



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA

MENCIÓN AVIONES

**MONOGRAFÍA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

**TEMA: “INSPECCIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL TREN DE
ATERRIZAJE DE ACUERDO A LA TAREA DE MANTENIMIENTO # 32-
01-00-710, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UNA HERRAMIENTA
ESPECIAL APLICABLE AL AVIÓN CESSNA CITATION II – CE-550,
PERTENECIENTE AL IGM-628”**

**AUTOR: CBOP. DE A.E. CUENCA FERNÁNDEZ, HOLGER
ARMANDO**

DIRECTOR: TLGO. ARELLANO REYES, MILTON ANDRÉS

LATACUNGA

2020



**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
AVIONES**

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, ***“INSPECCIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL TREN DE ATERRIZAJE DE ACUERDO A LA TAREA DE MANTENIMIENTO # 32-01-00-710, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UNA HERRAMIENTA ESPECIAL APLICABLE AL AVIÓN CESSNA CITATION II CE-550, PERTENECIENTE AL IGM-628”*** fue realizado por el señor ***CBOP. DE A.E. CUENCA FERNÁNDEZ, HOLGER ARMANDO*** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 03 de febrero del 2020

TLGO. ARELLANO REYES, MILTON ANDRÉS

C.C.: 1723064513



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

AUTORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **CBOP. DE A.E. CUENCA FERNÁNDEZ, HOLGER ARMANDO**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: ***“INSPECCIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL TREN DE ATERRIZAJE DE ACUERDO A LA TAREA DE MANTENIMIENTO # 32-01-00-710, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UNA HERRAMIENTA ESPECIAL APLICABLE AL AVIÓN CESSNA CITATION II CE-550, PERTENECIENTE AL IGM-628”***, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciado las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 03 de febrero 2020

CBOP. DE A.E. CUENCA FERNÁNDEZ, HOLGER ARMANDO

C.C.:1104136005



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, **CBOP. DE A.E. CUENCA FERNÁNDEZ, HOLGER ARMANDO** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía:” **INSPECCIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL TREN DE ATERRIZAJE DE ACUERDO A LA TAREA DE MANTENIMIENTO # 32-01-00.710, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UNA HERRAMIENTA ESPECIAL APLICABLE AL AVIÓN CESSNA CITATIO II CE.550, PERTENECIENTE AL IGM-628**” en el repositorio institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 03 de febrero del 2020

CBOP. DE A.E. CUENCA FERNÁNDEZ, HOLGER ARMANDO

C.C.:1104136005

DEDICATORIA

En primera instancia el presente trabajo está dedicado a Dios, quien a través de su infinito amor me ha permitido vivir éxitos, y también adversidades las cuales han sido sobrellevadas gracias a su magnífica presencia, seguidamente a mi familia quienes fueron, son y seguirán siendo el pilar fundamental de mi alegrías, no me alcanzaría espacio para nombrarlos a cada uno de los integrantes de mi familia, pero en especial se lo dedico a mi Madre CARMEN FERNÁNDEZ, Padre POLIVIO CUENCA, hermanos GINA, YOMARA Y KEVIN, a mis acompañantes de muchas carencias y gozos BLANCA, YAURI, CAMILA y a la persona que desde cuando supe de su existencia me lleno mi vida de mucha felicidad mi querida AINARA VICTORIA, para finalizar a mis compañeros de aula quienes con su forma de actuar me supieron brindar una amistad sincera y anhelada.

CBOP. DE A.E. CUENCA FERNÁNDEZ, HOLGER ARMANDO

AGRADECIMIENTO

A la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, quién a través de su amplio equipo de docentes altamente profesional me supieron brindar su coeficiente intelectual, profesional, y humano, en especial al director del presente trabajo que gracias a su sustento he aprendido varias cosas que me serán muy útiles en mi vida profesional.

Correspondo al sincero e incondicional apoyo de mi Madre quien gracias a su ejemplo y enseñanzas me ha orientado hacia el éxito, Gina del Rocío quien gracias a su alegría me ha enseñado a sobrellevar la vida cotidiana con felicidad, no quiero pasar por alto de emitir un agradecimiento especial a Blanca Marina quien me supo entender y comprenderme durante el periodo académico

CBOP. DE A.E. CUENCA FERNÁNDEZ, HOLGER ARMANDO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN	i
AUTORIA DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Alcance	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Especificaciones de la aeronave CESSNA CITATION II	5
2.2.	Conocimientos generales del CESSNA CITATION II	8
2.2.1.	Cabinas de la aeronave	8
2.2.2.	Controles de vuelo de la aeronave	9
2.2.3.	Motores de la aeronave	9
2.3.	Hidráulica.....	10
2.3.1.	Sistema Hidráulico Básico	11
2.3.2.	Tipos de Sistemas Hidráulicos.....	12
2.3.3.	Bombas Hidráulicas.....	12
2.3.4.	Acumuladores Hidráulicos	13
2.3.5.	Depósitos de Líquido Hidráulico	15
2.3.6.	Actuadores hidráulicos	16
2.3.7.	Motores hidráulicos.....	18
2.3.8.	Válvulas hidráulicas	18
2.3.9.	Tuberías Hidráulicas.....	21
2.3.10.	Filtros	22
2.3.11.	Fluido Hidráulico	25
2.3.12.	Representación simbólica de elementos y mecanismos hidráulicos.	26
2.3.13.	Medidas de seguridad en el sistema hidráulico	28
2.3.14.	Sistema Hidráulico del CESSNA CITATION II.....	28
2.4.	Trenes de aterrizaje.....	29

2.4.1.	Tren de aterrizaje del CESSNA CITATION II.....	29
2.5.	Mantenimiento aeronáutico.....	31
2.6.	Elevadores hidráulicos.....	31
2.7.	Soldadura	33
2.7.1.	Técnicas de soldadura.....	33
a.	Soldadura por electrodo revestido.....	34
b.	Soldadura por arco eléctrico bajo gas protector con electrodo consumible	35
c.	Soldadura por arco eléctrico bajo gas protector TIG (Tugste Inert Gas)	36
2.7.2.	Ensayos no destructivos.....	37
a.	Inspección visual (VT)	37
b.	Líquidos penetrantes (PT).....	38
c.	Partículas magnéticas (MT)	38
d.	Radiografías y rayos X (RT).....	39
e.	Ultrasonido (UT).....	40
2.8.	Equipos de protección personal.....	41

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1.	Consideraciones generales	43
3.1.1.	Situación actual de la aeronave.....	43
3.1.2.	Descripción general	44
3.2.	Medidas de seguridad	44
3.3.	Herramientas y equipos	45

3.4.	Mantenimiento del Equipo de Apoyo	45
3.5.	Soporte para el empenaje de la aeronave	47
3.6.	Proceso de diseño del soporte TAIL STAND	48
3.6.1.	Diseño en SOLIDWORK.....	48
a.	Mallado por elementos finitos.....	49
b.	Tensión de Von Mises	50
c.	Desplazamientos URES	51
d.	Deformación ESTRN.....	51
e.	Factor de seguridad	52
3.7.	Procedimiento de fabricación del soporte TAIL STAND	53
3.7.1.	Preparación de los elementos usados	53
3.7.2.	Trazo y corte del material	54
3.7.3.	Union por suelda TIG.....	55
3.7.4.	Ubicación de los agujeros para regular la altura.....	55
3.7.5.	Proceso de acabados y pintura del soporte.....	56
3.8.	Prueba del soporte en la aeronave.....	57
3.9.	Inspección del sistema del tren de aterrizaje	58
3.9.1.	Información general	58
3.9.2.	Chequeo y preparación del sistema	58
3.10.	Simbología en Diagramas de flujo	67
3.10.1.	Análisis del Diagrama de Flujo del TAIL STAND	68
3.10.2.	Análisis del Diagrama de Flujo de la Inspección.....	69
3.11.	Presupuesto.....	70

3.12.	Análisis de costos	70
3.12.1.	Costos primarios.....	70
3.12.2.	Costos secundarios	71
3.12.3.	Costo total.....	71

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.	Conclusiones	72
4.2.	Recomendaciones.....	73

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
---	-----------

ANEXOS.....	77
--------------------	-----------

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: MANUAL DE LA HERRAMIENTA

ANEXO B: ANÁLISIS SOLID WORK

ANEXO C: TAREA DE MANTENIMIENTO

ANEXO D: CERTIFICADO DE OPERABILIDAD

ANEXO E: CERTIFICADO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO

ANEXO F: ORDEN DE TRABAJO

ANEXO G: PLANOS TAIL STAND

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Generalidades de la Aeronave</i>	5
Tabla 2. <i>Capacidades de la Aeronave</i>	5
Tabla 3. <i>Limitaciones de Operación</i>	6
Tabla 4. <i>Tipos de válvulas</i>	21
Tabla 5 <i>Clasificación de los EPPs</i>	41
Tabla 6. <i>Costos Primarios</i>	70
Tabla 7. <i>Costos Secundarios</i>	71
Tabla 8. <i>Costo Total</i>	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista Frontal de la Aeronave	6
Figura 2. Vista Superior de la Aeronave	7
Figura 3. Vista Lateral de la Aeronave.....	7
Figura 4. Controles de Vuelo de la Aeronave	9
Figura 5. Motor JT15D-4.....	10
Figura 6. Identificación del Sistema hidráulico.....	11
Figura 7. Sistema Hidráulico Básico	11
Figura 8. Acumulador hidráulico esférico.....	14
Figura 9. Acumulador cilíndrico	15
Figura 10. Depósito Hidráulico.....	16
Figura 11. Actuador lineal	17
Figura 12. Actuador giratorio	17
Figura 13. Motor hidráulico de eje doblado.....	18
Figura 14. Válvula de seguridad	19
Figura 15. Válvula Check.....	20
Figura 16. Válvula de alivio.....	20
Figura 17. Filtro de papel micronic.....	22
Figura 18. Filtro de Malla	23
Figura 19. Filtro Lenticular	24
Figura 20. Filtro de absorción	24
Figura 21. Filtro Magnético	25

Figura 22. Simbología de las Válvulas.....	26
Figura 23. Accionamientos Hidráulicos.....	27
Figura 24. Sistema Hidráulico del Cessna Citation II.....	29
Figura 25. Indicaciones de Posición del Tren de Aterrizaje	30
Figura 26. Elevadores Hidráulicos	31
Figura 27. Gato Hidráulico de Aviación Uso Ligero	32
Figura 28. Gato Hidráulico de Aviación Uso Pesado	32
Figura 29. Procedimiento por Electrodo Revestido.....	34
Figura 30. Procedimiento MIG/MAG.....	35
Figura 31. Procedimiento TIG.....	36
Figura 32. Inspección Visual Directa e Indirecta.....	37
Figura 33. Proceso de Aplicación de los Líquidos Penetrantes.....	38
Figura 34. Ensayo de Partículas Magnéticas.....	39
Figura 35. Inspección por Radiografía.....	39
Figura 36. Ensayo de Ultrasonido.....	40
Figura 37. Aeronave CESSNA CITATION II.....	43
Figura 38. Gata Hidráulica sin mantenimiento.....	46
Figura 39. Mantenimiento de la Gata Hidráulica.....	46
Figura 40. Gata Hidráulica después de mantenimiento.....	47
Figura 41. Tail Stand	48
Figura 42. Diseño del Soporte en SOLIDWORK	49
Figura 43. Mallado por Elementos Finitos	50
Figura 44. Tensión Von Mises	50

Figura 45. Desplazamiento URES	51
Figura 46. Deformación ESTRN	52
Figura 47. Factor Seguridad	52
Figura 48. Acero ASTM A36	53
Figura 49. Equipo para Suelda TIG	53
Figura 50. Trazado del Material	54
Figura 51. Corte con Sierra Circular Eléctrica.....	54
Figura 52. Unión del Material por el Proceso TIG.....	55
Figura 53. Perforaciones de Seguridad	55
Figura 54. KIT Líquidos Penetrantes	56
Figura 55. Estructura limpia	56
Figura 56. Acabados y Pintura.....	57
Figura 57. Prueba del Soporte en la aeronave	57
Figura 58. Puntos de levantamiento de la aeronave.....	59
Figura 59. Aeronave Levantada.....	60
Figura 60. Válvula Shutoff.....	60
Figura 61. Cabina de la Aeronave	61
Figura 62. Panel LH Circuit Breakers	61
Figura 63. Panel RH Circuit Breakers.....	62
Figura 64. Palanca de Accionamiento del Tren de Aterrizaje	63
Figura 65. Alojamiento Tren de Nariz	64
Figura 66. Alojamiento del Tren Principal Izquierdo	64
Figura 67. Alojamiento del Tren principal Derecho	65

Figura 68. Palanca de Extensión de Emergencia	65
Figura 69. Palanca de Descarga de Presión	66
Figura 70. Aeronave en el suelo	66
Figura 71. Símbolos del diagrama de flujo.....	67

RESUMEN

El presente pliego provee de la información relacionada a los procedimientos necesarios para realizar la inspección del sistema hidráulico del tren de aterrizaje, para su efecto se plantean cuatro capítulos; el primero se basa en el análisis de la necesidad de tener los equipos y herramientas en condiciones operables para realizar la tarea de mantenimiento y establecer los objetivos a alcanzar con la ejecución del trabajo, el segundo capítulo abarca las características y funcionamiento de la aeronave CESSNA CITATION II, conjuntamente con los conceptos básicos de hidráulica, tren de aterrizaje, soldadura, elevadores hidráulicos, en el capítulo tres se presentan los parámetros propuestos a través de una orden de trabajo para ejecutar, plasmando en un rápido preámbulo la situación actual de la aeronave y de las herramientas disponibles en buenas condiciones de operación, fabricación del dispositivo que no se posee y el respectivo análisis estructural ayudado por el software SOLIDWORKS, sustentado con sus respectivas fotografías, asimismo se analiza los respectivos costos y productos de los gastos producidos en el transcurso de la ejecución del proyecto, para finalizar, en el cuarto capítulo se plasma las conclusiones en relación a los objetivos planteados al inicio, de la misma manera se presentan las recomendaciones que servirán para futuros mantenimientos de la aeronave prolongando su aeronavegabilidad.

PALABRAS CLAVE:

- **AERONAVES - SISTEMA HIDRÁULICO**
- **AERONAVES - TREN DE ATERRIZAJE**
- **AERONAVE CESSNA CITATION II**

ABSTRACT

The present research gives the specifications that provide information on the procedures required to carry out the inspection of the landing gear hydraulics; The first chapter is based on the analysis of the need to have the equipment and tools in operable conditions to carry out the maintenance task and establish the objectives to be achieved with the execution of the work. The second chapter covers the characteristics and operation of the CESSNA CITATION II aircraft, together with the basic concepts of hydraulics, landing gear, welding, hydraulic lifts, and chapter three presents the parameters proposed by means of a work order to be executed, setting out in a rapid preamble the current situation of the aircraft and the tools available in good operating conditions, The fourth chapter presents the conclusions in relation to the objectives proposed at the beginning, and the recommendations that will be used for future maintenance of the aircraft, prolonging its airworthiness.

KEY WORDS

- HYDRAULIC SYSTEM AIRCRAFT**
- LANDING GEAR AIRCRAFT**
- CESSNA CITATION II AIRCRAFT**

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes

La aeronave CESSNA CITATION II de modelo CE-550, es de fabricación estadounidense, la presente aeronave está identificada con la matrícula IGM-628, es de clase ejecutiva con capacidad para 8 pasajeros, acoplada para fotografía aérea con 6 pasajeros y ambulancia aérea, la aeronave posee motores Pratt & Whitney JT15D-4.

La aeronave cuenta con muy buenas características de manejo debido a su simplicidad de los sistemas, los mismos que son de fácil acceso reduciendo así los requisitos de mantenimiento, la tripulación mínima requerida para la operación del CITATION II es de un piloto y un copiloto, su techo máximo operación es de 43.000 pies, una autonomía de vuelo de aproximadamente 4 horas, el sistema del tren de aterrizaje es triciclo y totalmente retráctil.

La ejecución del proyecto tiene como propósito realizar la inspección del sistema hidráulico del tren de aterrizaje de acuerdo a la tarea de mantenimiento 32-01-00-710, basándose en los manuales de la aeronave, el asesoramiento técnico de los operadores y bajo las normas de seguridad.

1.2. Planteamiento del Problema

La Brigada de Aviación del Ejército N°15 "PAQUISHA" (15 BAE "PAQUISHA") a través del Grupo de Aviación del Ejército No. 44 "PASTAZA" (GAE 44 "PASTAZA"), realiza las operaciones de mantenimiento de las aeronaves de ala fija, entre las cuales está la aeronave CESSNA CITATION II, determinando la necesidad de realizar la inspección del sistema hidráulico del tren de aterrizaje, basándose en las tareas de mantenimiento establecidas en los manuales.

La aeronave cumple con la función de transportar autoridades, realizar fotografía aérea, prestar los servicios de ambulancia aérea, etc.; operando en diferentes tipos de ambientes, motivo por el cual sistema hidráulico del tren de aterrizaje está sometido a varios tipos de desgaste y esfuerzos, condiciones que alteraran el funcionamiento del sistema y sus componentes.

La ejecución del presente proyecto, permitirá al personal de técnicos realizar la inspección, en referencia a la tarea mantenimiento especificada, paralelamente se usará los equipos y herramientas adecuadas, brindando una ergonomía laboral efectiva, todo esto orientado para mantener la operabilidad de la aeronave y el sistema hidráulico del tren de aterrizaje.

1.3. Justificación

El presente proyecto ayudará a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “PAQUSHA”, a través del GAE 44 “PASTAZA” a mantener la aeronavegabilidad de la aeronave, a los técnicos facilitará la ejecución de las tareas de mantenimiento de una manera adecuada, ya que se realizará una inspección ordenada y secuencial para determinar el estado de funcionamiento del sistema hidráulico del tren de aterrizaje y sus respectivos componentes.

La inspección del sistema hidráulico del tren de aterrizaje argumentada en el presente proyecto de titulación, debe ser considerada como parte fundamental en las tareas de mantenimiento, ya que proporciona las medidas de seguridad necesarias para cumplimiento de la inspección del sistema hidráulico del tren de aterrizaje.

La ejecución del presente proyecto garantiza altos estándares de calidad y seguridad, para la realización de la tarea de mantenimiento relacionada con el sistema del tren de aterrizaje de la aeronave se contará con el apoyo del personal técnico, y con los recursos económicos para el desarrollo del trabajo.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Realizar la inspección del sistema hidráulico del tren de aterrizaje de acuerdo a la tarea de mantenimiento 32-01-00-710, mediante la utilización de una herramienta especial aplicable al avión CESSNA CITATION II – CE-550, perteneciente al IGM-628.

1.4.2. Objetivos específicos

- Recopilar información técnica necesaria para realizar el proceso de inspección del tren de aterrizaje de la aeronave CESSNA CITATION II (CE-550).
- Rehabilitar las herramientas y equipos de apoyo necesarios para realizar la tarea de mantenimiento 32-01-00-710 del manual de la aeronave.
- Realizar la tarea de mantenimiento 32-01-00-710, del manual de mantenimiento aplicable a la aeronave CESSNA CITATION II (CE-550).

1.5. Alcance

Mediante la ejecución del proyecto se busca facilitar el desarrollo de la inspección del sistema hidráulico del tren de aterrizaje por parte de los técnicos que opera la aeronave CESSNA CITATION II, en la cual se pueda utilizar las herramientas y equipos adecuados, de la misma manera se realizará las tareas de mantenimiento de manera eficiente y eficaz bajo los estándares de seguridad.

Este proyecto se ejecutará con la finalidad de proporcionar ayuda técnica y garantizada en referencia a las tareas de mantenimiento especificadas en el manual de la aeronave, de igual manera, el proyecto garantiza el procedimiento adecuado de izaje de la aeronave usando los equipos de apoyo, y todos los procedimientos que esto involucra.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Especificaciones de la aeronave CESSNA CITATION II

Tabla 1

Generalidades de la Aeronave

GENERALIDADES	
MODELO	CE-550
SERIE	0628
MATRICULA	IGM-628
MOTORES	TJ15D-4 PRATT&WHITNEY
TECHO MAXIMO	43000PIES
TECHO MINIMO	41000PIES
AUTONOMIA DE VUELO	(3:45) 4 HORAS
VELOCIDAD CRUCERO	262 NUDOS (0,705 MACH)

Tabla 2

Capacidades de la Aeronave

CAPACIDADES	
TANQUE DE ACEITE	2.08 gals. U.S.
COMBUSTIBLE	741gals. (5008 lbs)
OXÍGENO (BOTELLA LLENA)	500 lts a 70 PSI
HIDRÁULICO (DEPÓSITO)	0.65 gals. U.S.
HIDRÁULICO (SISTEMA)	3.9 gals. U.S.
ALCOHOL ANTI-CONGELANTE	2 CUARTOS
CILINDRO NEUMÁTICO	1800-2050 PSI

Tabla 3
Limitaciones de Operación

LIMITACIONES	
PESO MÁXIMO EN RAMPA	13.500 lbs
PESO MÁXIMO DE DESPEGUE	13.300 lbs
PESO MÁXIMO DE ATERRIZAJE	12.700 lbs
PESO MÁXIMO CON COMBUSTIBLE	9.500 lbs

A continuación les presentaremos las vistas con sus respectivas dimensiones las cuales nos ayudaran a tener una mejor perspectiva de la aeronave, la misma que es de categoría de transporte según los requisitos de la parte 25 FAR.

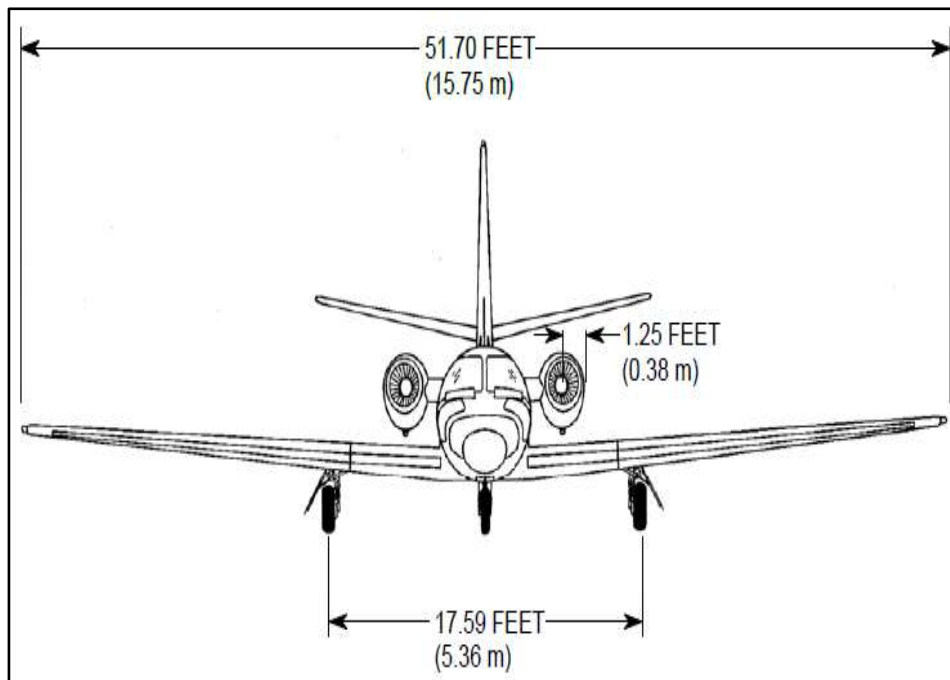


Figura 1. Vista Frontal de la Aeronave
Fuente: (CESSNA, 2016)

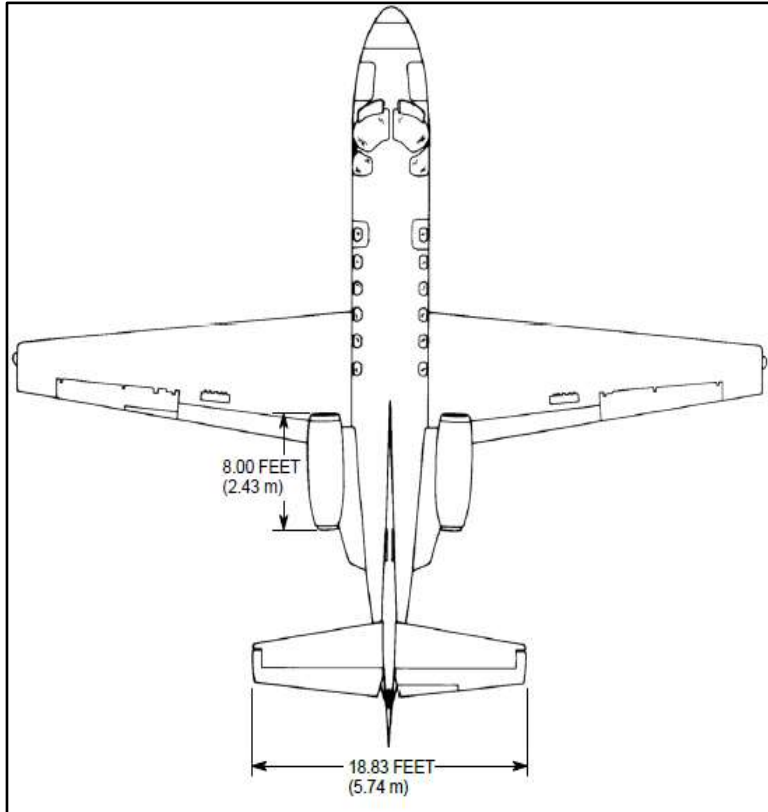


Figura 2. Vista Superior de la Aeronave
Fuente: (CESSNA, 2016)

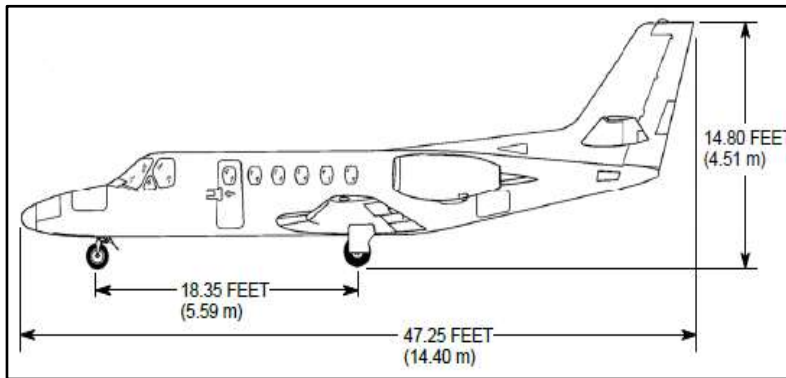


Figura 3. Vista Lateral de la Aeronave
Fuente: (CESSNA, 2016)

2.2. Conocimientos generales del CESSNA CITATION II

La aeronave CESSNA CITATION II es una de las versiones de la fábrica de aeronaves estadounidense CESSNA, la cual se caracteriza por la naturalidad en sus diferentes sistemas, conservado los esquemas de seguridad para una operación de vuelo y su respectivo mantenimiento; la aeronave cumple con las diferentes misiones de transporte autoridades, ambulancia y fotografía aérea.

2.2.1. Cabinas de la aeronave

En la aeronave se diferencian dos tipos de cabinas la primera es la cabina de mando la cual esta acoplada con dos estaciones completas tanto para el piloto y el copiloto, y la segunda es la cabina de pasajeros la misma que comprendida entre la división del compartimiento de vuelo hasta el tabique posterior presurizado en el compartimiento principal del equipaje, con unas dimensiones de 6 pies de largo, 5 pies de ancho y 5 pies de alto, en esta cabina se dispone de seis asientos de igual manera se encuentran los equipos para fotografía aérea.

El compartimiento principal de equipaje se encuentra localizado detrás del último asiento teniendo una capacidad de carga de 600 lbs, adicionalmente existe otros lugares para el almacenamiento del equipaje los cuales son el compartimiento de nariz y el cono de cola, adyacente a este compartimiento se encuentra el servicio de sanitario, la puerta principal y la salida de emergencia se encuentran ubicadas en la cabina de pasajeros a la derecha e izquierda respectivamente.

2.2.2. Controles de vuelo de la aeronave

El Cessna Citation II dispone de controles de vuelo primarios y secundarios, los primarios son los alerones, Rudder o Timón de dirección y elevadores, los controles que se consideran como controles de vuelo secundario de la presente aeronave son los Flaps y los Speed Brake o frenos aerodinámicos; los Trim Tab son superficies o aletas compensadoras ubicadas en las superficies principales.

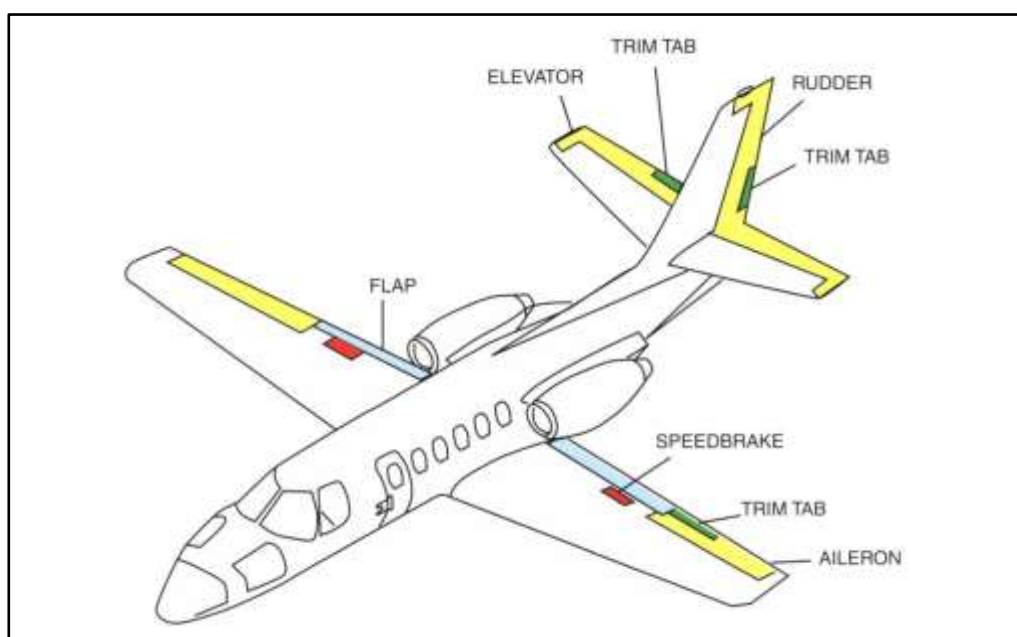


Figura 4. Controles de Vuelo de la Aeronave

Fuente: (CESSNA, 2016)

2.2.3. Motores de la aeronave

La aeronave Cessna Citation II tiene acoplado un par de motores turbofan JT15D-4 los mismos que son fabricados por United Aircraft (Pratt & Whitney), ubicados en la parte

posterior del fuselaje produciendo 2500 lbs de empuje por cada uno y una relación de desvío es de 2.5 a 1.

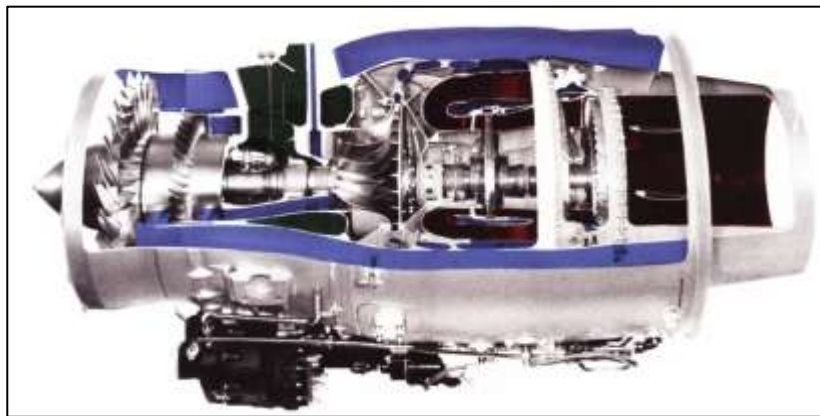


Figura 5. Motor JT15D-4
Fuente: (CESSNA, 2016)

2.3. Hidráulica

En términos generales (Oñate, 2007), define a la hidráulica como una disciplina científica que se encarga de estudiar el comportamiento de los fluidos, existe dos derivaciones de la Hidráulica; la hidrostática que se enfoca en el estudio de los fluidos que se encuentran en reposo por consecuencia a la presión existente en sus depósitos y la hidrodinámica que se orienta al análisis de las fuerzas resultantes del movimiento de los fluidos, por otra parte la (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018), considera que las líneas de los fluidos que se encuentran en la aeronave deben ser identificadas por el código de colores, palabras y símbolos establecidos para cada sistema, en este caso para el sistema hidráulico predomina el color azul y el color amarillo inscrita la palabra HYDRAULIC, con una franja adyacente de color blanco con círculos.

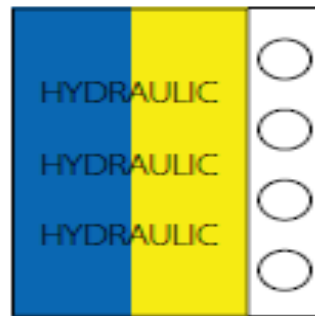


Figura 6.
Identificación del
Sistema hidráulico
Fuente: (FEDERAL
AVIATION
ADMINISTRATION, 2018)

2.3.1. Sistema Hidráulico Básico

Como lo expresa (Oñate, 2007), el sistema hidráulico de la aeronave permite al piloto ejecutar los movimientos de los controles en vuelo y en tierra los virajes, un sistema hidráulico básico está conformado por los siguientes componentes: 1 bomba, 2 válvula selectora, 3 martinete hidráulico, 4 depósito del líquido hidráulico, 5 válvula de alivio de presión, todos estos acoplados a través de líneas rígidas o flexibles y para controlar las presiones se debe contar con un manómetro debidamente calibrado.

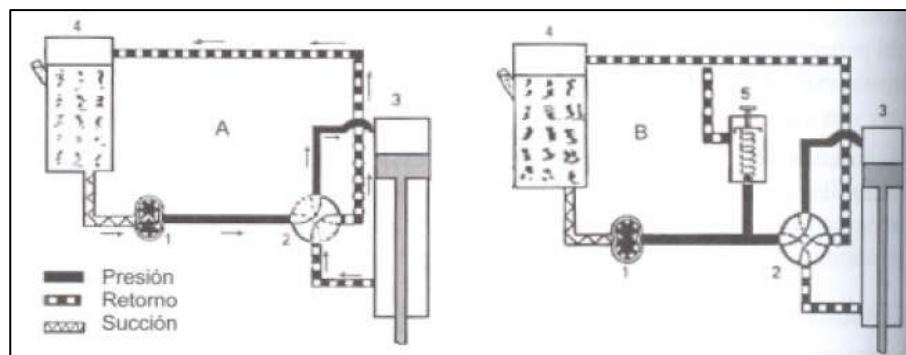


Figura 7. Sistema Hidráulico Básico
Fuente: (Oñate, 2007)

2.3.2. Tipos de Sistemas Hidráulicos

(Oñate, 2007), propone que para poder identificar los tipos sistemas hidráulicos se debe considerar las secciones fundamentales del sistema, la sección de potencia que es la que produce, limita y dirige la presión hidráulica para ejecutar los movimientos de los diferentes mecanismos de la aeronave y la sección actuadora es la parte que contiene a los elementos de actuación de los mecanismos y sus respectivas unidades de transmisión, adicional sostiene que en referencia a la sección de potencia los sistemas hidráulicos se clasifican en sistemas abiertos y cerrados, un sistema hidráulico abierto es aquel que posee una presión baja cuando el sistema está en una fase inactiva, mientras que un sistema hidráulico es cerrado cuando mantienen siempre la presión máxima operativa. Considerando la sección actuadora los sistemas pueden ser manuales o automáticos, los sistemas manuales se caracterizan por no tener el control del desplazamiento del actuador o martinete y los sistemas automáticos si tienen la capacidad de controlar los desplazamientos del martinete de acuerdo a la necesidad.

2.3.3. Bombas Hidráulicas

En concordancia con la información tomada de (CULTURAL, S.A, 2002), una bomba hidráulica tiene que cumplir dos funciones, mover el líquido y obligarle a trabajar. La definiremos como un mecanismo capaz de convertir la fuerza mecánica en hidráulica.

Considerando la información de (Oñate, 2007), existen dos tipos de bombas hidráulicas: bombas de caudal constante o desplazamiento constante y bombas de caudal variable o desplazamiento variables. Son consideradas como bombas de caudal constante cuando el caudal del líquido que suministra es proporcional a régimen de giro

de la bomba (revoluciones por minuto), por lo tanto, la cantidad de líquido desplazada es fija y constante por cada revolución de la bomba, mientras que las de caudal variable el caudal del líquido que suministra a la salida es independiente del número de revoluciones por minuto de la bomba.

Desde el punto de vista de (CULTURAL, S.A, 2002), existen varios tipos de bombas hidráulicas, tenemos a las de caudal constantes subdivididas como bomba de engranajes (externos e internos – lobulares), bombas de paletas (rotor y equilibradas) y tornillo sin fin manuales; en referencia a las bombas de caudal variable se subdividen en bombas de paletas sin equilibrar y bombas de pistones (radiales, axiales y eje inclinado – barrilete).

Para finalizar el tema de las bombas hidráulicas (Oñate, 2007), deduce que para aviación las bombas hidráulicas se encuentran situadas en dos categorías principales: bombas de engranajes que son usadas en sistemas hidráulicos de presión intermedia y las bombas de pistones que se usan para sistemas hidráulicos de alta presión.

2.3.4. Acumuladores Hidráulicos

Según (CULTURAL, S.A, 2002), los fluidos usados en los sistemas hidráulicos no pueden ser comprimidos como los gases y así almacenarse para ser usados en diferentes en diferentes lugares o a tiempos distintos, un acumulador consiste en un depósito destinado a almacenar una cantidad de fluido incomprensible y conservarlo a una cierta presión mediante una fuerza externa.

A juicio de (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018), existen dos tipos de acumuladores hidráulicos usados para el sistema hidráulicos en las aeronaves, los esféricos y los cilíndricos; los esféricos están contruidos en dos mitades las mismas que pueden estar unidas, roscadas o soldadas. Dispone de dos puertos de llenado, el superior acepta los accesorios para el sistema hidráulico mientras que el inferior está equipado para el llenado del gas comprimido (nitrógeno), por otro lado, los acumuladores cilíndricos, están conformados por un cilindro y un pistón, el pistón interno separa la cámara de nitrógeno/aire con fluido, los extremos del cilindro y el pistón están hermetizados por sus juntas y respectivos sellos para evitar fugas.

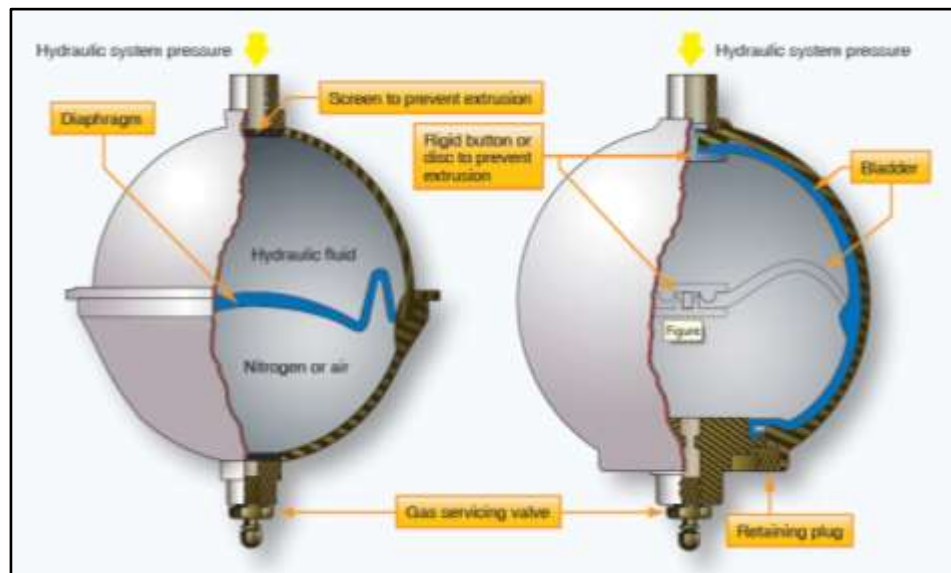


Figura 8. Acumulador hidráulico esférico
Fuente: (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018)



Figura 9. Acumulador cilíndrico
Fuente: (FEDERAL AVIATION
ADMINISTRATION, 2018)

2.3.5. Depósitos de Líquido Hidráulico

Desde el punto de vista de (Oñate, 2007). el depósito de líquido hidráulico es el lugar donde se encuentra almacenada la cantidad suficiente del fluido para poder activar los sistemas que utilicen este tipo de fuerza, prevalecen dos tipos de depósitos: los presurizados y no presurizados, los no presurizados se usan cuando la altitud máxima de vuelo de la aeronave es pequeña, por consecuencia los presurizados se usan cuando la aeronave opera a altas altitudes.

Un depósito está conformado por los siguientes componentes: 1 boca de carga, 2 entrada de aire presurización depósito, 3 filtro rejilla, 4 boca de línea de retorno, 5 filtro, 6 tubería de nivel, 7 válvula de alivio de presión, 8 salida de emergencia, 9 conexión a la línea de la bomba, 10 mirilla de nivel de líquido hidráulico.

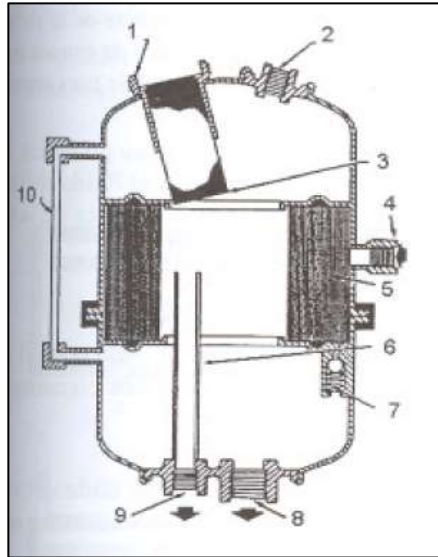


Figura 10. Depósito Hidráulico
Fuente: (Oñate, 2007)

2.3.6. Actuadores hidráulicos

Empleando las palabras de (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018), el actuador de hidráulico es un cilindro de accionamiento que transforma la energía de la presión del fluido en fuerza mecánica o acción para realizar el trabajo, consiste en una caja de cilindro uno o más pistones, vástagos de pistones y algunos sellos para evitar fugas entre el pistón y el agujero del cilindro, simultáneamente entre vástago del pistón y el extremo del cilindro, los cilindros de accionamiento son de dos tipos de acción simple y acción doble, también conocidos como actuadores lineales.

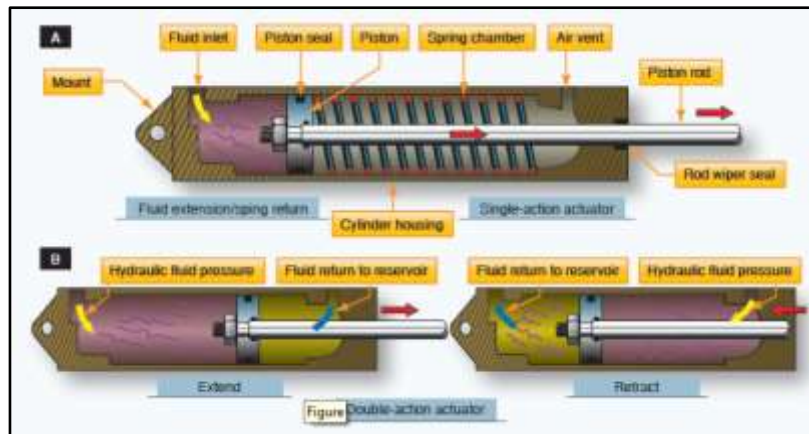


Figura 11. Actuador lineal
Fuente: (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018)

Los actuadores giratorios pueden alcanzar longitudes de arco de 180° , 360° o incluso 720° o más dependiendo de la configuración, como por ejemplo tenemos un actuador de cremallera y piñón el cual dispone de un pistón largo con un lado mecanizado en un bastidor encajando en un piñón para girar el eje de salida.

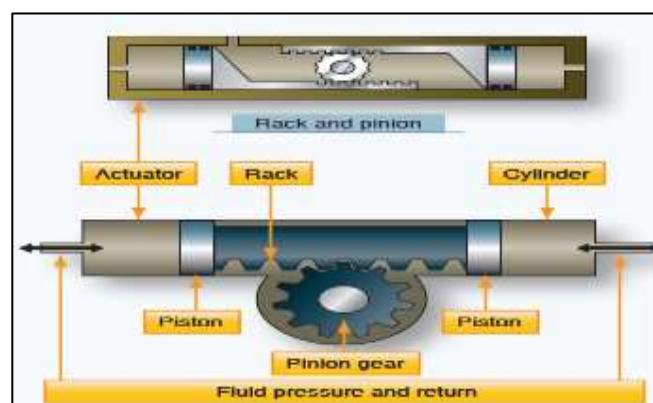


Figura 12. Actuador giratorio
Fuente: (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018)

2.3.7. Motores hidráulicos

Considerando la información de (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018). los motores de tipo pistón son los más utilizados en hidráulica, su principio es el mismo que el de las bombas para diferenciar es el trabajo que realiza es un trabajo mecánico rotatorio, estos pueden ser de tipo axial lineal o doblado, el de uso común es el de eje doblado que se utiliza para la activación del borde de salida de los flaps, borde de ataque de los slats y la aleta de compensación de los estabilizadores.



Figura 13. Motor hidráulico de eje doblado
Fuente: (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018)

2.3.8. Válvulas hidráulicas

Cada componente del sistema hidráulico posee su importancia por tal motivo para (CULTURAL, S.A, 2002), el control de una instalación hidráulica se realiza mediante válvulas, la misión de este dispositivo es regular la presión, regular el caudal, distribuir el aceite o cerrar cierta parte del circuito, o sea, regular la potencia que debe transmitir la instalación procurando que sus pérdidas sean mínimas, hay que mencionar que los datos que determinan el funcionamiento y calidad de las válvulas son el campo de regulación

del caudal y de presión ya sea el máximo o el mínimo, los ciclos ejecutables en condiciones normales, la rapidez de respuesta, el mantenimiento de la posición. Los datos que el fabricante debe facilitar son: tipo, pérdida de cargas a diferentes caudales, presión máxima y mínima de trabajo, drenaje y su respectivo sistema, sistemas de accionamiento, caudal nominal, peso, y sus respectivas conexiones.

Teniendo en cuenta a (CULTURAL, S.A, 2002), la válvula de seguridad es el elemento indispensable en las instalaciones hidráulicas y es el aparato que más cerca se debe poner de las bombas, su misión es limitar la presión máxima del circuito para proteger a los elementos de la instalación. de la misma manera existen las válvulas de cierre o direccionales también llamadas antirretorno, de retención, check, clapet o de bloqueo, permite el paso de fluido en una dirección obstruyéndolo en la contraria.

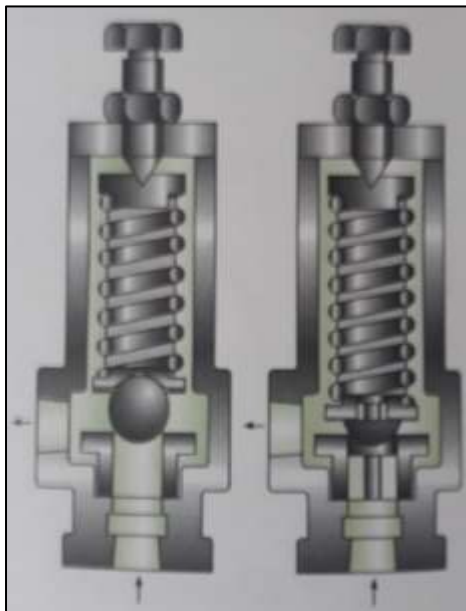


Figura 14. Válvula de seguridad

Fuente: (CULTURAL, S.A, 2002)

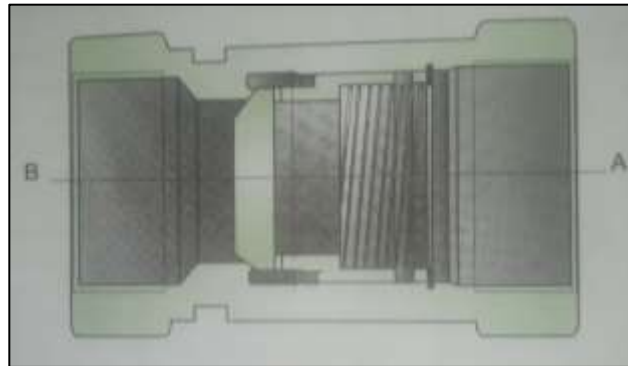


Figura 15. Válvula Check
Fuente: (CULTURAL, S.A, 2002)

En inglés se llaman relief valve (válvulas de alivio de presión), en referencia a (CULTURAL, S.A, 2002), tienen como misión limitar la presión en el circuito hidráulico y se diferencia de las válvulas de seguridad en que permanecen abiertas durante el funcionamiento del sistema, manteniendo la presión constante en el circuito y evacuando el exceso de aceite al depósito, la válvula de alivio nunca debe de ajustarse al mismo valor que la presión de trabajo, esto provocaría una pérdida de aceite con el consiguiente calentamiento.

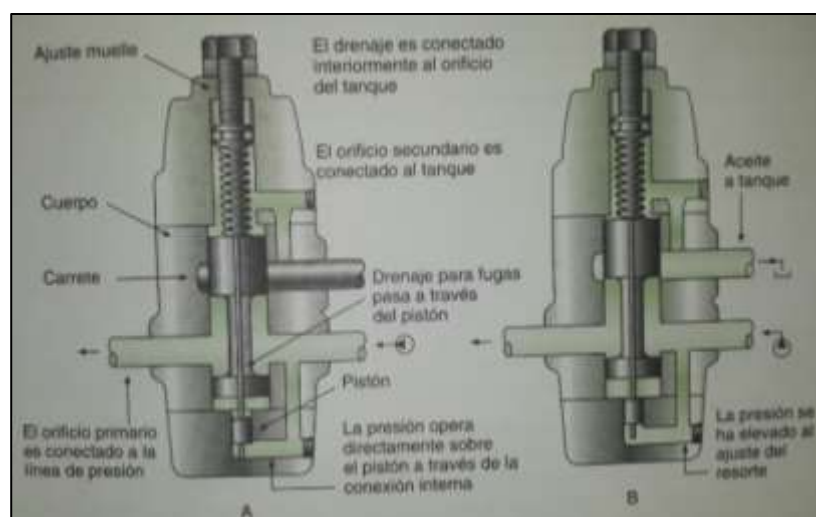


Figura 16. Válvula de alivio
Fuente: (CULTURAL, S.A, 2002)

Tabla 4
Tipos de válvulas

TIPOS DE VALVULAS	
VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS	2 VÍAS / 2 POSICIONES 3 VÍAS / 2 O TRES POSICIONES 4 VÍAS / 2 O TRES POSICIONES 5 VÍAS / 2 O TRES POSICIONES 6 VÍAS / 2,3 O 4 POSICIONES
VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN	VÁLVULAS DE SEGURIDAD VÁLVULAS DE DESCARGA VÁLVULAS LIMITADORAS VÁLVULAS REDUCTORAS VÁLVULAS DE SECUENCIA VÁLVULAS DE ALTA Y BAJA BOMBA VÁLVULAS DE DESCARGA DE ACUMULADORES
VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL	VÁLVULAS DE ESTRANGULACIÓN VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL COMPESADO VÁLVULAS DIVISORAS DE CAUDAL VÁLVULAS LIMITADORAS DE CAUDAL
VÁLVULAS DE CIERRE O BLOQUEO	VÁLVULAS DE RETENCIÓN VÁLVULAS DE RETENCIÓN PILOTADAS VÁLVULAS DE PRELLENADO

2.3.9. Tuberías Hidráulicas

Como expone (Oñate, 2007), las tuberías hidráulicas son parte esencial en la canalización de un sistema hidráulico por lo que se identifican a dos tipos: las tuberías rígidas, metálicas y las tuberías flexibles, de materiales tipo elastómero o de caucho sintético; las tuberías rígidas pueden ser de aleaciones de aluminio, de acero, o de aleaciones de titanio, la primera aleación se utiliza para presiones bajas y las siguientes para presiones altas; las tuberías flexibles se emplean en las zonas donde existe movimiento relativo entre equipos o elementos del circuito.

2.3.10.Filtros

Basándonos en (Oñate, 2007), los filtros son dispositivos de control situados en los sistemas hidráulicos para impedir la contaminación del fluido, la presencia de partículas sólidas contaminantes en el sistema puede impedir su funcionamiento normal, degradar la actuación y acelerar el desgaste de los componentes, hay que mencionar además, según (CULTURAL, S.A, 2002), los diferentes tipos de filtros están diferenciados por su grado de filtración, la cual nos indica la capacidad de retención de las partículas en el filtro, los mismos que se encuentran expresados en micras y los hay de 1μ a 270μ , para una mejor comprensión existen los filtros de superficie y los filtros de profundidad. Los filtros de superficie son los que retienen sobre su superficie externa las partículas contaminantes y los enunciamos a continuación: filtros de papel micronic son de hoja celulosa tratada y de su grado de filtración es de 5 a 160μ .

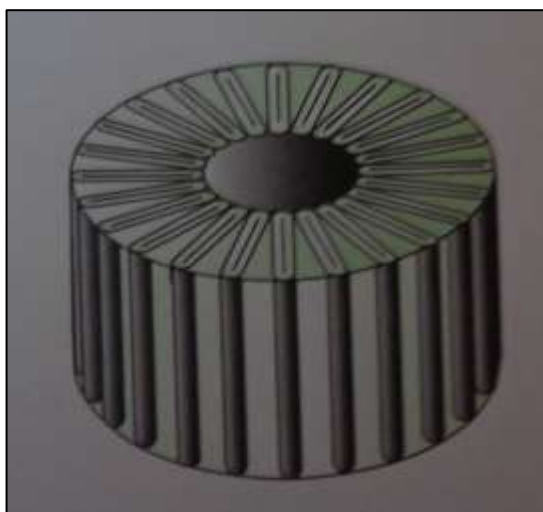


Figura 17. Filtro de papel micronic
Fuente: (CULTURAL, S.A, 2002)

Con referencia a la variedad de filtros en el mercado (CULTURAL, S.A, 2002), los postula como, filtro de malla de alambre su elemento filtrante es una malla de un tamiz más o menos grande normalmente de bronce fosforoso, el filtro de discos lenticulares su eficacia va desde 5μ , los discos son desmontables y van empilados uno encima de otro, los filtros de profundidad retienen las partículas contaminantes al pasar le aceite por su interior, entre ellos están los filtros de absorción que, así como el agua pasa por una esponja, el aceite atraviesa el filtro, son de algodón, papel y lana de vidrio y para finalizar tenemos los filtros magnéticos el aceite circula por ellos lo más lentamente posible y cuanto más cerca de los elementos magnéticos mejor, para que atraigan las partículas ferrosas.

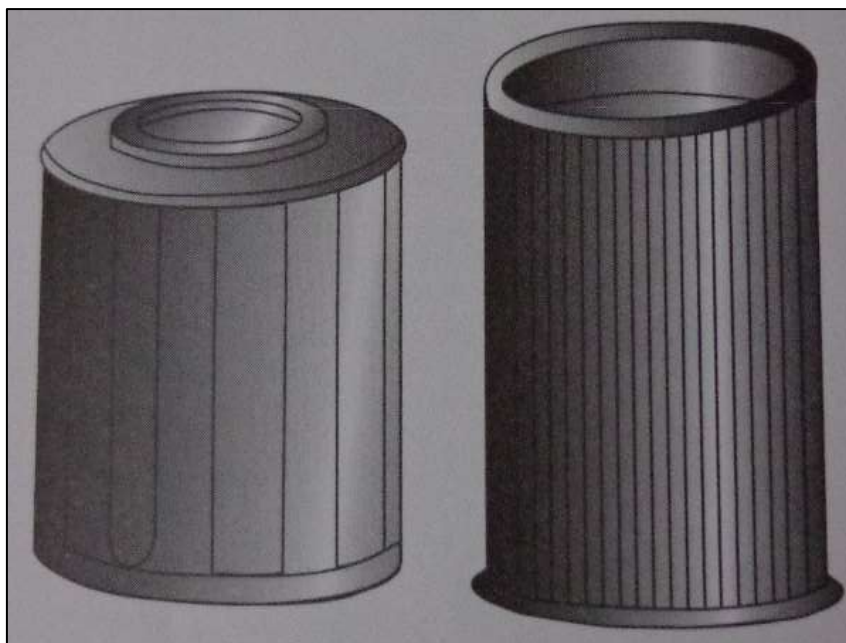


Figura 18. Filtro de Malla
Fuente: (CULTURAL, S.A, 2002)

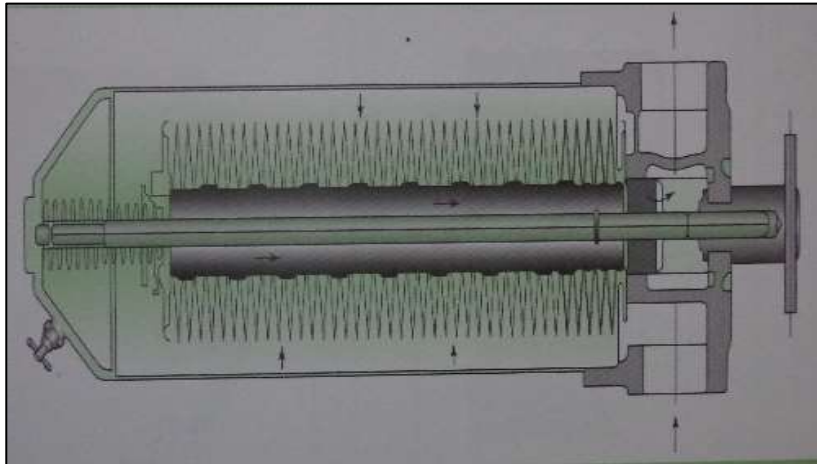


Figura 19. Filtro Lenticular
Fuente: (CULTURAL, S.A, 2002)



Figura 20. Filtro de absorción
Fuente: (CULTURAL, S.A, 2002)

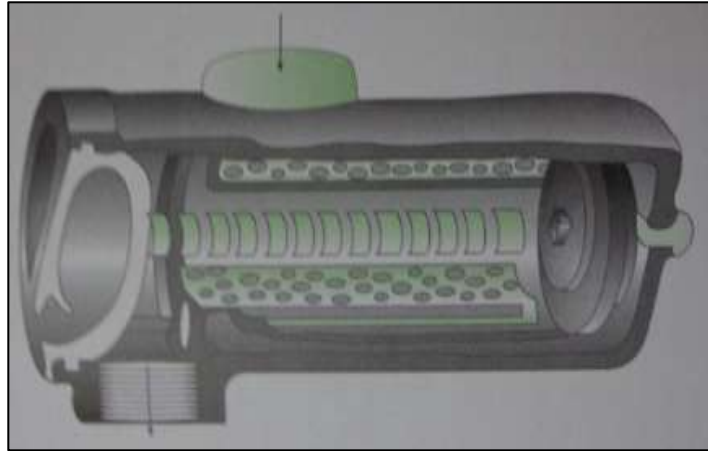


Figura 21. Filtro Magnético
Fuente: (CULTURAL, S.A, 2002)

2.3.11.Fluido Hidráulico

El líquido que se usa en los sistemas hidráulicos tiene como principal función transmitir y distribuir fuerzas a los diferentes unidades o componentes para ser accionados, se debe considerar que cada fabricante de componentes hidráulicos especifica el tipo de líquido que se debe usar, para (Mataix Plana, 1982), el fluido hidráulico es aquella sustancia que, debido a su poca cohesión intermolecular carece de forma propia y adopta la forma del recipiente que lo contiene los fluidos pueden ser líquidos y gases, por tal razón el fluido hidráulico pertenece a la primera clase.

De acuerdo con (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018), independientemente del tipo de líquido hidráulico recomendado por el fabricante, existen las características tales como: la viscosidad, que es la resistencia interna del flujo, la estabilidad química representa la capacidad de oponerse a la oxidación y deterioro producida por largos periodos de operación, el punto de inflamación es la temperatura a

la cual un líquido emite vapor en cantidad suficiente para encenderse momentáneamente o destellar cuando se aplica una llama, el punto de combustión es la temperatura a la cual una sustancia emite vapor en cantidad suficiente para encender y continuar ardiendo cuando se expone a una chispa o llama, considerando las dos últimas características es deseable que sean altas para los líquidos hidráulicos porque indica una buena resistencia a la combustión y un bajo grado de evaporación a temperaturas normales.

2.3.12. Representación simbólica de elementos y mecanismos hidráulicos.

Para el análisis de los diagramas o gráficos (CULTURAL, S.A, 2002), determina que el organismo europeo de normalización de transmisiones oleo neumáticas se denomina CETOP (comité europeo de transmisiones oleo hidráulicas y neumáticas, de igual manera la CETOP está relacionado con las ISO (organización internacional de normalización) para determinar la simbología necesaria y adecuada para identificar los componente de un sistema.

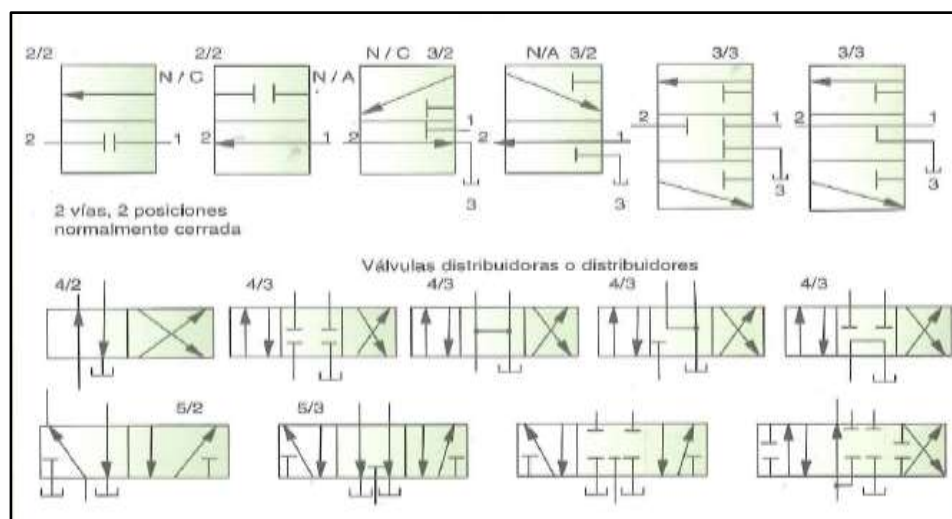


Figura 22. Simbología de las Válvulas
Fuente: (CULTURAL, S.A, 2002)

DENOMINACION	DESCRIPCION	SIMBOLO
Línea de conducción, tubería de trabajo y descarga.	Tubería principal que conduce el fluido a los elementos receptores de trabajo o al depósito.	
Línea de pilotaje.	Tubería principal que transporta el líquido a los mandos de los elementos hidráulicos.	
Tubería de drenaje.	Tubería que transporta el líquido sobrante de fugas, pilotajes y descompresiones; debe conectarse siempre directamente al depósito.	
Doble línea	Ejes de bomba, motor, palanca o vástago.	
Tubería flexible.	Para empalmes en elementos móviles.	
Unión de tuberías.		
Cruce de tuberías sin unión.	(1) Representación aconsejable. (2) Representación tolerada.	
Depósito de aceite.	Depósito de aceite sin presión.	
Tuberías de drenajes.	Tubería de drenajes, por encima del nivel de líquido.	
Tubería de descarga.	Tubería de descarga principal, por debajo del nivel de líquido.	
Estrangulamiento.	Influenciado por la viscosidad.	
Estrangulamiento.	No influenciado por la viscosidad.	
Flechas.	Vías y dirección del fluido en las válvulas.	
Flechas.	(1) Rotación en un sentido. (2) Rotación en ambos sentidos.	
Flecha inclinada.	Elemento de control variable.	
Purga de aire.		
Tapón.	Obturación en el orificio de un elemento o en una tubería.	
Toma de manómetro.	Toma eventual de manómetro, preinstalado u otros elementos de control.	
Toma de potencia.	Emplazamiento eventual para toma de energía oleohidráulica.	

Figura 23. Accionamientos Hidráulicos
Fuente: (CULTURAL, S.A, 2002)

2.3.13. Medidas de seguridad en el sistema hidráulico

Para (Lombardo, 1994), las medidas de seguridad representan el buen funcionamiento del respectivo sistema, las cuales deben ser consideradas en la inspección de pre-vuelo y durante el mantenimiento preventivo; para los dos aspectos es imperativo seguir las instrucciones del respectivo Manual de mantenimiento; cuando se realice las tareas de inspección antes de cada vuelo se debe buscar trazas de líquido hidráulico en el suelo y en todas las partes accesibles a este sistema, adicional se debe comprobar la seguridad general de todos los conductos hidráulicos, racores de ajuste y cilindros actuadores, verificar el nivel del fluido hidráulico y su color, especialmente si a sido cambiado; para la ejecución del mantenimiento preventivo del sistema hidráulico se debe considerar de no cambiar el líquido cuando existe presencia de polvo o algún factor contaminante, no reutilice el líquido, revisar las condiciones de las abrazaderas y que no exista roce de los conductos cuando pasan a través de los mamparos o cerca de otros componente.

2.3.14. Sistema Hidráulico del CESSNA CITATION II

Es de primordial importancia puntualizar que según (CESSNA, 2016), el sistema hidráulico del CITATION II es definido como un sistema de centro abierto, la máxima presión de operación del sistema es de 1500 PSI, los sistemas que funcionan con este tipo de energía son el tren de aterrizaje, los frenos aerodinámicos o los reversibles; otro sistema hidráulico independiente se usa para el sistema de control de los frenos del tren principal y el sistema antideslizamiento.

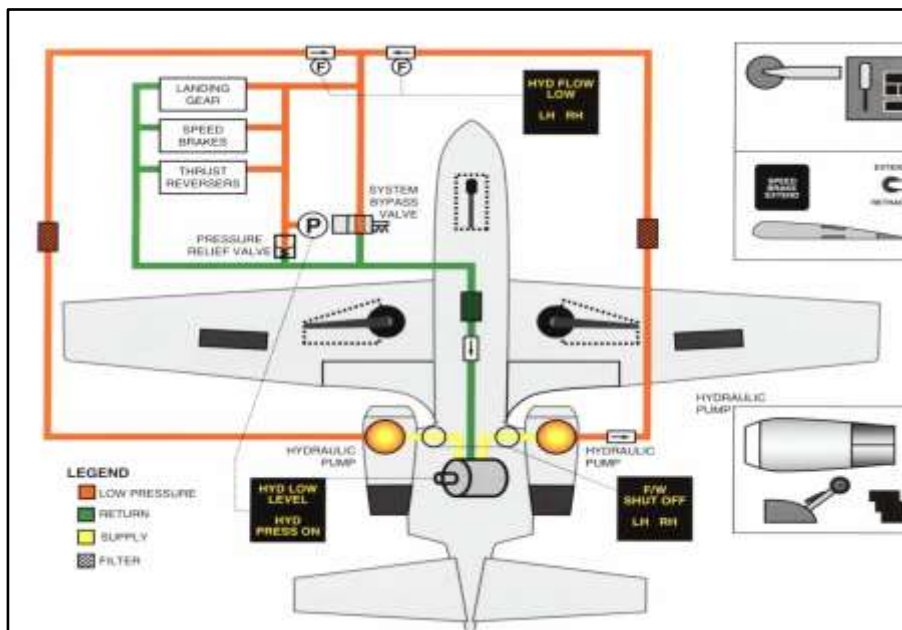


Figura 24. Sistema Hidráulico del Cessna Citation II
Fuente: (CESSNA, 2016)

2.4. Trenes de aterrizaje

Los trenes de aterrizaje tienen como finalidad absorber las cargas que se producen cuando se realizan las operaciones de aterrizaje, de la misma manera soporta todo el peso de la aeronave durante las operaciones en tierra, está conformado por dos conjuntos fundamentales, el principal que soporta la mayor parte del peso, está conformado por dos o más ruedas, ubicadas a cada lado del eje longitudinal y el auxiliar que se encuentra instalados ya sea en la proa o en la zona de la cola de la aeronave.

2.4.1. Tren de aterrizaje del CESSNA CITATION II

El tren de aterrizaje del CESSNA CITATION II, es de tipo triciclo totalmente retráctil, el tren principal es tapado es semi cubierto mientras que el de nariz es totalmente cubierto,

el tiempo de recorrido para su extensión es de 4 segundos mientras su retracción es de 5 segundos, sus actuadores son oleo neumáticos, el presente sistema puede ser bajado de forma hidráulica y mecánica, con la especificación de que para la subida solo se lo realiza hidráulicamente, posee 4 luces de indicación 3 luces verdes y 1 roja; las luces verdes encendidas significa que el tren está abajo y cuando están apagadas representa que está arriba, la luz roja encendida significa que no está asegurado caso contrario está asegurado.

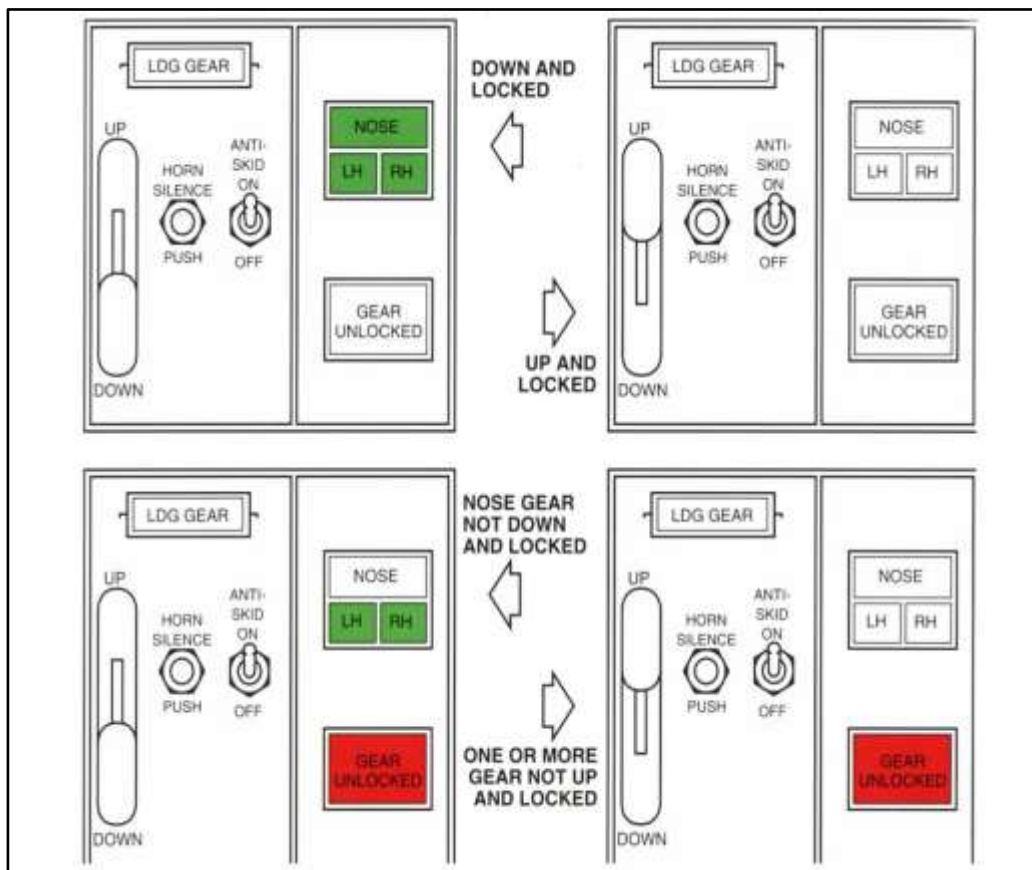


Figura 25. Indicaciones de Posición del Tren de Aterrizaje
Fuente: (CESSNA, 2016)

2.5. Mantenimiento aeronáutico

Según la información tomada de (DGAC, 2010), todos los trabajos requeridos para asegurar la aeronavegabilidad de las aeronaves, lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos se entenderá por mantenimiento, los tipos de mantenimientos pueden ser programados que son de acuerdo a una planificación y no programados que no lo están.

2.6. Elevadores hidráulicos

Según (Caceres Reyes & Guevara Barreto, 2012) definen a los elevadores hidráulicos o gatos hidráulicos como equipos que sirven para elevar a una aeronave, todo esto depende del peso, forma y características de la aeronave, por otra parte (Ismael, 2016) indica que son como herramientas que se utiliza para la elevación de cargas pesadas a través de un accionamiento.



Figura 26. Elevadores Hidráulicos
Fuente: (SPAIN)

Según (Martinez Guevara, 2012) los elevadores o gatos hidráulicos aplicados a la aeronáutica son equipos de costos elevados, en la actualidad existen una gran diversidad de fabricantes que proporcionan una gran variedad de dispositivos de acuerdo a la aeronave, por consecuencia los clasifica en gatos hidráulicos de uso ligero y gastos hidráulicos de uso pesado.



Figura 27. Gato Hidráulico de Aviación Uso Ligero
Fuente: (Martinez Guevara, 2012)



Figura 28. Gato Hidráulico de Aviación Uso Pesado
Fuente: (Martinez Guevara, 2012)

2.7. Soldadura

Citando a (Carpintero Pino, 2013), la soldadura es conocida desde que se consiguió fundir los minerales que contienen hierro. En la Biblia ya hay una mención a la soldadura, aproximadamente en el año 740 antes de Cristo, en el libro de Isaías 41:7, “El carpintero animó al platero, y el que alisaba con martillo al que batía el yunque, diciendo: Buena esta la soldadura: y lo afirmó con clavos para que no se moviese”.

La soldadura a transcurrido y ha ido evolucionando acorde a los avances tecnológicos, de la misma manera existen varias formas de hacerlo que resulta difícil definir con exactitud ¿Qué es una soldadura? Según (Patton, 1982), algunos conocedores de la materia la definen como “unión de metales por fusión”, “unión de metales por calor” y así una extensa lista de definiciones, pero es de primordial importancia reconocer que en la actualidad no solo se necesita calor para fundir algún tipo de material ya que existe la suelda fría, y que no solo los metales pueden ser soldados, sino una gran variedad de plásticos. Por lo que adoptaremos la siguiente definición “soldadura es la unión de metales y plásticos por métodos que no precisan dispositivos de sujeción”

2.7.1. Técnicas de soldadura

En referencia al tipo de material de aportación y de los gases de protección tenemos los siguientes procesos de soldadura por arco eléctrico:

a. Soldadura por electrodo revestido

Según (Carpintero Pino, 2013), el procedimiento de soldadura por electrodo revestido SMAW (Shielded Metal-Arc welding) 111(UNE – EN ISO 4063), se efectúa cuando el calor producido a través de una fuente eléctrica provoca un cortocircuito producido el electrodo revestido y la pieza, los elementos necesarios para la ejecución de este proceso son: equipo de soldeo y Material de aportación (electrodo revestido), la escoria comienza a formarse como consecuencia de la fusión y por su densidad se va a la superficie del baño cumpliendo así su función de protección del cordón de la actividad de los agentes atmosféricos.

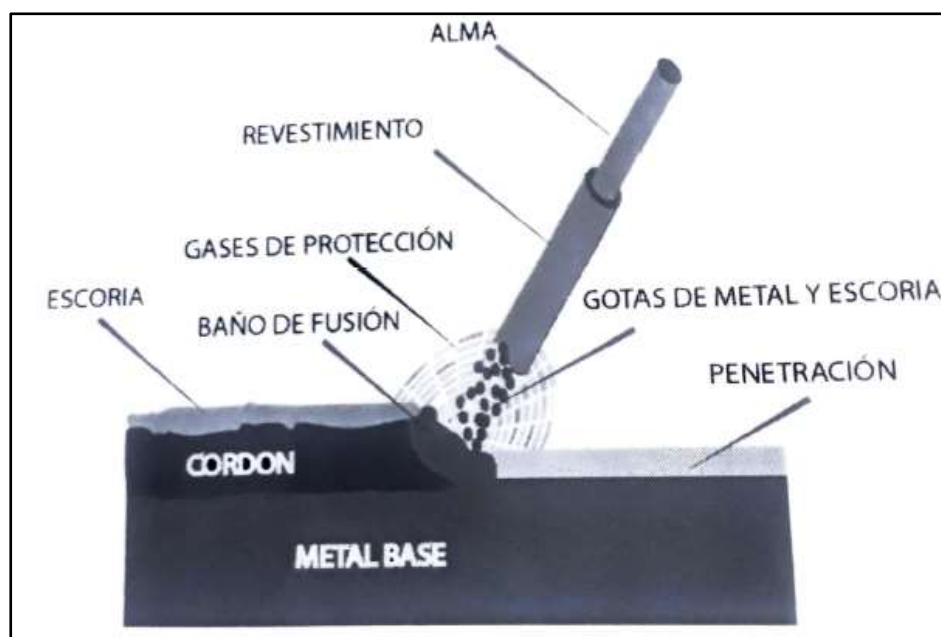


Figura 29. Procedimiento por Electrodo Revestido
Fuente: (Carpintero Pino, 2013)

b. Soldadura por arco eléctrico bajo gas protector con electrodo consumible

En la opinión de (Carpintero Pino, 2013), la soldadura con arco bajo gas protector con electrodo consumible **MIG/MAG** (Metal Inert Gas / Metal Active Gas), 131/135 (UNE-EN ISO 4063), es conocido como un método semiautomático que en la actualidad es muy utilizado por el gran rendimiento que se obtiene y sus acabados, este procedimiento consiste en aportar hilo que se funde en contacto con la pieza protegido por una atmósfera de gas, utiliza un electrodo continuo, hilo para soldar, que se alimenta de forma continua a través de un arrastrador, el cual aporta el hilo a una velocidad constante

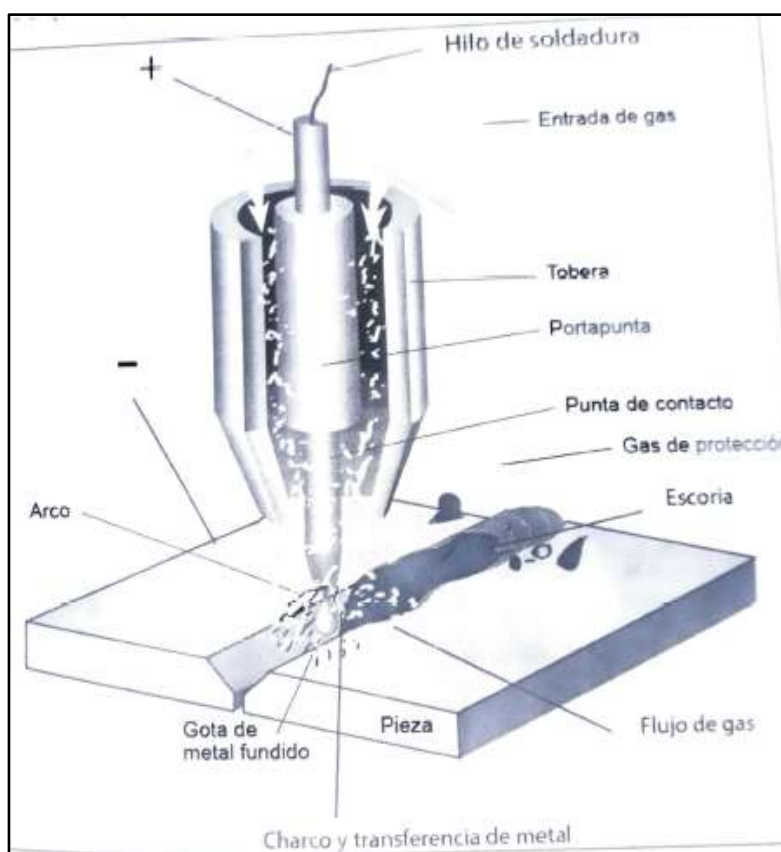


Figura 30. Procedimiento MIG/MAG

Fuente: (Carpintero Pino, 2013)

c. Soldadura por arco eléctrico bajo gas protector TIG (Tugste Inert Gas)

Teniendo el criterio de (Carpintero Pino, 2013), la técnica de soldadura con arco bajo gas protector con electrodo no consumible TIG, trata de un proceso especialmente manual que utiliza como fuente de energía el arco eléctrico que salta entre un electrodo no consumible y la pieza de soldar, mientras un gas inerte protege el baño de fusión durante el proceso. el proceso de soldadura TIG (Tugste Inert Gas) 141 (UNE – EN ISO49063), se puede emplear en todo tipo de uniones en los materiales más diversos: como aceros al carbono, aceros inoxidable, materiales no féreos, etc.; de esta manera garantiza sus aplicaciones ya que el cordón limpio, regular y sin escoria, otra característica que es importante destacar es que se puede emplear con o sin material de aporte, el cual es independiente de la fuente de energía.

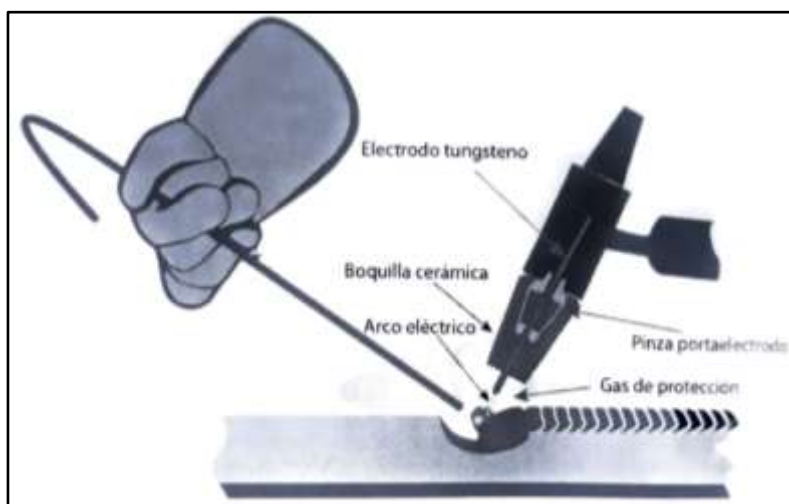


Figura 31. Procedimiento TIG
Fuente: (Carpintero Pino, 2013)

2.7.2. Ensayos no destructivos

Para (Carpintero Pino, 2013), un ensayo no destructivo cuyas siglas END o TND (non destructive testing) es cualquier tipo de prueba practicada a un material, sin alterar de manera permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales, basándose en la aplicación fenómenos físicos tales como ondas electromagnéticas, acústicas, elásticas, emisión de partículas subatómicas, capilaridad, absorción.

a. Inspección visual (VT)

Es una de las inspecciones más usadas ya que nos permite obtener información inmediata de la condición superficial del material que está siendo evaluado esta inspección puede ser directa e indirecta, la primera condición es cuando se utiliza solo el sentido de la vista, mientras que la segunda condición se realiza con la ayuda de equipos adicionales.



Figura 32. Inspección Visual Directa e Indirecta
Fuente: (Romero Garcia, 2017)

b. Líquidos penetrantes (PT)

Citando a (Carpintero Pino, 2013), menciona que este método se basa en el principio conocido como capilaridad, el cual consiste en los fluidos gracias a su tensión superficial originan una cohesión entre las moléculas superficiales y resisten una determinada tensión.

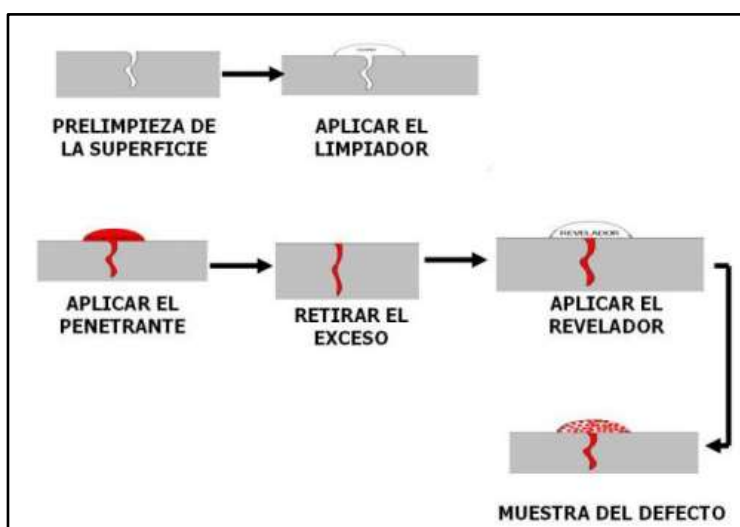


Figura 33. Proceso de Aplicación de los Líquidos Penetrantes
Fuente: (Romero Garcia, 2017)

c. Partículas magnéticas (MT)

Según (Carpintero Pino, 2013), es una prueba que nos permite detectar imperfecciones o discontinuidades superficiales y subsuperficiales del material, inicialmente se somete al material a una magnetización adecuada y se espolvorean partículas finas de material ferromagnético, usando un yunque magnético que funciona como imán se magnetiza todo el material ferromagnético indicando así si existe o no una imperfección.



Figura 34. Ensayo de Partículas Magnéticas
Fuente: (Romero Garcia, 2017)

d. Radiografías y rayos X (RT)

Según (Carpintero Pino, 2013), agrega que este método se basa en la propiedad de los rayos X o gamma de atravesar materiales opacos a la luz sin reflejarse o refractarse, produciendo una impresión fotográfica de la energía radiante transmitida, los defectos de los materiales absorben las radiaciones en distinta proporción que el material base, de forma que estas diferencias generan detalles de contraste claro-oscuro.



Figura 35. Inspección por Radiografía
Fuente: (Romero Garcia, 2017)

e. Ultrasonido (UT)

Recopilando información de (Carpintero Pino, 2013), sostiene que el presente ensayo se basa en el uso de una onda acústica de alta frecuencia, no perceptible por el oído humano, que se transmite a través de un medio físico, es usado para la obtención de discontinuidades internas y superficiales o para medir el espesor de paredes, para llevarlo a cabo se utiliza un material piezoeléctrico insertado dentro de un palpador, ese cristal piezoeléctrico transmite a la pieza una onda ultrasónica que se propaga a toda la superficie inspeccionada, la onda reflejada es detectada por el mismo cristal, originando una señal eléctrica que es amplificada e interpretado en forma de eco por el equipo de medida.



Figura 36. Ensayo de Ultrasonido
Fuente: (Romero Garcia, 2017)

2.8. Equipos de protección personal

Analizando la investigación de (Giraldo G., 2008), asegura que el tema de seguridad es primordial para la ejecución de las actividades de mantenimiento aeronáutico por lo que el objetivo principal de los EPP tiene como prioridad servir como obstáculo entre el agente del riesgo que puede ser un filo cortante, una superficie abrasiva, un objeto disparado o una sustancia peligrosa etc., y el cuerpo humano y así evitar lesiones que pueden producirse por el contacto con ellos, además (Cortés Díaz, 2007), recomienda los requisitos que deben presentar los EPP, deben estar condicionados por el tipo de lesión y el tipo de riesgo que se pretende evitar o minimizar, las condiciones del material usados en su fabricación deben adecuarse a la naturaleza del trabajo de tal manera que no produzca efectos nocivos en el usuario.

Tabla 5
Clasificación de los EPPs

CLASIFICACIÓN DE LOS EPP		
Atendiendo el grado de protección	EPPs de protección parcial	casco, guantes, calzado
	EPPs de protección integral	trajes contra fuego, dispositivos anticaídas
Atendiendo al tipo de riesgo que se destina	EPPs de protección frente agresivos físicos	Mecánicos: cascos, guantes
		Acústicos: tapones, orejeras
	EPPs de protección frente agresivos químicos	Térmicos: trajes, calzado
		Máscaras, mascarillas, dispositivos autónomos
EPPs de protección frente agresivos biológicos	Trajes especiales	
Atendiendo a la técnica que la aplica	EPPs para proteger al trabajador frente accidentes motivado por las condiciones de seguridad	

CONTINUA



	EPPs para proteger al trabajador frente a la enfermedad profesional motivada por las condiciones medioambientales	
Atendiendo a la zona del cuerpo a proteger	Protectores de cabeza	
	Protectores de oído	
	Protectores de ojos y la cara	
	Protectores de las vías respiratorias	
	Protectores de las manos y de los brazos	
	Protectores de los pies y piernas	
	Protectores de la piel	
	Protectores del tronco y el abdomen	
	Protectores de todo el cuerpo	
Atendiendo a su categorización	Categoría I	Debido a su diseño sencillo, el usuario puede juzgar por sí mismo su eficacia contra riesgos mínimos: guantes de jardinería, delantales de uso profesional, calzado ligero, gafas de sol.
	Categoría II	En esta clasificación se encuentran los EPPs que, no reuniendo las condiciones de la categoría anterior, no están diseñados de la forma y la magnitud de riesgo que se indica para los de categoría III
	Categoría III	Modelos de EPPs, de diseño complejo, destinados a proteger al usuario de todo peligro mortal o que pueda dañar gravemente y de forma irreversible la salud del usuario: protección respiratoria con filtros, protección contra los gases irritantes, radiaciones ionizantes. etc.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Consideraciones generales

3.1.1. Situación actual de la aeronave

La aeronave Cessna Citation II de identificación IGM – 628, actualmente se encuentra prestando sus servicios al Instituto Geográfico Militar a través de la toma de fotografías aéreas para la ejecución de los múltiples proyectos de esta institución para el desarrollo de nuestro país, paralelamente la aeronave brinda su servicio a la Brigada de Aviación del Ejército N°15 PAQUISHA para el transporte de autoridades y en algunos casos para ambulancia aérea, por tal motivo se encuentra haciendo base para sus operaciones en el aeropuerto internacional “COTOPAXI”, y para su respectivo mantenimiento se lo realiza en el GAE 44 “PASTAZA”.



Figura 37. Aeronave CESSNA CITATION II

3.1.2. Descripción general

En el capítulo vigente se analizan los procedimientos que se realizaron para la inspección del sistema hidráulico del tren de aterrizaje de acuerdo a la tarea de mantenimiento 32-01-00-710 que especifica el manual de la aeronave CESSNA CITATION II, todo ello enmarcado en las medidas de precaución y seguridad para evitar daños irreversibles tanto en los equipos y el personal de técnicos.

Se empleó el coeficiente intelectual alcanzado en la Unidad de Gestión de Tecnologías y con la tutela del tlgo. Andrés Arellano encargado del presente proyecto se alcanzó la correcta ejecución de la tarea de mantenimiento, el presente proyecto se lo llevó a cabo orientado a incluir el soporte del empenaje denominado TAIL STAND, el equipo brindará la seguridad necesaria para el levantamiento en gatas de la aeronave y el cumplimiento de las diferentes inspecciones que se aplican para mantener aeronavegabilidad.

3.2. Medidas de seguridad

- Uso correcto de los EPPs
- Delimitar el área de trabajo
- Utilizar los equipos y herramientas adecuadas
- Emplear los manuales respectivos
- Simulación del equipo en un software
- Considerar los conocimientos del personal de técnicos

3.3. Herramientas y equipos

- Juego de llaves mixtas en pulgadas
- Entorchador
- Destornilladores punta plana y estrella
- Soldadora eléctrica TIG
- Martillo de acero
- Martillo de goma
- Linterna
- Tripod Jack para el tren de Nariz P/N 02-0520-0110 (CJMD 107-006)
- Tripod Jack para el tren principal P/N 02-0526-0110 (CJMD107-007)
- Tail stand P/N 02-4007-0000 (CJMD107-004)
- Jacks Pad Kit P/N 5520151-2
- Unidad de servicio hidráulico portable P/N CJMD112-001

3.4. Mantenimiento del Equipo de Apoyo

Los equipos de apoyo en tierra en las aeronaves tienen una función primordial ya que brindan ayuda para el cumplimiento de las múltiples tareas de mantenimiento existentes, uno de estos son las gatas hidráulicas las mismas que son bombas manuales, este equipo tienen la capacidad de 5 toneladas. Adicional se realizó el mantenimiento respectivo de los equipos para el levantamiento de la aeronave las mismas que por encontrarse bajo las inclemencias del medio ambiente se encontraban en condiciones poco aceptables para cumplir su función especificada.



Figura 38. Gata Hidráulica sin mantenimiento



Figura 39. Mantenimiento de la Gata Hidráulica



Figura 40. Gata Hidráulica después de mantenimiento

3.5. Soporte para el empenaje de la aeronave

En referencia al manual de equipo y herramientas ilustradas de la aeronave Cessna Citation II, y al ATA 7 que está destinada para el izaje de la aeronave se encuentra la herramienta con numero de parte 02-4007-0000, la misma que proporciona la seguridad ante la posible inclinación del avión sobre su cola, este soporte se lo coloca a la altura del patín de cola y tiene una dimensión desde la posición cerrada hasta once pulgadas.

De acuerdo a las necesidades de la aeronave al momento de su adquisición los equipos de apoyo y herramientas fueron limitados por tal motivo se crea una réplica en concordancia al gráfico y a los estándares de seguridad para ejecutar las tareas de levantamiento en gatos de la aeronave.

3.6. Proceso de diseño del soporte TAIL STAND

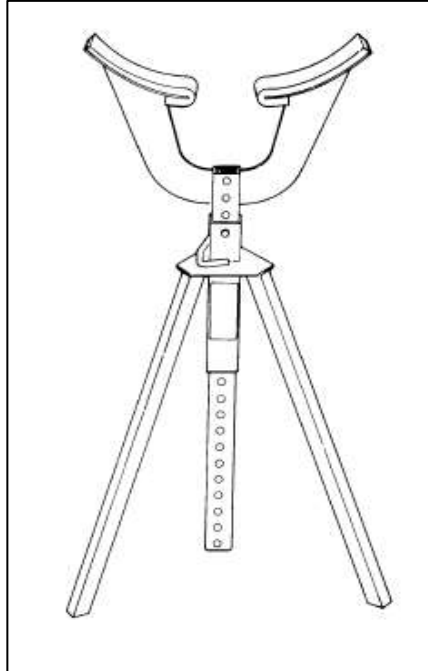


Figura 41. Tail Stand

Fuente: (Cessna Aircraft Company, 2004)

3.6.1. Diseño en SOLIDWORK

- Estudiar un arquetipo de la estructura del soporte que brinde las características necesarias para su empleo cumpliendo todos los estándares de seguridad, capaz de evitar que la aeronave se incline sobre su cola.
- Esbozar el soporte con medidas reales en referencia a los manuales estudiados.
- Establecer el material (ASTM A36) que se va a utilizar para ingresar los datos y permitir la simulación de acuerdo a los requerimientos.
- Comprobar mediante simulaciones los esfuerzos y cargas que debe soportar.

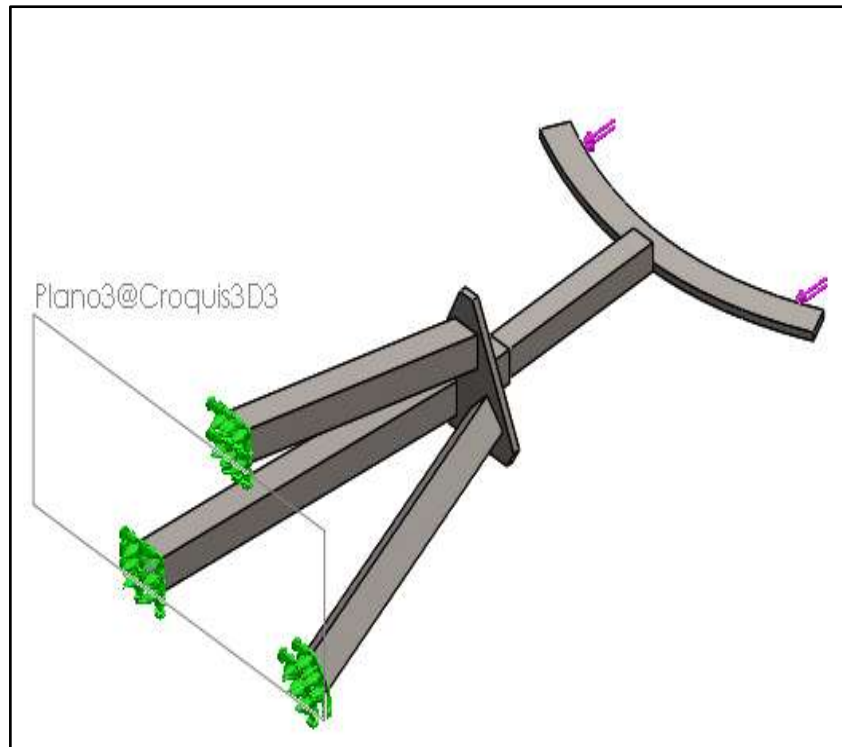


Figura 42. Diseño del Soporte en SOLIDWORK

a. Mallado por elementos finitos

- Definir el modelo de los elementos en referencia a lo que se está diseñando, seguidamente se establece las cargas externas que se aplicaran a la estructura.
- Analizar los datos computados por el software generando una malla de similitud con una fuerza aplicada de 380Kgf.
- Valorar los resultados emitidos a través de una gama de colores donde se especifica la generación de esfuerzos y deformaciones.

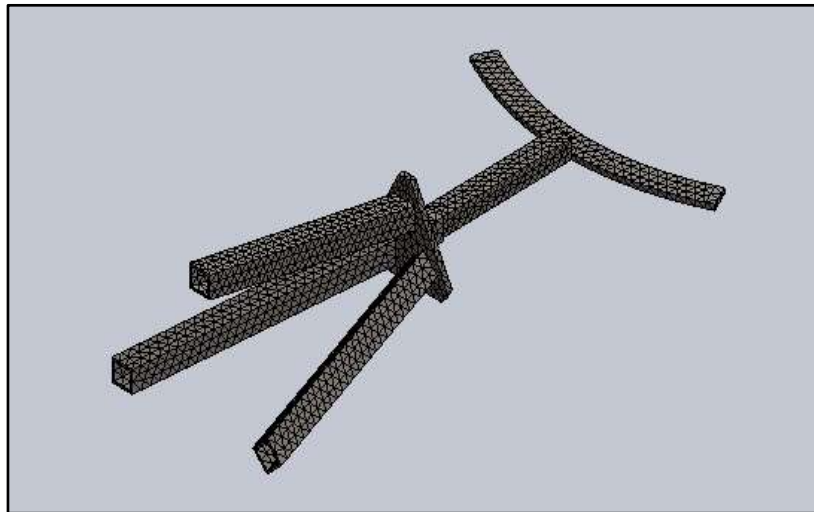


Figura 43. Mallado por Elementos Finitos

b. Tensión de Von Mises

- Valorar el rango de colores establecido para la estructura el cual está entre $3,783e+03$ a $1,613e+08 \frac{N}{m^2}$, de azul a rojo respectivamente.
- Verificar en donde se va a generar más este esfuerzo fundamentándose que el color rojo es la zona más vulnerable a sufrir alguna deformación.

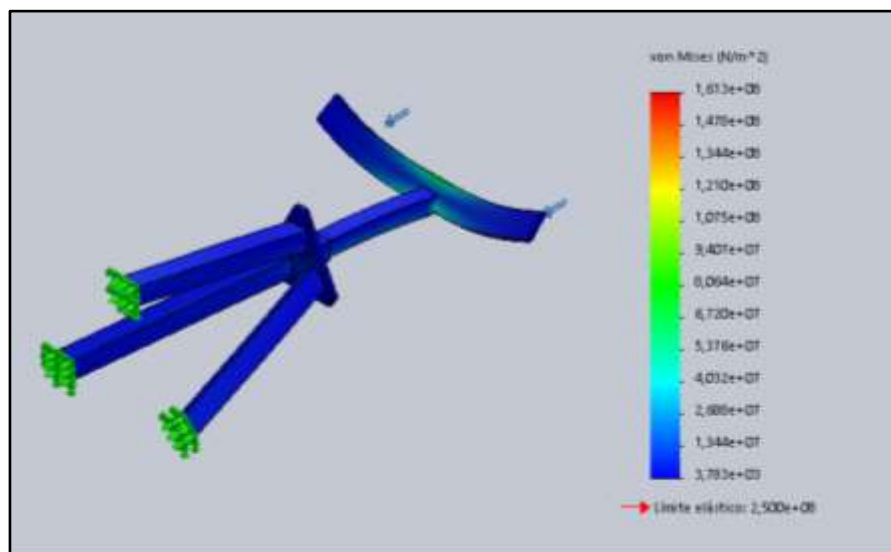


Figura 44. Tensión Von Mises

c. Desplazamientos URES

- Examinar el rango de colores establecido para la estructura el cual está entre $4,543e-01$ mm para el color rojo.
- Identificar en donde se va a generar más este esfuerzo fundamentándose que el color rojo es la zona más vulnerable a sufrir algún desplazamiento.

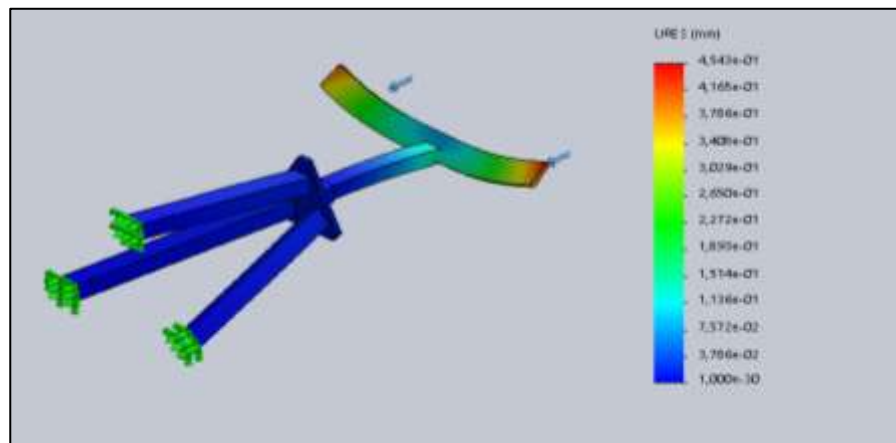


Figura 45. Desplazamiento URES

d. Deformación ESTRN

- identificar el rango de colores establecido para la estructura el cual está entre $2,897e-08$ a $3,439e-04$ de azul a rojo respectivamente.
- Comprobar en donde se va a generar más este esfuerzo fundamentándose que el color rojo es la zona más vulnerable a sufrir alguna deformación.

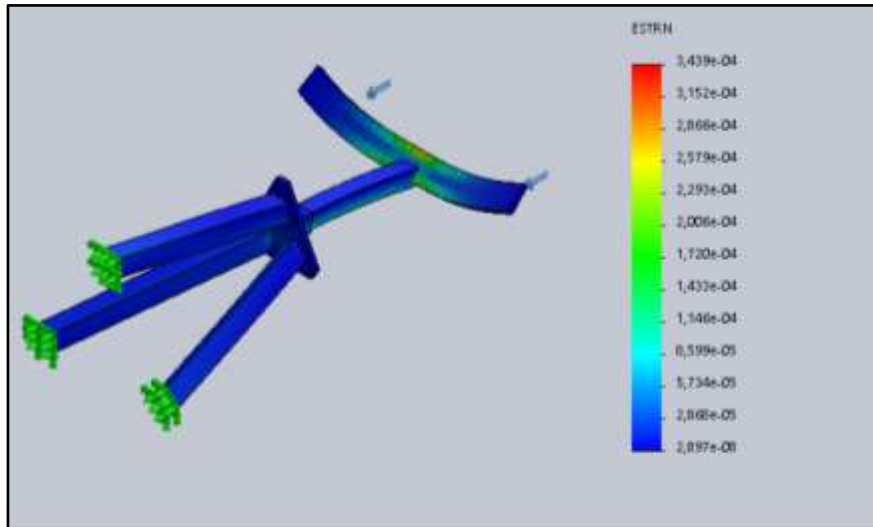


Figura 46. Deformación ESTRN

e. Factor de seguridad

- Apreciar el rango de colores establecido para la estructura el cual está entre $6,609e+04$ a $1,157e+00$, de azul a rojo respectivamente.
- Determinar el factor seguridad el cual se va a operar para la construcción del soporte.

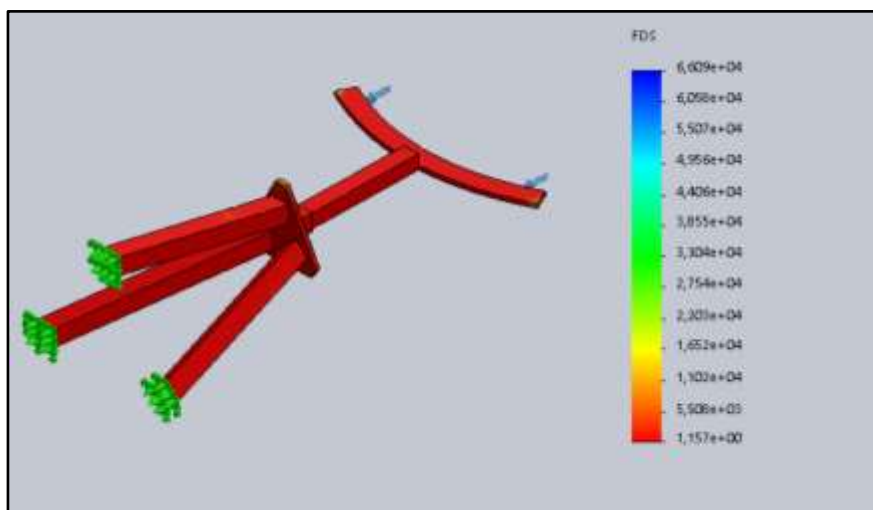


Figura 47. Factor Seguridad

3.7. Procedimiento de fabricación del soporte TAIL STAND

3.7.1. Preparación de los elementos usados

- Adquirir los materiales, herramientas, equipos especiales adecuados para la ejecución del proyecto, equipos de protección personal establecidos por estándares de seguridad y de esta manera proteger los equipos y personal de operarios. En los gráficos se detallan los elementos usados.



Figura 48. Acero ASTM A36



Figura 49. Equipo para Suelda TIG

3.7.2. Trazo y corte del material

- Trazar las medidas sobre material (ASTM A36) de acuerdo los requerimientos necesarios.



Figura 50. Trazado del Material

- Cortar el material con la ayuda de una sierra circular eléctrica para lograr un corte perfecto, seguidamente limpiar los residuos de material para lograr una unión adecuada.



Figura 51. Corte con Sierra Circular Eléctrica

3.7.3. Unión por suelda TIG

- Soldar el material cortado con la finalidad de unir las piezas y continuar con el proceso de fabricación del soporte de una manera alineada para que no se desprenda al momento de su uso.



Figura 52. Unión del Material por el Proceso TIG

3.7.4. Ubicación de los agujeros para regular la altura

- Perforar el tubo central con la ayuda de un taladro eléctrico de pedestal a una distancia de 5 cm entre cada punto de seguridad.



Figura 53. Perforaciones de Seguridad

3.7.5. Proceso de acabados y pintura del soporte

- Limpiar la superficie de la estructura para realizar el procedimiento de ensayos no destructivos a través de los líquidos penetrantes específicamente en los puntos de suelda en sus tres pasos, el primero limpiador, seguidamente el penetrante, y para finalizar el revelador.



Figura 54. KIT Líquidos Penetrantes



Figura 55. Estructura
limpia

- Pintar toda la estructura de color amarillo anticorrosiva o anti oxidante para proteger al equipo culminado ante los diferentes agentes y evitar su deterioro prolongando su vida útil.



Figura 56. Acabados y Pintura

3.8. Prueba del soporte en la aeronave

Finalizado los trabajos de diseño, análisis de esfuerzos y fabricación del soporte se procede a realizar las pruebas respectivas en la aeronave Cessna Citation II para demostrar que el arquetipo cumple con los requerimientos necesarios y adecuados para realizar el levantamiento en gata y dar cumplimiento a las tareas de mantenimiento necesarias.



Figura 57. Prueba del Soporte en la aeronave

3.9. Inspección del sistema del tren de aterrizaje

3.9.1. Información general

El tren de aterrizaje de la aeronave Cessna Citation II es controlado eléctricamente, y actuado hidráulicamente para las operaciones normales de extensión y retracción. La extensión auxiliar es operada manualmente por medio de una palanca y cables, mientras que la extensión de emergencia es controlada manualmente y actuada de manera neumática.

Este procedimiento consta de varios de varias verificaciones, si se desea realizar un chequeo específico se debe configurar correctamente antes de la prueba y debe ser restaurado después de la prueba, todos los trabajos deben ser ejecutados bajo la supervisión del personal técnico con la respectiva documentación que garantice la seguridad de la aeronave, equipos y del talento humano.

la prueba funcional que presenta la tarea de mantenimiento 32-01-00-710 está conformada por cuatro subtareas que son la prueba y preparación del sistema, prueba del circuito en paralelo de los seguros del tren arriba y el seguro del tren abajo, la prueba de ciclos cortos, y para culminar la prueba de extensión por emergencia.

3.9.2. Chequeo y preparación del sistema

- Levante la aeronave hasta que los neumáticos se liberen del suelo para lo consiguiente referirse al capítulo 7 Practicas de mantenimiento para el levantamiento,

los puntos de levantamiento de la aeronave en gatos hidráulicos se encuentran debajo del morro, debajo de las dos alas y debajo del empenaje.

- Considerar que para el levantamiento estándar del avión se realiza utilizando gatos de tipo trípode. Un punto Jack adyacente al área del engranaje de la nariz y un punto de gato fuera de cada pozo de la rueda de engranaje principal

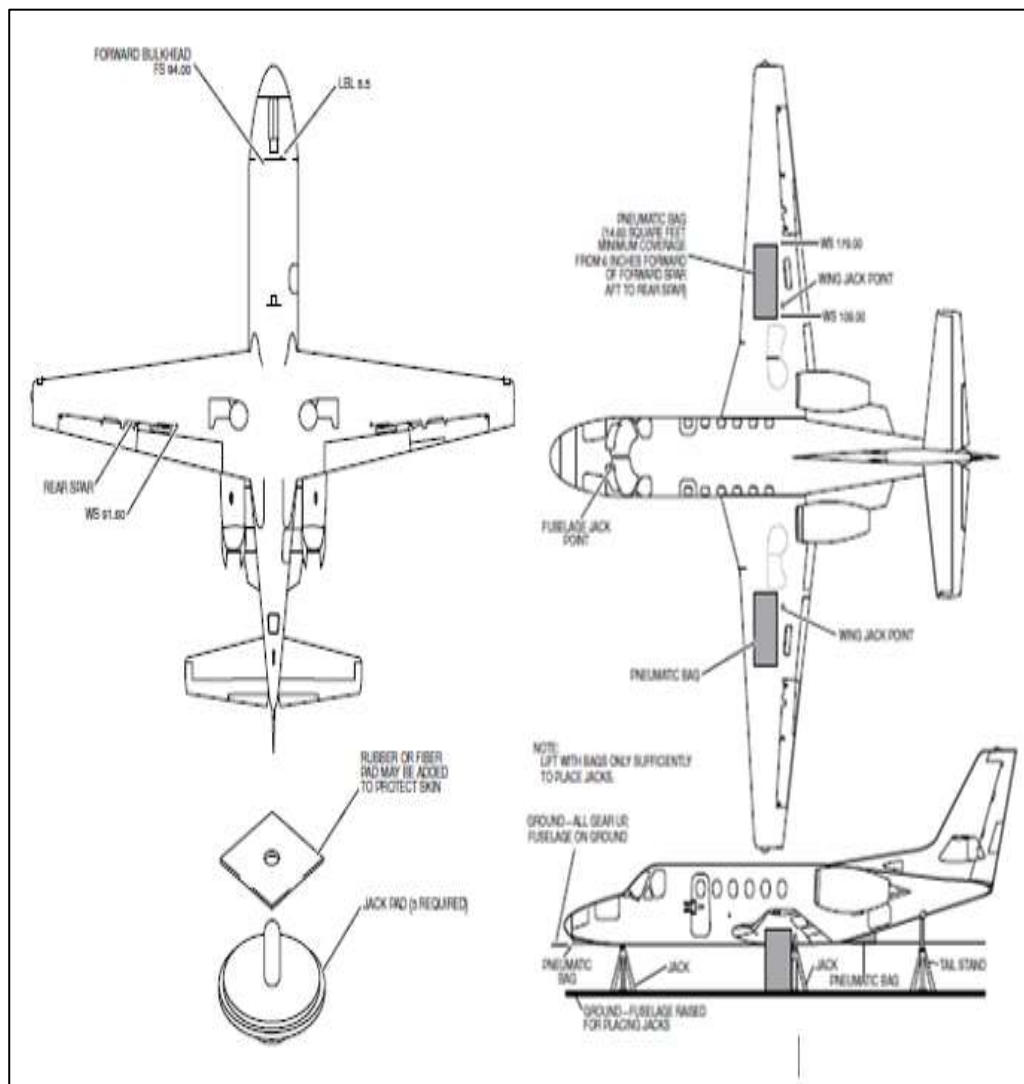


Figura 58. Puntos de levantamiento de la aeronave

Fuente: (FlightSafety International, 2018)



Figura 59. Aeronave Levantada

- Para preparación del sistema hidráulico de la aeronave, se debe tener en cuenta que las válvulas shutoff deben permanecer en la posición abierta para prevenir un excesiva contra presión en el sistema



Figura 60. Válvula Shutoff

- Verificar en el panel circuit breaker que este enganchados, RH BUS N°1, N°2, N°3; WARN LTS 1, 2; LH BUS N°1, N°2, N°3; GEAR CONTROL, y los siguientes circuit breakers desenganchados; SPEED BRAKE; LH THRU REV y RH THRU REV.



Figura 61. Cabina de la Aeronave
Fuente: (CESSNA, 2016)



Figura 62. Panel LH Circuit Breakers



Figura 63. Panel RH Circuit Breakers

- Constatar que el personal esté libre de las áreas de alojamiento del tren de aterrizaje, en vista que se maneja altas presiones y puede golpearles o atraparles, ocasionando heridas graves e incluso la muerte del personal
- Chequear que la palanca de accionamiento del tren de aterrizaje este en la posición abajo antes de iniciar cualquier tipo de chequeo, adicional se debe visualizar las luces verdes anunciadoras del tren asegurado estén iluminados y la luz roja se enciende cuando está en transición los mecanismos o también se enciende cuando uno o todos los mecanismos no están asegurados.



Figura 64. Palanca de Accionamiento del Tren de Aterrizaje

- Revisar que los alojamientos del tren de aterrizaje principal y el de nariz se encuentre en perfectas condiciones sin huellas de fuga de hidráulico, rozamientos, desgates producidos por el funcionamiento, adicionalmente chequear el estado y condición del cable para la liberación de los mecanismos y sus respectivos seguros.



Figura 65. Alojamiento Tren de Nariz



Figura 66. Alojamiento del Tren Principal Izquierdo



Figura 67. Alojamiento del Tren principal Derecho

- Para activar extender el tren de aterrizaje por emergencia se libera los seguros a través de la palanca de emergencia girando 45° en sentido horario, posteriormente se descarga la presión neumática con la ayuda de la palanca de liberación de presión permitiendo 10 descargas cortas y paulatinas para lograr una operación de frenado de la aeronave en condicione de seguridad.



Figura 68. Palanca de Extensión de Emergencia



Figura 69. Palanca de Descarga de Presión



Figura 70. Aeronave en el suelo

- Asegurarse que la aeronave sea restaurada a la configuración original

3.10. Simbología en Diagramas de flujo

Para (Harrington, 1993), “Una imagen vale más que mil palabras” literalmente podemos decir que “Un diagrama de flujo vale más que mil procedimientos”, entonces se puede decir que un diagrama de flujo es una herramienta que nos simplifica el procedimiento, funcionamiento interno y las relaciones de las actividades que se realizan en los procesos ya que representan gráficamente las actividades a realizarse.

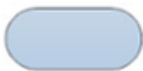


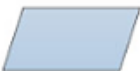

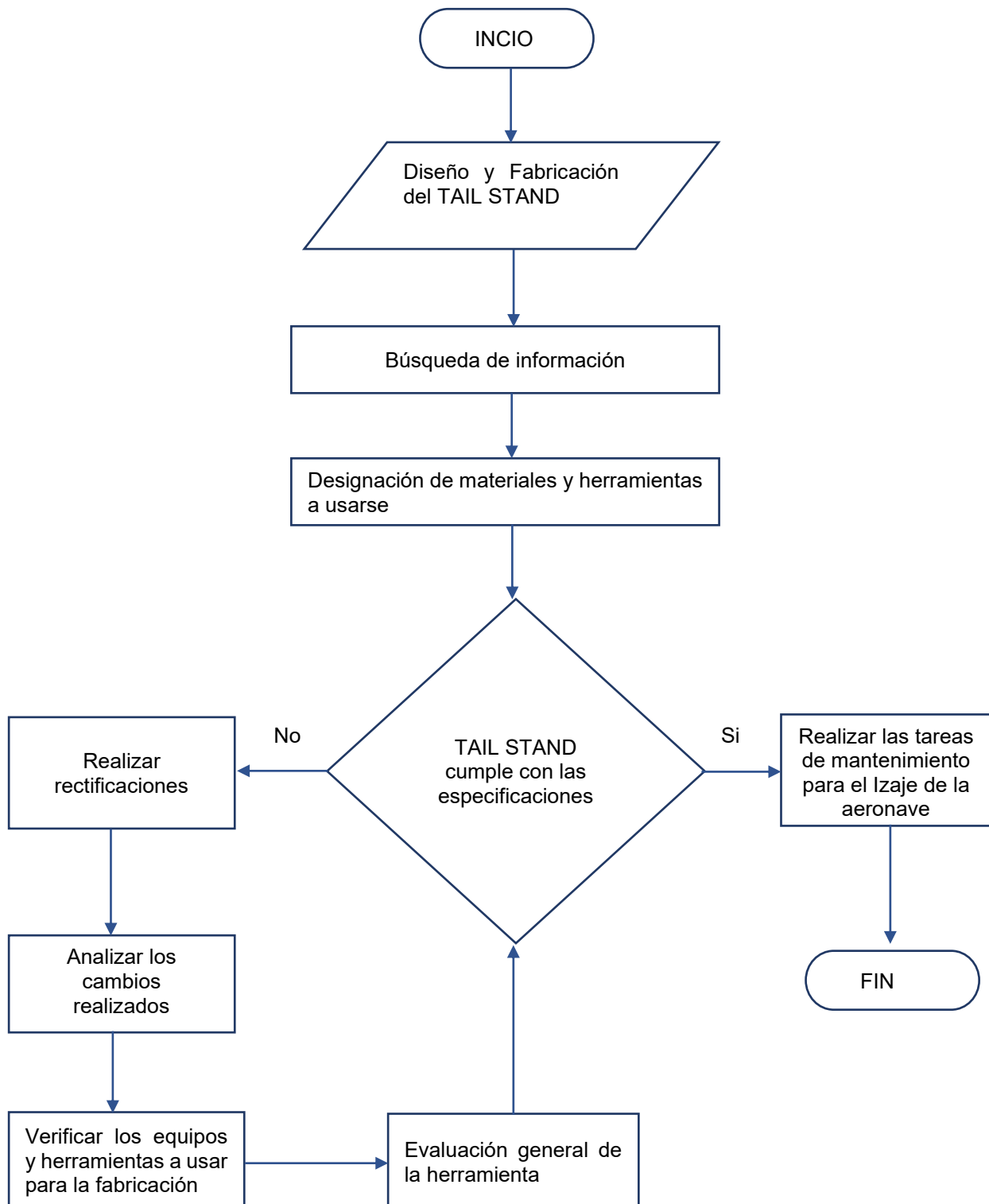
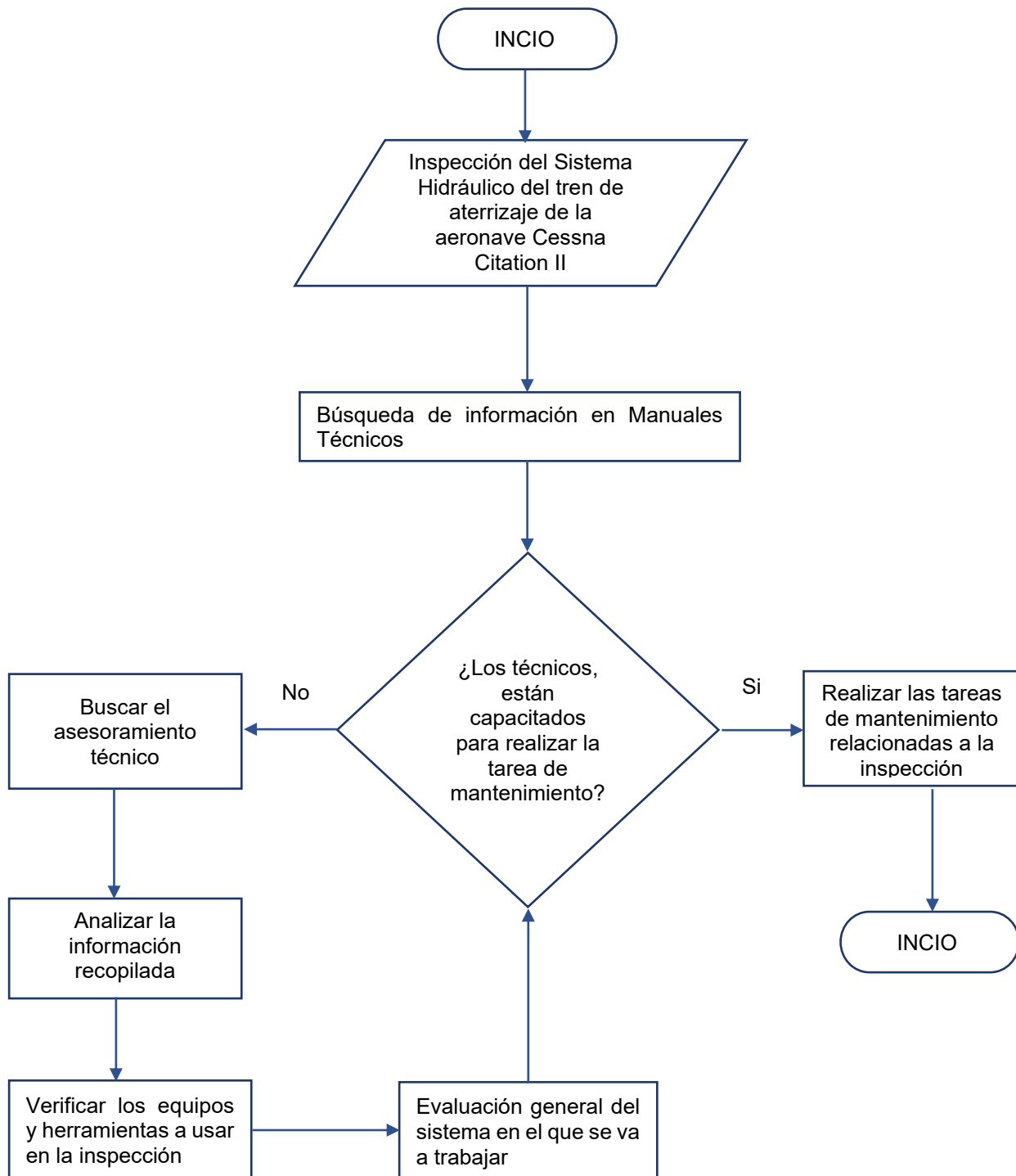
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	INICIO/FINAL: REPRESENTA EL INICIO Y EL FINAL DE UN PROCESO
	DECISIÓN: PERMITE ANALIZAR LA SITUACIÓN, CON BASE EN LOS VALORES SI-NO o VERDADERO O FALSO
	LÍNEA DE FLUJO: INDICA EL ORDEN DE LA EJECUCIÓN DE LAS OPERACIONES. LA FLECHA INDICA LA SIGUIENTE INSTRUCCIÓN
	ENTRADA/SALIDA: REPRESENTA LA LECTURA DE DATOS EN LA ENTRADA Y LA IMPRESIÓN DE DATOS EN LA SALIDA
	PROCESO: REPRESENTA CUALQUIER TIPO DE OPERACIÓN

Figura 71. Símbolos del diagrama de flujo

3.10.1. Análisis del Diagrama de Flujo del TAIL STAND



3.10.2. Análisis del Diagrama de Flujo de la Inspección



3.11. Presupuesto

Al iniciar el trabajo investigativo se realizó un análisis económico provisional de gastos el cual bordeaba los 850 USD, en el lapso del cumplimiento de los trabajos necesarios se realizaron se contabilizaron los costos y gastos reales los cuales se detallan a continuación.

3.12. Análisis de costos

Para el desarrollo del trabajo investigativo en el cual consta la rehabilitación del elevador hidráulico de la aeronave CESSNA CITATION II y la implementación del TAIL STAND, se detallan los costos primarios y secundarios.

3.12.1. Costos primarios

Materiales y herramientas

Tabla 6.
Costos Primarios

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	VALOR TOTAL USD
Placa de Acero ASTM A36	2	\$15,00	\$30,00
Tubo de acero ASTM A36	4	\$10,00	\$40,00
Alquiler de suelda TIG	1	\$75,00	\$75,00
Ensayo NDI	1	\$30,00	\$30,00
Pintura de poliuretano	1	\$20,75	\$20,75
Equipos de protección software	N/A	\$35,35	\$35,35
mantenimiento de elevadores hidráulicos	1	\$30,00	\$30,00
	3	\$230,00	\$690,00
TOTAL			\$951,10

3.12.2.Costos secundarios

Tabla 7.
Costos Secundarios

DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL USD
Trámites administrativos	\$20,00
Elaboración de Ejemplares	\$25,00
Varios (Transporte - Alimentación)	\$113,35
TOTAL	\$158,35

3.12.3.Costo total

Tabla 8.
Costo Total

DESCRIPCION	VALOR TOTAL USD
Costos Primarios	951,10
Costos Secundarios	158,35
TOTAL	1109,45

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- De acuerdo a la información técnica que posee la aeronave y la disponibilidad del personal de técnicos del GAE 44 “PASTAZA”, se realizó un estudio en el cual se presenta la necesidad de realizar un mantenimiento preventivo de los elevadores hidráulicos y la implementación del soporte para el empenaje TAIL STAND.
- Con el aporte intelectual del personal de técnicos de la DIAF, GAE 44 “PASTAZA”, y docente encargado del presente proyecto se ejecutó los trabajos necesarios para rehabilitar las herramientas necesarias como son los elevadores hidráulicos y como medida de seguridad se elaboró el soporte para el empenaje denominado TAIL STAND.
- Para comprobar que las herramientas rehabilitadas y el soporte implementado cumplen con los requerimientos de funcionamiento y seguridad se realiza la tarea de mantenimiento respectiva, arrojando como resultado la condición operable de los mismos.

4.2. Recomendaciones

- Mantener la información de la aeronave, herramientas, equipos especiales actualizados y en condiciones operables ya que esto permitirá que las diferentes tareas de mantenimiento se ejecuten a cabalidad como lo indica los diferentes manuales de mantenimiento.
- Promover la capacitación y certificación del personal que realiza las actividades de mantenimiento aeronáutico encaminados a brindar el soporte técnico a los equipos de apoyo en tierra, este tipo de actualizaciones permitirá que los equipos estén en buenas condiciones a cualquier momento que se lo requiera.
- Llevar un control de los mantenimientos respectivos de los equipos de apoyo en tierra, y al momento de realizar cualquier tipo de trabajo de mantenimiento ya sea en estos equipos o en la aeronave usar los EPP, herramientas, equipos adecuados para evitar daños irreversibles en talento humano y los materiales usados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AeronauticalBSchool. (2018). *www.itaerea.es*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2019, de <https://www.itaerea.es/mantenimiento-aeronautico>

Caceres Reyes, D. G., & Guevara Barreto, R. A. (Febrero de 2012). *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana*. Recuperado el 28 de septiembre de 2019, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4834/6/UPS-KT00029.pdf>

Carpintero Pino, J. (2013). *Soldadura básica: guía práctica*. Bogotá: Ediciones de la U.

CESSNA. (2016). *MAINTENANCE MANUAL*.

Cessna Aircraft Company. (2004). *Illustrated Tool and Equipment Manual*. WICHITA, KANSAS, USA.

Cortés Díaz, J. M. (2007). *Seguridad e higiene del trabajo : técnicas de prevención de riesgos laborales. 10 ed.; existe además 9 ed.* Madrid: Tébar.

CULTURAL, S.A. (2002). *Manual de Mecánica Industrial NEUMÁTICA E HIDRÁULICA*. España: CULTURAL, S.A.

DGAC. (23 de 03 de 2010). <https://www.aviacioncivil.gob.ec/biblioteca/>. Recuperado el 18 de Octubre de 2019, de <https://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/1.-RDAC-Parte-00123-Mar-10-1.pdf>

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. (2018). *AVIATION MAINTENANCE THECNICIAN HANDBOOK - AIRFRAME, VOLUMEN 2*. EEUU: ASA.

FlightSafety International. (2018). *Maintenance Training Manual*. EEUU.

Giraldo G., A. (2008). *Seguridad Industrial*. Colombia: Ecoe Ediciones.

González-Santander, J. L., & Catellano Estornell, G. (2014). *Fundamentos de Mecánica de Fluidos*. España: Editorial Club Universitario.

Harrington, H. J. (1993). *Mejoramientos de los Procesos de la Empresa*. Bogotá: McGraw-Hill.

Ismael. (09 de 10 de 2016). *Como Funciona*. Recuperado el 28 de Octubre de 2019, de <https://comofunciona.co.com/el-gato-hidraulico/>

Lombardo, D. A. (1994). *Sistema de Aeronaves: Conozca a fondo su avión*. Madrid: Paraninfo.

Martinez Guevara, M. G. (08 de 03 de 2012). *DSpace Tesis IPN*. Recuperado el 7 de Noviembre de 2019, de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/9098/1675%202011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mataix Plana, C. (1982). *Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas 2e*. México, D.F.: Alfaomega.

Oñate, A. E. (2007). *Conocimientos del Avión*. España: Thomson Editores Spain Paraninfo S.A.

Patton, W. J. (1982). *Ciencia y técnica de la soldadura*. Bilbao: Urmo.

Romero Garcia, E. (Diciembre de 2017). *DSpace Tesis IPN*. Recuperado el 19 de Noviembre de 2019, de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/24188/19-CD129%20I.M.%2007-17.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SPAIN, T. N. (s.f.). Recuperado el 28 de Noviembre de 2019, de CATALOG GROUND

SUPPORT

EQUIPMENT:

http://www.navirnet.net/old/Tronair_Catalog_NUEVO_NAVI.pdf

ANEXOS



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN

AVIONES

CERTIFICACIÓN

Se certifica que la presente monografía fue desarrollada por el señor CUENCA FERNÁNDEZ HOLGER ARMANDO

En la ciudad de Latacunga a los 10 días del mes de febrero del 2020

Aprobado por:


Tlgo. Andrés Arellano
DIRECTOR DEL PROYECTO


Ing. Rodrigo Bautista
DIRECTOR DE CARRERA


Abg. Sarita Plaza
SECRETARIA ACADÉMICA