1

Estos soportes además de servir para el mantenimiento del avión, también servirán para el desmontaje por secciones del avión, y de esta manera se facilitará el traslado del mismo; ya que es difícil trasladar el avión completo hacia las instalaciones del ITSA.

2.4.1 Análisis de los soportes ⁴

El diseño de los soportes de mantenimiento se obtuvo gracias al SRM del mismo avión, por esta razón es que no se tuvo ningún problema en el diseño de los soportes de mantenimiento; cabe señalar que en el SRM del avión en el Chapter 51-50-1 referente a los soportes de apoyo del fuselaje, se encontró dos tipos de diseños de soportes; la diferencia entre estos dos tipos de diseños es que el uno está constituido de una parte fija y una móvil, es decir, es regulable; en cambio el otro tipo de diseño consta solamente de una parte fija.

Soporte de mantenimiento

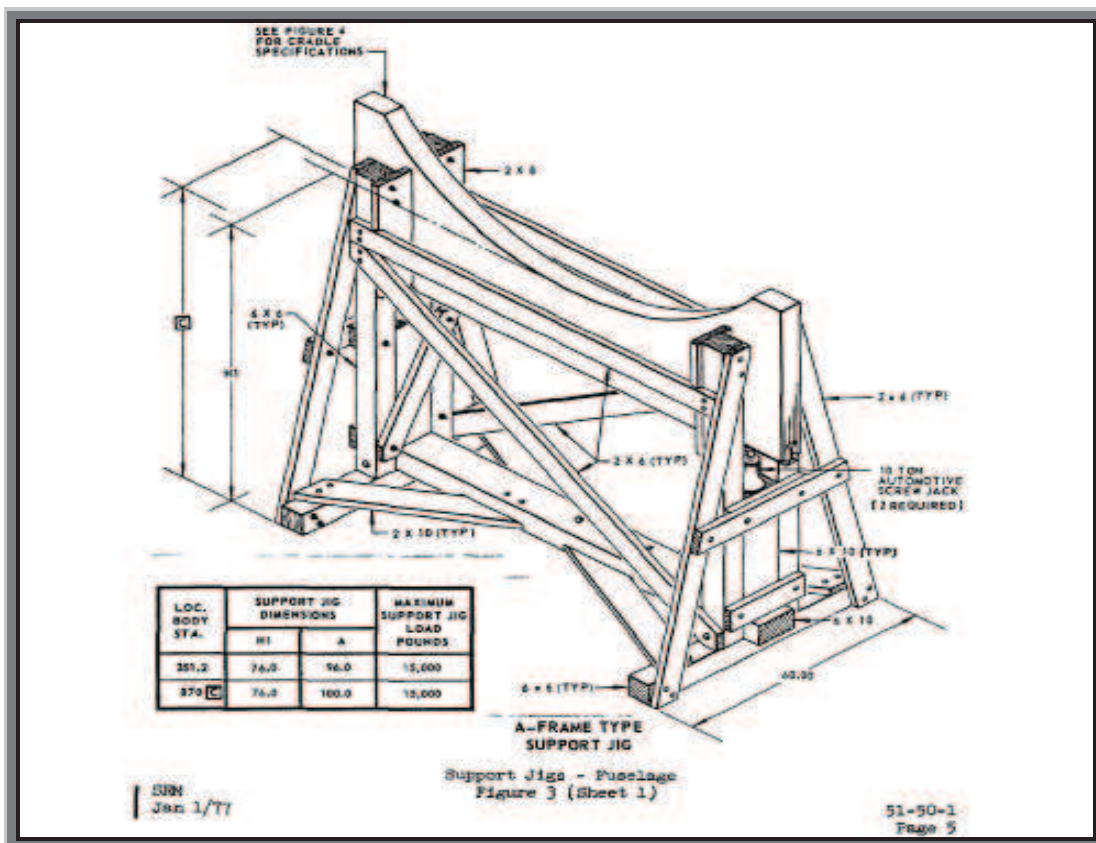


Figura 2.6. Soporte de mantenimiento

⁴ SRM. Chapter 51-50-1

Soporte de mantenimiento alternativo

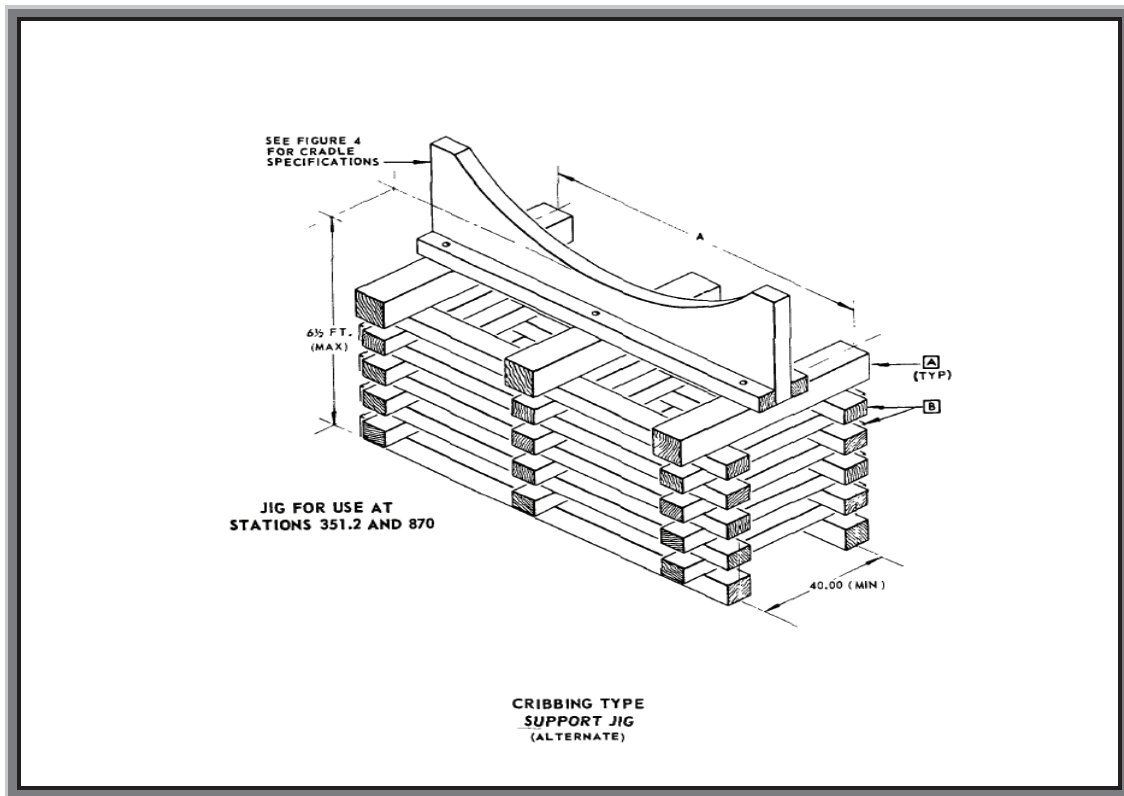


Figura 2.7. Soporte de mantenimiento alternativo

El diseño número 1 es el que establece el SRM, en cambio el diseño número 2 es un diseño alternativo; por esta razón es que se procedió a escoger el primer diseño.

2.4.2 Análisis de soporte 1

El diseño establecido, que es el diseño número 1, permite regular la altura del avión con respecto al suelo; además de permitir el mantenimiento de los trenes de aterrizaje, también facilitará el desmontaje de las respectivas secciones, y así, los estudiantes podrán realizar sus prácticas sin ningún inconveniente.

Además este diseño contiene un mecanismo regulable que se encuentra establecido en el SRM, pero en la construcción se hizo una modificación, es así, que se cambió el mecanismo por otro similar, el cual cumple con la función que ejecuta el mecanismo del SRM, ya que fué un poco difícil de conseguir el que está establecido en el manual. También éste diseño cuenta con dos partes, una parte fija y otra móvil.

2.4.3 Análisis de partes fijas

El diseño de estas partes se realizó de acuerdo al SRM, en este diseño se encontraron vigas de madera de diferente tamaño, varillas de distinta medida, incluso arandelas y tuercas de otra medida.

Todas éstas partes son muy importantes para la elaboración de éstos soportes de mantenimiento.

2.4.4 Análisis de parte móvil ⁵

El diseño de la parte móvil también está establecido por el SRM, ésta parte consiste de varias vigas de madera apiladas, mismas que son cortadas de acuerdo al molde que se obtuvo en la sección 46 del fuselaje; este molde fue muy importante, ya que sin él era difícil elaborar la parte móvil.

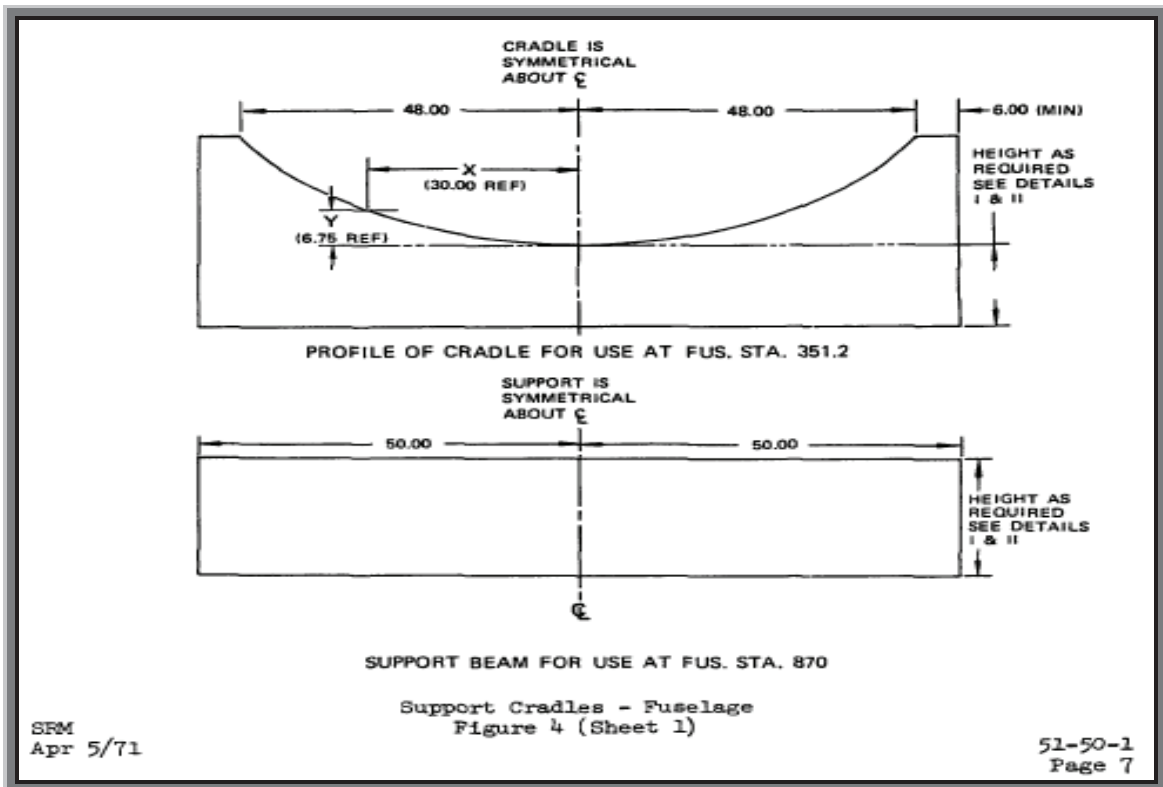


Figura 2.8. Diseño de parte móvil

⁵ SRM. Chapter 51-50-1

2.5 Selección del material

La selección del material se realizó de acuerdo al SRM del avión, éste manual indica que el material a ser utilizado en la construcción de los soportes es la madera, pero, dicho manual no especifica que tipo de madera se debe emplear para la construcción de los soportes de mantenimiento, por ésta razón es que se procedió a indagar en libros, internet y personas entendidas en el tema.

Luego de las investigaciones y de acuerdo al criterio de las personas entendidas en la materia, se concluyó que el material mas recomendado es la madera de eucalipto.

2.5.1 Tipos de madera

Según su dureza, la madera se clasifica en:

Duras: Son las procedentes de árboles de crecimiento por lo que son más caras, y debido a su resistencia, suelen emplearse en la realización de muebles de calidad.

Roble: Es de color pardo amarillento. Es una de las mejores maderas que se conocen; muy resistente y duradera. Se utiliza en muebles de calidad, parquet.

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

Cerezo: Su madera es muy apreciada para la construcción de muebles. Es muy delicada por que es propensa a sufrir alteraciones y a la carcoma.

Encina: Es de color oscuro. Tiene una gran dureza y es difícil de trabajar. Es la madera utilizada en la construcción de cajas de cepillo y garlopas.

Olivo: Se usa para trabajos artísticos y en decoración, ya que sus fibras tienen unos dibujos muy vistosos (sobre todo las que se aproximan a la raíz).

Castaño: Se emplea, actualmente, en la construcción de puertas de muebles de cocina. Su madera es fuerte y elástica.

Olmo: Es resistente a la carcoma. Antiguamente se utilizaba para construir carros.

Eucalipto: Está formada por fibras torcidas y espiraladas que impiden su elaboración a sierra o cepillo, por lo que se utiliza como Madera en Rollo, en postes, estibaciones, traviesas de ferrocarril y viga. No se pudre, por el aceite esencial que contiene, y es inatacable por los insectos.

2.5.2 Madera eucalipto

Esta madera es muy resistente a la hora de ser utilizada en cualquier trabajo, pero como toda madera para que tenga un tiempo de vida útil, se debe dar tratamiento, es así, que se procedió a dar tratamiento a la madera establecida, ya que sin éste tratamiento previo, la madera tiende a apolillarse, a dañarse con el agua, y sol; de ésta manera el tiempo de vida útil de la madera eucalipto será el adecuado para que resista después de la construcción de los soportes.

2.5.2.1 Características de la madera eucalipto

Antes de ser empleada la madera, es sumamente importante conocer sus características, ya que el desconocimiento de éstas nos puede llevar a la selección incorrecta del material.

Estas características se dividen en: físicas, mecánicas, y químicas.

Físicas

Son las relacionadas a sus características como material en sí.

Dureza

En correlación con su densidad, los eucaliptos más pesados se clasifican como duros 28. Propiedades de la madera de Eucalipto (*E. tereticornis*), los intermedios como semiduros (*E. viminalis*, *E. globulus*) y el más liviano como blando (*E. grandis*), esto hace que se puedan adaptar a distintos usos según el requerimiento de dureza (p.ej. los duros y semiduros duros son preferidos para pisos de parquet). En la medida que son más blandos se facilita su industrialización, especialmente en el aserrado. En general la resistencia mecánica de los eucaliptos los hace aptos para la mayoría de los usos estructurales.

Durabilidad

La albura resulta poco durable, por lo que la durabilidad natural está dada por el duramen. En el caso de madera colocada en tierra los colorados se comportan como medianamente durables, mientras que los blancos son poco durables. Colocados al aire libre todos se comportan como durables. Probetas para análisis Una característica importante es que en todos los casos la albura es muy penetrable con preservantes, mientras que los durámenes son impenetrables. Esto permite otorgarles durabilidad artificial mediante el impregnado de la albura.

Mecánicas

Son aquellas relacionadas con la resistencia que oponen a la aplicación de fuerzas externas, generalmente de gran importancia para los usos estructurales de la madera.

Químicas

Componentes químicos

En cuanto a componentes característicos de los eucaliptos se puede mencionar la frecuente presencia de silicio, taninos y kinos, los que varían según la especie. El silicio otorga cierta resistencia a la madera, aunque su efecto es negativo ya que desgasta el metal.

En cuanto a los taninos, éstos otorgan mayor durabilidad a la madera y otorgan coloraciones más rojizas, por ello son más abundantes en los eucaliptos de tipo "colorados". El kino es una gomorresina producida por traumatismos, heridas de ramas o alteraciones de la madera, el cual se considera como un agente pernicioso, para el aserrado y la industria celulósica.



Figura 2.9. Madera eucalipto

Normalmente puede soportar temperaturas máximas de hasta 40°C. Sus limitaciones térmicas estivales le obligan a una distribución más bien costera, en la que además disfruta de mejor humedad relativa en el aire.

2.5.3 Formas de sujeción para soportes en madera

Uniones

La unión por ensamble es unir dos piezas de madera, cada una con picos cuadrados sobresalientes diferentes (una al contrario de la otra) de forma que coincidan entrelazando sus puntas y haciendo una sola pieza casi uniforme. Existen muchas técnicas de ensamblaje, algunas tan perfectas que no necesitan clavos ni cola, pero difíciles de hacer sin herramientas profesionales.

Ensamblado

Existen distintos tipos de ensamblado, según la forma de las piezas que se desee unir. Los más frecuentes son los que tienen forma de L, de T y de cruz.

- Ensamblado a tope

Son los más sencillos de realizar ya que la superficie a ensamblar se atornilla o encolan directamente sin necesidad de rebajarlas. Pero no son muy resistentes por lo que conviene reforzarlos mediante placas, clavos, etc.

- Ensamblado con espiga

La unión con espiga, llamada también clavija es sencilla y rápida. Las espigas son cilindros estriados de madera dura que se introducen en los orificios taladrados previamente en las dos piezas que se desea ensamblar. Siempre se deberá usar una broca del mismo tamaño de la clavija para que esta encaje perfectamente en el orificio.

- Ensamblado a escuadra

El ángulo de unión entre piezas tendrá exactamente 90°.

- Ensamblado solapado

Es la unión de dos piezas de madera en la que una se sobrepone a otra. Esto permite obtener una mayor superficie de contacto entre las piezas, que se pueden encolar o reforzar con tornillos, para lograr una unión sólida.

- Ensamblado solapado sencillo

Consiste en clavar, atornillar o pegar una pieza sobre otra.

- Ensamblado solapado rebajado

La mayoría se realiza rebajando la junta, es decir se retira material o cajea uno de los elementos solapados para que la pieza encaje perfectamente.

- Ensamblado solapados en L

Este tipo de junta permite unir dos piezas de madera formando un ángulo recto. La realización es sencilla usando una simple sierra de costilla, y el resultado es un ensamble bien acabado que, además, se puede reforzar con clavos o tornillos.

Espacio físico

El espacio físico se refiere al área ocupada por el soporte, este soporte se construirá con una medida que establece el Manual de Reparaciones Estructurales (SRM), esta medida es el ancho. Para determinar el largo y alto del soporte se tomará como referencia las dimensiones de la parte del fuselaje correspondiente a la sección 46.

Costos de materiales

Al momento de seleccionar los materiales se debe buscar el más adecuado y con precios cómodos, ya que si se llegara a seleccionar materiales inadecuados y con precios elevados esto puede repercutir en la elaboración del soporte, por esa razón se debe escoger los materiales más convenientes con sus respectivas justificaciones.

Efectividad didáctica

Cuando hablamos de efectividad se está haciendo énfasis en la optimización de recursos económicos, esto es sumamente importante porque de esta manera nos ayuda a realizar la construcción de los soportes sin desperdicio de materiales, lo cual es importante porque lo que se necesita es gastar lo menos posible pero cumpliendo con un trabajo de calidad.

Segunda alternativa

Información general

El soporte es un diseño alternativo, este soporte en cambio no contiene un mecanismo de elevación, y además el ensamblaje de la base del soporte es tipo cama, es decir, vigas apiladas. Esto es un gran problema ya que no permite regular la altura de acuerdo a las necesidades que se presenten.

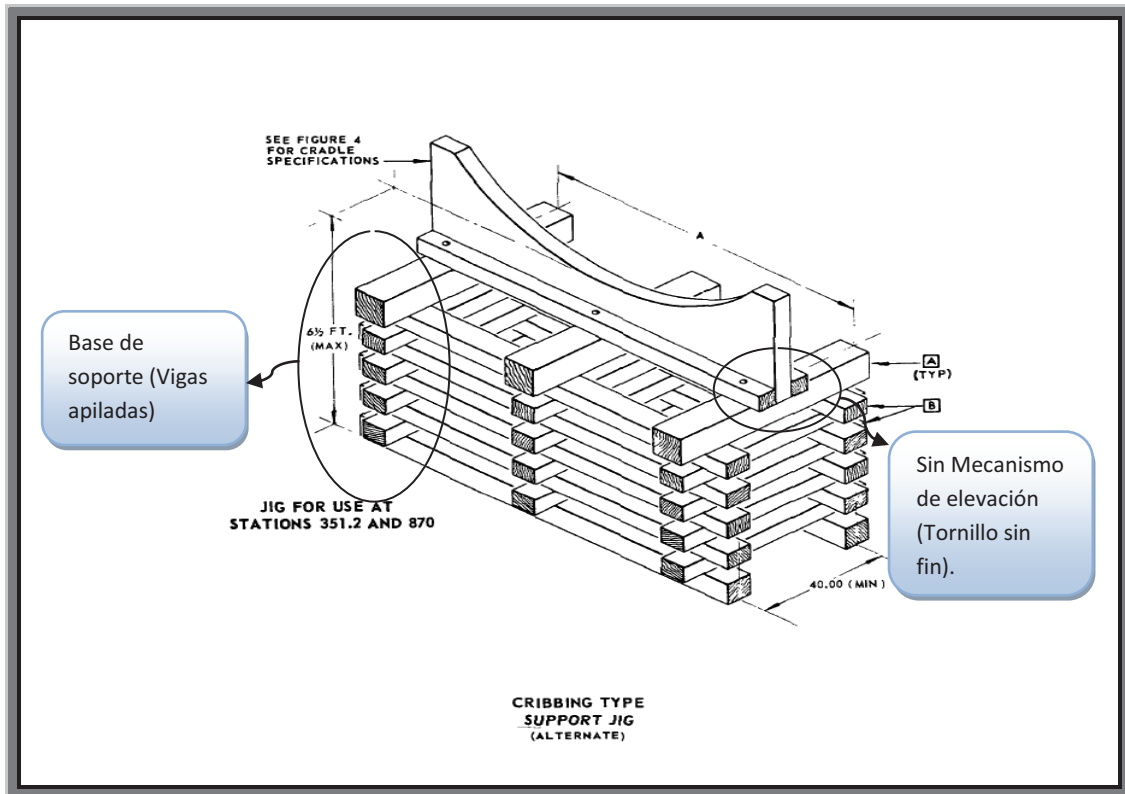


Figura 3.2. Soporte alternativo

Espacio físico

El área ocupada por este soporte es similar al del soporte número 1, en este soporte se utilizará una de las medidas que establece el SRM, esta dimensión es el ancho; para determinar la altura y largo se tomará como referencia las dimensiones del fuselaje correspondiente a la sección 46.

Costo de materiales

En este soporte al seleccionar los materiales resulta el costo un poco elevado, ya que al ensamblar la base del soporte las vigas de madera van apiladas tal como se puede observar en la figura anterior y por ende se gastará mas material.

Efectividad didáctica

En este soporte no se podría hablar de optimización de recursos económicos, ya que aquí se utiliza más madera, la razón es porque la base del soporte va apilada; consecuentemente se gastará mas recursos económicos.

3.1.2 Análisis de alternativas

Para proceder a realizar el análisis de alternativas se toma en cuenta las ventajas y desventajas de cada alternativa anteriormente planteada, con el objetivo de seleccionar la correcta y mejor alternativa.

Primera alternativa

Tabla 3.1. Primera alternativa

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• Consta de una parte fija y una parte móvil.• El mecanismo de elevación permite regular la altura requerida.• Su mantenimiento es sencillo.• Se utiliza menos material.• Este soporte no es tan pesado.	<ul style="list-style-type: none">• No contiene mecanismo de elevación

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Harman Vivanco

Segunda alternativa

Tabla 3.2. Segunda alternativa

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• El soporte consta de una sola parte fija.	<ul style="list-style-type: none">• La base del soporte lleva vigas apiladas.• Este soporte no tiene mecanismo de elevación (tornillo sin fin).• Su mantenimiento es un poco complicado.• El soporte es un poco más pesado.

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Harman Vivanco

3.1.3 Selección de la mejor alternativa

Una vez culminado el análisis de ventajas y desventajas, se puede evidenciar que todo indica que la mejor opción es la primera alternativa, ya que ésta termina siendo la más confiable y conveniente para la sección 46 correspondiente a la estación 740 hasta la 1183.

3.1.4 Ubicación de los soportes

La ubicación es sumamente importante, para lo cual se utilizará la información que se encuentra en el manual, éste nos indica que el primer soporte debe ir ubicado en la estación 870 y el segundo soporte debe ir ubicado en la estación 1182.

Cabe señalar que las estaciones descritas anteriormente son más resistentes y por esta razón la ubicación de los soportes será en esos puntos determinados, ya que no es posible ubicar los soportes en cualquier punto; por la simple razón que la piel del fuselaje es muy fina, y por ende se puede deformar el fuselaje.

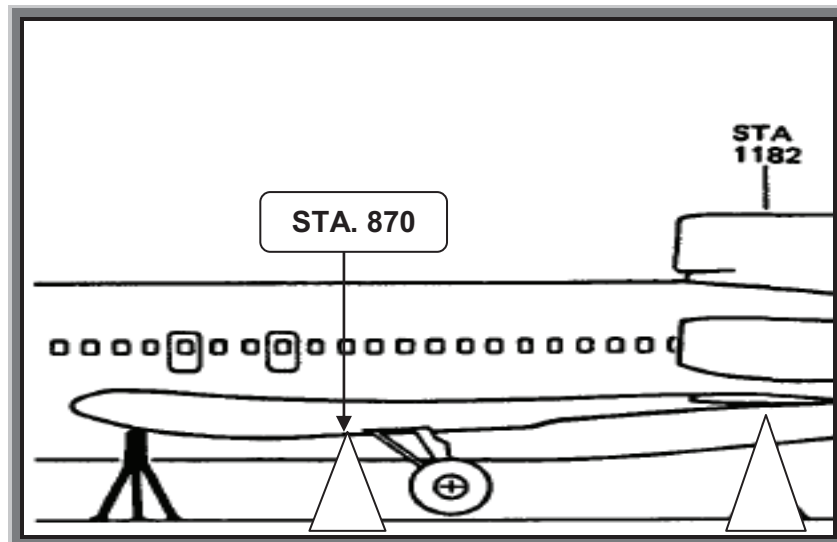


Figura 3.3. Ubicación de los soportes

3.1.5 Análisis de los soportes

La construcción de estos soportes es de vital importancia para el embancamiento del avión, ya que éste se está deteriorando en la periferia del aeropuerto de Latacunga, existiendo varias razones para trasladar dicho avión hacia las instalaciones del Instituto, una de ellas es que será utilizado al máximo como avión escuela en donde los estudiantes del Instituto podrán desarrollar sus prácticas pre-profesionales para poder desarrollarse como futuros tecnólogos aeronáuticos.

Los estudiantes del Instituto se sienten preocupados al no contar con un avión escuela que mucha falta le está haciendo al Instituto, es por esta razón que se tomó la decisión de construir estos dos soportes que servirán de verdadera ayuda para el embancamiento del avión escuela.

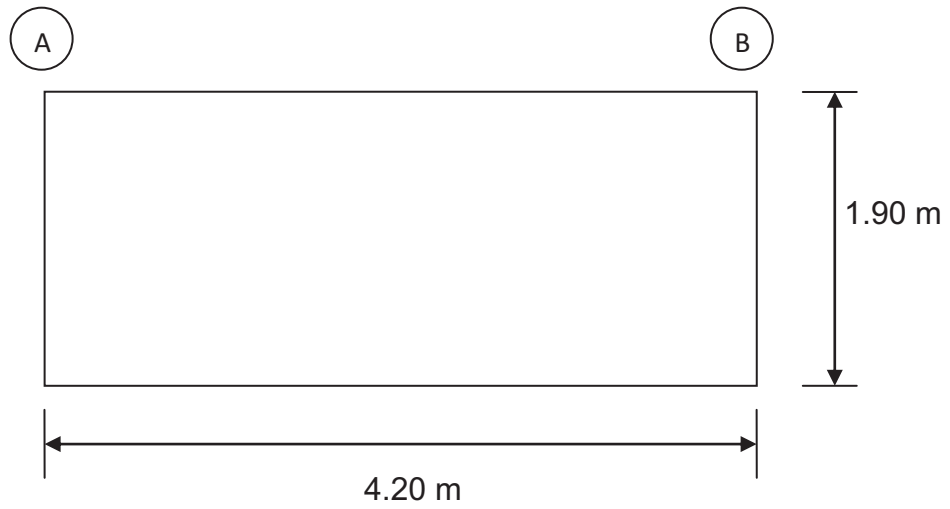
3.1.5.1 Dimensionamiento de los soportes

Antes de dar paso a la construcción, es sumamente importante conocer sus respectivas medidas, las cuales se encuentran establecidas por el manual de reparaciones estructurales (SRM) del Boeing 727; estas medidas nos servirán de

gran ayuda en la elaboración de los soportes de mantenimiento. Las medidas correspondientes al soporte número 1 son las siguientes:

Soporte número 1

Base



Altura

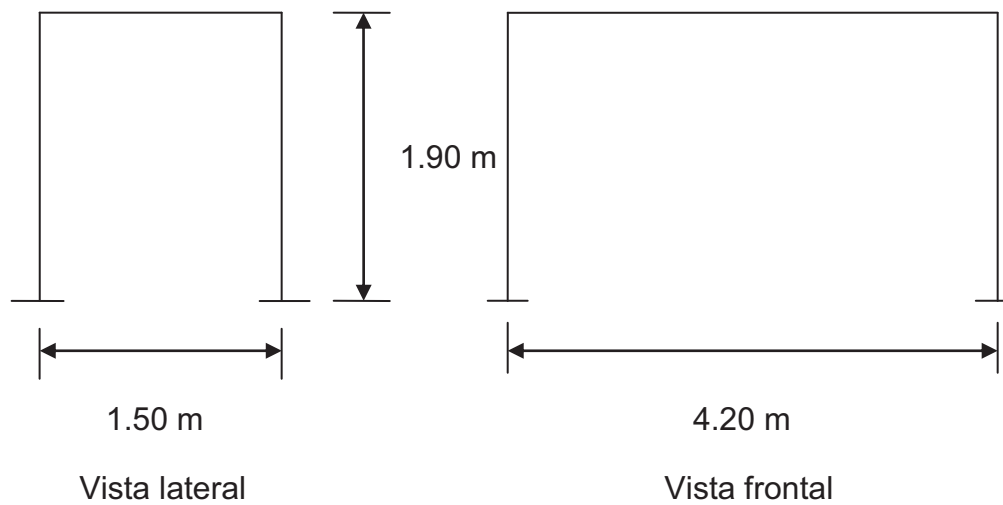
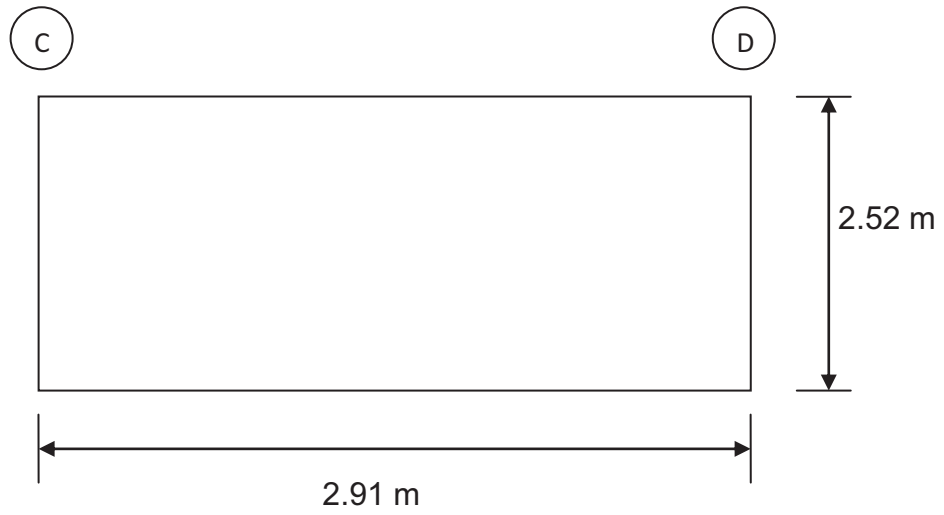


Figura 3.4. Dimensionamiento soporte 1

Soporte número 2

Base



Altura

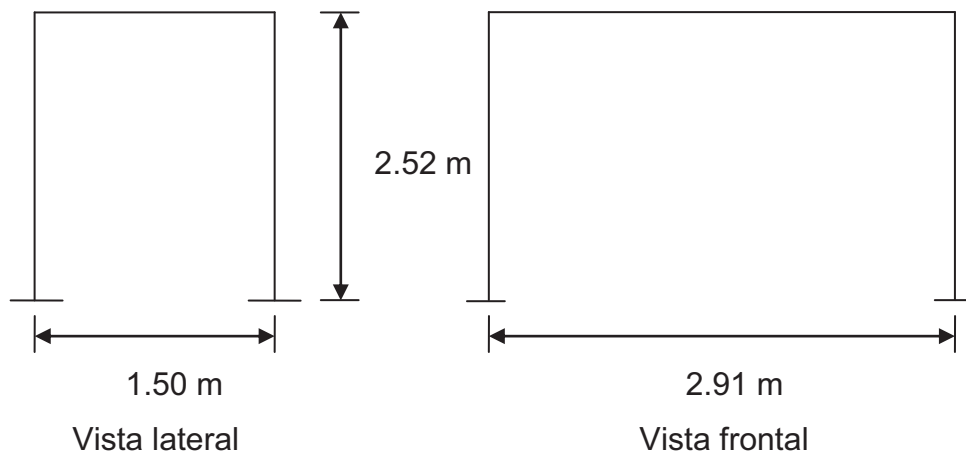
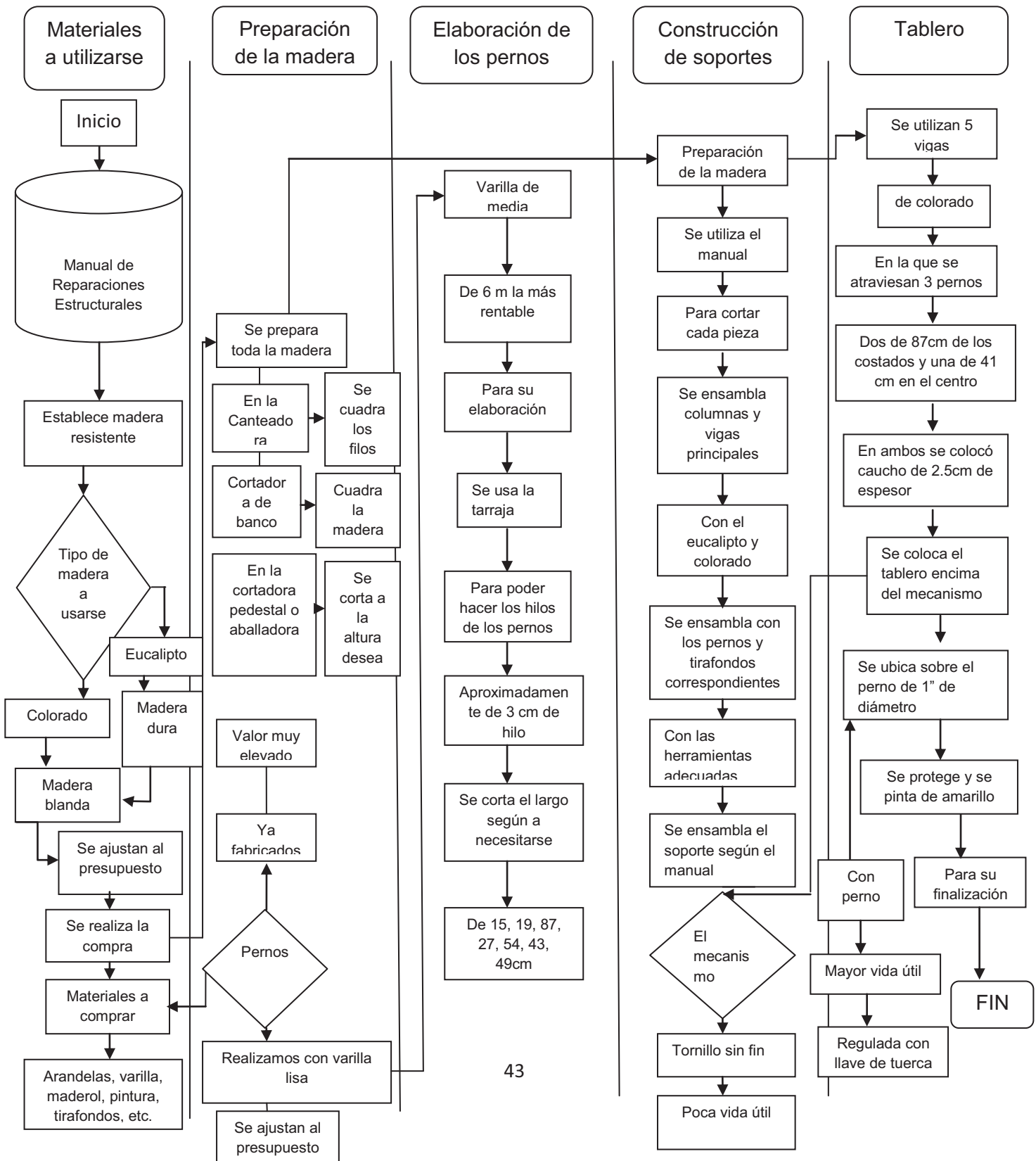


Figura 3.5. Dimensionamiento soporte 2

3.2 Construcción de los soportes

Para que la construcción surja de la mejor manera, a continuación se presentará un flujograma en el cual se encuentra establecido el orden correcto para la construcción de los soportes.

CONSTRUCCIÓN DE SOPORTES BOEING 727-200, SECCIÓN 46



3.2.1 Materiales

Tabla 3.3. Materiales

Materiales utilizados
Madera eucalipto
Varillas (en vez de pernos)
Arandelas
Tuercas
Tornillos
Tirafondos
Maderol
Pintura

3.2.2 Herramientas y máquinas

Tabla 3.4. Herramientas y máquinas

MÁQUINA HERRAMIENTA	CÓDIGO	
	Máquina	Herramienta
Canteadora	M1	
Cortadora eléctrica	M2	
Amoladora	M3	
Taladro de mano		H1
Tarraja		H2
Martillo		H3
Flexómetro		H4
Brochas		H5
Destornillador		H6
Lijas		H7
Llave de tuerca		H8

3.3 Orden de construcción

Además del flujograma, se debe tener en cuenta un orden adecuado para la construcción de los soportes de mantenimiento, con la finalidad de que todo salga con éxito; por esta razón se presenta a continuación una tabla con el orden correcto.

Tabla 3.5. Proceso de construcción

Orden de construcción
1.- Preparación de las vigas
2.- Ensamblaje de las bases
3.- Ensamblaje de la parte fija
4.- Construcción del mecanismo
5.- Ensamblaje de la parte móvil
6.- Ensamblaje de los soportes
7.-Proceso de protección y pintado

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Harman Vivanco

3.3.1 Preparación de las vigas

Una vez obtenidas las vigas de madera de eucalipto, se procedió a cepillar y a cuadrar, dejándolas a todas las vigas rectangulares entre sí; es muy importante que las vigas se encuentren rectangulares, ya que con esto se facilitará más adelante el ensamblaje de las partes.

El cepillado se lo realizó en la canteadora y el corte de las vigas se lo hizo en la cortadora eléctrica.

Resultó un poco difícil la cepillada y cuadrada, ya que estas vigas eran un poco pesadas; por esa razón se realizó este trabajo entre tres y cuatro personas.



Figura 3.6. Cepillado de las vigas

3.3.2 Medición de las vigas

La medición de las vigas debe ser precisa para no tener más adelante problemas, es por eso que se procedió por medio del flexómetro a medir cuidadosamente todas las vigas. A continuación se presentará un listado detallado de cada viga para la construcción correspondiente a los soportes.

Soporte número 1

Tabla 3.6. Medidas del soporte 1

Vigas	Espesor	Medidas	Cantidad
Vigas	14x6 cm	4.10 m	2
Contravientos	14x6 cm	4.37 m	2
Columnas laterales	12x12cm	1.82 m	4
Columna central	20X12 cm	0.96 m	2
Viga de la base	20x12,5 cm	4.20 m	1
Vigas base diag (X)	14x5 cm	4.30 m	2
Base lateral	12x12 cm	1.50 m	2
Columnas diagonales	14x5 cm	2 m	4
Tablas guía	4x16 cm	0.78 m	4
Tablas int laterales	12x6.5 cm	0.41 m	4
Tablas ext laterales	12x6.5 cm	0.66 m	2

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Harman Vivanco

3.3.3 Corte de las vigas

El corte de las vigas es muy importante, ya que si se llegara a cortar erróneamente pueden resultar problemas para el ensamblaje de las partes correspondientes; por esta razón el corte debe ser exacto y para eso se utilizó una cortadora eléctrica.

Luego de tener todas las vigas rectangulares, se procedió a cortar las vigas con sus respectivas medidas, mismas que servirán para ir ensamblando en lo posterior las partes de los soportes.



Figura 3.7. Corte de las vigas

3.3.4 Ensamblaje de la viga principal base del soporte 1 ⁶

Luego de la medición y corte de las vigas se procedió a ensamblar la base del soporte, para lo cual, se utilizó como guía de ensamblaje el manual de mantenimiento del Boeing 727.

Primero se utilizó la viga de la base (20x12.5 cm), esta viga va asentada encima de la base lateral, el asentamiento de la viga es exactamente en el centro de la base lateral, tal como lo indica la siguiente figura.

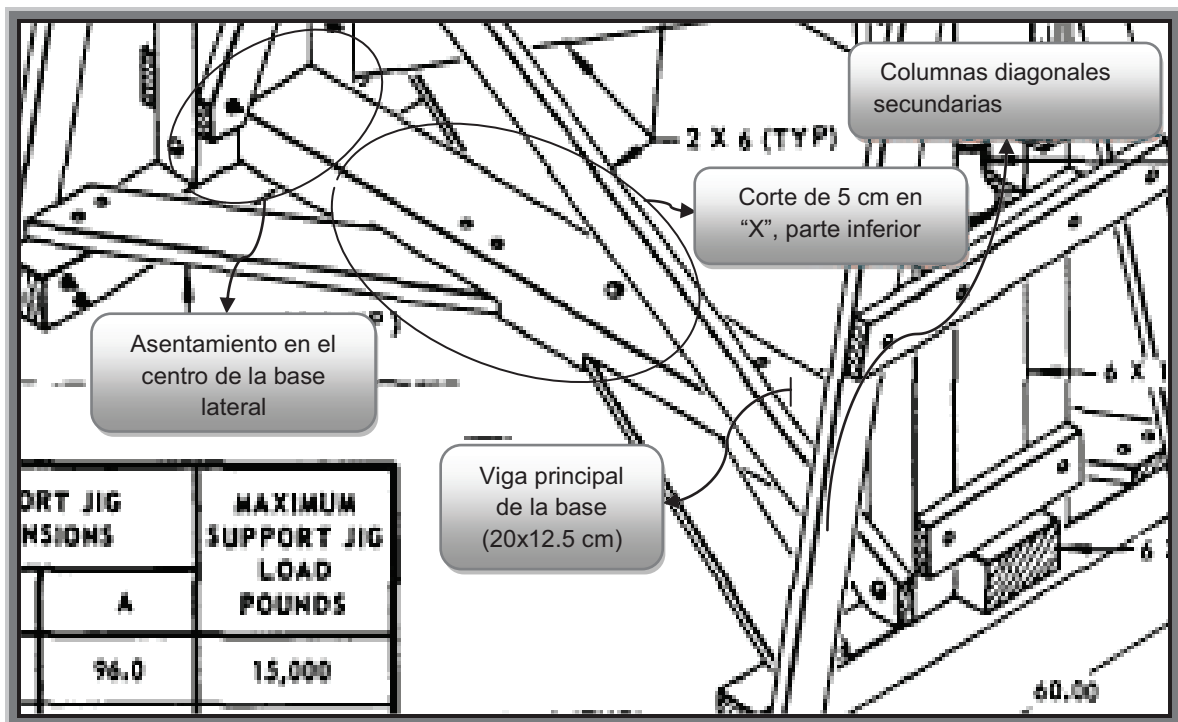


Figura 3.8. Ensamblaje de la base del soporte 1

A esta viga se le realizó un corte en "X" en la parte inferior de la viga de 5 cm tal como se observa en la figura superior, con el propósito de ensamblar las vigas diagonales secundarias que van en la parte inferior de la viga de la base, ajustadas seguidamente con una varilla de 1/2 plg con arandela y tuerca arriba y abajo del centro de la viga base, quedando fijas totalmente.

⁶ SRM. Chapter 51-50-1

Posteriormente se procedió a hacer un corte diagonal con escuadra en cada extremo de las tijeras, con la finalidad de ensamblarlas en la base lateral del soporte, tal como se muestra en la siguiente figura.

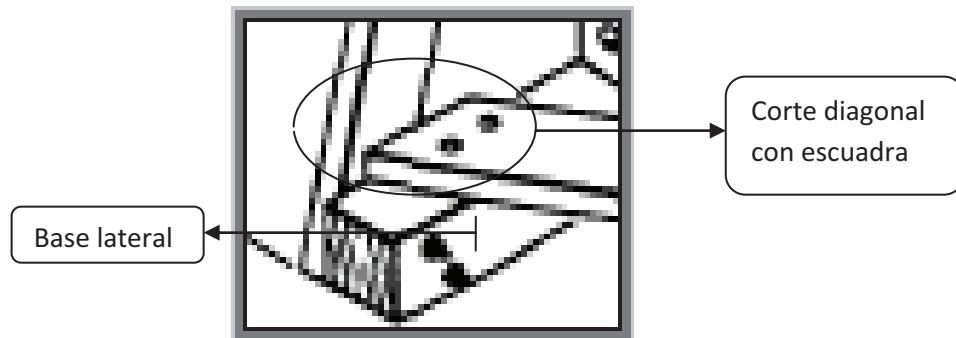


Figura 3.9. Corte diagonal

3.3.5 Ensamblaje de las columnas principales del soporte 1

Es necesario identificar cada parte para poder ensamblar correctamente, por esa razón se procedió a designar nombres a cada parte. Seguidamente se procedió a ensamblar las columnas principales (11.5x11.5 cm), estas columnas se las ubicó encima de la base lateral y pegadas a cada lado de la viga de base, para lo cual se utilizó una escuadra, y para que permanecieran fijas sin moverse a los lados se las aseguró con una tira de madera, la cual va ubicada encima de la viga base y ajustada a cada lado de las columnas con una varilla y su respectiva arandela y tuerca, quedando perpendicularmente a la base lateral con un ángulo de 90°, como indica la figura.

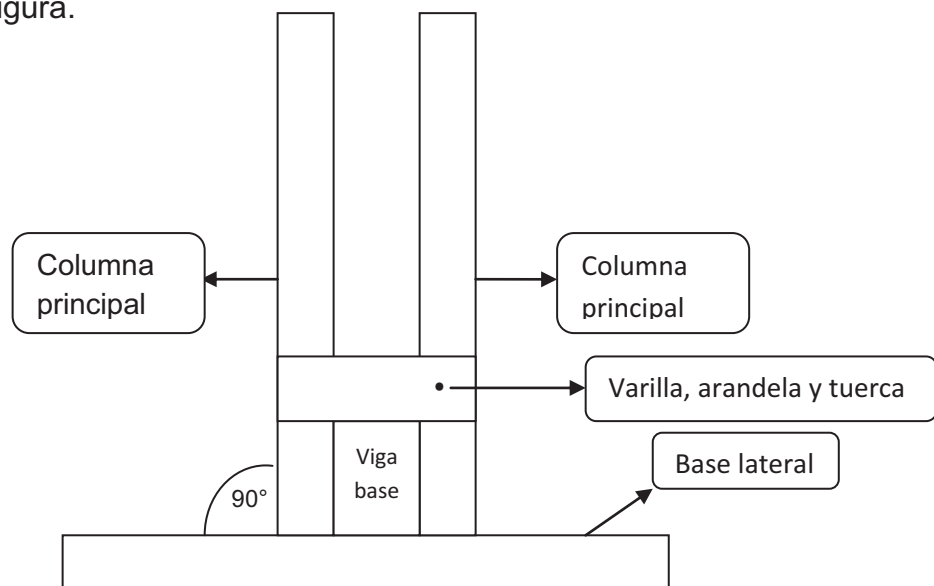


Figura 3.10. Ensamblaje de columnas (parte lateral)

Este ensamblaje se lo realizó en ambos extremos de la viga base.

3.3.6 Ensamblaje de las columnas diagonales secundarias ⁷

Posteriormente se procedió a ensamblar las columnas diagonales secundarias (14x5 cm), para ensamblar estas columnas se realizó un corte diagonal en el extremo de las columnas, similar al corte anterior; estas columnas van ensambladas en un extremo de la base lateral y en el extremo superior de la columna principal ajustadas con su respectivas varillas, arandelas y tuercas; aseguradas con una tira de madera ubicada en el centro de las columnas diagonales secundarias con sus respectivas varillas, arandelas y tuercas, como indica la siguiente figura.

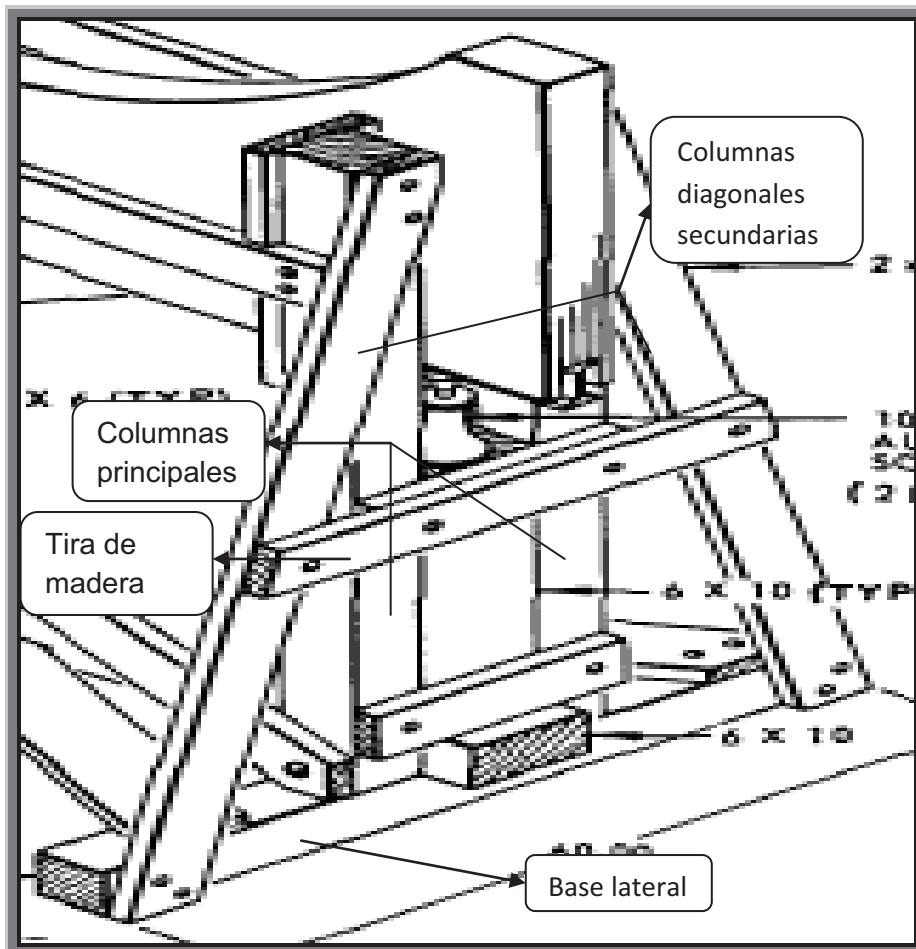


Figura 3.11. Ensamblaje de columnas diagonales secundarias

⁷ SRM. Chapter 51-50-1

3.3.7 Ensamblaje de la parte fija

Una vez realizado el ensamblaje de la viga principal de la base, sus respectivas vigas diagonales secundarias, el ensamblaje de las columnas principales, y sus columnas diagonales secundarias; se procedió a ensamblar la parte fija.

Para poder ensamblar la parte fija se utilizaron las partes laterales y la viga principal base.

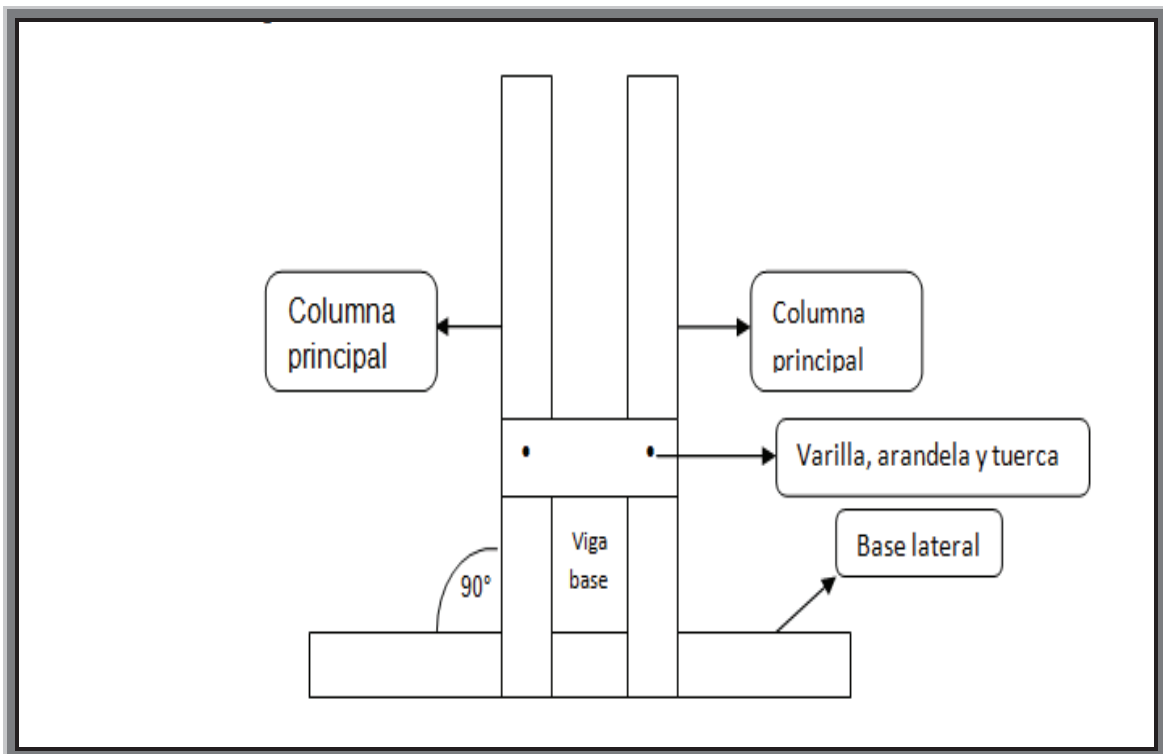


Figura 3.12. Parte lateral

Para la unión de las partes laterales y la viga principal base, se utilizó dos vigas de (14x6 cm) y dos contravientos de (14x6 cm), las vigas de (14x6 cm) van ubicadas en el costado superior de la parte lateral; en cambio los contravientos de (14x6 cm) van ubicados diagonalmente, es decir, el un extremo en el costado superior y el otro extremo en el costado inferior de la parte lateral, todas estas uniones se ajustaron con sus respectivas varillas, arandelas y tuercas; tal como indica la siguiente figura.

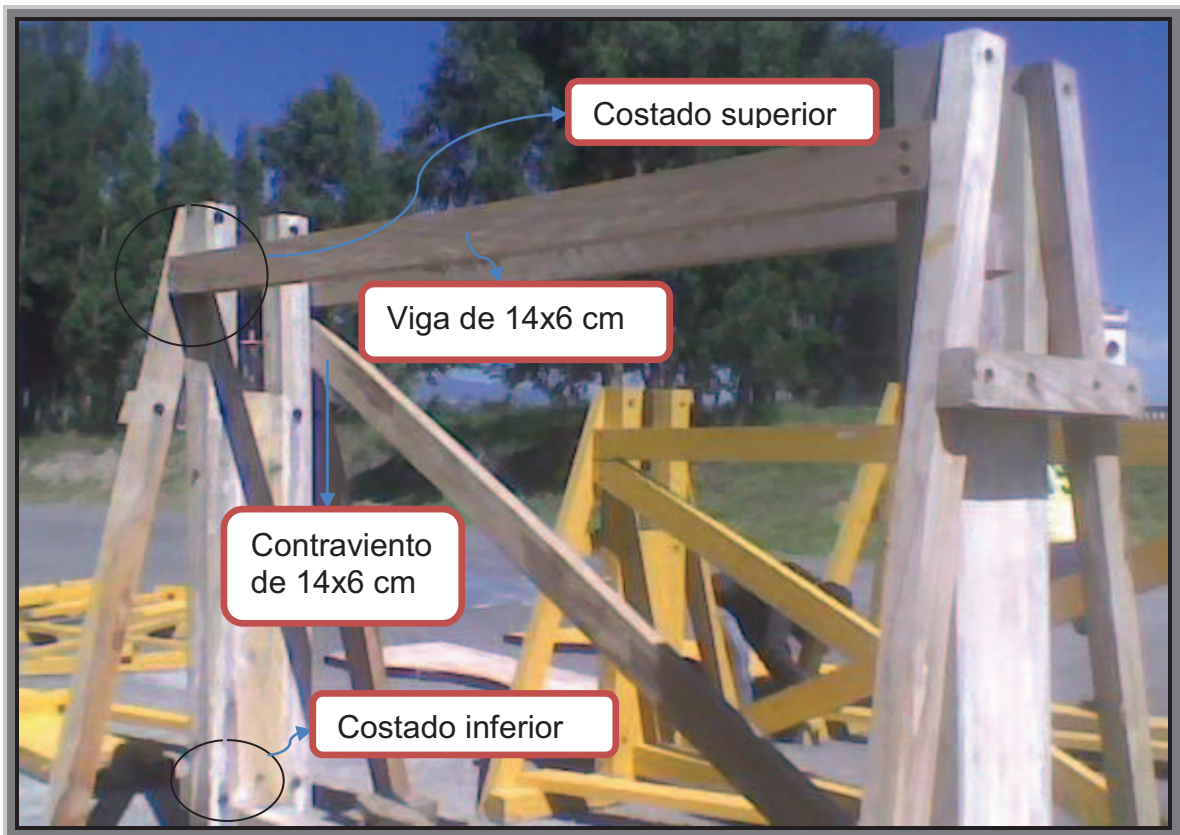


Figura 3.13. Ensamblaje de la parte fija

3.4 Construcción del mecanismo de elevación

Este mecanismo se encuentra establecido por el mismo manual de mantenimiento del Boeing 727, el mecanismo que establece el manual de mantenimiento fue un poco complicado de construir, ya que no se encontró material disponible para su elaboración; por esa razón es que se optó por otra alternativa, pero similar al del mecanismo establecido por el manual de mantenimiento.

El mecanismo que se procedió a elaborar consta de de dos platinas, dos tuercas y un tornillo sin fin, este tornillo fue soldado en la base de una de las platinas, luego de haber soldado se procedió a colocarlo en la columna de madera central de la parte lateral, la otra platina fue colocada en la base del tablero móvil, para ensamblar el mecanismo en la columna central se utilizaron cuatro tirafondos por

mecanismo; y para la platina que va ubicada en la base del tablero móvil se utilizaron dos tirafondos por lado; cabe recalcar que son dos mecanismos por soporte. En la siguiente figura se encuentra establecido el mecanismo.

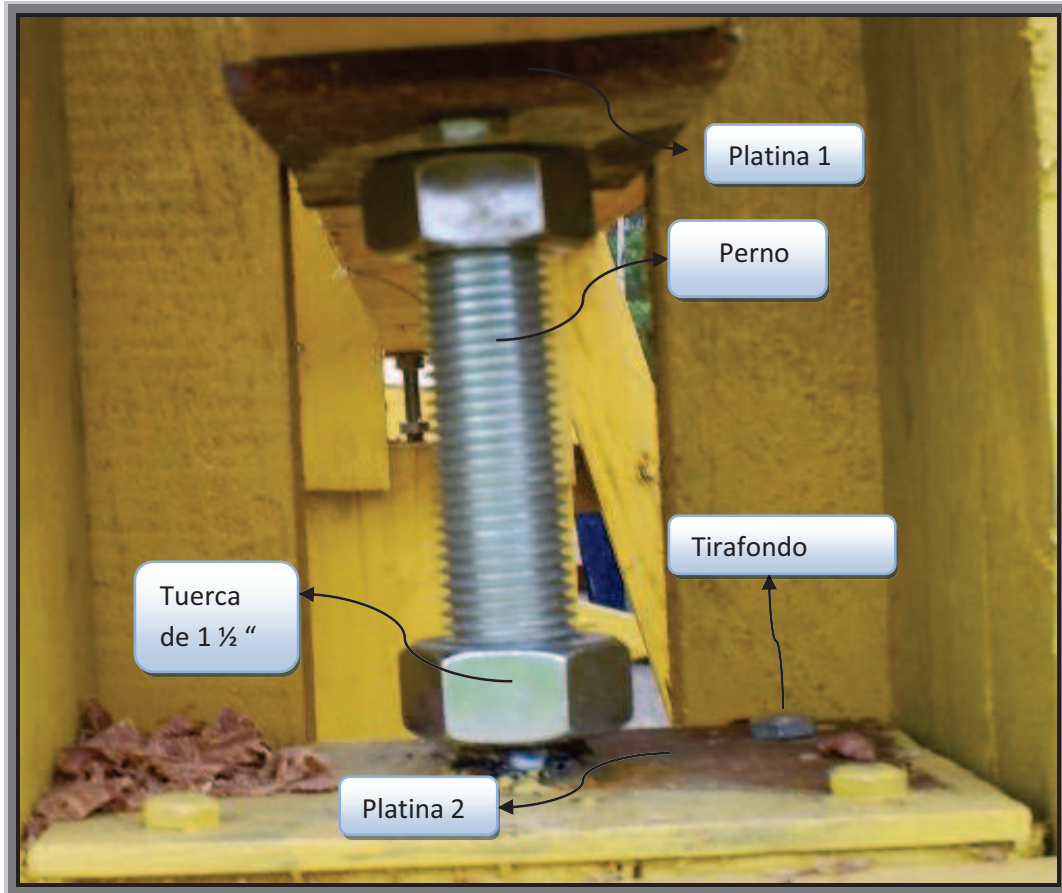


Figura 3.14. Mecanismo del soporte

Este mecanismo a través de una llave inglesa número 15, permite regular la altura de acuerdo a las necesidades que se presenten.

3.5 Construcción de la parte móvil

Para la construcción de la parte móvil se utilizó las vigas de (14x6 cm), las cuales se cortaron de acuerdo a la plantilla que se obtuvo del fuselaje inferior del avión, la dimensión de las vigas se determinó de acuerdo al ancho de la sección del fuselaje al que corresponde este proyecto de graduación.

Una vez obtenido el corte de las vigas y la forma de acuerdo a la plantilla obtenida, se procedió a colocar las vigas apiladas hasta formar el tablero móvil; para lo cual se realizó tres agujeros a cada viga, dos agujeros en los extremos y uno en el centro, esto es, para poder asegurar el tablero con sus respectivas varillas, arandelas y tuercas; con la finalidad de no permitir que se muevan las vigas y de esta manera sirva para el propósito señalado anteriormente.



Figura 3.15. Tablero móvil

3.6 Proceso de protección y pintado

Antes de proceder a ensamblar los soportes, primeramente se limpiaron las partes a ser pintadas, después se procedió a proteger la madera con una sustancia denominada maderol, la cual es importante al momento de proteger contra la polilla y otras adversidades; luego se procedió a pintar las partes de los soportes, ya que es más fácil pintar por separado, antes que pintar todo el soporte completo.

Además se escogió el tipo adecuado de pintura, el cual fue amarillo caterpillar; mismo que está estandarizado para los soportes.



Figura 3.16. Pintado de partes

3.7 Ensamblaje de los soportes

Una vez realizado todos los ensamblajes de las partes de los soportes, se procedió a ensamblar los soportes, para lo cual se utilizó la parte fija y la parte móvil, una vez colocado el tablero móvil encima del mecanismo, se procedió a colocar las tablas guías que indica el manual, con el propósito de no permitir que el tablero se mueva hacia los lados, son cuatro tablas guías que se colocó por soporte, mismas que fueron aseguradas con sus respectivos tirafondos (4 y 2 plg de largo; 5/16 plg de espesor), se colocaron dos tirafondos por tabla, tal como indica la figura.

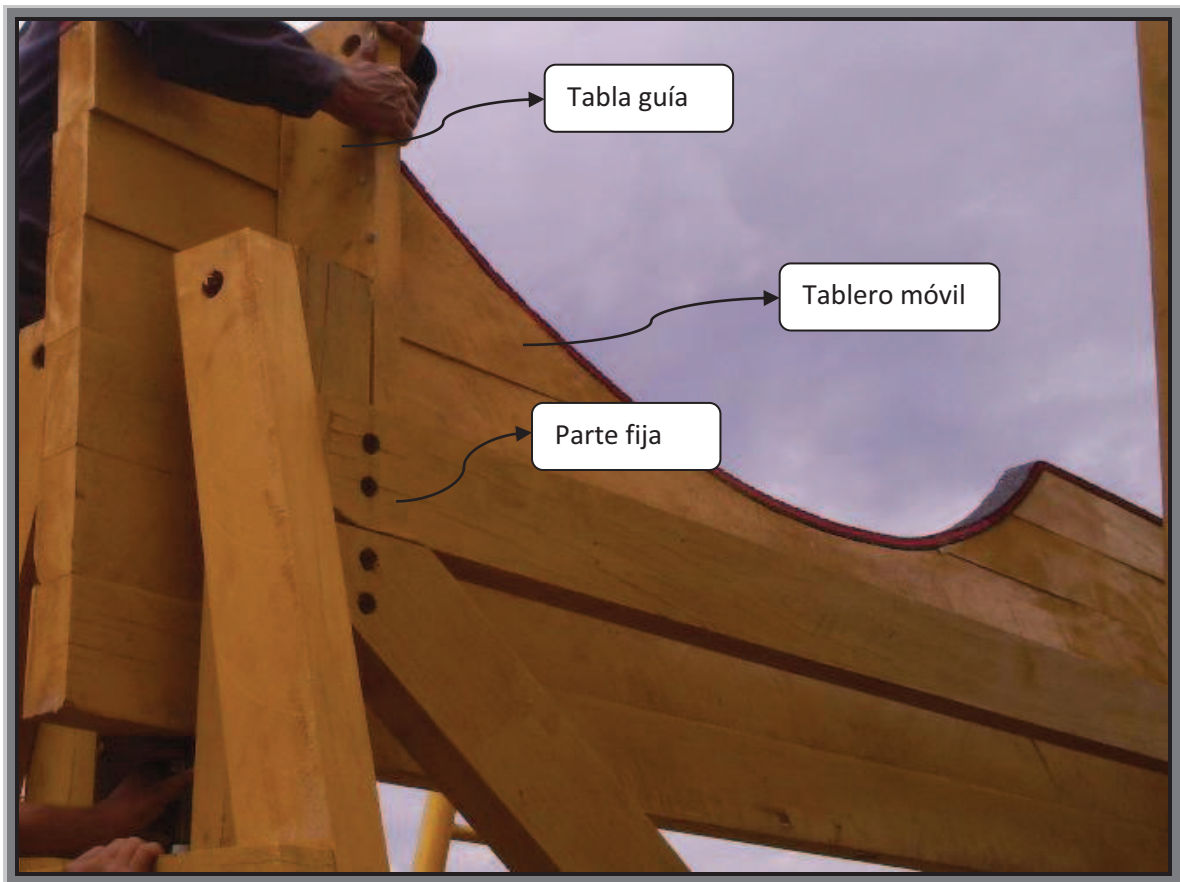


Figura 3.17. Ensamblaje de los soportes

3.8 Análisis de costos

El análisis de costos es el presupuesto económico que se requirió para la elaboración de los soportes de mantenimiento, los mismos que se dividen en: costo primario y costo secundario.

A continuación se procede a describir en las siguientes tablas los costos primarios y costos secundarios.

3.8.1 Costos primarios

Se refiere al costo de los materiales utilizados en la construcción de los soportes.

Tabla 3.7. Costos primarios

N°	MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Madera	200 m	4,00	800,00
2	Varillas	13 unid	5,40	70,20
3	Tuercas	140 unid	0,30	42,00
4	Arandelas	140 unid	0,15	21,00
5	Maderol	3 galones	11	33,00
6	Pintura	1 galón	14,00	14,00
7	Brochas	2 unid	1,50	3,00
TOTAL				983.20

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Harman Vivanco

3.8.2 Costos secundarios

En cambio estos costos se refieren a los gastos adicionales y de oficina utilizados en la construcción de los soportes.

Tabla 3.8. Costos secundarios

N°	DESIGNACION	COSTO
1	Pago de aranceles	345
2	Suministros de oficina	40
3	Alimentación	80
4	Transporte	100
5	Impresiones y anillados	50
6	Gastos varios	30
TOTAL		645

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Harman Vivanco

3.8.3 Costo total

Tabla 3.9. Costo total

N°	DESIGNACIÓN	COSTO (\$)
1	COSTO PRIMARIO	983,20
2	COSTO SECUNDARIO	645,00
TOTAL		1628,20

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Harman Vivanco

3.9 Prueba de análisis de resultados

3.9.1 Cálculos por el Método Manual del Soporte 1

PREÁMBULO: Con el objetivo de verificar la resistencia de la estructura del soporte 1, se procede a realizar una definición tipo síntesis del problema de la cual se desprende que la carga aplicada es de 15000 libras o 66723 N; la estructura tiene varios componentes a lo largo de los cuales recorren vectores de carga derivados de la principal antes mencionada que originan esfuerzos posibles de determinar, sin embargo, el análisis de todo el ensamble tiende a transformarse en una aplicación de ingeniería, en virtud que el mismo involucra conocimientos superiores a los tecnológicos, de tal forma se ha preferido realizar un análisis del problema tomando individualmente cada parte de la estructura y sometiéndola a la máxima carga, es decir, (peor caso) que podría aplicarse en el elemento, de esta manera se obtiene el siguiente estudio:

a.- VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL TABLERO SOPORTE.

Por resistencia de materiales conocemos que el esfuerzo axial se calcula:

$$\sigma = P/A \quad \text{Donde: } \sigma \rightarrow \text{Esfuerzo axial.} \quad (3.1)$$

P → Carga aplicada.

A → Área de aplicación.

El elemento en mención es: en dimensión, es decir, tiene medidas y geometría.

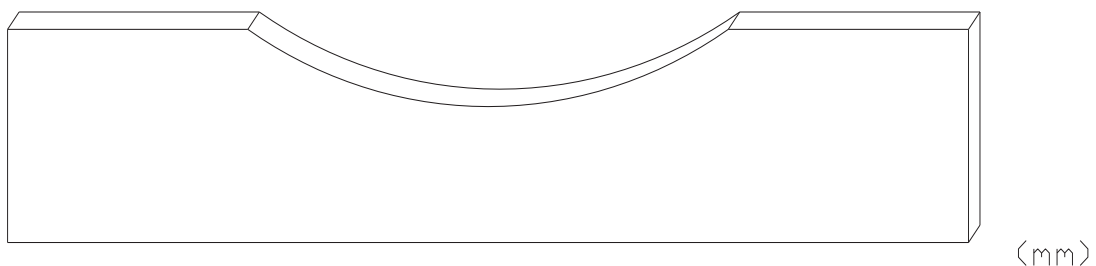


Figura 3.18. Tablero del soporte 1

Se asumirá para efecto de cálculo una carga puntual aplicada en el medio del soporte que pasa por el centro de gravedad del mismo; dada que la sección aplica en la semicircunferencia una carga uniformemente distribuida en el tablero; que para efecto del cálculo la puntualizamos.

En cuanto al área de aplicación tomamos en cuenta un plano tangente al radio máximo de la cama de soporte del tablero; con el afán de despreciar el área y basarnos en un área de apoyo así hallar el esfuerzo de apoyo σ_b .

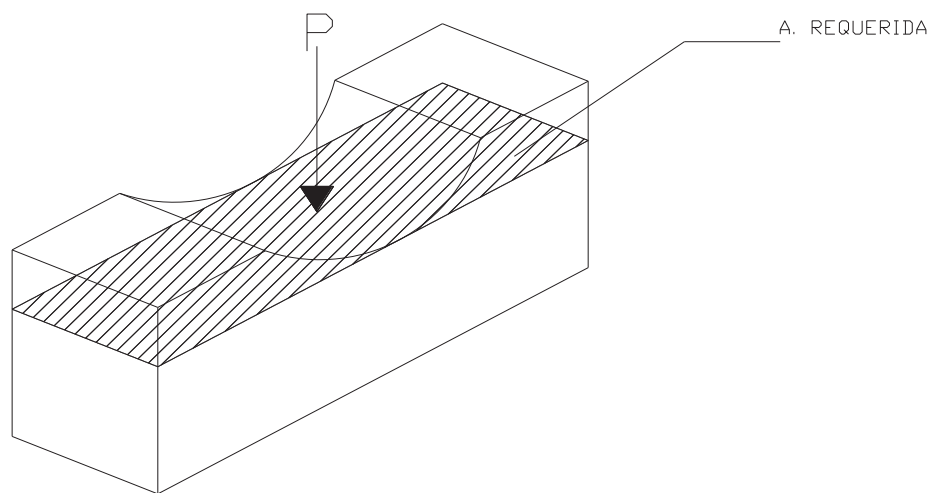


Figura 3.19. Área requerida para el esfuerzo normal

Siendo así:

$$P = 15000 \text{ lbs. ; } P = 66723,33 \text{ N}$$

$$A_R = 4.36 \text{ m} * 0.090 \text{ m} = 0.3924 \text{ m}^2$$

$$\sigma_{b(\text{NORMAL})} = \frac{66723.33 \text{ N}}{0.3924 \text{ m}^2} = 0.17003 \text{ MPa}$$

Posterior calculamos el esfuerzo de corte que actúa en el plano x – y para lo cual cambiamos la sección de área de aplicación; esta resulta ser:

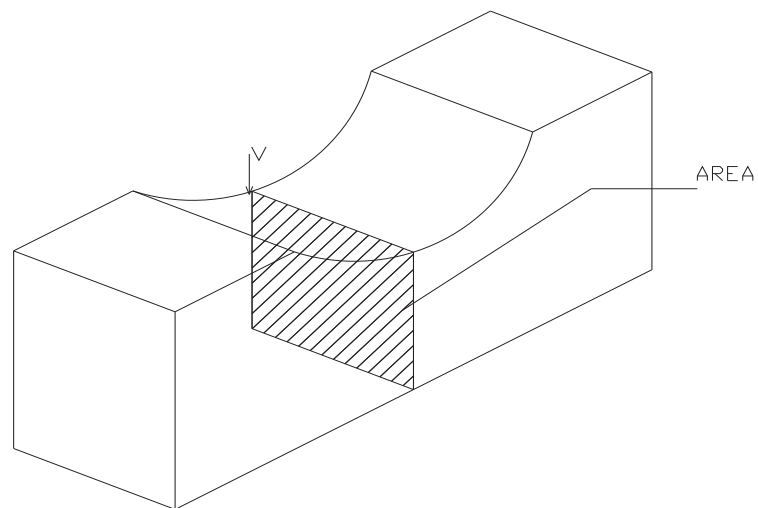


Figura 3.20. Área requerida para el esfuerzo cortante

$$A_r = 0.373\text{m} * 0.090\text{m} = \mathbf{0.033\text{m}^2}$$

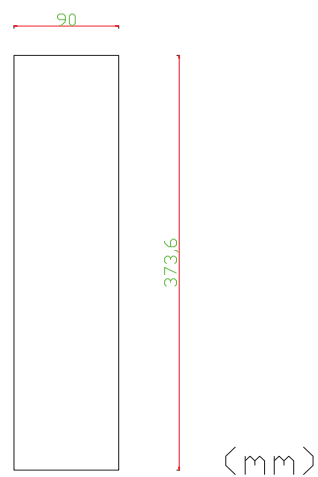


Figura 3.21. Área requerida el tablero

$$\mathbf{V = 66723.33\text{ N}}$$

$$\tau_{xy} = \frac{66723.33\text{ N}}{0.033\text{ m}^2} = 2.0219\text{MPa}$$

Para aplicar la correspondiente teoría de falla; (Von Mises) y conocer que factor de seguridad presenta la parte planteamos el círculo de MOHR correspondiente.

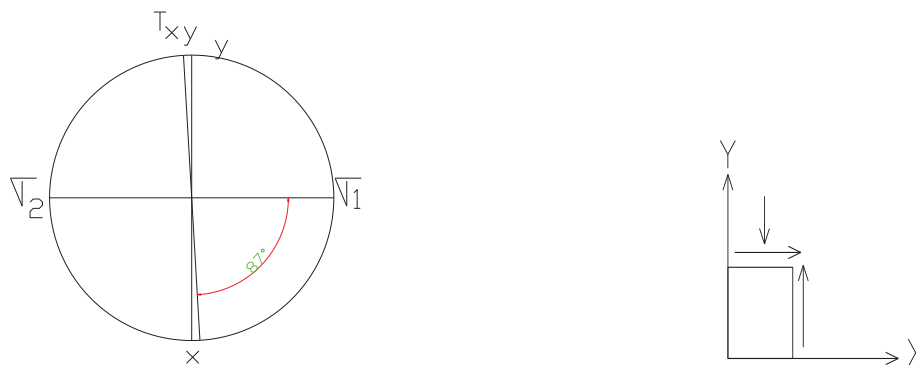


Figura 3.22. Círculo de Mohr

$$\sigma_1 = 1.939 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = -2.109 \text{ MPa}$$

$$T_{xy} = 2.024 \text{ MPa}$$

Aplicamos Von Mises

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_y^2 + 3T_{xy}^2} \quad (3.2)$$

$$\sigma' = \sqrt{-2.109^2 + 3(2.024)^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{-2.109^2 + 24.87^2}$$

$$\sigma' = 4.51 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{s_y}{\sigma_1} = \frac{48 \text{ MPa}}{4.51 \text{ MPa}} = 10.64 \quad (3.3)$$

Como $n > 1$ el diseño se acepta.

COLUMNA DE SOPORTE PRINCIPAL LATERAL:

Este elemento presenta el siguiente detalle geométrico y a dimensional.

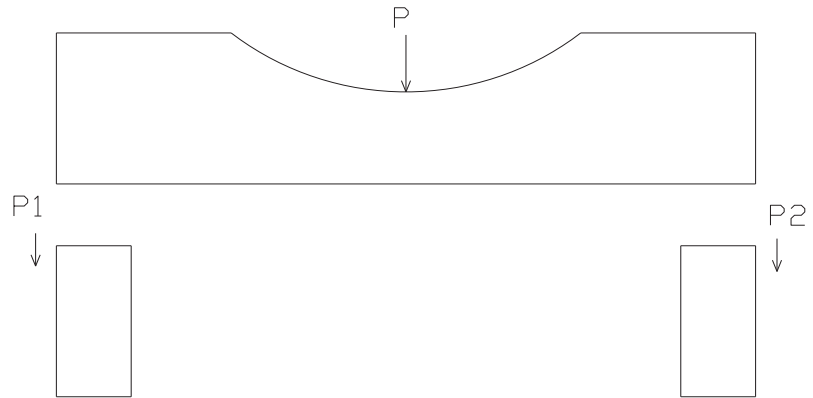


Figura 3.23. Columna de soporte principal lateral

$$P_1 + P_2 = P_T$$

(3.4)

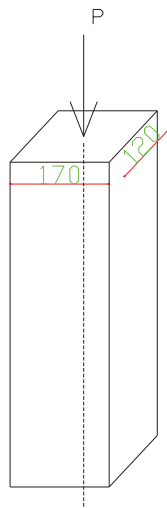


Figura 3.24. Columna con carga aplicada

$$P = 66723.33 \text{ N}$$

$$P_1 = 33361.66 \text{ N} = P_2$$

$$A_1 = 0.12 \text{ m} \cdot 0.17 \text{ m} = \mathbf{0.204 \text{ m}^2}$$

$$\sigma = \frac{33361.66 \text{ N}}{0.204 \text{ m}^2} = \mathbf{0.16 \text{ MPa}}$$
 (Dentro de límites de fluencia)

Ahora procedemos al cálculo de la carga crítica de la columna;

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \tag{3.5}$$

1. El coeficiente de : $C_c = \sqrt{2\pi \frac{E}{\sigma_y}}$; $\sigma_y =$ Esfuerzo de fluencia.

$$C_c = \sqrt{2\pi \frac{12.256 \text{ MPa}}{48 \text{ MPa}}} = 70.976$$



Figura 3.25. Columna con tendencia a pandearse 1

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \rightarrow \text{Radio de giro} \tag{3.6}$$

$k = 0.500 \rightarrow$ Tablas

Respecto al eje “y”

$$k.L / r_y = 14.001$$

Con respecto al eje z el radio de giro es:

$$r_2 = 49.07 \text{ y } k = 0.500$$

$$k.L / r_2 = 9.883$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 12.25 \cdot \frac{10^9 \text{ N}}{\text{m}^2} \cdot 0.00049 \text{ m}^4}{(0.9409) \text{ m}^2}$$

$$P_{cr} = 63 \text{ MN} \Rightarrow I = \frac{1}{12} b \cdot h^3$$

$$I = \frac{1}{12} (0.12) (0.17)^3$$

$$I = 0.00049 \text{ m}^4$$

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(L/r)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 12.256 \text{ Pa}}{(0.97/14.001)^2} = 257236 \text{ Pa} \Rightarrow \text{OK}/// \quad (3.7)$$

SOPORTES INCLINADOS: EN EL PEOR CASO que las columnas de la estructura tiendan a abrirse por factores de sobre carga externos o algún motivo que así lo permita; se va a comprobar la resistencia de los soportes inclinados.

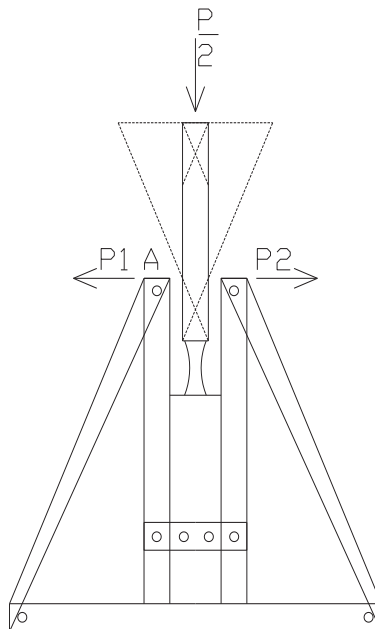


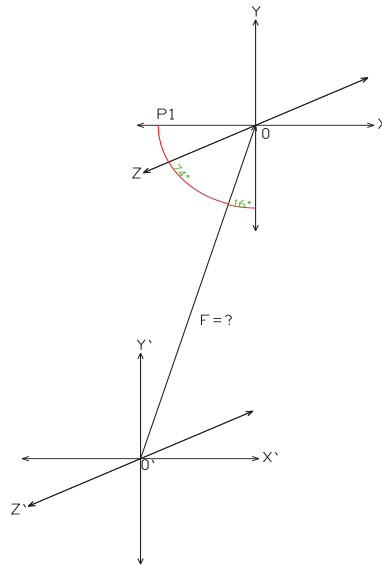
Figura 3.26. Soporte inclinado 1

$$\frac{P}{2} = \text{Para Lado}$$

P_1 puede ser: 7500lb. = **33361.66N**

P_2 puede ser:

Tomando P_1 : en A



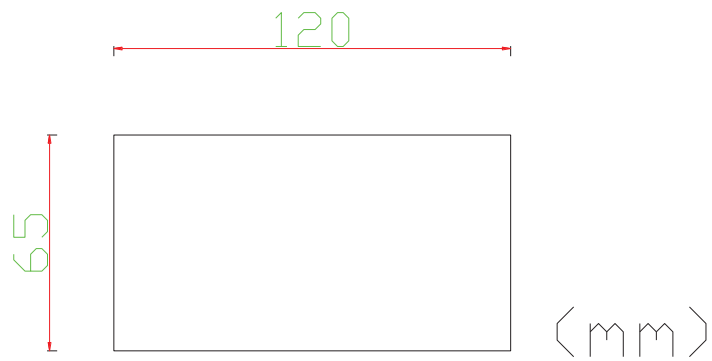
$$\cos 74^\circ = \frac{P_1}{F}$$

$$\cos 74^\circ = \frac{33361.66 \text{ N}}{F}$$

$$F = \frac{33361.66 \text{ N}}{\cos 74}$$

F = 121034 N (TENSIÓN)

$A = 0.065\text{m} * 0.12 \text{ m} = \mathbf{0.0078 \text{ m}^2}$



$$\tau = \frac{V}{A} = \frac{121034 \text{ N}}{0.0078 \text{ m}^2} = 15.51 \text{ MPa} \quad \rightarrow \text{Ancho de parámetros.} \quad (3.8)$$

Para el esfuerzo axial:

$$A_0 = \frac{A}{\text{Sen } \theta} \quad (3.9)$$

$$A_0 = \frac{0.0078 \text{ m}^2}{\text{Sen } 16^\circ}$$

$$A_0 = 0.028 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A_0} = \frac{121034 \text{ N}}{0.028 \text{ m}^2} = 4.32 \text{ MPa} \quad \rightarrow \text{Comparado con } S_y \text{ del eucalipto.}$$

El refuerzo intermedio superior en el peor caso tendrá que soportar 7500lb en tensión.

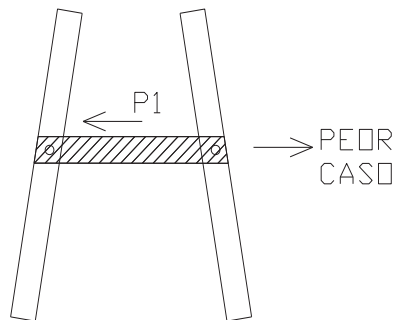


Figura 3.27. Viga frontal inferior del soporte1

$$A = (0.065 * 0.12) \text{ m}^2$$

$$A = 0.0078 \text{ m}^2$$

$$P = 7500\text{lb}$$

$$P = 33361.7 \text{ N}$$

$$\sigma_t = \frac{33361.7 \text{ N}}{0.0078 \text{ m}^2} = 4.27\text{MPa} \rightarrow \text{Menor a } S_y.$$

Para la viga frontal inferior esta tiene un objetivo, evitar que cuando el soporte esté cargado sus columnas se abran y se den esfuerzos extras que dañen la estructura y repercutan en la sección 46.

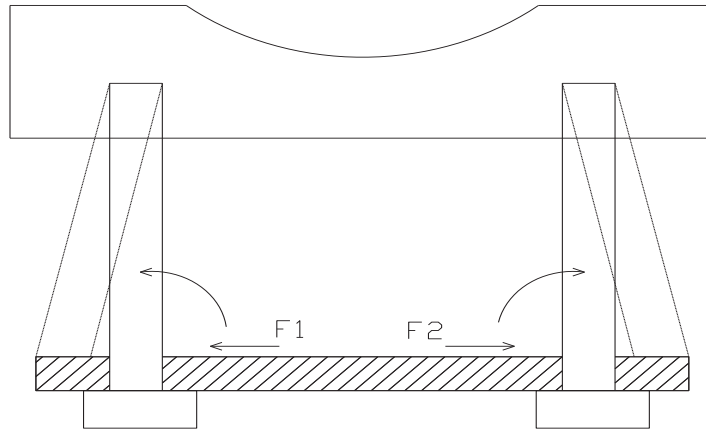


Figura 3.28. Soporte en dos bases

Puede pasar F_1 o F_2

F_1 en el caso peor puede tomar un valor de 7500lb \Rightarrow **33361.7 N**

El área

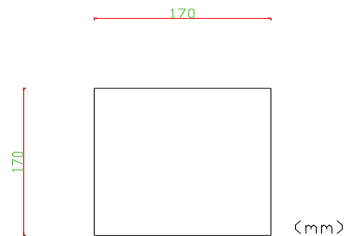


Figura 3.29. Área requerida

$$A = 0.17 \text{ m} * 0.17\text{m}$$

$$A = 0.0289 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{33361.7 \text{ N}}{0.0289 \text{ m}^2} = 1.15 \text{ MPa} < S_y$$

Hay que verificar la viga inferior lateral; el cual deberá cumplir con soportar la carga de corte aplicada por el peso de la sección.

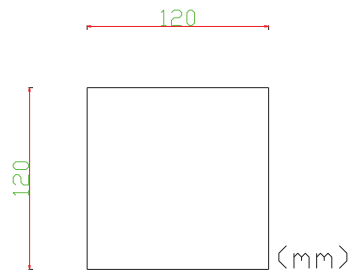


Figura 3.30. Área que se necesita

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

$$\tau = \frac{33361.7 \text{ N}}{0.0144 \text{ m}^2} = 2.31 \text{ MPa} \rightarrow \text{Menor a } S_y \text{ se acepta.!!}$$

Sin embargo que ocurriría si el elemento en la sección realmente actúa como una viga simplemente apoyada en sus extremos que puede darse por factores externos al diseño y operación de la estructura?:

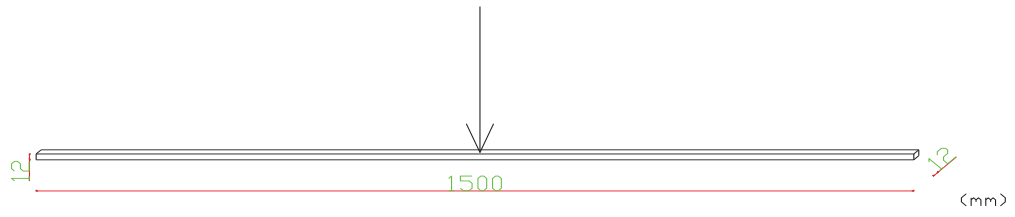


Figura 3.31. Carga aplicada sobre el área de la viga

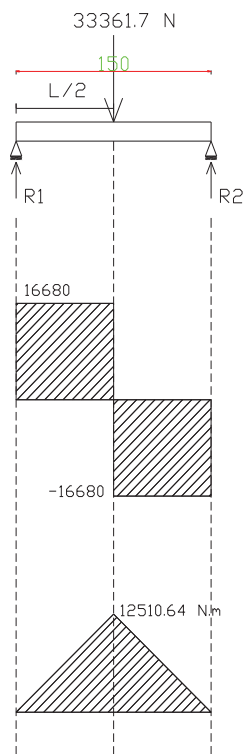


Figura 3.32. Esfuerzo cortante

$$P = R_1 + R_2 \quad (3.10)$$

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

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

$$M = F * d \quad (3.11)$$

$$M = R_1 * d \quad (3.12)$$

$$\text{Si } d = \frac{L}{2} \quad (3.13)$$

$$\text{Si } R_1 = \frac{P}{2} \Rightarrow M = \frac{PL}{4} = \frac{33361 * 0.75}{4} = 12510.64 \text{ N.m}$$

$$\sigma = \frac{M.C}{I} \quad (3.14)$$

$$I = \frac{1}{12} bh^3 \quad (3.15)$$

$$I = \frac{1}{12} (0.12\text{m})(0.12\text{m})^3$$

$$I = 0.0833 * (0.001728)(0.12)$$

$$I = 0.0000172\text{m}^4$$



Figura 3.33. Mitad de área

$$\sigma = \frac{12510.64 \text{ N.m} \times 0.06 \text{ m}}{0.0000172 \text{ m}^4} = 43.64 \text{ MPa} < (48 \text{ MPa}) \rightarrow S_y \text{ (SE ACEPTA).}$$

El refuerzo superior y el inclinado frontal y posterior.

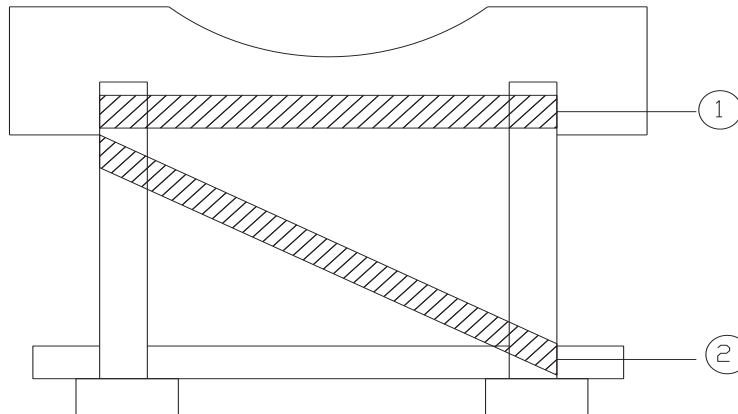


Figura 3.34. Refuerzo superior y el inclinado frontal y posterior

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 46 delantera. En el refuerzo superior:

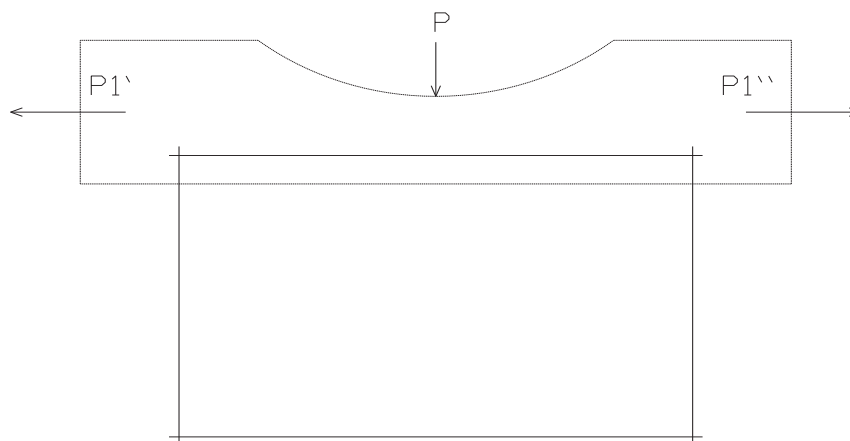


Figura 3.35. Refuerzo superior

Puede darse P_1' o P_1'' según el peor caso.

El área es:

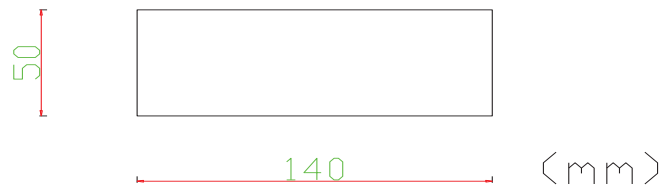


Figura 3.36. Área requerida del refuerzo

$$A = 0.14 \text{ m} * 0.050\text{m}$$

$$A = 0.07 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{P_1'}{A} = \frac{33361.7 \text{ N}}{0.07 \text{ m}^2} = 0.4765 \text{ MPa} < S_y \Rightarrow \text{SE ACEPTA.}$$

El soporte inclinado:

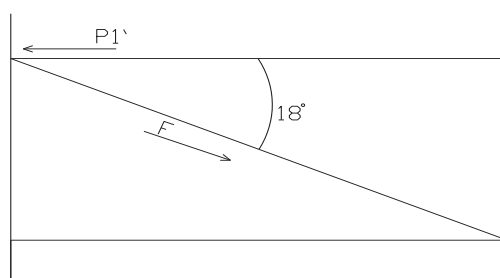


Figura 3.37. Soporte inclinado

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:

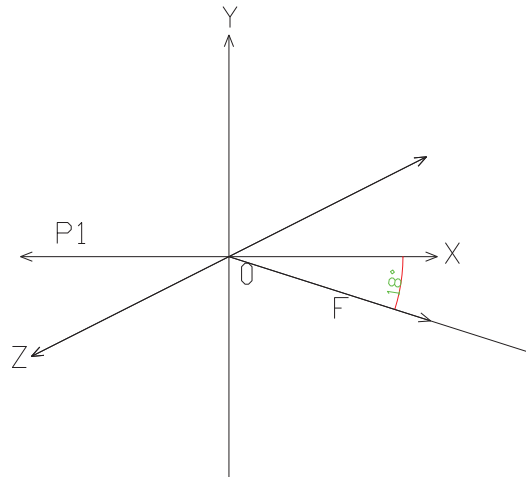


Figura 3.38. Plano si las columnas tienden abrirse o cerrarse

$$F = \frac{-P_1'}{\cos 18^\circ} = \frac{-33361.7 \text{ N}}{\cos 18^\circ} = 35077 \text{ N} \rightarrow \text{COMPRESIÓN}$$



Figura 3.39. Área utilizada

$$A = 0.14\text{m} * 0.050\text{m}$$

$$A = 0.007\text{m}^2$$

$$\sigma = \frac{35077\text{ N}}{0.007\text{ m}^2} = 5.01\text{MPa} < S_y$$

LA ESTRUCTURA SE ACEPTA.

ELEMENTOS DE SUJECIÓN:

Los elementos de sujeción que se han utilizado en la sección 46 están sometidos como es obvio a cargas de corte; se realizan comprobaciones de esfuerzos básicas; alejadas de ingeniería de los elementos por las herramientas de diseño necesarias pero cercanas al becuológico.

1.- Perno M20 x 19cm. Escogido como punto crítico.

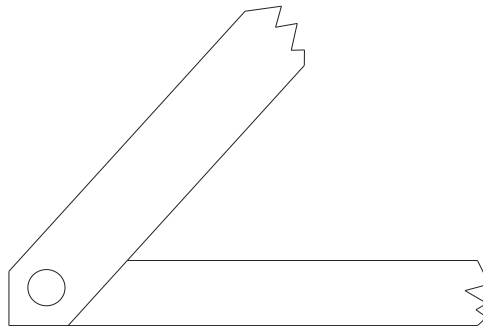


Figura 3.40. Punto crítico

Parte inferior lateral entre viga inferior y soporte inclinado; tomaremos en cuenta la carga más alta posible; imaginando (EL PEOR CASO).

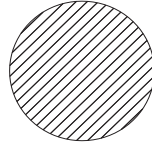


Figura 3.41. Área del perno

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

De lo anterior $\rightarrow P=35077N$, así:

$$\tau = \frac{35077 N}{3.14 * 10^{-4} m^2} = 111.710 MPa$$

$$S_{y(acero)} = 2.07 * 10^8 Pa$$

Por tanto $\tau < S_y$ se acepta el perno.

Perno M20*54cm

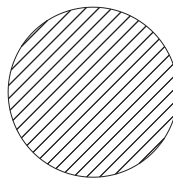


Figura 3.42. Área a soportar la carga

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

$$\sigma = \frac{33361.7N}{3.14 * 10^{-4} m^2} = 106.24 MPa < S_{y(acero)} \text{ SE ACEPTA.}$$

Se simula que el perno soporta toda la carga axial que se producirá cuando la estructura trate de soltarse en uno de sus lados.

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

LOS ELEMENTOS SE ACEPTAN!

A continuación se puede observar los resultados que arroja el programa inventor que se utilizó para ejecutar los respectivos cálculos por computador, este programa relaciona dos herramientas que son CAD (Computer Aided Design) y CAE (Computer Aided Engineer). Lo más interesante dentro de esos valores es el factor de seguridad que arroja el programa, el cual nos garantiza si el soporte resiste o no.

Tabla 3.10. Resultados del programa inventor del soporte 1

Name	Minimum	Maximum
Volume	823592000 mm ³	
Mass	492,452 kg	
Von Mises Stress	0,00000561429 MPa	102,039 MPa
1st Principal Stress	-22,5017 MPa	108,872 MPa
3rd Principal Stress	-98,4052 MPa	23,8904 MPa
Displacement	0 mm	0,906432 mm
Safety Factor	2,02863 ul	15 ul
Stress XX	-62,7795 MPa	55,2133 MPa
Stress XY	-31,8832 MPa	16,2071 MPa
Stress XZ	-55,4956 MPa	37,7893 MPa
Stress YY	-45,2268 MPa	49,0885 MPa
Stress YZ	-18,5354 MPa	16,0925 MPa
Stress ZZ	-96,7916 MPa	102,965 MPa
X Displacement	-0,252229 mm	0,541714 mm
Y Displacement	-0,878809 mm	0,051577 mm
Z Displacement	-0,306441 mm	0,341197 mm
EquivalentStrain	0,000000000149402 ul	0,000544858 ul
1st Principal Strain	-0,00000206197 ul	0,000635494 ul
3rd Principal Strain	-0,000546933 ul	0,00000440351 ul

Strain XX	-0,000239907 ul	0,00021789 ul
Strain XY	-0,000241918 ul	0,000195118 ul
Strain XZ	-0,000343544 ul	0,000237165 ul
Strain YY	-0,000360496 ul	0,000444159 ul
Strain YZ	-0,000338363 ul	0,000230315 ul
Strain ZZ	-0,000449936 ul	0,000486568 ul
ContactPressure	0 MPa	95,1914 MPa
ContactPressure X	-43,1308 MPa	93,8346 MPa
ContactPressure Y	-37,5677 MPa	34,2194 MPa
ContactPressure Z	-35,4742 MPa	29,6165 MPa

Además en la siguiente figura se podrá divisar con claridad el comportamiento del soporte frente a una carga determinada, utilizando la teoría de Von Mises.

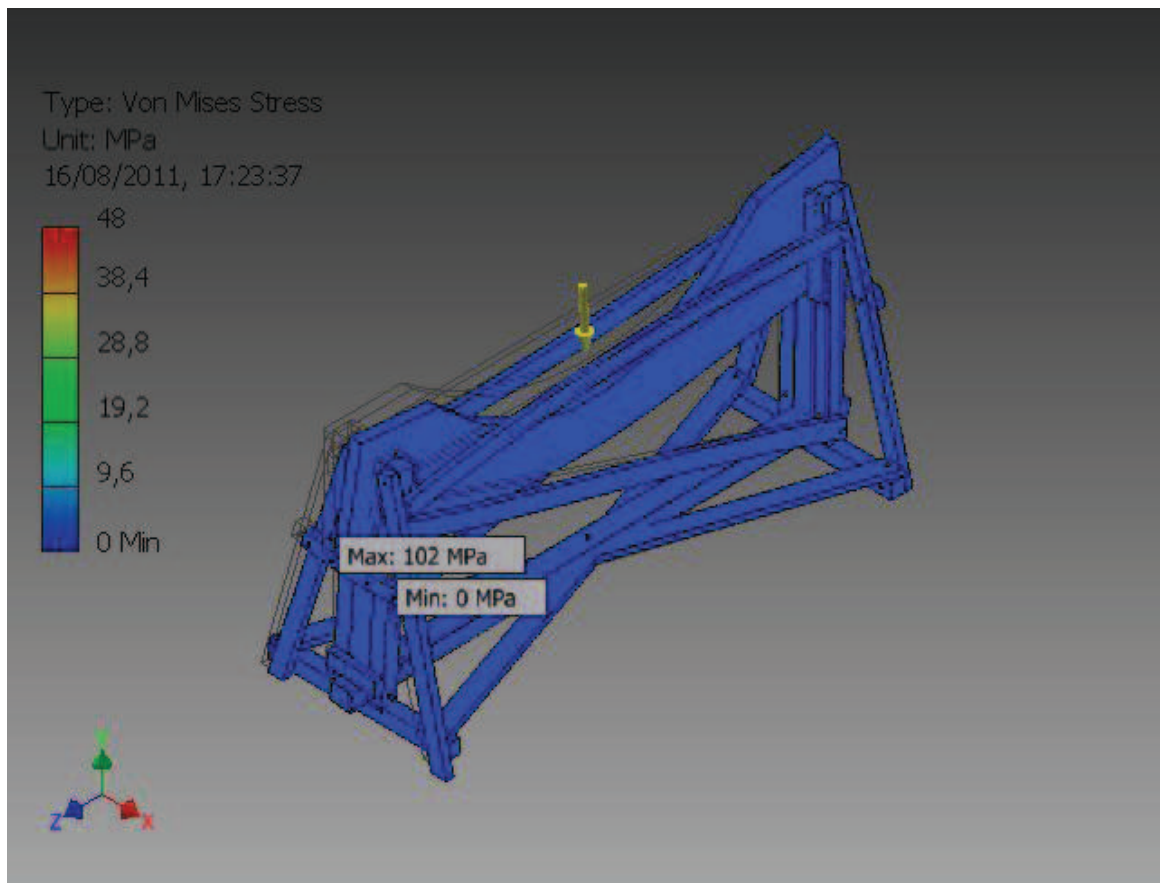


Figura 3.43. Von Mises del soporte 1

3.9.2 Cálculos por el Método Manual del Soporte 2

PREÁMBULO: De la misma forma que la anterior se procede a verificar la resistencia de la estructura del soporte 2, realizando una definición tipo síntesis del problema de la cual se desprende que la carga aplicada es de 36750Lb, en newtons; 163472 N; la estructura tiene varios componentes a lo largo de los cuales recorren vectores de carga derivados de la principal antes mencionada que originan esfuerzos posibles de determinar, sin embargo el análisis de todo el ensamble tiende a transformarse en una aplicación de ingeniería, en virtud que el mismo involucra conocimientos superiores a los tecnológicos, de tal forma se ha preferido realizar un análisis del problema tomando individualmente cada parte de la estructura y sometiéndola a la máxima carga (peor caso) que a criterio personal se podría aplicar en el elemento, de esta manera se obtiene el siguiente estudio:

a.- VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL TABLERO SOPORTE.

Por resistencia de materiales conocemos que el esfuerzo axial se calcula:

$$\sigma = \frac{P}{A} \text{ Donde: } \sigma \rightarrow \text{Esfuerzo axial.}$$

P → Carga aplicada.

A → Área de aplicación.

El elemento en mención es: en dimensión y geometría

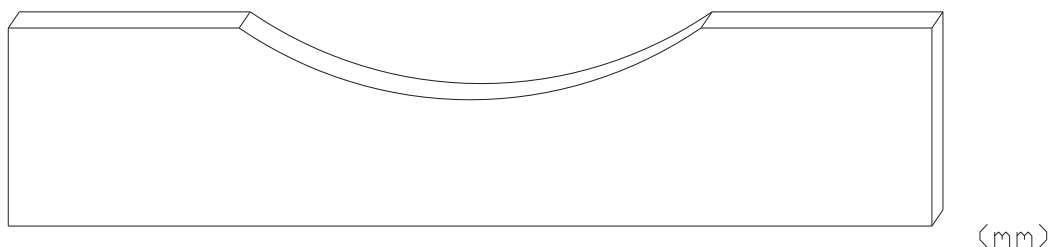


Figura 3.44. Tablero del soporte 2

Se asumirá para efecto de cálculo una carga puntual aplicada en el medio del soporte que pasa por el centro de gravedad del mismo; dada que la sección aplica en la semicircunferencia una carga uniformemente distribuida en el tablero; que para efecto del cálculo la puntualizamos.

En cuanto al área de aplicación tomamos en cuenta un plano tangente al radio máximo de la cama de soporte del tablero; con el afán de determinar el esfuerzo de apoyo en el componente σ_b :

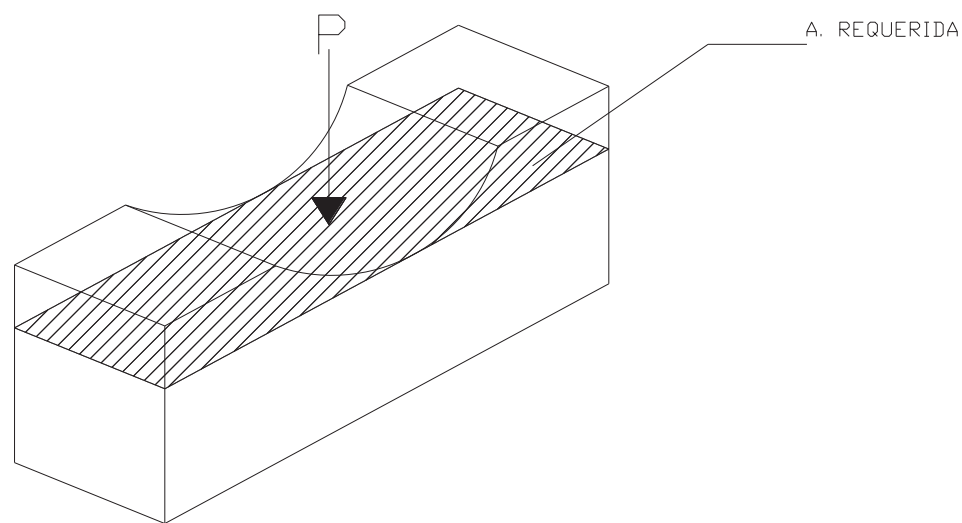


Figura 3.45. Área requerida

Siendo así:

$$P = 36750 \text{ Lb.}; P = 163472 \text{ N}$$

$$A_R = 3.03 \text{ m} * 0.070 \text{ m} = 0.21 \text{ m}^2$$

$$\sigma_b \text{ (NORMAL).} = \frac{163472 \text{ N}}{0.21 \text{ m}^2} = 0.30 \text{ MPa}$$

Posteriormente calculamos el esfuerzo de corte que actúa en el plano x – y para lo cual cambiamos la sección de área de aplicación; esta resulta ser:

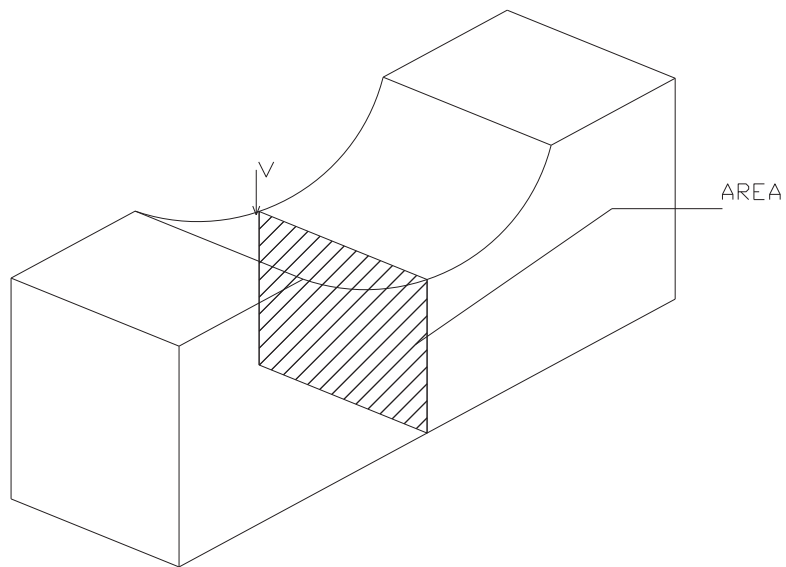


Figura 3.46. Área para carga cortante

$$A_r = 0.545 \text{ m} * 0.070\text{m} = \mathbf{0.038\text{m}^2}$$

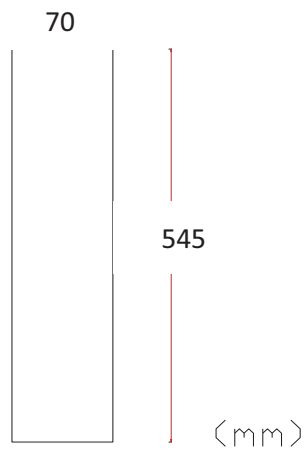


Figura 3.47. Área utilizada del tablero 2

$$\tau_{xy} = \frac{V}{A}$$

$$V = 163472 \text{ N}$$

$$\tau_{xy} = \frac{163472 \text{ N}}{0.038\text{m}^2} = 4.30 \text{ MPa}$$

Para aplicar la correspondiente teoría de falla;(Von Mises) y conocer que factor de seguridad presenta la parte, planteamos el círculo de MOHR correspondiente.

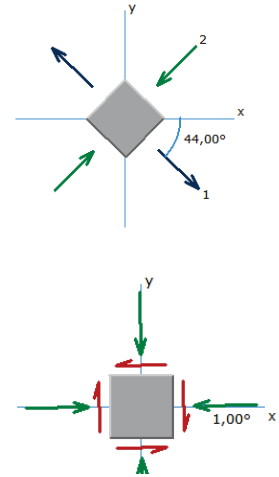
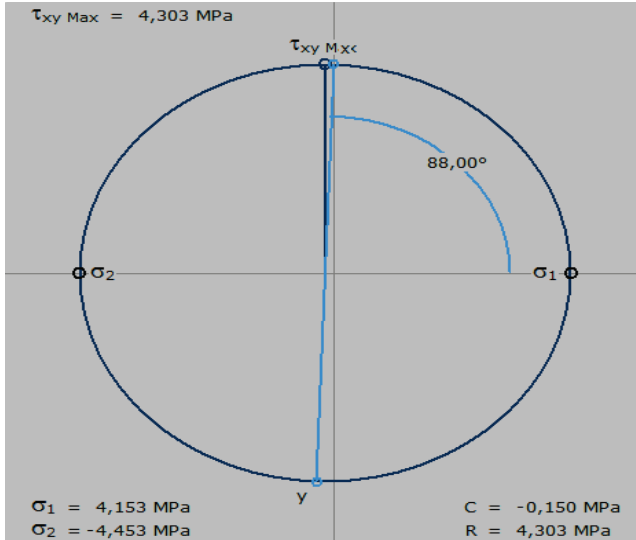


Figura 3.48. Círculo de Mohr

$$\sigma_1 = 4.153 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = -4.453 \text{ MPa}$$

$$T_{xy} = 4.303 \text{ MPa}$$

Aplicamos Von Mises

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_A^2 - \sigma_A \sigma_B + \sigma_B^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{4.153^2 - 4.153 \times (-4.453) + (-4.453)^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{17.24 + 18.49 - 19.82}$$

$$\sigma' = 3.98 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma_1} = \frac{48 \text{ MPa}}{3.98 \text{ MPa}} = 12.06$$

Como $n > 1$ el diseño se acepta.

COLUMNA DE SOPORTE PRINCIPAL LATERAL:

Este elemento presenta el siguiente detalle geométrico y a dimensional, es decir, que contiene medidas.

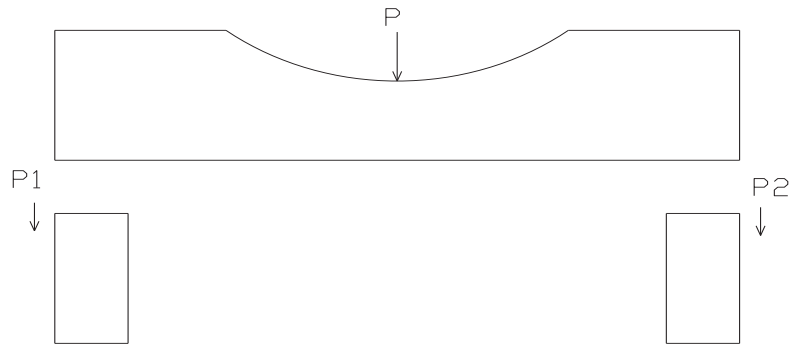


Figura 3.49. Columnas del soporte 2

$$P_1 + P_2 = P_T$$



Figura 3.50. Columna a dimensional

$$P = 163472\text{N}$$

$$P_1 = 81736\text{N} = P_2$$

$$A_1 = 0.12\text{m} * 0.18\text{m} = \mathbf{0.021\text{m}^2}$$

$$\sigma = \frac{81736\text{ N}}{0.021\text{ m}^2} = 3.89\text{ MPa} \text{ (Dentro de límites de fluencia y de esfuerzo}$$

crítico), en las columnas es necesario compararlo con la carga crítica de la columna.

Ahora procedemos al cálculo de la carga crítica de la columna;

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

1. El coeficiente de : $C_C = \sqrt{2\pi \frac{E}{\sigma_y}}$; $\sigma_y =$ Esfuerzo de fluencia.

$$C_C = \sqrt{2\pi \frac{12.256\text{ MPa}}{48\text{ MPa}}} = 70.976$$

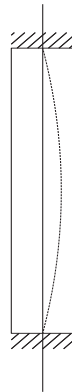


Figura 3.51. Columna con tendencia al pandeo

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \rightarrow \text{Radio de giro}$$

$$k = 0.500 \rightarrow \text{Tablas}$$

Respecto al eje "y"

$$k.L / r_y = 14.001$$

Con respecto al eje z el radio de giro es:

$$r_2 = 49.07 \text{ y } k = 0.500$$

$$k.L / r_2 = 9.883$$

Tomamos el mayor radio de giro

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 12.25 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 5,83\text{e} - 005 \text{ m}^4}{(1,67\text{m})^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 12.25 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 5,83\text{e} - 005 \text{ m}^4}{2,78\text{m}^2}$$

$P_{cr} = 2.53$ MN, si la carga aplicada al elemento es de 0,163 MN, la columna no padea.

Es prudente aclarar el cálculo de la inercia que es:

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

$$I = \frac{1}{12} (0.12)(0.18)^3$$

$$I = 5,83\text{e}-005\text{m}^4$$

El esfuerzo crítico en la columna es:

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(L/r)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 12.256\text{e}+009 \text{ Pa}}{(1,67/14,001)^2} = 861 \text{ GPa} \Rightarrow \text{si el calculado da un valor de } 3.89 \text{ MP}$$

la columna no padea.

SOPORTES INCLINADOS: EN EL PEOR CASO que las columnas de la estructura tiendan a abrirse por sobre carga o algún motivo que así lo permita; se va a comprobar la resistencia de los soportes inclinados.

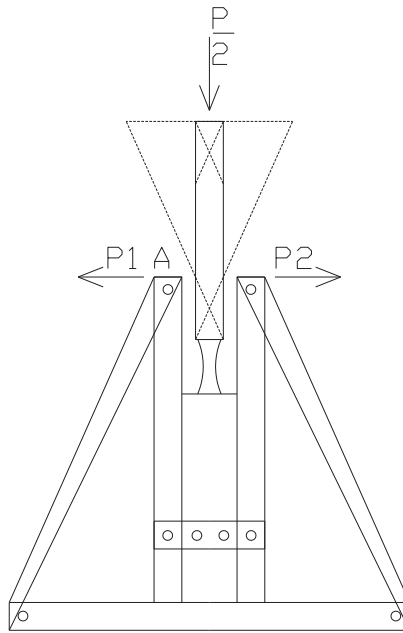


Figura 3.52. Soporte inclinado

$$\frac{P}{2} = \text{Para Lado}$$

P_1 puede ser: 81736 N

P_2 puede ser: 81736 N

Tomando P_1 : en A

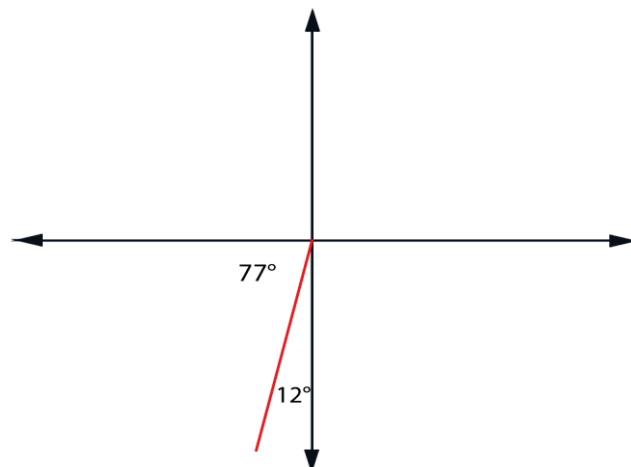


Figura 3.53. Ángulos para el esfuerzo

$$\cos 77^\circ = \frac{P_1}{F}$$

$$\cos 74^\circ = \frac{81736 \text{ N}}{F}$$

$$F = \frac{81736 \text{ N}}{\cos 74^\circ}$$

$$F = 363350 \text{ N (TENSIÓN)}$$

$$A = 0.065 \text{ m} * 0.12 \text{ m} = 0.0078 \text{ m}^2$$

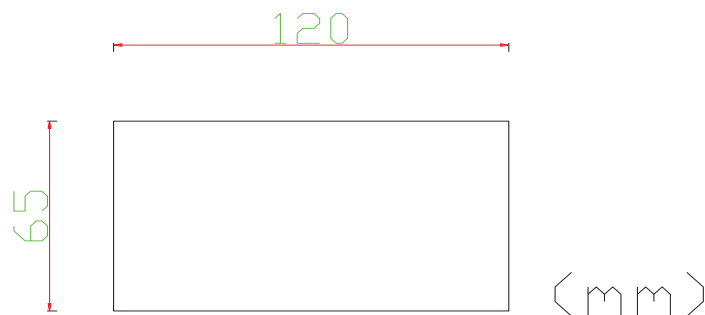


Figura 3.54. Área requerida para el esfuerzo cortante

$$\tau = \frac{V}{A} = \frac{363350 \text{ N}}{0.0078 \text{ m}^2} = 46.58 \text{ MPa}$$

Para el esfuerzo axial:

$$A_0 = \frac{A}{\text{Sen } \theta}$$

$$A_0 = \frac{0.0078 \text{ m}^2}{\text{Sen } 12^\circ}$$

$$A_0 = 0.037 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A_0} = \frac{81736 \text{ N}}{0.037 \text{ m}^2} = 2.20 \text{ MPa} \rightarrow \text{Comparado con } S_y \text{ del eucalipto, está}$$

dentro de rango.

El esfuerzo intermedio superior en el peor caso tendrá que soportar 163472 N en tensión.

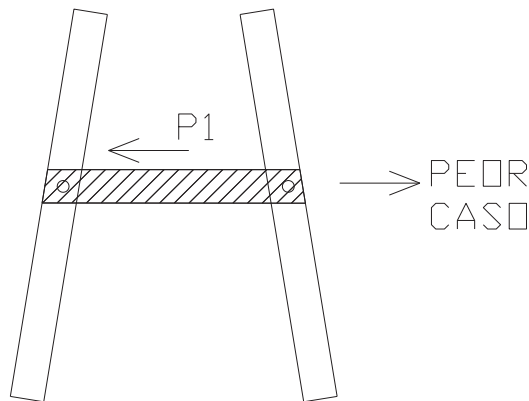


Figura 3.55. Viga frontal inferior del soporte 2

$$A = (0.065 * 0.12) \text{ m}^2$$

$$A = 0.0078 \text{ m}^2$$

$$P = 163472 \text{ N}$$

$$\sigma_t = \frac{163472 \text{ N}}{0.0078 \text{ m}^2} = 20.95 \text{ MPa} \rightarrow \text{Menor a } S_y \text{ se acepta el componente}$$

Para la viga frontal inferior esta tiene un objetivo evitar que cuando el soporte esté cargado sus columnas se abran y se den esfuerzos extras que dañen la estructura y repercutan en la sección.

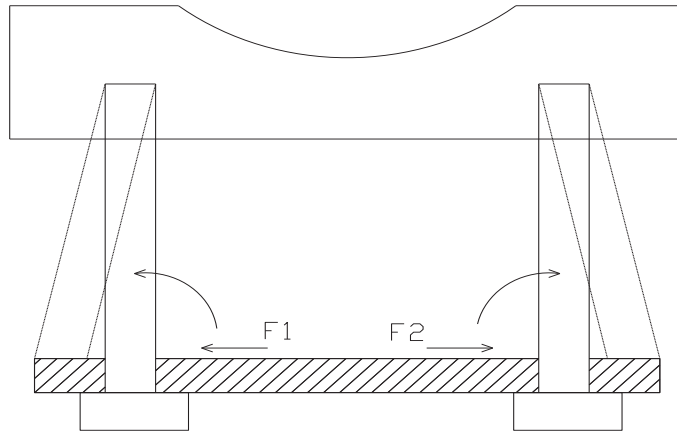


Figura 3.56. Soporte sobre dos bases

Puede pasar F_1 o F_2

F_1 en el caso peor puede tomar un valor de $163472/2 \text{ N} \Rightarrow 81736 \text{ N}$

El área:

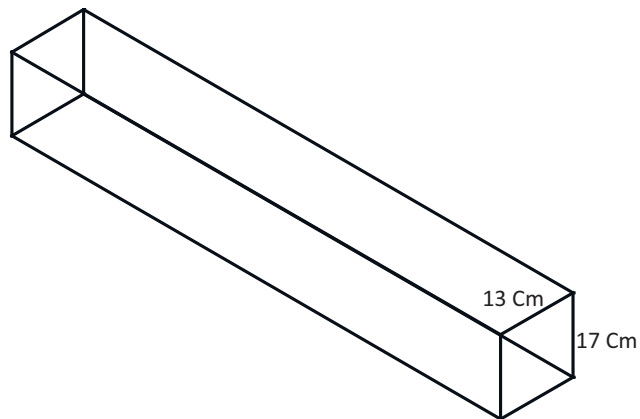


Figura 3.57. Viga a dimensional

$$A = 0.17 \text{ m} * 0.13\text{m}$$

$$A = 0.0221 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{81736\text{N}}{0.02221 \text{ m}^2} = 3.6\text{MPa} < S_y$$

Hay que verificar la viga inferior lateral; el cual deberá cumplir con soportar la carga de corte aplicada por el peso de la sección.

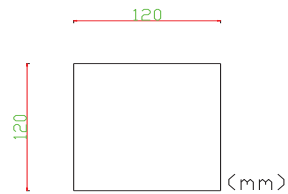


Figura 3.58. Área de aplicación de carga de corte

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

$$\tau = \frac{81736 \text{ N}}{0.0144 \text{ m}^2} = 5.6 \text{ MPa} \rightarrow \text{Menor a } S_y \text{ se acepta.!!}$$

El refuerzo superior y el indicado frontal y posterior.

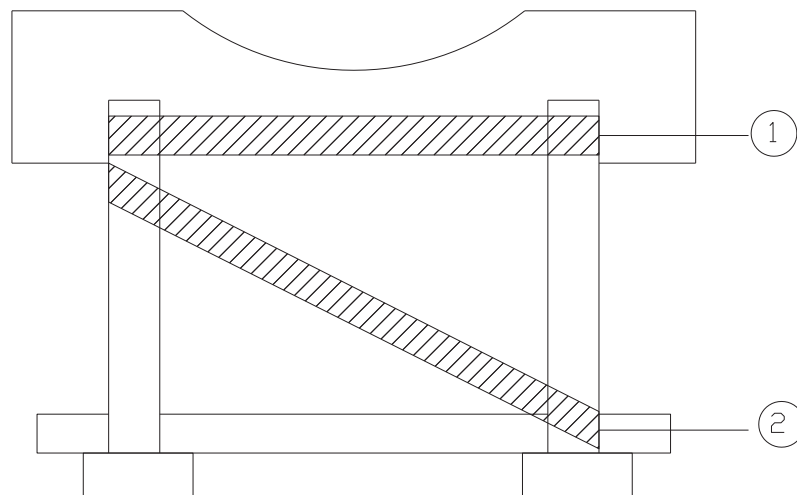


Figura 3.59. Refuerzo superior y el indicado frontal y posterior

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 delantera.

En el refuerzo superior:

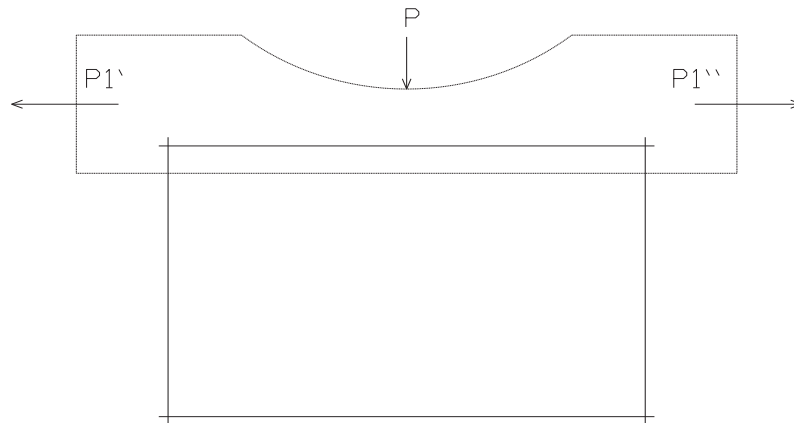


Figura 3.60. Refuerzo superior del soporte 2

Puede darse P_1' o P_1'' según el peor caso.

El área es:

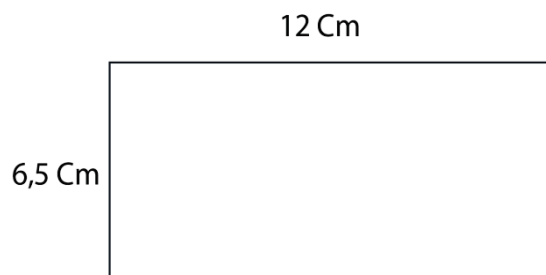


Figura 3.61. Área que se requiere

$$A = 0.065 \text{ m} * 0.12 \text{ m}$$

$$A = 0.0078 \text{ m}^2$$

$$\sigma = 81736 \text{ N} / 0.0078 \text{ m}^2 < \mathbf{S}_y \Rightarrow \text{SE ACEPTA}$$

El soporte inclinado:

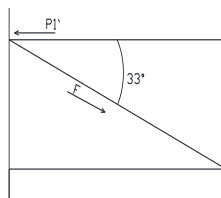


Figura 3.62. Soporte inclinado

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:

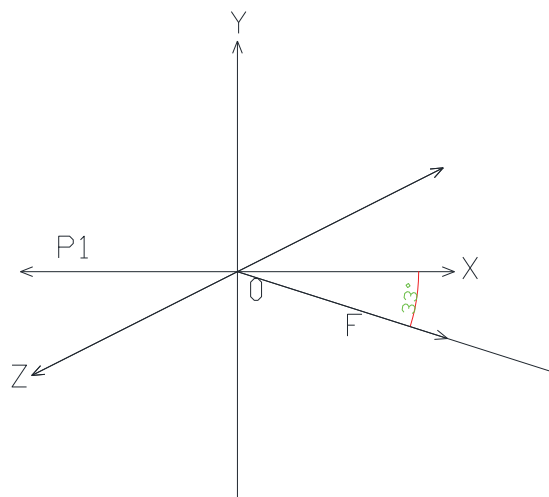


Figura 3.63. Ángulo para el esfuerzo de compresión

$$F = \frac{-P_1'}{\cos 18^\circ} = \frac{-81736 \text{ N}}{\cos 33^\circ} = 97459 \text{ N} \rightarrow \text{COMPRESIÓN}$$

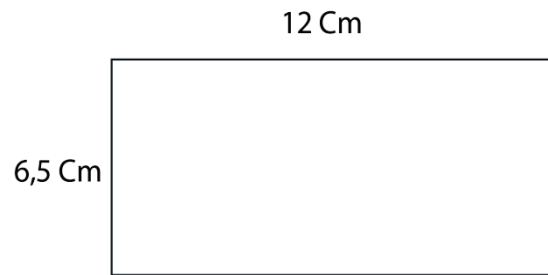


Figura 3.64. Área requerida

$$A = 0.065 \text{ m} * 0.12 \text{ m}$$

$$A = 7.8e-3 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{81736 \text{ N}}{7.8e-003 \text{ m}^2} = 10.47 \text{ MPa} < S_y$$

LA ESTRUCTURA SE ACEPTA.

ELEMENTOS DE SUJECIÓN:

Los elementos de sujeción que se han utilizado en la sección están sometidos como es obvio a cargas de corte; se realizan comprobaciones de esfuerzos básicas;

1.- Perno M20 x 19cm. Escogido como punto crítico.

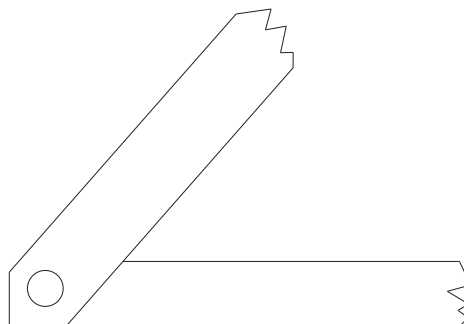


Figura 3.65. Punto crítico

Parte inferior lateral entre viga inferior y soporte inclinado; tomaremos en cuenta la carga más alta posible; imaginando (EL PEOR CASO).

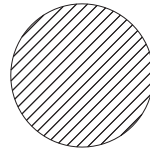


Figura 3.66. Área del perno

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

De lo anterior $\rightarrow P=81736N$, así:

$$\tau = \frac{81736 N}{3.14 * 10^{-4} m^2} = 260,35 MPa$$

$$S_{y(acero)} = 2.07 * 10^8 Pa$$

Por tanto $\tau < S_y$, se acepta el perno.

Perno M20*54cm

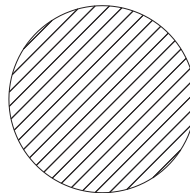


Figura 3.67. Área a soportar la carga

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

$$\sigma = \frac{81736N}{3.14 * 10^{-4} m^2} = 260 MPa < S_{y(acero)} \text{ SE ACEPTA.}$$

Se simula que el perno soporta toda la carga axial que se producirá cuando la estructura trate de soltarse en uno de sus lados.

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

LOS ELEMENTOS SE ACEPTAN!

En la siguiente tabla se puede evidenciar claramente los resultados que arrojó el programa, de los cuales el que interesa es el factor de seguridad.

Tabla 3.11. Resultados de programa de inventor del soporte 2

Name	Minimum	Maximum
Volume	738046000 mm^3	
Mass	438,293 kg	
Von Mises Stress	0 MPa	57,5008 MPa
1st Principal Stress	-10,9163 MPa	66,5667 MPa
3rd Principal Stress	-46,2398 MPa	20,7982 MPa
Displacement	0 mm	0,11343 mm
Safety Factor	2,48646 ul	15 ul
Stress XX	-33,9976 MPa	59,2057 MPa
Stress XY	-21,969 MPa	16,5341 MPa
Stress XZ	-14,8369 MPa	22,4761 MPa
Stress YY	-23,3367 MPa	25,2151 MPa
Stress YZ	-11,0367 MPa	19,8342 MPa
Stress ZZ	-22,4106 MPa	25,3409 MPa
X Displacement	-0,0641753 mm	0,054776 mm
Y Displacement	-0,111944 mm	0,0543027 mm

Z Displacement	-0,0515139 mm	0,0433793 mm
EquivalentStrain	0 ul	0,000250736 ul
1st Principal Strain	-0,000000239348 ul	0,000283269 ul
3rd Principal Strain	-0,00023675 ul	0,00000035637 ul
Strain XX	-0,000131913 ul	0,000237701 ul
Strain XY	-0,000135999 ul	0,000102354 ul
Strain XZ	-0,0000918472 ul	0,000139138 ul
Strain YY	-0,0000684185 ul	0,0000732876 ul
Strain YZ	-0,0000683226 ul	0,000122783 ul
Strain ZZ	-0,0000473713 ul	0,0000826077 ul
ContactPressure	0 MPa	69,3043 MPa
ContactPressure X	-46,5624 MPa	59,1899 MPa
ContactPressure Y	-35,7078 MPa	29,4815 MPa
ContactPressure Z	-23,2286 MPa	32,0522 MPa

De hecho a continuación se puede observar el comportamiento del soporte frente a una carga determinada.

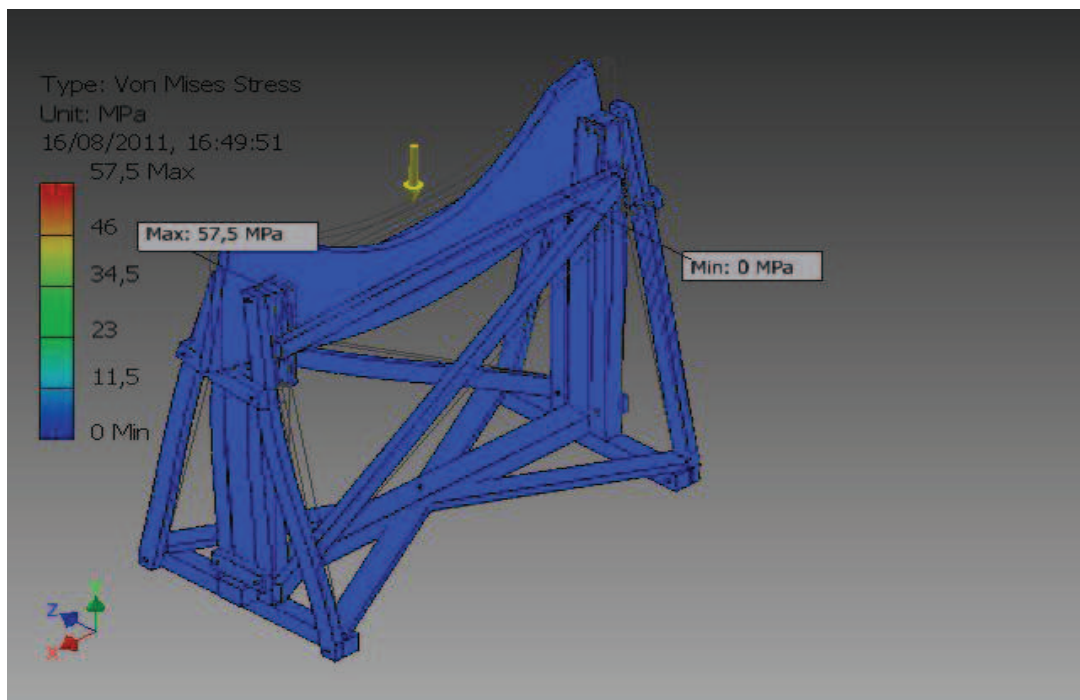


Tabla 3.68. Von Mises del soporte 2

3.9.3 Cálculos del Mecanismo de Elevación de los soportes

Para objeto de determinar la resistencia del conjunto de soporte de las estructuras, se procede a calcular primeramente el esfuerzo axial producido por la aplicación de una carga de 15000 Libras. Así:

El principal elemento que soporta la carga en este conjunto es el perno, mismo que genera el siguiente análisis:

El área de aplicación de carga corresponde a:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi \cdot (0,024m)^2}{4} = 0,000452 m^2$$

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

$$\sigma = \frac{66723,337 N}{0,000452 m^2} = 147 MPa$$

En el peor de los casos que es necesario suponer para hallar el FS bajo esas circunstancias, cargaremos el elemento con toda la fuerza que soporta el tablero, en el caso que un lado falle y este se incline y reciba toda la carga: el esfuerzo de corte producido será:

$$\tau = \frac{P}{A}$$

El área de aplicación es la misma, así:

$$\tau = \frac{133446,674 N}{0,000452 m^2} = 295 MPa.$$

Mediante el círculo de Mohr obtendremos los esfuerzos principales, así:

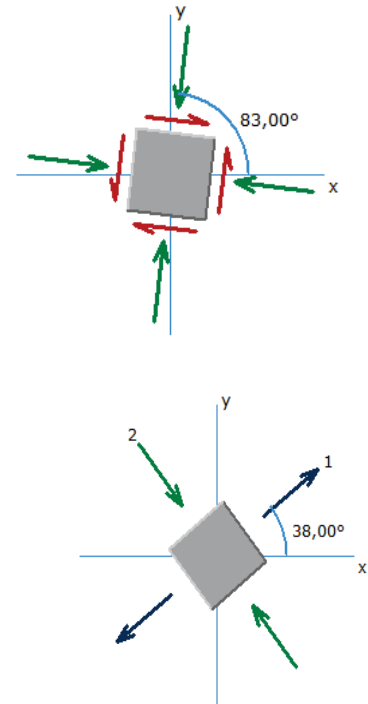
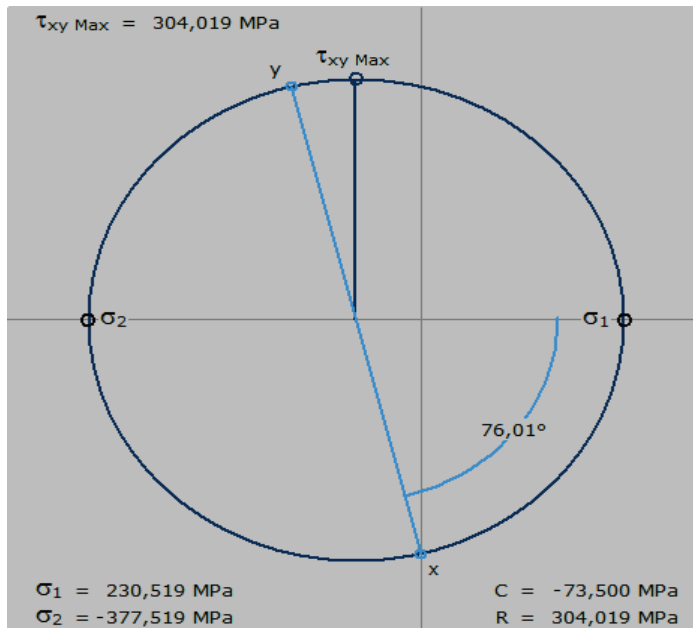


Figura 3.69. Círculo de Mohr

De estos valores determinamos mediante el uso de la fórmula de Von Mises, en valor de sigma prima o el esfuerzo de von mises, así:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{(-377,519 \text{ MPa})^2 + 3(304 \text{ MPa})^2}$$

$$\sigma' = 367 \text{ MPa.}$$

Ahora reemplazamos en la fórmula aplicando la teoría de falla de la Energía de distorsión, la misma que está siendo aplicada desde el paso anterior:

$$N = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{448 \text{ MPa}}{367 \text{ MPa}}$$

$$N = 1,22$$

Siendo $N > 1$, el elemento se acepta.

De igual manera estos son los resultados que arroja el programa ya antes mencionado, en donde lo que interesa es el factor de seguridad.

Tabla 3.12. Resultados del programa de inventor del mecanismo

Name	Minimum	Maximum
Volume	398973 mm ³	
Mass	3,12889 kg	
Von Mises Stress	0,00000794328 MPa	193,807 MPa
1st Principal Stress	-35,4632 MPa	90,34 MPa
3rd Principal Stress	-203,454 MPa	22,2039 MPa
Displacement	0 mm	0,249454 mm
Safety Factor	1,42307 ul	15 ul
Stress XX	-36,4715 MPa	59,797 MPa
Stress XY	-36,5766 MPa	30,9113 MPa
Stress XZ	-20,5251 MPa	20,0476 MPa
Stress YY	-202,884 MPa	77,5702 MPa
Stress YZ	-33,332 MPa	31,3858 MPa
Stress ZZ	-35,6699 MPa	57,8445 MPa
X Displacement	-0,0267662 mm	0,00382106 mm
Y Displacement	-0,248009 mm	0,000103043 mm
Z Displacement	-0,00279151 mm	0,00442352 mm
Equivalent Strain	0,00000000049793 ul	0,000861177 ul
1st Principal Strain	-0,0000000211003 ul	0,000356658 ul
3rd Principal Strain	-0,000988548 ul	0,00000000114318 ul
Strain XX	-0,000185207 ul	0,000269018 ul
Strain XY	-0,000228217 ul	0,000184023 ul
Strain XZ	-0,000118952 ul	0,000124679 ul
Strain YY	-0,00098488 ul	0,000268053 ul
Strain YZ	-0,000214492 ul	0,000201968 ul
Strain ZZ	-0,000133848 ul	0,000271664 ul

En cambio a continuación se puede observar el comportamiento del mecanismo de elevación frente a una carga determinada.

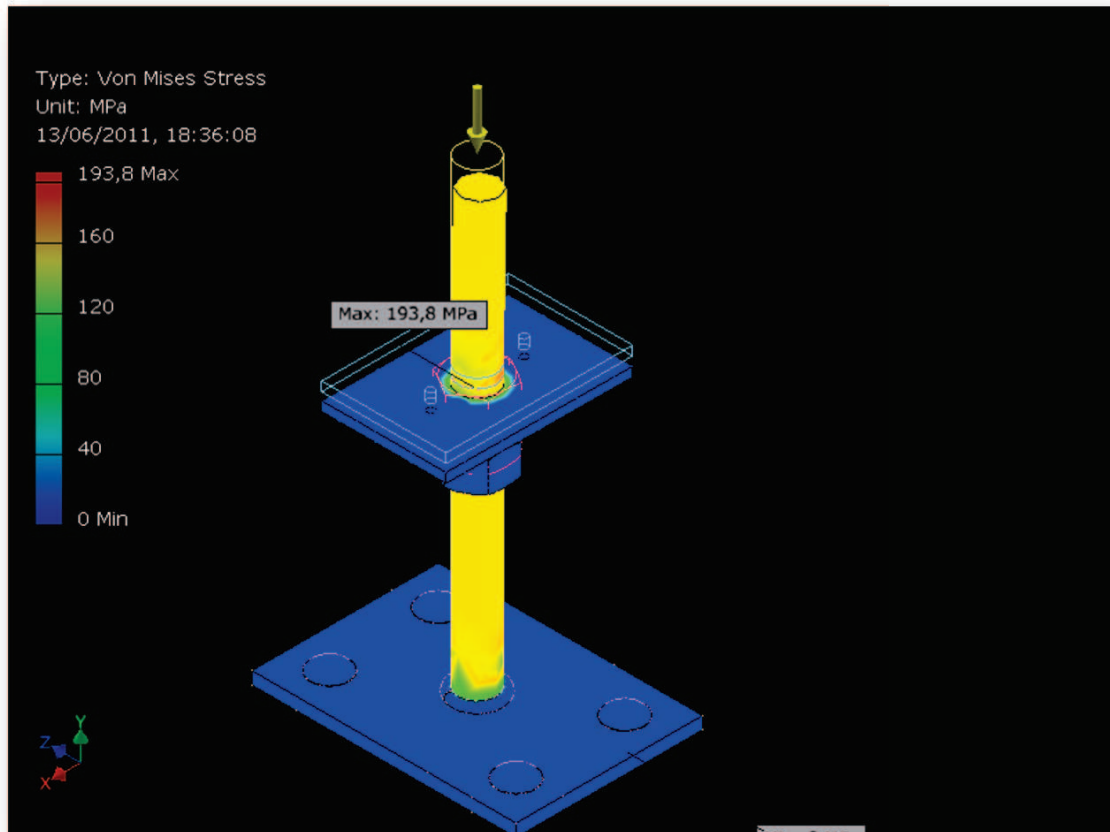


Figura 3.70. Von Mises del mecanismo

Cabe señalar que no hace falta realizar los cálculos de los demás mecanismos ya que todos ellos son similares.

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

3.10 Manuales y hoja de registro

Tabla. 3.13. Codificación de los manuales


Procedimientos	Códigos
Manual de seguridad	ITSA- HV-MS
Manual de mantenimiento	ITSA-HV-MM
Manual de operaciones	ITSA-HV-MO
Hoja de registro	ITSA-HV-HR

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Harman Vivanco

Continuando con el proceso, para realizar la descripción de los manuales seguidamente se detalla los formatos, mismos que ofrecen una información sumamente importante para la operación, funcionamiento, daños, entre otros, de los soportes de mantenimiento para la sección 46 del avión Boeing 727, el cual servirá como avión de instrucción para los estudiantes del ITSA.


3.10.1 Manual de seguridad

	MANUAL DE SEGURIDAD	Pág. 1 de 1
	MANTENIMIENTO DE DOS SOPORTES DE LA SECCIÓN 46 DEL FUSELAJE DEL BOEING 727	CODIGO HV-MM-ITSA
	ELABORADO POR: HARMAN VIVANCO	REVISION N° 1
	APROBADO POR: ING. HENRY IZA	FECHA:
1. Objetivo Brindar las medidas de seguridad posibles al personal que va a realizar el mantenimiento de los soportes de la sección 46 del avión Boeing 727.		

2. Normas de seguridad

- Fijarse en el estado en el que se encuentran los soportes.
- Mientras se esté manipulando el mecanismo de elevación no introducir ninguna parte cuerpo dentro del mismo.
- Cuando se esté realizando mantenimiento a los soportes por ninguna razón ingresar a la parte inferior de los soportes.
- Si se requiere reemplazar alguna tuerca o alguna pieza en mal estado por favor realizarlo con cuidado, sin dañar la estructura de los soportes.

3.10.2 Manual de mantenimiento

	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág. 1 de 1
	MANTENIMIENTO DE DOS SOPORTES DE LA SECCIÓN 46 DEL FUSELAJE DEL BOEING 727	CODIGO HV-MM-ITSA
	ELABORADO POR: HARMAN VIVANCO	REVISION N° 1
	APROBADO POR: ING. HENRY IZA	FECHA:

1. Objetivo

Realizar el respectivo mantenimiento de los soportes de la sección 46 del avión Boeing 727.

2. Alcance

- Mantener en un correcto y buen estado los soportes.

3. Procedimiento

3.1 Mantenimiento mensual

3.1.1 Realizar una inspección visual a lo largo de toda la estructura del soporte.

3.2 Mantenimiento semestral

3.2.1 Inspeccionar visualmente toda la estructura del soporte.

3.2.2 Realizar una limpieza con un trapo húmedo (con agua) en toda la estructura.

3.2.3 Colocar una película de desoxidante a las arandelas y tuercas


3.3 Mantenimiento anual

3.3.1 Chequear las tuercas por condición, es decir, que no estén oxidadas, si se requiere aplicar desoxidante o reemplazar.


3.3.2 Revisar que la lona que une el soporte y el fuselaje no haya cedido.

3.3.3 Inspeccionar por condición la superficie pintada de los soportes, si existe alguna parte de la estructura despintada, proceder a repintar la parte afectada con su respectiva pintura color amarillo caterpillar esmalte.

3.10.3 Manual de operación

	MANUAL DE OPERACIÓN	Pág. 1 de 1
	MANUAL DE OPERACION PARA LA SECCIÓN 46 DEL FUSELAJE DEL BOEING 727	CODIGO HV-MO-ITSA
	ELABORADO POR:HARMANVIVANCO	REVISION N° 1
	APROBADO POR: ING. HENRY IZA	FECHA:
1. Objetivo Ejecutar la operación adecuada de los soportes de la sección 46 del fuselaje del avión Boeing 727.		
2. Funcionamiento <ul style="list-style-type: none">• Los soportes de mantenimiento constan de mecanismos de elevación, en cada soporte hay dos mecanismos, con la finalidad de regular la altura de acuerdo a las necesidades pertinentes.• El funcionamiento de estos mecanismos es sencillo, para cual se requiere una llave de tuerca.• Existen dos tuercas (1 ½ plg) en cada mecanismo, una de las tuercas eleva el tablero y la otra sirve de contra tuerca.• Se coloca la llave en la tuerca (1 ½ plg) y se gira para que suba o baje el mecanismo y de esta forma se obtendrá la altura requerida.		

3.10.4 Hojas de registro

	HOJAS DE REGISTRO	Pág. 1 de 1
	HOJAS DE REGISTRO PARA LA SECCIÓN 46 DEL FUSELAJE DEL BOEING 727	CODIGO HV-HR-ITSA
	ELABORADO POR: HARMAN VIVANCO	REVISION N° 1
	APROBADO POR: ING. HENRY IZA	FECHA:
1. Objetivo <ul style="list-style-type: none">• Almacenar las inspecciones y cambios que se realizan a los soportes de madera.		
2. Alcance <ul style="list-style-type: none">• Mantener un orden en los trabajos que se realice a los soportes.		
3. Procedimiento <ul style="list-style-type: none">• Llenar las hojas en las cuales consten la numeración, fecha, cambio, observación nombre y firma de responsabilidad.		
VER ANEXO 3		

Capítulo IV

4.1 Conclusiones y Recomendaciones

4.1.1 Conclusiones

- La elaboración de este proyecto de graduación se llevó a cabo gracias a los procedimientos establecidos en el manual de reparaciones estructurales (SRM) del Boeing 727, ya que sin la ayuda de éste, no se podría realizar dicho proyecto.
- Los soportes de mantenimiento servirán de mucho a los estudiantes del ITSA, ya que podrán realizar sus prácticas pre-profesionales sin ningún inconveniente y de esta manera complementarán la enseñanza teórica con la práctica.
- Para la construcción de estos soportes de mantenimiento fue indispensable la utilización de un cronograma de trabajo, ya que éste sirvió de gran ayuda para poder realizar el proyecto de una forma ordenada y lógica.
- Los cálculos realizados de este proyecto de graduación cumplen un papel fundamental ya que son ellos quien determinarán la resistencia de los soportes.

4.1.2 Recomendaciones

- Se recomienda dar mantenimiento preventivo a los soportes con el fin de que las condiciones climatológicas no dañen la madera y de esta manera proteger los soportes.
- Se recomienda a las personas que realicen el mantenimiento tener presente las medidas de seguridad para evitar cualquier accidente.
- Es sumamente importante la utilización de los manuales de seguridad, mantenimiento, operación y por último las hojas de registro para llevar un correcto mantenimiento de los soportes.
- También se recomienda realizar el mantenimiento de los soportes tal como se encuentra establecido en los diferentes manuales ya antes mencionados, así de esta manera se evitará inconvenientes.

Glosario

Aeronave.- Es un aparato con la capacidad para despegar, aterrizar y navegar por la atmosfera, siendo capaz de transportar personas.

Aviación.- Se entiende por aviación el desplazamiento controlado, a través del aire de aparatos que usan para desarrollar su vuelo la fuerza sustentadora de superficies fijas o móviles impulsados por sus propios motores como aviones y helicópteros, o, sin motor, como los planeadores.

Boeing 727-100.- Es una aeronave de tres motores, comercial de tamaño medio. Su primer vuelo fue en 1963 siendo el modelo más vendido hasta principios de los años 90, con un total de 1.831 aviones entregados.

Aeronave.- Es un aparato con la capacidad para despegar, aterrizar y navegar por la atmosfera, siendo capaz de transportar personas.

Calzada.- Destinada a la circulación de las personas dentro del avión.

Crewmember.- Miembros de la tripulación.

Dispositivos high-lift.- Sistema de actuación independiente para los flaps de las alas.

Envergadura.- Es la distancia que tiene el ala de un avión desde punta a punta.

Flaps.- Un dispositivo hipersustentador es un ingenio aerodinámico diseñado para aumentar la sustentación, en determinadas fases del vuelo de una aeronave.

Fuselaje.- El 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.

Bibliografía

1. **727 MODEL SUMMARY.** “Boeing Commercial Airplanes”. Diciembre de 2010
http://es.wikipedia.org/wiki/Boeing_727
http://themerinos.com/el_hangar_colombiano/Boeing_727.htm

2. **ELMER FAUCETT.** “Mantenimiento Aeronáutico”. Perú
<http://www.elmerfaucett.edu.pe/>

3. **MURDO MORRISON.** “Aeroespacial”. 1909. Reino Unido
http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Flight_International

4. **BOEING.** “Aviones Comerciales”
<http://www.boeing.com/commercial/727family/product.html>

5. **Manuales:**
 - MGM: Manual General de Mantenimiento, Boeing 727
 - SRM: Manual de Reparaciones Estructurales, Boeing 727

6. **JOSEPH SHIGLEY.** “Diseño en Ingeniería Mecánica”. Cuarta edición. España.

7. **FERDINAND SINGER.** “Resistencia de Materiales”. Cuarta Edición

Anexos

Anexo A

ANTEPROYECTO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DATOS REFERENCIALES

Nombre de la institución para la cual desarrolla el trabajo de investigación:

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

Fecha de presentación:

21-05-2010

Responsable del trabajo de investigación:

Vivanco Montalvan Harman David

Capítulo I

1. EL PROBLEMA

1.1 planteamiento del Problema.

En la actualidad existe en Ecuador el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) radicado en la Provincia de Cotopaxi Cantón Latacunga, que forma profesionales Aeronáuticos, íntegros e innovadores competitivos a través del aprendizaje por logros aportando así, al desarrollo de nuestra Patria.

El ITSA capacita a jóvenes tanto civiles como militares con tecnologías únicas a nivel nacional, con un gran campo ocupacional para los tecnólogos graduados en ésta institución educativa dentro de la actividad aeronáutica.

El desarrollo científico y tecnológico es sumamente importante para el ITSA, es por eso que las especialidades, en especial la especialidad de Mecánica Aeronáutica, están enfocadas en formar tecnólogos profesionales capaces de cumplir tareas calificadas dentro del campo de la aviación.

En la aviación todo está innovando, es decir, los aviones cada vez están en constante modificación, por eso el Instituto para mejorar la formación íntegra y adecuada de los jóvenes estudiantes, podría acceder a un avión de instrucción, dicho avión se encuentra localizado en la Base Aérea Cotopaxi (BACO) que servirá para la respectiva enseñanza práctica de las distintas materias o asignaturas de la especialidad de Mecánica Aeronáutica, las mismas que solamente se conocen en forma teórica, por causa de la ausencia de un avión de instrucción.

La enseñanza teórica debe ir de la mano con su respectiva práctica, por ello, este avión de instrucción cumple con las características básicas y similares que poseen los demás aviones en actual circulación, el funcionamiento y operación de todo avión nace en éste.

La práctica que van a recibir los estudiantes en éste avión es de vital importancia, permitiéndoles estar a nivel de la actividad aeronáutica actual y sobre todo van a estar capacitados para ir a cualquier empresa aeronáutica y desempeñar determinadas tareas dentro de la mecánica aeronáutica. El ITSA al formar tecnólogos de éste nivel, va a cubrir con las expectativas de las empresas aeronáuticas, obteniendo el Instituto como resultado un gran prestigio.

El ITSA para cumplir con la enseñanza teórica-práctica debe transportar dicho avión al Instituto lo más pronto posible, para mejorar la enseñanza práctica no solamente en la especialidad de Mecánica Aeronáutica, sino también en las demás especialidades.

1.2 Formulación del Problema.

¿Por qué es necesaria la elaboración de dos soportes para la sección 46 correspondiente a la estación 740-1183 del fuselaje del avión Boeing 727 (HC-BLV), a través de información confiable y la debida precaución?

1.3 Justificación.

El motivo por el cual se pretende realizar la presente investigación se debe a que los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) de la carrera de Mecánica Aeronáutica no tienen el conocimiento básico requerido para la operación eficiente y segura de los diferentes sistemas del avión.

Para evitar futuros problemas que involucren la reputación del ITSA, como una institución de prestigio que forma tecnólogos aeronáuticos capacitados para desempeñarse de la mejor manera en su área de trabajo.

Los únicos y potenciales beneficiarios directos de esta investigación son los estudiantes, mismos que llegarán a tener un óptimo desempeño en las diferentes actividades que realicen en su área de trabajo.

Con la presente investigación se pretende que el alumno realice la mayor cantidad de actividades prácticas, especialmente en motores de aviación.

Prácticas que estarán fundamentadas en la teoría y que de una u otra forma incentivarán al alumno para investigar fuera del contexto educativo que representa el ITSA.

La investigación es original e innovadora ya que no se ha realizado previamente alguna semejante, y se evalúa su factibilidad en base a que el material requerido se encuentra enteramente disponible para su uso.

1.4 Objetivos.

1.4.1 General.

- Encontrar el método adecuado para el aseguramiento del avión Boeing 727 (HC-BLV) en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

1.4.2 Específicos.

- Investigar métodos seguros y confiables para embancar al avión.
- Conocer los puntos específicos para el respectivo aseguramiento del avión.
- Buscar las medidas de seguridad para la mejor ubicación del avión.

Investigar los procedimientos correctos en los manuales para embancar al avión.

1.5 Alcance

Espacial: ITSA, Carrera de Mecánica Aeronáutica.

Temporal: Mayo 2010 / Julio 2010

De Contenido:

Área: Mecánica Aeronáutica

Campo: Soportes de la parte central posterior para el fuselaje del avión Boeing 727 (HC-BLV).

CAPÍTULO II.

2. Marco Teórico.

2.1 Antecedentes.

En la actualidad las instituciones educativas de aviación se van modernizando cada día más con nuevas técnicas de enseñanza y la modernización con la tecnología que cada vez es mucho mejor y nos da muchas más facilidades de aprendizaje, obligando a las instituciones educativas a innovarse y no quedar por detrás de el resto de universidades, por lo cual el ITSA está obligado a modernizarse adquiriendo nueva tecnología y nuevas formas de enseñanza con material didáctico.

El instituto cuenta con personal docente y administrativo altamente calificado así también con instalaciones, talleres y laboratorios que están acorde a la enseñanza que se brinda a los estudiantes que acuden a este instituto, pero la falta de un avión a creado una inconformidad en docentes y alumnos ya que no pueden impartir sus conocimientos en la práctica así como los estudiantes no comprenden claramente los conocimientos solo con la teoría y debido a esto es que hay la necesidad de trasladar un avión Boeing 727 a las instalaciones del ITSA

Para la elaboración del presente trabajo se ha tomado como referencia al instituto superior tecnológico Elmer Faucett es un centro de instrucción aeronáutica reconocido oficialmente por el ministerio de educación y por la dirección general de aeronáutica civil del Perú, bajo las regulaciones aeronáuticas del Perú.

Para la instrucción práctica cuentan con su taller debidamente equipado y con un avión que les sirve de aeronave para instrucción.

2.2 Fundamentación Teórica.

La primera guerra mundial transformó la frágil máquina de comienzos del siglo XX en una temible máquina de guerra. Posteriormente de la citada guerra, comienza la práctica comercial aeronáutica. Concretamente en el año 1919 se constituye en

La Haya la IATA (Organización Internacional de Transportistas Aéreos) con la finalidad de regular y desarrollar el nuevo medio de transporte.

En 1.922 comienza en Francia la construcción de aviones en serie. A fines de esta década, los pilotos españoles, Franco, Durán, Ruiz de Alda y Rada, con el Plus Ultra; y el americano Lindberg con el “Spirit of Saint Louis” demuestran la viabilidad de los vuelos transoceánicos en escalas y en solitario. En los años treinta comienza el establecimiento de las líneas regulares de correo entre Europa, África y América.

Posteriormente, la segunda guerra mundial, causó un avance tecnológico importante como el radar, el motor de reacción entre otros. También las comunicaciones se sofisticaron de manera importante, convirtiendo este medio de transporte en el más rápido de todos los existentes.

En los años sesenta y setenta se desarrolla la aviación comercial a gran escala, produciéndose un incremento considerable del transporte aéreo de pasajeros y mercancías.

Introducción.

El Boeing 727 es una aeronave trimotor comercial de tamaño medio. Su primer vuelo fue en 1963 siendo el modelo más vendido hasta principios de los años 90, con un total de 1.831 aviones entregados, época en que fue sustituido por el Boeing 737. En agosto de 2006, un total de 127 Boeing 727-100 y 493 Boeing 727-200 permanecían en servicio activo.

El fuselaje 727's tiene un diámetro externo de 148 pulgadas (3.8 m). Esto permite tres asientos por lado y una sola calzada central del acceso cuando los asientos de anchura de 18 pulgadas están instalados.



Figura 1: Avión Boeing 727.

Historia del Avión Boeing 727.

El Boeing 727 apareció en diciembre de 1.960, cinco años después de que la compañía empezase a estudiar un reactor de corto y medio alcance. Eastern y United Airlines encargaron 40 ejemplares cada una. El prototipo del 727 voló en febrero de 1.963 y el avión realizó su primer servicio comercial en 1.964. Propulsado en principio por tres turbosoplantes Pratt & Whitney JT8D-1 de 6.300 kg. de empuje, el Boeing 727-100 acomodaba 131 pasajeros y se ofrecía en variantes de carga y pasaje.

Características Generales del Avión Boeing 727 (200).

Envergadura: 32,91 m

Longitud: 46,69 m

Altura del empenaje: 10,36 m

Motores: 3 Pratt & Whitney JT8D,

Peso máximo al despegue: 95.028 kg

Max. Número de pasajeros: 189

Velocidad de crucero: 907 km/h

Altitud de crucero: 9,1 a 12,2 km

Alcance: 4.450 km

Boeing 727 de la compañía DHL. Versiones 727-100: Primer modelo de producción.

727-100C: Versión convertible pasajeros/carga.

727-100QC: Versión rápidamente convertible pasajeros/carga.

727-100QF: Versión de carga para UPS y de negocios.

727-200: Versión alargada del modelo 100 (6.1 m más largo).

Advanced 727-200: Versión con winglets.

Advanced 727-200F: Versión sólo carguero.

C-22: Versión militar para la Fuerza Aérea de los Estados Unidos.

C-22B: Versión militar de transporte del modelo 100.

C-22C: Versión militar de transporte del modelo 200.

El diseño del 727 se debió a un compromiso entre United Airlines, American Airlines, y Eastern Airlines para buscar un sucesor del Boeing 707. United Airlines quería un avión con cuatro motores para sus vuelos a aeropuertos de gran altitud, American buscaba un avión bimotor por razones de eficiencia mientras que Eastern quería un trimotor para sus vuelos sobre el mar Caribe. Finalmente las tres aerolíneas coincidieron en un trimotor y así nació el 727.

El 727 ha demostrado ser muy útil para las necesidades de aerolíneas de todo el mundo debido a su capacidad para aterrizar en pistas cortas, lo cual potenció el tráfico de pasajeros entre destinos con aeropuertos más pequeños. Uno de los detalles que dieron al 727 su habilidad para aterrizar en dichas pistas era el diseño único de sus alas, combinando flaps Krueger y slats aumentando la estabilidad a bajas velocidades. Era conocida entre los pilotos de compañías aéreas de todo el mundo su gran maniobrabilidad.



Figura 2: Avión Boeing 727.

Muchos de los operadores usaban este avión para alimentar sus aeropuertos principales.

El 727 también demostró tener aceptación en aerolíneas de transporte de carga y charters. Federal Express inició la revolución del transporte aéreo de carga en 1975 usando Boeing 727 y a principios del siglo XXI, muchas aerolíneas alrededor del mundo utilizan únicamente 727 para sus transportes de carga.

Desarrollado como complemento del Boeing 707 y del 720, el 727 fue diseñado específicamente para cubrir rutas de corto y mediano alcance, empezando su desarrollo en febrero de 1956, incrementándose la capacidad de asientos, la

facilidad de mantenimiento, y la operación del aparato desde aeropuertos y pistas poco preparadas, así como una carrera corta para de despegue y aterrizaje.

Se adaptó notablemente a los requisitos de las aerolíneas de llevar muchos pasajeros en rutas tanto de corto como de medio radio. Un ejemplo de ello fueron las aerolíneas SAM, y la desaparecida ACES en Colombia: el largo y difícil recorrido, debido a la orografía, por tierra desde la capital, Bogotá a otras ciudades de importancia como Medellín y Cali exigía el transporte rápido y eficiente de gran cantidad de pasajeros en vuelos de 30 o 40 minutos, papel que el 727 desempeñaba adecuadamente.

En el 727, se usaron algunos diseños provenientes de los 707 y 720, como lo son la forma de su radomo y cabina de pilotaje, usando las mismas ventanillas superiores. Su mantenimiento es muy versátil permitiendo gran adaptabilidad de complementos como motores nuevos, y gran prestación para adaptación de carga.

Cabe señalar que, por la gran demanda del aparato, Boeing decidió desarrollar tres versiones del avión para los diferentes requisitos demandados por las diferentes aerolíneas: la versión 100 (con 117 asientos), la 200 (con 157 asientos) y la 264 (con 185 asientos); así como versiones modificadas de las series 100 y 264 desarrolladas para logística y carga.

El avión dejó de fabricarse en agosto de 1984, habiéndose producido un total de 1.831 unidades, lo cual superó con creces las expectativas de Boeing que había previsto fabricar 250. A principios del siglo XXI continuaban operativos aproximadamente

1.300. El primer modelo construido, que se entregó a United Airlines en 1964, se conserva desde 1991 en el Museo del Aire de Seattle.



Figura 3: Elaboración del primer Boeing 727.

Algunos diseños fueron usados provenientes de los 707 y 720, como lo son la forma de su radomo y cabina de pilotaje, usando las mismas ventanillas superiores. Su mantenimiento es muy versátil permitiendo gran adaptabilidad de complementos como motores nuevos, y gran prestación para adaptación de carga.

Es importante recalcar, por la gran demanda de este avión, Boeing decidió desarrollar tres versiones del avión para los diferentes requisitos demandados por las diferentes aerolíneas: la versión 100 (con 117 asientos), la 200 (con 157 asientos) y la 264 (con 185 asientos); así como versiones modificadas de las series 100 y 264 desarrolladas para logística y carga.

El avión dejó de fabricarse en agosto de 1984, habiéndose producido un total de 1.831 unidades, lo cual superó con creces las expectativas de Boeing que había previsto fabricar 250. A principios del siglo XXI continuaban operativos aproximadamente 1.300. El primer modelo construido, que se entregó a United Airlines en 1964, se conserva desde 1991 en el Museo del Aire de Seattle.

Desarrollo y diseño

El diseño 727 se presentó como compromiso en medio United Airlines, American Airlines, y Líneas de aire del este requisitos sobre la configuración de un avión de pasajeros del jet para mantener ciudades más pequeñas que tenían a menudo cauces más cortos y correspondientemente demanda más pequeña del pasajero.

United Airlines deseó un avión cuádrimotor para sus vuelos a los aeropuertos de la alta altitud, especialmente su cubo en Aeropuerto internacional de Stapleton en Denver, Colorado. Americano, que funcionaba el cuádrimotor Boeing 707 y 720, deseado un avión gemelo-engined para la eficacia razonó. Del este deseó un tercer motor para sus vuelos del overwater a Del Caribe, puesto que en aquel momento los vuelos comerciales gemelo-engined fueron limitados por regulaciones a las rutas con horas de vuelo máximas minuciosas 60 a un aeropuerto.

Eventual, las tres líneas aéreas convinieron en a trijet, y los 727 fueron llevados así. El tercero JT8D el motor, que está situado en el muy posterior del fuselaje (llamado el motor 2), se provee de aire de una entrada en el frente de la aleta vertical a través de un conducto S-shaped a la admisión de motor.

Los 727 ofrecidos dispositivos high-lift en su ala, así el ser uno del primer echa en chorro capaz de funcionar desde cauces relativamente cortos. Modelos más últimos de los 727 fueron estirados para acomodar a más pasajeros y terminaron encima de substituir aviones de pasajeros anteriores del jet, tales como Boeing 707 y Douglas DC-8, en las rutas domésticas.

Puesto que los 727 demostraron ser un avión de pasajeros confiable y versátil que vino a formar la base de las flotas de muchas líneas aéreas del start-up, se describe a veces como "DC-3 de la edad del jet.

Al final del siglo XXI, los 727 todavía estaban en servicio con algunas flotas de la línea aérea. Sin embargo, porque mientras tanto los E.E.U.U. FAA y ICAO había cambiado sus requisitos para las operaciones del overwater, la mayoría de las

líneas aéreas importantes había comenzado ya a cambiar a twinjets, avión con solamente dos motores, que son más económicos en combustible y más reservados que los 727 tres-engined notorio ruidosos. También, los 727 eran uno de los aviones de pasajeros pasados en el servicio para tener un equipo de vuelo three-person, incluyendo a ingeniero de vuelo, un crewmember que trabajo es realizado por los sistemas automatizados en más nuevos planos.

Hecho frente con costes de combustible más altos (aunque todo es principal Estados Unidos las líneas aéreas los pusieron en fase hacia fuera inmediatamente antes de aumentos del precio del petróleo desde 2003), volúmenes más bajos del pasajero debido al poste9/11 el clima económico, las restricciones de aumento en ruido del aeropuerto, y los costos adicionales de más viejos planos que mantenían y de pagar los sueldos de los ingenieros de vuelo, la mayoría de las líneas aéreas importantes han puesto en fase 727s fuera de sus flotas.

Líneas de Delta Air, el comandante pasado los E.E.U.U. portador a hacer así pues, retirado sus 727 pasados de 2003. Sin embargo, los 727 es vuelo inmóvil para líneas aéreas más pequeñas del start-up, las líneas aéreas del cargo, y las líneas aéreas de la carta, y también se utiliza a veces como los medios del transporte privados.

El reemplazo oficial para los 727 en la formación de Boeing era Boeing 757. Sin embargo, 757 la variante más pequeña, el 757-200, es perceptiblemente más grande que el 727-200, así que muchas líneas aéreas substituyeron su 727s por cualquiera 737-800 o EADS' Airbus A320, que está más cercano de tamaño al 727-200.



Figura 4: Boeing 727.

Los 727 probaron muy acertado con las líneas aéreas mundiales en parte debido a su capacidad a cauces más pequeños del uso mientras que las rutas de mediano alcance del vuelo inmóvil. Esto permitió con eficacia que las líneas aéreas atrajeran a pasajeros de ciudades con las poblaciones grandes pero de aeropuertos más pequeños a las destinos turísticas mundiales. Una de las características que dieron a 727 su capacidad de aterrizar en cauces más cortos era su diseño único del ala.

Debido a la ausencia de motores ala-montados, equipo marginal del realce de la elevación (Krueger, o abisagrado, aletas en la porción interna del borde principal, y marginal extensible listones en el resto del borde principal), y el equipo del realce de la elevación del arrastrar-borde (double-slotted, en popa-moviéndose aletas) podía ser utilizado en el ala entera.

La combinación de estos dispositivos high-lift produjo un coeficiente máximo de la elevación del ala de 3.6 (basado en el área aleta-contraída del ala). Así los 727 podían volar con gran estabilidad a las velocidades muy bajas comparadas a otra

los jets tempranos. Los 727 frenos nose gear también tenidos cabidos en el principio para disminuir más lejos distancia que frena sobre el aterrizaje. Sin embargo, éstos pronto fueron quitados de servicio, pues proporcionaron poca reducción útil en distancias que frenaban, mientras que agrega el peso y aumenta requisitos de mantenimiento.

DATOS ESPECIALES

El Boeing 727-100 de United Airlines matrícula N-727UA voló entre 1964 y 1991 cubriendo 28 millones de millas, transportando 3 millones de pasajeros y permaneciendo en el aire 66.000 horas. El último vuelo comercial fue el 14 de Noviembre de 1991. Actualmente esta aeronave se encuentra en el museo de UAL adonde fue trasladada el 1 de Septiembre de 1993.

Tabla de Datos.

GENERALIDADES	727-100	727-200
Primer vuelo	Febrero 9 de 1963	Julio 27 de 1967
Aerolínea de lanzamiento	United Airlines	Northwest
Capacidad pasajeros	94 - 131	148-189
Total de aviones fabricados	407	1245
PERFORMANCES		
Alcance máximo	4,020 Kilómetros	3,900 Kilómetros
Velocidad de crucero	981 K/h	900 K/h
Altura de crucero	12.800 metros.	12,500 metros.
PLANTA MOTRIZ		
Manufactura	Pratt & Whitney	Pratt & Whittney
Modelo	JT8D-15 y JT8D-17.	JT8D-8 JTD8-9
Potencia	15.000 Y 17.000 Libs.	8,000 Y 9,000 Lbs.
PESO BÁSICO		
Máximo al despegue.	210.000 libras	170,000 libras
Máxima capacidad combustible.	9,806 galones.	8,200 galones.

DIMENSIONES		
Altura	10.36 metros	10.36 metros
Largo	40.59 metros	46.69 metros
Envergadura	32.92 metros	32.92 metros



Figura 5: Avión en mantenimiento.

Mantenimiento de Aviones.

Iberia es una compañía española que proporciona uno de los mejores ejemplos que existen de cómo se lleva a cabo el mantenimiento de aviones, pues es una de las pocas capacitadas para llevar a cabo las revisiones técnicas de los Boeing 727 y los enormes 747 Jumbo.

La seguridad y comodidad que ofrecen los aviones esconde miles de horas de trabajo de cientos de ingenieros, técnicos y mecánicos y un elevado coste económico asumido por las compañías para realizar un correcto y constante mantenimiento de sus aparatos.

Los precedentes de esta iniciativa hay que buscarlos en el mismo momento de la fundación de Iberia, en 1927, pues desde el inicio de su actividad la compañía se ha ocupado del mantenimiento de sus aviones. Posteriormente, en 1972, el deseo de optimizar costes dentro de las técnicas de mantenimiento más avanzadas desembocó en la participación de Iberia en el Grupo Atlas, donde también participaban Air France, Alitalia, Lufthansa y Sabena.

Hoy en día, los acuerdos multilaterales conformados bajo la tutela del citado grupo no existen como tal, sí se han formalizado acuerdos bilaterales con el mismo objetivo.

En la actualidad, la compañía dispone de más de 3.500 técnicos y especialistas, con modernos medios e instalaciones, distribuidos en seis hangares y los correspondientes talleres-soporte emplazados en dos zonas industriales, dedicados a mejorar los niveles de seguridad, regularidad, eficacia y economía de las flotas en activo.

Sus actividades cuentan con las licencias y credenciales, certificaciones y aprobaciones de muy diversos países e instituciones, tales como Aviación Civil Española (Centro de mantenimiento JAR-145, DGAC-E-011), FAA-Federal Aviation Administration (Air Sgency Certificate^o N° ILAY037F), Publicación Española de Calidad (PECAL-120) o Aviación Civil China (CAAC Certificate N° F4201).

Las distintas acciones de mantenimiento que se llevan a cabo en un avión cualquiera convierten estos trabajos en un minucioso entretenimiento y hacen de los aparatos un gran mecano que se monta y desmonta cada cierto número de horas de vuelo. Las revisiones pueden ser tan profundas que, incluso, incluyen el total decapado de la pintura del avión con el objeto de comprobar los remaches de las uniones de las planchas del fuselaje y las alas. Posteriormente, el aparato vuelve a ser pintado, para lo cual se utilizan materiales específicos, pues un exceso de pintura puede aumentar el peso de la aeronave y afectar a su maniobrabilidad o a su capacidad.

Las revisiones pueden ser tan profundas que, incluso, incluyen el total decapado de la pintura del avión con el objeto de comprobar los remaches de las uniones de

las planchas del fuselaje y las alas. Posteriormente, el aparato vuelve a ser pintado, para lo cual se utilizan materiales específicos, pues un exceso de pintura puede aumentar el peso de la aeronave y afectar a su maniobrabilidad o a su capacidad.

El mantenimiento afecta a todos los aparatos de las flotas de Iberia y Aviaco, lo cual supone una larga lista de actividades y modelos. Los principales trabajos se refieren al mantenimiento completo de los aviones, motores y componentes de los modelos Boeing (727, 747 y 757), Airbus (320 y A300-B4) y MC Donnell Douglas (MD80, DC9 y DC10).



Figura 6: Motores en Mantenimiento.

También se lleva a cabo el mantenimiento completo de los motores P&W (JT9D-7Q/59A/70A y JT8D-7/9/17/217/219), DFM International (CFM56-5^a1/5C/), Rolls Royce (PEGASUS y RB211-535E4) y Allison (T-58) y la modificación de la Sección 41 y del Pylon del Boeing 747. Además, en los hangares de Iberia también se procede a la pintura de aviones; la reparación y modificación de interiores; el diseño de sistemas informáticos aplicables al mantenimiento y la formación de técnicos y especialistas de mantenimiento aeronáutico.

Los distintos procesos vienen determinadas por una estricta planificación que se desarrolla en función de la utilidad y las horas de vuelo del avión. En principio, se pueden distinguir dos tipos de mantenimiento: el Programado y el No Programado. Este último es el que se realiza ante cualquier avería surgida en un punto y momento determinado.

CAPÍTULO III.

3. Plan de Investigación.

3.1 Modalidad Básica de Investigación

3.1.1 Diseño no Experimental.

Se aplicará la investigación no experimental ya que no se manipula nuestra variable independiente, la investigación se fundamenta en variables que ya sucedieron en la realidad sin la participación directa del investigador.

3.2 Tipos de Investigación.

3.2.1 Investigación de Campo.

La investigación de campo es importante para el respectivo proyecto, ya que se efectuará en el lugar de los hechos, es decir, en el lugar donde se encuentra el problema, por ello es indispensable el traslado del avión Boeing 727 (HC-BLV), ya que se podrá entablar contacto directo con los entendidos en la materia, es decir, profesionales en logística y mecánica, para el entendimiento acerca del funcionamiento del mismo.

3.2.2 Investigación Bibliográfica-Documental.

Esta investigación se la utilizará mediante el desarrollo de la investigación que se está efectuando, la cual nos dará la pauta para hacer una investigación minuciosa en fuentes que contengan la solución para resolver el problema expuesto anteriormente, la indagación se la realizará en bibliotecas, medios digitales y

principalmente en los manuales técnicos, mismos que contengan información referente a los soportes de la parte de atrás del fuselaje para el aseguramiento del avión, dicha información se la utilizará también para el desarrollo del marco teórico.

3.3 Niveles de Investigación.

3.3.1 Exploratorio.

Se utilizará éste nivel de investigación porque es el primer nivel por donde debe pasar todo trabajo investigativo. Este nivel exploratorio permite reunir información para conformar el marco teórico y así de ésta manera dejar asentadas las bases para una investigación objetiva, además de eso, también nos ayuda a identificar el problema y examinarlo por medio de otros procedimientos de investigación.

3.3.2 Descriptivo.

Este nivel describe fenómenos sociales en una circunstancia temporal y geográfica determinada, también se realiza un análisis sobre las dificultades y obstáculos que puedan impedir con el traslado satisfactorio del avión a las instalaciones del Instituto.

3.4 Universo, Población y Muestra.

Para obtener resultados estadísticos positivos del trabajo de investigación, se ha seleccionado como universo al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, mientras que como población se ha escogido a los estudiantes de la especialidad de Mecánica Aeronáutica que estén realizando pasantías y de ésta forma se obtendrá un muestreo más verídico, ya que serán ellos mismos quienes den un criterio más acertado sobre la actual actividad aeronáutica, opiniones que servirán de mucha importancia para establecer las falencias que tienen los alumnos. Para obtener la respectiva muestra se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{(E)^2(N - 1) + 1}$$

3.5 Recolección de Datos.

Se necesita investigar el nivel de conocimiento acerca del funcionamiento de los sistemas del avión Boeing 727 de los estudiantes que han realizado pasantías de la carrera de mecánica aeronáutica, durante las horas de clase de “motores-turbinas”.

Plan:

¿Para qué?

Para conocer la importancia de la elaboración de dos soportes de la parte central posterior del fuselaje del avión Boeing 727.

¿De qué personas u objetos?

De los estudiantes que han realizado pasantías de la carrera de mecánica aeronáutica.

¿Sobre qué aspectos?

Sobre la necesidad de implementar dos soportes de la parte central posterior del fuselaje del avión Boeing 727.

¿Cuándo?

05 de Mayo del 2010

¿Quién o quiénes?

Harman Vivanco.

¿Dónde?

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico de las respectivas aulas.

¿Cuántas veces?

Una vez.

¿Qué técnicas de recolección?

Observación y encuesta.

¿Con qué instrumentos?

Cuestionarios.

¿En qué situación?

Durante el periodo de clases de los pasantes.

3.6 Procesamiento de la información.

Aquí se va expresar la información en tablas y con gráficos explicativos de los resultados obtenidos en las encuestas; se utilizó los programas de Word y Excel.

3.7 Análisis y la Interpretación de los Resultados.

Para el análisis de la información obtenida se implementarán herramientas didácticas que muestren los resultados de forma clara y entendible al investigador para que estos sean interpretados adecuadamente y las reacciones estén acorde a los resultados en porcentajes.

3.8 Conclusiones y Recomendaciones.

Luego de realizar el procesamiento de la información debemos sacar las conclusiones finales sobre lo obtenido en las encuestas y las recomendaciones que se deben sugerir para corregir las falencias que tienen los estudiantes que ya han realizado pasantías.

4. Ejecución del Plan de Investigación.

4.1. Modalidad Básica.

Hemos utilizado el diseño no experimental ya que aquí no se necesita manipular variables.

4.2. Tipos de Investigación.

Bibliográfica-Documental
Campo.

4.3. Niveles de Investigación.

Exploratorio
Descriptiva.

4.4. Universo, Población y Muestra.

Universo = 317 Alumnos
Población = 208 Alumnos
Muestra = 105

4.5. Recolección de Datos.

La recolección de los datos se hizo a través de un instrumento de encuesta y se aplicó a los alumnos de la carrera de mecánica aeronáutica que hayan realizado pasantías.

4.6. Procesamiento de la Información.

La información se procesó en la hoja electrónica de Excel, de ahí se obtuvieron las respectivas tablas y gráficas para el análisis e interpretación de cada una.

4.7 Análisis e Interpretación de los Resultados.

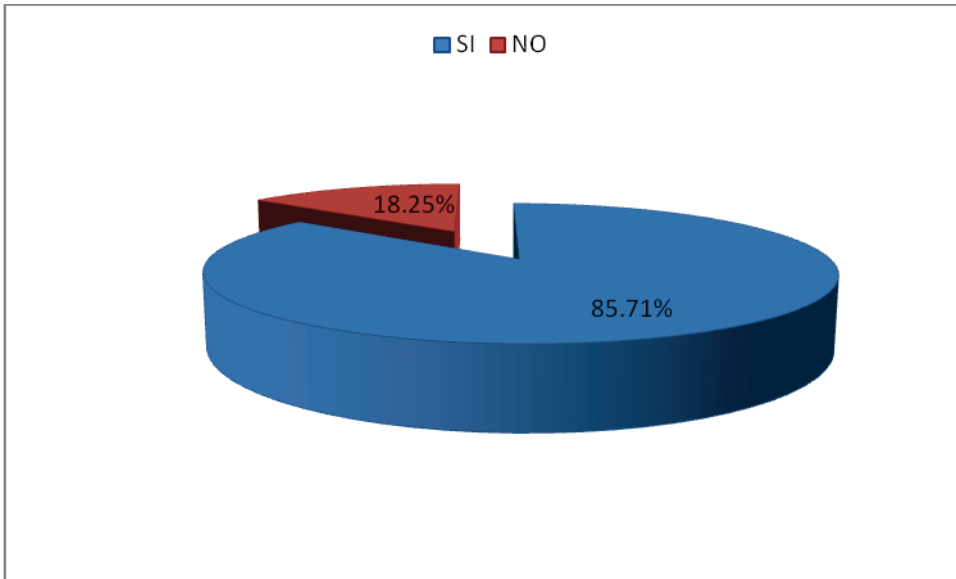
1.- ¿Considera usted que la Institución requiere desarrollar procesos de mejoramiento continuo para resolver la falta de conocimientos prácticos?

Tabla 4.7-1

OPCION	FRECUENCIA	PORCENTAJES
SI	90	85.71%
NO	15	18.25%
TOTAL	105	100%

FUENTE: Alumnos de mecánica aeronáutica

ELABORADO POR: Harman Vivanco.



Análisis e Interpretación.

De acuerdo a la gráfica se pudo observar que el 85.71% de los encuestados considera que el instituto si desarrolla procesos de mejoramiento, mientras que un 20.51% no.

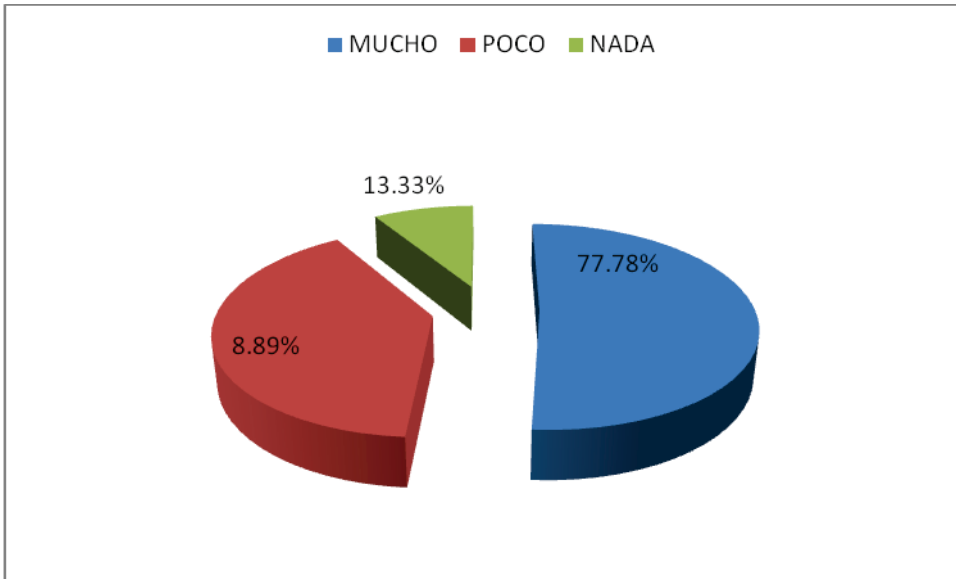
2.- ¿Considera usted que el alojamiento de un avión Boeing 727 en las instalaciones del ITSA estimulará las actividades prácticas de los alumnos?

Tabla 4.7-2

OPCION	FRECUENCIA	PORCENTAJES
MUCHO	70	77.78%
POCO	8	8.89%
NADA	12	13.33%
TOTAL	90	100%

FUENTE: Alumnos de mecánica aeronáutica

ELABORADO POR: Harman Vivanco.



Análisis e Interpretación.

Con respecto a la gráfica se pudo observar que el 77.78% de los encuestados apoyan la llegada de un avión para instrucción, el 8.89% no están muy convencidos que servirá para la práctica y un 13.33% piensan que no servirá para nada la llegada del avión al instituto.

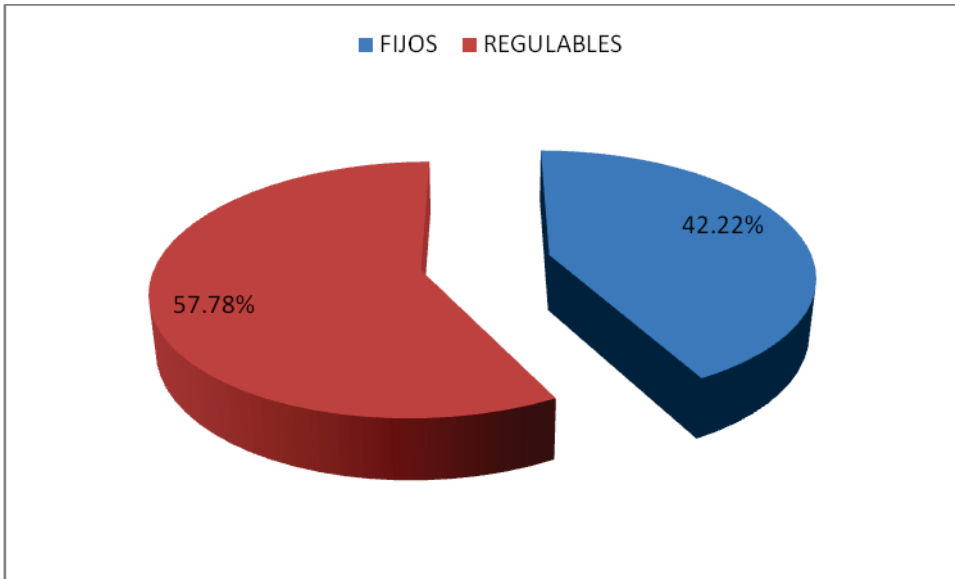
3.- ¿Qué tipos de soportes cree usted se utiliza para el fuselaje de un avión?

Tabla 4.7-3

OPCION	FRECUENCIA	PORCENTAJES
FIJOS	38	42.22%
REGULABLES	52	57.78%
TOTAL	90	100%

FUENTE: Alumnos de mecánica aeronáutica

ELABORADO POR: Harman Vivanco



Análisis e Interpretación.

Con respecto a la gráfica se pudo observar que el 42.22% de los encuestados piensan que los soportes son fijos, y un 57.78% consideran que son regulables.

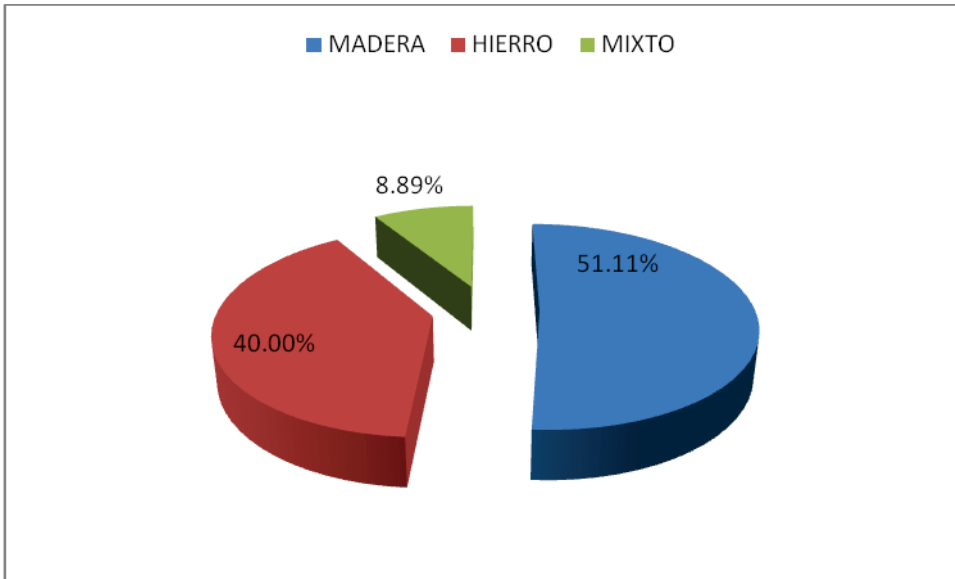
4.- ¿Conoce usted el material de cual están hechos los soportes para el fuselaje de un avión Boeing 727?

Tabla 4.7-4

OPCION	FRECUENCIA	PORCENTAJES
MADERA	46	51.11%
HIERRO	36	40.00%
MIXTO	8	8.89%
TOTAL	90	100%

FUENTE: Alumnos de mecánica aeronáutica

ELABORADO POR: Harman Vivanco.



Análisis e Interpretación.

De acuerdo a la gráfica se pudo observar que más de la mitad 51.11% de los encuestados consideran que los soportes son de madera, mientras que el 40.00% cree que son de hierro y un 8.89% manifiestan que los soportes son mixtos.

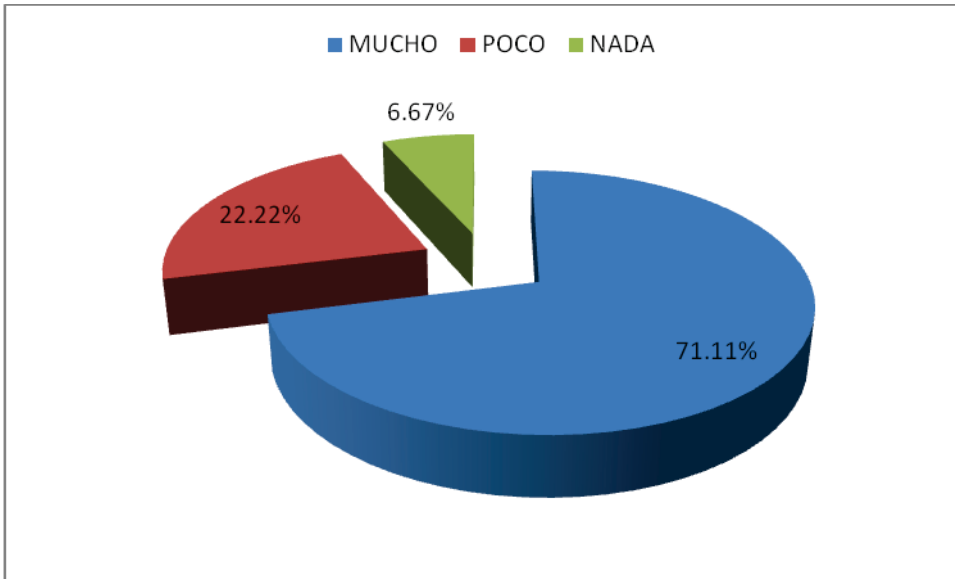
5.- ¿Cree usted que con la implementación de estos soportes en el avión Boeing 727 ayudara a realizar desmontajes en su estructura?

Tabla 4.7-5

OPCION	FRECUENCIA	PORCENTAJES
MUCHO	64	71.11%
POCO	20	22.22%
NADA	6	6.67%
TOTAL	90	100%

FUENTE: Alumnos de mecánica aeronáutica

ELABORADO POR: Harman Vivanco



Análisis e Interpretación.

Con respecto a la gráfica se pudo observar que el 71.11% de los encuestados consideran que es necesario la utilización de estos soportes mientras que el 22.22% cree que no son tan necesarios y un 6.67% manifiestan que no se necesitan.

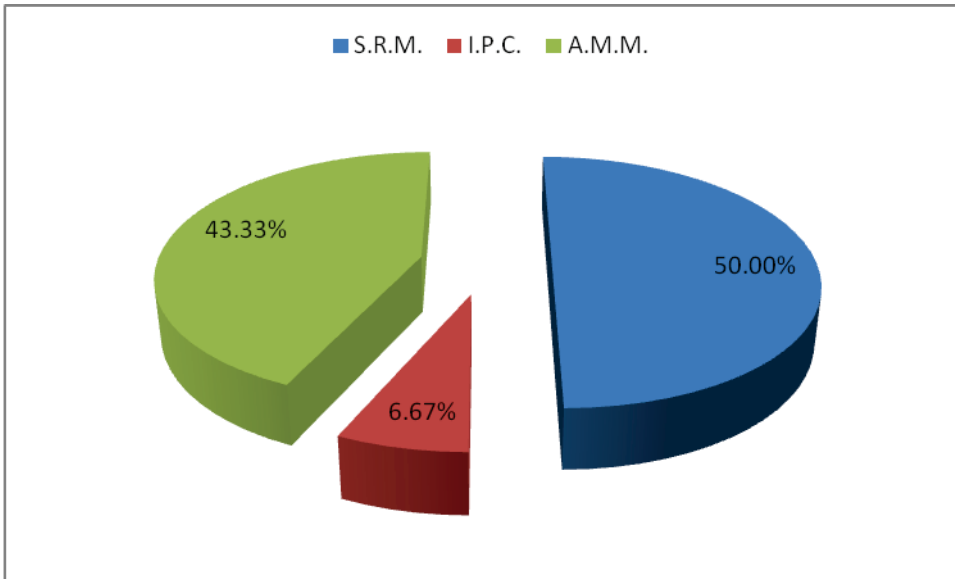
6.- ¿Cuál de estos manuales se necesitara para la construcción de soportes para la estructura del avión?

Tabla 4.7-6

OPCION	FRECUENCIA	PORCENTAJES
MANUAL DE ESTRUCTURAS	45	50.00%
CATALOGO DE PARTES	6	6.67%
MANUAL DE MANTENIMIENTO	39	43.33%
TOTAL	90	100%

FUENTE: Alumnos de mecánica aeronáutica

ELABORADO POR: Harman Vivanco.



Análisis e Interpretación.

Con respecto a la gráfica se pudo observar que la mitad (50.00%) de encuestados considera que el manual indicado es el de estructuras, el 6.67% piensa que se utiliza el catálogo de partes y un 43.33% manifiesta que el manual indicado es el de mantenimiento.

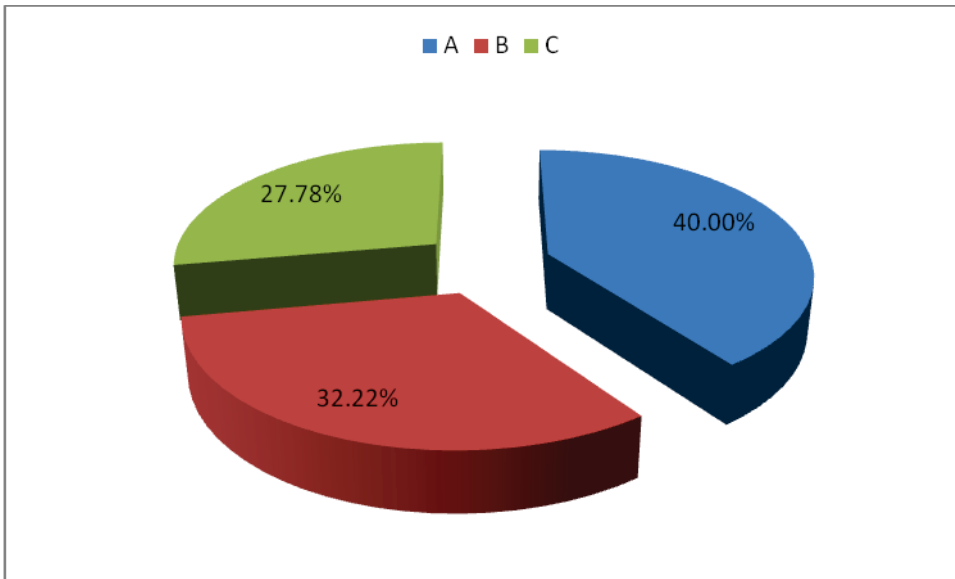
7.- ¿Sabe usted cuantos soportes se necesitan para desmontar en secciones el fuselaje de un avión 727-200?

Tabla 4.7-7

OPCION	FRECUENCIA	PORCENTAJES
A	36	40.00%
B	29	32.22%
C	25	27.78%
TOTAL	90	100%

FUENTE: Alumnos de mecánica aeronáutica

ELABORADO POR: Harman Vivanco.



Análisis e Interpretación.

Con respecto a la gráfica se pudo observar que el 40.00% de los encuestados creen que se necesitan un total de 3 soportes para el fuselaje, un 32.22% consideran que se necesitan un total de 6 soportes para el fuselaje y un 27.78% manifiesta que se necesitan 8 soportes para el fuselaje.

4.8. Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones:

- Los estudiantes que han realizado pasantías tienen una incertidumbre porque no se sienten capacitados a nivel de la mecánica actual.
- También los pasantes no tienen muchas oportunidades de trabajo ya que las empresas aeronáuticas están solicitando personal altamente capacitado, es decir, tecnólogos que vayan a desempeñar determinadas actividades.
- Los futuros tecnólogos no tienen el nivel de práctica suficiente para ir a trabajar directamente en una empresa aeronáutica, ya que cuando ingresan a trabajar tienen bastantes falencias con respecto a la mecánica aeronáutica.

- Las materias de especialidad que se están impartiendo en el ITSA son muy básicas, ya que los estudiantes están pidiendo que las materias de especialidad sean actualizadas acorde a la mecánica aeronáutica actual.
- También las horas de práctica son muy pocas, por esta razón es que los estudiantes tienen un porcentaje considerable de desconocimiento acerca de los sistemas de los aviones.

Recomendaciones:

- Los estudiantes deberían recibir la suficiente práctica para que en el futuro no tengan ningún inconveniente dentro de su área de trabajo.
- Se recomienda también debe existir material altamente calificado para que los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica realicen prácticas.
- El ITSA debe adquirir un avión para instrucción, de esta manera los estudiantes no se sentirán desinteresados por la mecánica aeronáutica.
- El traslado del avión Boeing 727 debe darse lo más pronto posible porque dicho avión servirá como material didáctico y la enseñanza en el Instituto cada día será mejor.
- La elaboración de los soportes de la parte central posterior es de vital importancia para el respectivo aseguramiento del avión y de esta manera los estudiantes podrán realizar sus prácticas sin ningún inconveniente.

5. MARCO ADMINISTRATIVO.

RECURSOS

Humanos:

Investigador: Harman Vivanco

Tutor: Sgop. Ing. Atencio Hebert.

Director:

Materiales:

Unidad	Material	Costo
8	Tablones de seike	\$ 96
100	Pernos 3/8 x 2"	\$ 50
2	Tornillos sin fin de 4 pulgada de diámetro con todo su autoroscable	\$ 150
1 gal	Pintura	\$ 20
10	Electrodos	\$ 6
2	Disco de corte	\$ 18
10	Lijas de agua 150	\$ 5
3	Sierra circular para caladora	\$24
2	Llaves de 3/8	\$ 8
2	Planchas de tol liso	\$ 160
2	Planchas de fomix	\$ 80
1 litro	Cemento contacto	\$5.60
	Mano de obra	\$200
5	Brocas de 3/8 de acero	\$6
TOTAL		\$828.60

Técnicos:

Cibitite didáctico del avión Boeing 727-200

Manual de mantenimiento del Boeing 727-200

Sueldas: eléctrica

Taladro manual

Caladora de mano

Esmeril manual

Económicos:

El costo total de materiales y elaboración de nuestro proyecto es de 992,60 USD.

DENUNCIA DEL TEMA

Implementación de dos soportes para el fuselaje desde la estación 740 hasta 1183 del avión Boeing 727-200, contribuyendo de ésta manera al desempeño práctico de los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA.

FACTIBILIDAD**Factibilidad del tema.**

Del presente proyecto investigativo se deduce que es factible la construcción de los soportes para la parte central posterior de la sección 46 del fuselaje Boeing 727-200 para lo cual servirá para soportar y asegurar al fuselaje cuando el avión sea trasladado hacia las instalaciones del ITSA.

De acuerdo al análisis realizado anteriormente, y tomando en cuenta el número de estudiantes al cuál va dirigido este proyecto, se ha llegado a la conclusión que si se puede realizar el proyecto.

Factibilidad técnica.

La elaboración de éste proyecto no requiere de mayor complejidad tanto en la obtención de materiales, utilización de herramientas y ensamblaje de los soportes para, lo cual será muy factible su construcción.

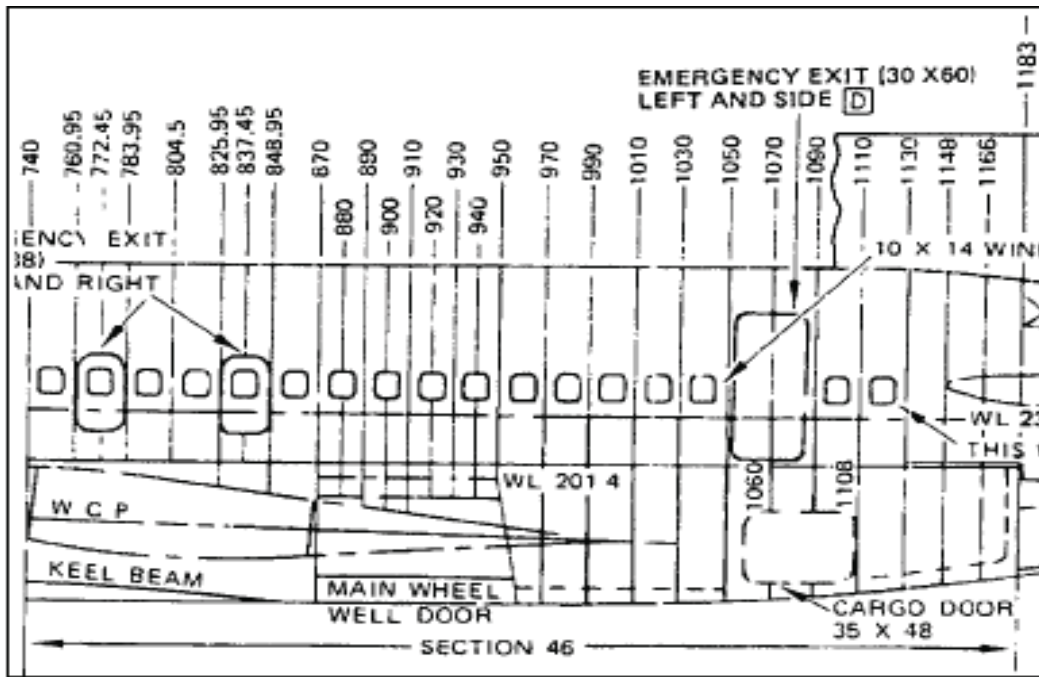


Figura 6: Estación 740 – 1183 del Boeing 727-200.

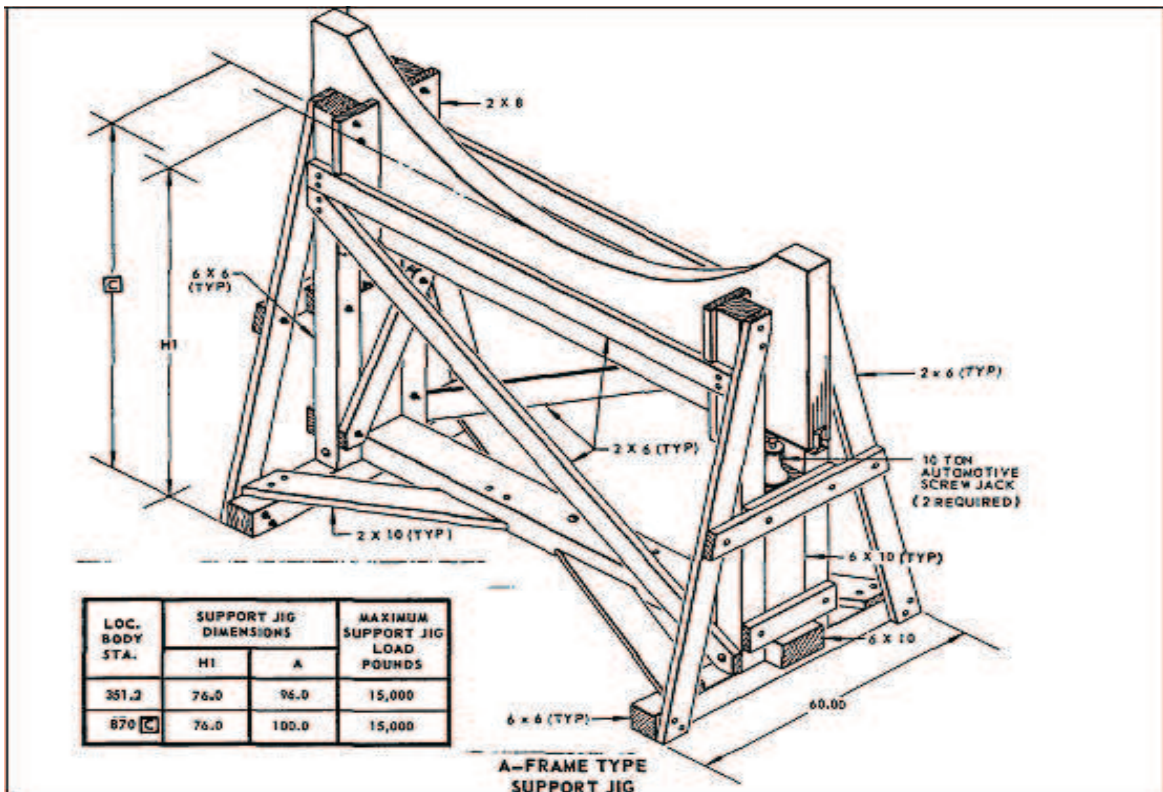


Figura 7: Soporte para el fuselaje.

Factibilidad operacional.

El proyecto tiene la facilidad y comodidad al momento de su construcción razón por la cual se lo puede ejecutar, cada soporte tiene la capacidad de carga de 15000 libras, la estación en la cual serán ubicados los soportes está comprendida entre la estación 740 y 1183, una vez realizado un análisis minucioso se determina que la construcción de dichos soportes es factible, en donde los docentes y los estudiantes tendrán la facilidad para el aprendizaje práctico.

Factibilidad Económica:

El presupuesto que se requiere para el presente proyecto es aceptable debido a que su costo no es muy elevado pudiendo de esta manera ser realizable.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO
CARRERA DE MECANICA AERONAUTICA
ENCUESTA PARA ALUMNOS DE LA CARRERA DE MECANICA
AERONAUTICA DEL “ITSA”**

Objetivo:

- Llegar a conocer mejor cada uno de los criterios de los estudiantes y realizar un análisis mediante el uso del cuestionario.

Indicaciones: Para contestar a este cuestionario sólo tendrá que marcar con una cruz (X) la opción de respuesta que considere más adecuada. Lea detenidamente las preguntas y luego conteste cada una de ellas en forma honesta y franca.

1.- ¿Considera usted que la Institución requiere desarrollar procesos de mejoramiento continuo para resolver la falta de conocimientos prácticos?

SI NO

Si su respuesta es “SI” por favor continúe con las siguientes preguntas caso contrario no:

2.- ¿Considera usted que el alojamiento de un avión Boeing 727 en las instalaciones del ITSA estimulará las actividades prácticas de los alumnos?

MUCHO POCO NADA

3.- ¿Qué tipos de soportes cree usted se utiliza para el fuselaje de un avión?

FIJOS

REGULABLES

4.- ¿Conoce usted el material de cual están hechos los soportes para el fuselaje de un avión Boeing 727?

MADERA

HIERRO

MIXTO

5.- ¿Cree usted que con la implementación de estos soportes en el avión Boeing 727 ayudara a realizar desmontajes en su estructura?

MUCHO

POCO

NADA

6.- ¿Cuál de estos manuales se necesitara para la construcción de soportes para la estructura del avión?

MANUAL DE ESTRUCTURAS

CATALOGOS DE PARTES

MANUAL DE MANTENIMIENTO

7.- ¿Sabe usted cuantos soportes se necesitan para desmontar en secciones el fuselaje de un avión 727-200?

A.3

B. 6

C. 8

Agradecemos su valiosa colaboración recordándole que toda la información proporcionada es confidencial.

Datos:

Nombre y Apellido.....

Nivel.....

GLOSARIO DE TERMINOS

Aeronave.- Es un aparato con la capacidad para despegar, aterrizar y navegar por la atmosfera, siendo capaz de transportar personas.

Aviación.- Se entiende por aviación el desplazamiento controlado, a través del aire, de aparatos que usan para desarrollar su vuelo la fuerza sustentadora de superficies fijas o móviles impulsados por sus propios motores, como aviones y helicópteros, o sin motor, como los planeadores.

Boeing 727-100.- Es una aeronave de tres motores, comercial de tamaño medio. Su primer vuelo fue en 1963 siendo el modelo más vendido hasta principios de los años 90, con un total de 1.831 aviones entregados.

Aeronave.- Es un aparato con la capacidad para despegar, aterrizar y navegar por la atmosfera, siendo capaz de transportar personas.

Calzada.- Destinada a la circulación de las personas dentro del avión.

Crewmember.- Miembros de la tripulación.

Dispositivos high-lift.- Sistema de actuación independiente para los flaps de las alas.

Envergadura.- Es la distancia que tiene el ala de un avión desde punta a punta.

Flaps.- Un dispositivo hipersustentador es un ingenio aerodinámico diseñado para aumentar la sustentación, en determinadas fases del vuelo de una aeronave.

Fuselaje.- El 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.

BIBLIOGRAFÍA:

1. 727 MODEL SUMMARY. “Boeing Commercial Airplanes”. Diciembre de 2010

http://es.wikipedia.org/wiki/Boeing_727

http://themerinos.com/el_hangar_colombiano/Boeing_727.htm

2. ELMER FAUCETT. “Mantenimiento Aeronáutico”. Perú

<http://www.elmerfaucett.edu.pe/>

3. MURDO MORRISON. “Aeroespacial”. 1909. Reino Unido

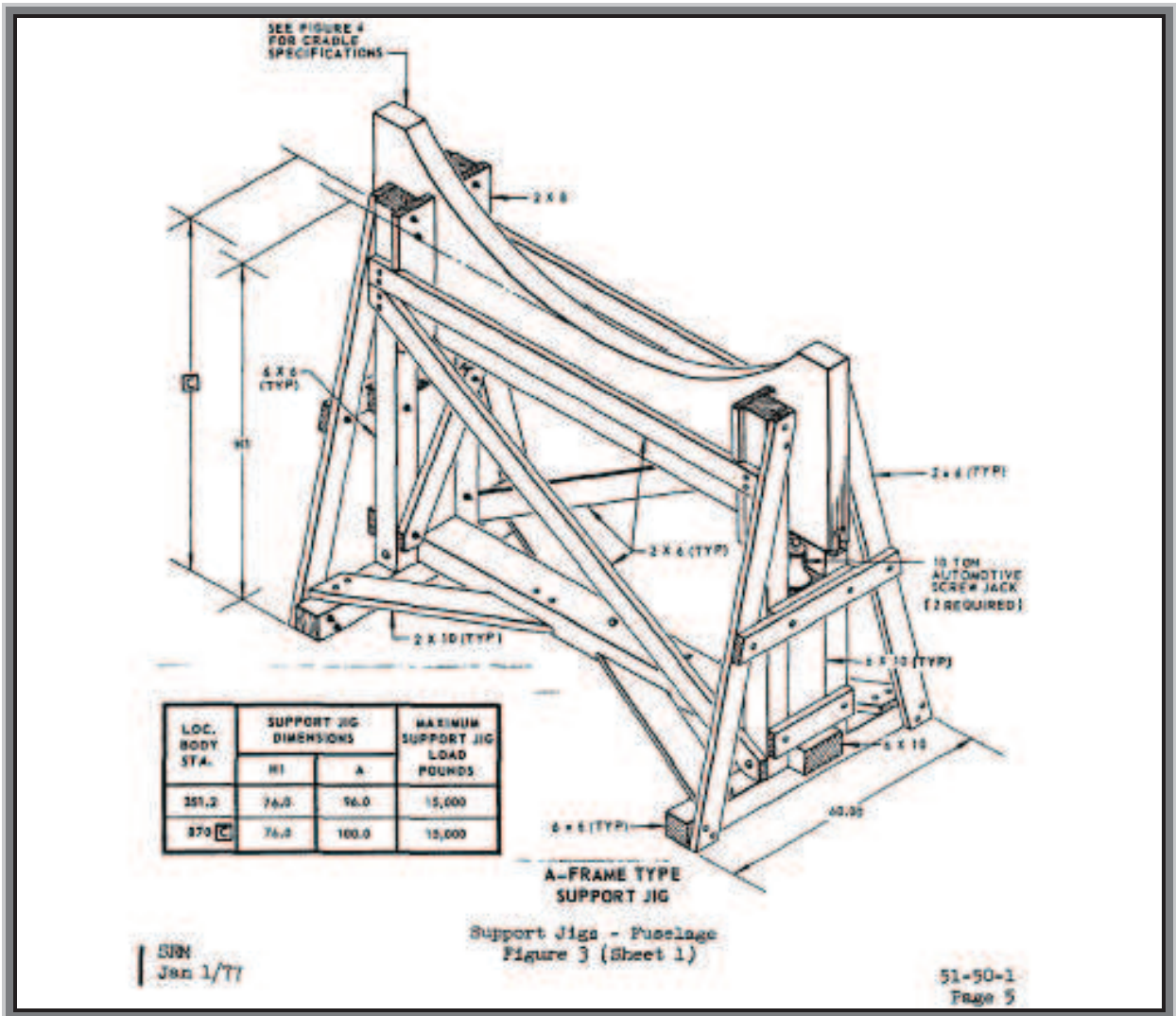
http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Flight_International

4. BOEING. “Aviones Comerciales”

<http://www.boeing.com/commercial/727family/product.html>

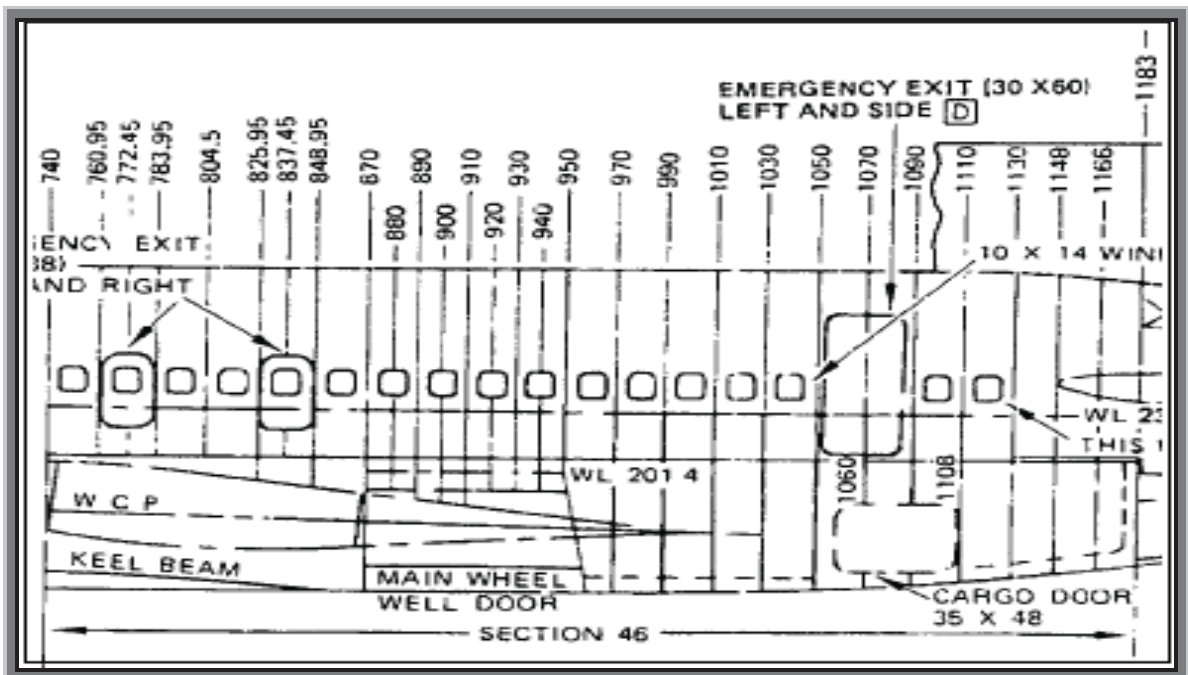
ANEXO B

Diseño de soporte 1



ANEXO D

Estaciones de la sección 46



ANEXO E

Finalización del soporte 1



ANEXO F

Finalización del soporte 2



ANEXO G

PLANOS CORRESPONDIENTES AL SOPORTE 1

ANEXO H

PLANOS CORRESPONDIENTES AL SOPORTE 2

ANEXO I

PLANO CORRESPONDIENTE AL MECANISMO DE ELEVACIÓN

HOJA DE VIDA



NOMBRE: VIVANCO MONTALVAN HARMAN DAVID

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

FECHA DE NACIMIENTO: 26 DE JUNIO DE 1988

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 110437050-5

TELÉFONOS: 072678207 - 092466086

CORREO ELECTRÓNICO: david_x_men@hotmail.com

DIRECCIÓN: LOJA - CATAMAYO

ESTUDIOS REALIZADOS

Periodo de Estudios Secundarios:

- Centro Artesanal Nocturno Catamayo (2000 – 2003)
Título Obtenido: Maestro en Mecánica General
- Colegio Nacional Nocturno Catamayo (2004 – 2007)
Título Obtenido: Bachillerato en Físico – Matemáticas

Periodo de Estudios Superiores:

- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (2007 – 2010)
Facultad de la Institución: Escuela de Mecánica Aeronáutica
Título Obtenido: Cursando
- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (2007 – 2010)
Facultad de la Institución: Escuela de Idiomas

Título Obtenido: Suficiencia en Inglés

TÍTULOS OBTENIDOS

- Maestro en Mecánica General
- Bachillerato en Físico – Matemáticas
- Suficiencia en Inglés

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

- Fumigadora Palacios Márquez - Machala
Tipo de Trabajo: Mantenimiento de Avionetas
- Ala de Transporte # 11 (FAE)
Tipo de Trabajo: Mantenimiento Avión AVRO
- Ala de Transporte #11 (FAE)
Tipo de Trabajo: Sección Hidráulica

EXPERIENCIA LABORAL

- FUMIGADORA PALACIOS MÁRQUEZ - MACHALA
Cargo: Ayudante de Mecánica

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

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

Vivanco Montalvan Harman David

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

SUBS. HERBERT ATENCIO

Latacunga, Agosto 2011

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, **VIVANCO MONTALVAN HARMAN DAVID**, Egresado de la Carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores, en el año 2010, con Cédula de Ciudadanía N° 110437050-5, autor del Trabajo de Graduación “Implementación de dos Soportes para el Fuselaje desde la Estación 740 hasta la 1183 del Avión Boeing 727-200”, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Vivanco Montalvan Harman David