

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

“CONSTRUCCIÓN DE UN DOLLY E IMPLEMENTACIÓN DE UNA GATA HIDRÁULICA DE 20 TONELADAS PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL BLOQUE DE FRENOS DEL AVIÓN ESCUELA FAIRCHILD FH-27 DE TAL FORMA QUE MEJORE EL PERFECCIONAMIENTO TÉCNICO DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA DEL ITSA.”

POR:

HERNÁNDEZ CAIZA JOSÉ MAURICIO

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

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

2013

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. **HERNÁNDEZ CAIZA JOSÉ MAURICIO**, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCION AVIONES.

Ing. Pablo Espinel
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACION

Latacunga, Septiembre 20 del 2013

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a Dios por darme la fuerza para cumplir con mis metas y objetivos.

Especialmente a mí amada madre que en las buenas y en las malas, con su amor y paciencia siempre me supo brindar su apoyo incondicional, a mi padre, hermanos y familiares que estuvieron junto a mí en este duro trayecto y confiaron en mí. Ellos fueron mi fortaleza, mi apoyo, mi ayuda y mi empuje.

Hernández Caiza José Mauricio

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento infinito a Dios por darme el privilegio de vivir, la salud y la fortaleza para seguir caminando y luchando en el sendero de la vida.

A mi madre María Caiza por su amor, buenas enseñanzas y valores que me supo guiar hacia el camino del bien, a mi padre y mis hermanos por darme su respaldo para alcanzar mis metas.

A mis amigos, por ser mi familia y apoyo en la lejanía de mi hogar durante largos tres años, por su amistad incondicional, que son una etapa inolvidable en mi vida.

Al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico por abrirme las puertas y darme la oportunidad de ingresar a dicha institución. A mis profesores y profesoras, por su paciencia y dedicación al momento de impartir sus conocimientos en las aulas.

Hernández Caiza José Mauricio

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvi
SUMARY	xvii

CAPÍTULO I EL TEMA

1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación e Importancia	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Alcance	3

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción	5
2.2 Mantenimiento Aeronáutico	6
2.2.1 Concepto.....	6
2.2.2 Mantenimiento Preventivo	6
2.2.3 Mantenimiento Correctivo	6
2.2.4 Mantenimiento Predictivo	6

2.3. Tren de aterrizaje	7
2.3.1. Generalidades	7
2.3.2. Función	7
2.3.3. Tipos de trenes de aterrizaje	8
2.3.1. Tipos por número de ruedas	8
2.3.3.1. Tren triciclo.....	8
2.3.3.2. Tipos por características de articulación.....	10
2.3.3.3. Tipos por sistema de suspensión	10
2.3.3.4. Tipos por geometría de suspensión	11
2.3.3.5. Tipos por sistemas de extensión y retracción del tren	12
2.3.4. Elementos del tren	13
2.3.4.1. Amortiguadores	13
2.3.4.2. Articulación de torsión	14
2.3.4.3. Ruedas.....	14
2.3.4.3. Frenos.....	15
2.4. Sistema de frenos	15
2.4.1 Sistemas de frenos Independientes	16
2.4.1.1. Sistemas de frenos independientes – Goodyear Master Cylinder.....	17
2.4.1.2. Sistemas de frenos Independientes – Warner Master Cylinder	17
2.4.2. Conjuntos de frenos	18
2.4.2.1. Frenos de disco único	18
2.4.2.2. Frenos de disco doble	20
2.4.2.3. Frenos de discos múltiples	20
2.4.2.4. Frenos de rotor segmentado	20
2.4.2.5. Frenos de tubo expansor.....	21
2.4.3. Inspección y mantenimiento del sistema de frenos	22
2.5. ATA 32 del Fairchild FH-227	23
2.5.1. Presentación	23
2.5.2. Descripción y operación del sistema de control del tren de aterrizaje.....	23
2.5.2.1. Sistema	23
2.5.2.2. Componentes.....	26
2.6. Equipo Dolly.....	32
2.7. Gatas Hidráulicas	32
2.7.1. Tipos de gatas hidráulicas.....	33

2.8. Soldadura.....	33
2.8.1. Tipos de soldadura.....	33
2.8.2. Soldadura por arco eléctrico.....	34
2.8.2.1. Elementos de la suelda eléctrica.....	35
2.8.3. Electroodos.....	36
2.8.3.1. Partes de un electrodo.....	36
2.8.3.2. Nomenclatura de un electrodo.....	37
2.8.3.2.1. Resistencia a la tracción.....	37
2.8.3.2.2. Posiciones para soldar.....	37
2.8.3.2.3. Fuente de energía y polaridad.....	37
2.8.4. Protección personal en soldadura.....	38
2.8.4.1. Elementos de seguridad para suelda.....	38
2.8.4.2. Recomendaciones.....	39
2.9. Tubo estructural rectangular, cuadrado y redondo.....	40
2.9.1. Usos.....	40
2.9.2. Especificaciones técnicas.....	41
2.10. Acero 1018.....	41
2.10.1. Descripción.....	41
2.11. Perfil hierro ángulo.....	42
2.11.1. Usos.....	42
2.11.2. Especificaciones Técnicas.....	43
2.12. Planchas metálicas.....	43
2.12.1. Especificaciones técnicas.....	43
2.13. Ruedas.....	43
2.14. Torno.....	44
2.14.1. Torneado de un eje.....	45
2.14.2 Taladrado.....	46
2.14.3 Ranurado.....	47
2.14.4. Tronzado.....	47
2.14.5. Herramientas de corte convencionales.....	48
2.15. Amoladora.....	49
2.15.1. Protección personal.....	49
2.15.2. Precauciones generales.....	49
2.15.3 Discos de corte y desbaste.....	59

2.15.3.1 Nomenclatura	50
2.16. Pintura.....	51
2.16.1. Términos de pintura	51
2.16.2. Mezcal y dilución de los materiales de revestimiento	52
2.16.3. Preparación de la superficie	53
2.16.4. Técnicas del uso de la pistola de pintar.....	53
2.16.4.1. Partes de una pistola de aire	54
2.16.5. Seguridad al momento de aplicar el revestimiento	55
2.16.6. Norma oficial para la utilización de colores en seguridad	56
2.17. Software de simulación	58
2.18. Análisis de elementos finitos	59
2.18.1. Aplicación.....	59
2.18.2. Revisión de la literatura del análisis por elementos finitos	60
2.18.3. Análisis por elementos finitos	60
2.18.4. Pre-procesamiento	60
2.18.5 Análisis (cómputo de la solución)	61
2.18.6. Post-Procesamiento (visualización).....	61
2.19. Teoría de Von Mises	62
2.20. Deformación.....	63
2.21. Elasticidad.....	63

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Preliminares	64
3.2. Diseño.....	64
3.3. Simulación y análisis en el software	65
3.3.1 Análisis de la estructura estática (t=1s).....	65
3.3.1.1. Esfuerzo principal máximo	65
3.3.1.2. Esfuerzo principal mínimo	65
3.3.1.3. Elasticidad.....	66
3.3.1.4. Deformación total	67
3.3.1.5. Esfuerzo de Von Mises	67

3.3.2. Análisis de la estructura en funcionamiento ($t=10s$)	68
3.3.2.1. Deformación total de la maquina	68
3.3.2.2. Análisis de la deformación en el punto más crítico de la maquina	68
3.3.2.3. Deformación unitaria de la maquina (Elasticidad).....	69
3.3.2.4. Deformación unitaria (Elasticidad) - Columna vs Base	70
3.3.2.5. Deformación unitaria en la placa de levantamiento	70
3.3.2.6. Esfuerzo de Von Mises	71
3.3.2.7. Esfuerzo de Von Mises en la placa de levantamiento.....	71
3.3.2.8. Factor de seguridad	72
3.3.2.9. Conclusión	72
3.3. Construcción	73
3.3.1. Estructura Fija	73
3.3.2. Estructura Móvil	75
3.3.3. Base de asentamiento del conjunto.....	76
3.3.4. Planitas para los rodillos	77
3.3.5. Rodillos	78
3.3.6. Placa de levantamiento	80
3.3.7. Base de asentamiento para la gata	80
3.3.8. Ruedas giratorias	80
3.3.9. Gata hidráulica	81
3.3.10. Acabados (primer y pintura)	81
3.4. Codificación de maquinas, equipos y herramientas.....	83
3.5. Diagrama de proceso de construcción	84
3.5.1. Simbología	84
3.5.2. Diagrama de proceso de construcción de la estructura fija	84
3.5.3. Diagrama de procesos para la estructura móvil.....	86
3.5.4. Diagrama de procesos para la Base de asentamiento	90
3.5.5. Diagrama de proceso para las platinas de los rodillos.....	92
3.5.6. Diagrama de proceso para los rodillos	94
3.5.7. Diagrama de proceso para la placa de levantamiento	95
3.5.8. Diagrama de proceso para la base de asentamiento de la gata	96
3.5.9. Diagrama del ensamblaje final del Dolly.....	98
3.6. Funcionamiento.....	99
3.7. Elaboración de manuales.....	99

3.7.1. Tipos de manuales	99
3.8. Estudio económico	109
3.8.1. Presupuesto	109
3.8.2. Análisis de costos	109
3.8.2.1. Costos primarios.....	109
3.8.2.1.1. Costos de materiales	110
3.8.2.1.2 Costos de utilización de herramientas y equipos	111
3.8.2.1.3. Costos por mano de obra	112
3.8.2.1.4. Total de costos primarios.....	112
3.8.2.2. Costos secundarios	112
3.8.2.2.1. Total costos secundarios	112
3.8.2.3. Costo total del proyecto.....	113

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones	114
4.2. Recomendaciones	115
ABREVIATURAS	116
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	117
BIBLIOGRAFÍA	118
ANEXOS	119

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 2.1: Clasificación de los trenes por número de ruedas	9
Figura 2.2: Clasificación de los trenes por número de ruedas (continuación).....	10
Figura 2.3: Tren de ballesta	11
Figura 2.4: Pata del tren con suspensión telescópica	12
Figura 2.5: Tren de suspensión articulada	12
Figura 2.6: Tren de suspensión articulada	13
Figura 2.7: Amortiguador oleoneumático.....	14
Figura 2.8: Articulación de torsión	14
Figura 2.9 Rueda de llanta partida.	15
Figura 2.10: Bloque de frenos de disco múltiple	15
Figura 2.11: Sistema de frenos independientes	17
Figura 2.12: Goodyear Masterr Cylinder	17
Figura 2.13: Warner Master Cylinder	18
Figura 2.14: Frenos de Disco Único	19
Figura 2.15: Frenos de discos Múltiples	20
Figura 2.16: Frenos de Rotor Segmentado	21
Figura 2.17: Frenos de Tubo Expansor	22
Figura 2.18: Inspección del Sistema de frenos.....	23
Figura 2.19: Esquema del control eléctrico del tren de aterrizaje	26
Figura 2.20: Componentes del tren de aterrizaje.....	30
Figura 2.21: Válvulas Controladoras.	31
Figura 2.22: Equipo Dolly	32
Figura 2.23: Gata Hidráulica tipo botella	33
Figura 2.24: Trabajo de soldadura por arco eléctrico	34
Figura 2.25: Elementos de una suelda eléctrica	35
Figura 2.26: Partes constitutivas de un electrodo para suelda por arco	36
Figura 2.27: Elementos de protección personal para suelda por arco	39
Figura 2.28: Tubos estructurales: redondos, cuadrados y rectangulares	40
Figura 2.29: Acero 1018.....	41
Figura 2.30: Perfil hierro ángulo	42

Figura 2.31: Plancha metálica.....	43
Figura 2.32: Rueda con doble freno	44
Figura 2.33: Torno	44
Figura 2.34: Cilindrado	45
Figura 2.35: Taladrado	46
Figura 2.36: Ranurado	47
Figura 2.37: Tronzado.....	47
Figura 2.38: Porta herramientas de espiga recta.....	48
Figura 2.39: Puente de sujeción.....	48
Figura 2.40: Amoladora Boch.....	49
Figura 2.41: Nomenclatura de los discos de corte y desbaste.....	51
Figura 2.42: Partes de una pistola de aire	54
Figura 2.43: Análisis de una estructura sujeta a deformaciones	59

CAPÍTULO III

Figura 3.1: Esfuerzo principal máximo en la estructura estática.....	65
Figura 3.2: Esfuerzo principal mínimo en la estructura estática.....	66
Figura 3.3: Elasticidad en la estructura estática	66
Figura 3.4: Deformación total de la maquina	67
Figura 3.5: Esfuerzo de Von Mises	67
Figura 3.6: Deformación total de la maquina (t=10s).....	68
Figura 3.7: Deformación total de la maquina – placa de levantamiento.....	69
Figura 3.8: Deformación unitaria de la maquina	69
Figura 3.9: Deformación unitaria – columna vs base.....	70
Figura 3.10: Deformación unitaria en la placa de levantamiento	70
Figura 3.11: Esfuerzo de Von Mises en toda la maquina	71
Figura 3.12: Esfuerzo de Von Mises en la placa de levantamiento.....	71
Figura 3.13: Factor de seguridad	72
Figura 3.14: Corte de los tubos	74
Figura 3.15: Punteada de la estructura fija.....	74
Figura 3.16: Remate de la estructura fija.....	74
Figura 3.17: Armado con el tubo redondo	75

Figura 3.18: Estructura Móvil	76
Figura 3.19: Corte de la plancha	76
Figura 3.20: Armado y punteado	77
Figura 3.21: Base de asentamiento.....	77
Figura 3.22: Medidas de acuerdo al plano	78
Figura 3.23: Platinas perforadas	78
Figura 3.24: Eje montado en el torno	78
Figura 3.25: Cuchillas para tornear	79
Figura 3.26: Selección de la velocidad del torno	79
Figura 3.27: Desbaste del eje	79
Figura 3.28: Pulimento de la estructura.....	81
Figura 3.29: Dolly listo y terminado	82
Figura 3.30: Diagrama de procesos para la estructura fija	85
Figura 3.31: Diagrama de procesos para la estructura móvil.....	89
Figura 3.32: Diagrama de construcción de la base de asentamiento	91
Figura 3.33: Diagrama proceso para la construcción de las platinas de los rodillos	93
Figura 3.34: Diagrama proceso para la construcción de los rodillos	94
Figura 3.35: Diagrama de proceso para la construcción de la placa de levantamiento.....	95
Figura 3.36: Diagrama proceso para la construcción de la base de la gata.....	96
Figura 3.37: Diagrama del ensamblaje final	98

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

Tabla 2.1: Energía y polaridad en suelda eléctrica	37
--	----

CAPÍTULO III

Tabla 3.1: Codificación de maquinas	83
Tabla 3.2: Codificación de equipos.	83
Tabla 3.3: Codificación de Herramientas.....	83
Tabla 3.4: Simbología	83
Tabla 3.5: Proceso de construcción de la estructura fija.	86
Tabla 3.6: Proceso de construcción de la estructura móvil.....	90
Tabla 3.7: Proceso de construcción de la Base de Asentamiento	92
Tabla 3.8: Proceso de construcción de las platinas para los rodillos	93
Tabla 3.9: Proceso de construcción para los rodillos	94
Tabla 3.10: Proceso de construcción de la placa de levantamiento	96
Tabla 3.11: Proceso de construcción de la base de la gata.	97
Tabla 3.12: Codificación de los manuales para el Dolly.	100
Tabla 3.13: Codificación de los manuales para la gata hidráulica	100
Tabla 3.14: Costos de materiales.....	110
Tabla 3.15: Costos de utilización de herramientas y equipos.....	111
Tabla 3.16: Costos por mano de obra.	112
Tabla 3.17: Tabla del Total de Costos Primarios.....	112
Tabla 3.18: Total de costos secundarios.....	112
Tabla 3.19: Tabla del costo total del proyecto.	113

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Planos del Dolly	120
ANEXO B: Catálogos	121
ANEXO B1: Catalogo tubo estructural cuadrado	122
ANEXO B2: Catalogo tubo estructural rectangular	133
ANEXO B3: Catalogo tubo estructural redondo	124
ANEXO B4: Catalogo perfil hierro ángulo	125
ANEXO B5: Catalogo planchas de hierro	126
ANEXO C: Fundamentación técnica	127
ANEXO D: Hoja de Vida	129
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS	130
CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL	131

RESUMEN

El presente trabajo de investigación está enfocado al perfeccionamiento técnico de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA.

El proyecto está enmarcado en el diseño y construcción de un Dolly; además, de la dotación de la gata hidráulica, que servirá de apoyo en las tareas de mantenimiento del tren de aterrizaje del avión escuela de la Institución, la construcción se realizó con estructura metálica.

Con la utilización de estos materiales se conseguirá que el estudiante pueda realizar una práctica correcta y segura en lo que se refiere al montaje y desmontaje del conjunto de frenos de la aeronave de la Institución, ya que la gata hidráulica constituye una herramienta elemental al momento de realizar el levantamiento o izado de la aeronave y el Dolly para la movilidad del conjunto de frenos, el equipo en si es sencillo y manejable debido a su diseño y construcción física.

Para que sean utilizados y conservados de forma correcta dichos elementos se elaboró el manual del usuario donde están detallados todos los procedimientos para su correcta manipulación y mantenimiento.

SUMMARY

The present research is focused on technical improvement of students' career ITSA Aviation Mechanics

The project is framed in the design and construction of a Dolly; also the strength of the hydraulic jack to be used for maintenance of aircraft landing gear Institution School, the building was constructed with steel structure.

With the use of these materials will ensure that the student can perform a correct and safe practice in regard to the assembly and disassembly of the brake assembly of the aircraft of the institution, as the hydraulic jack is a basic tool when perform lifting or hoisting the aircraft and mobility Dolly brake assembly, the team itself is simple and manageable due to its design and physical construction.

To be used and stored properly and equipment that tool was developed user manual where detailed all procedures for proper handling and maintenance of the present investigation.

CAPÍTULO I

TEMA

CONSTRUCCIÓN DE UN DOLLY E IMPLEMENTACIÓN DE UNA GATA HIDRÁULICA DE 20 TONELADAS PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL BLOQUE DE FRENOS DEL AVIÓN ESCUELA FAIRCHILD FH-27 DE TAL FORMA QUE MEJORE EL PERFECCIONAMIENTO TÉCNICO DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA DEL ITSA

1.1. Antecedentes de la investigación

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico brinda sus servicios de educación al público desde el año 1999. Anteriormente dicha institución solo preparaba aerotécnicos de la Fuerza Aérea Ecuatoriana. El ITSA ofrece carreras especializadas en el campo aeronáutico.

Una de las carreras que ofrece el Instituto es la de Mecánica Aeronáutica. Que ha permitido la apertura de plazas de trabajo para personal civil en las compañías de aviación.

Todas las empresas aéreas del Ecuador están sujetas a las leyes de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC). Debido a esto es necesario que el aerotécnico esté capacitado para el manejo de documentación técnica tales como, manuales de mantenimiento, ordenes de trabajo (WO), IPC, ITEL, etc.

Para el objeto de esta investigación fue necesario revisar el ITEL que es el Listado Ilustrado de Herramientas y Equipos de cada aeronave; donde, están detallados los equipos y herramientas especiales para los diferentes trabajos.

Para el montaje y desmontaje de los bloques de frenos, es necesario contar con un Dolly y con una gata hidráulica de 20 toneladas, con el fin de salvaguardar la ergonomía del mecánico encargado de la labor antes mencionada.

1.2. Justificación e importancia

En investigaciones realizadas a los estudiantes de Mecánica del ITSA, se constató que al no tener suficiente conocimiento y manejo de las herramientas y equipos especiales existentes en el ITEL, los mismos no tienen un buen desempeño en el ámbito práctico; por lo tanto, la imagen del Instituto se ve un poco afectada en el ámbito profesional.

Con el fin de que los estudiantes sean capaces de resolver de una manera rápida y oportuna los problemas que puedan presentarse en el ambiente laboral en el manejo del presente equipo y herramienta es necesario tener el conocimiento adecuado sobre el manejo del Dolly y de la Gata Hidráulica.

Los beneficiarios del trabajo práctico serán en parte los docentes y, en especial los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, ya que tendrán un mejor nivel de conocimiento práctico sobre el manejo del equipo y herramienta antes mencionados. Para lo cual es necesario aportar con un Dolly y una gata hidráulica con los cuales se puedan hacer prácticas en la materia de trenes de aterrizaje en el avión escuela de la Institución.

Así la implementación del presente trabajo de investigación, hará que las nuevas generaciones de estudiantes puedan representar y dejar en alto el nombre del Instituto con un buen desenvolvimiento en su vida profesional, este proyecto es factible ya que el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico no cuenta con un Dolly ni mucho menos con una gata hidráulica de 20 toneladas con los cuales se puedan realizar prácticas relacionadas específicamente al montaje y desmontaje del bloque de frenos del FAIRCHILD FH-227.

1.3. Objetivos

1.3.1 General

Construir un Dolly e implementar una gata hidráulica que será de gran utilidad para hacer una práctica del montaje y desmontaje del bloque de frenos del avión FAIRCHILD FH-227. Con el fin de mejorar el perfeccionamiento técnico de los estudiantes de Mecánica Aeronáutica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

1.3.2 Específicos

- Recopilar la suficiente información bibliográfica actualizada y relacionada con el presente equipo y herramienta.
- Revisar y procesar la información recopilada para así obtener un trabajo claro y ordenado.
- Diseñar y construir un Dolly para poder realizar prácticas relacionadas con el montaje y desmontaje del bloque de frenos del avión escuela del ITSA.
- Dotar de una gata hidráulica que será de gran complemento para hacer la tarea antes mencionada.
- Realizar las pruebas de funcionamiento respectivas para obtener resultados de una operación óptima del Dolly y de la Gata Hidráulica.
- Elaborar un manual del usuario para darle un correcto uso al presente material.

1.4. Alcance

El presente trabajo está dirigido al área de herramientas y equipos especiales del avión escuela de la Institución con lo cual mejorara el conocimiento técnico y

práctico de las personas que tienen el privilegio de formar parte de la gran familia de Mecánica Aeronáutica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Con dicha investigación se pretende solucionar problemas tales como el inadecuado manejo de las herramientas por parte de los estudiantes de Mecánica del ITSA, la misma que ayudara para conocer el área y el uso correcto del Dolly y de la gata hidráulica. Además mejorarán notablemente las destrezas motrices de los estudiantes específicamente en el manejo de herramientas especiales de los diferentes aviones.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción

El presente trabajo de investigación basado en el uso de herramientas y equipos especiales de las aeronaves, está dirigido a los estudiantes y docentes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico para que en un futuro laboral estén aptos y tengan un óptimo desempeño.

El Dolly es un equipo especial que se utiliza para levantar objetos extremadamente pesados los cuales no pueden ser levantados por una sola persona, además el uso de estas herramientas agilitan la tarea de montaje y desmontaje del conjunto de frenos, y con el uso del Dolly se preserva la integridad ergonómica del personal encargado de cumplir el trabajo antes mencionado, dicho conjunto es de un peso que si es levantado por una sola persona, esta pondrá en riesgo su integridad física; de igual, forma pondrá en riesgo de caída al conjunto del bloque de frenos.

La gata hidráulica es una herramienta capaz de levantar objetos que son imposibles para una o varias personas como es el caso de una aeronave. Para cumplir con trabajos relacionados con los elementos que componen el sistema del tren de aterrizaje como en este caso el bloque de frenos, es obligatorio el uso de una gata hidráulica que tenga la capacidad que el Manual de Mantenimiento ordene.

Con el fin de utilizar y conservar de forma correcta dicha herramienta y equipo se debe seguir el manual del usuario donde están detallados todos los procedimientos para su correcta utilización y mantenimiento.

2.2 Mantenimiento Aeronáutico

2.2.1 Concepto

Conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal, la eficiencia y la buena apariencia de sistemas, equipos y accesorios pertenecientes a las aeronaves.

2.2.2 Mantenimiento Preventivo

Servicios de inspección, control, conservación y restauración de un ítem con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, tratando de evitar fallas. Este mantenimiento se realiza con una frecuencia dependiendo de la criticidad del equipo.

2.2.3 Mantenimiento Correctivo

Servicios de reparación en ítems con falla; es decir este mantenimiento se realiza cuando se detecta la falla o cuando ya ocurrió.

2.2.4 Mantenimiento Predictivo

Servicios de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o estimación hecha por evaluación estadística, tratando de extrapolar el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio. ¹

¹ OÑATE, Esteban. (2 007). Conocimiento del Avión. Sexta Edición. Editores Spain. España.

El mantenimiento Predictivo basado en la confiabilidad o la forma sistemática de como preservar el rendimiento requerido basándose en las características físicas, la forma como se utiliza, especialmente de cómo puede fallar y evaluando sus consecuencias para así aplicar las tareas adecuadas de mantenimiento (preventivas o correctivas).

2.3. Tren de aterrizaje

Los trenes de aterrizaje son unos dispositivos que permiten que la aeronave tenga movilidad en tierra. Existen varios tipos de trenes de aterrizaje, pero el más usado en la actualidad es el de triciclo.

2.3.1 Generalidades

El tren de aterrizaje de un avión de ala fija se compone de unidades principales y auxiliares, cualquiera de los cuales puede o no puede ser retráctil. El tren de aterrizaje principal constituye el principal apoyo de la aeronave en tierra o en el agua y puede incluir cualquier combinación de ruedas, flotadores, skis, equipos de amortiguación, frenos, mecanismo de retracción con los controles y dispositivos de advertencia, capot, carenado, y los elementos estructurales necesarios para adjuntar cualquiera de los anteriores a la estructura primaria. El tren de aterrizaje auxiliar consiste en instalaciones de cola o rueda de morro, pontones laterales, deslizamientos, etc. con carenado y refuerzo necesario.

2.3.2 Función

La función del tren es absorber las cargas de aterrizaje, hasta un valor aceptable para las condiciones de resistencia de la estructura del avión. El tren de aterrizaje consta de dos conjuntos fundamentales: principal y auxiliar.

a) Tren de aterrizaje principal: Soporta la mayor parte del avión en tierra. Está constituido por dos conjuntos de una o más ruedas, cada uno a un lado del eje longitudinal del avión. Además de esta rueda o combinación de ruedas, el tren principal incluye otros mecanismos que cumplen funciones diversas en la

operación del ten, tales como amortiguadores, frenos, martinets hidráulicos, etc.

b) Tren de aterrizaje auxiliar: Consiste en un conjunto de una o más ruedas, situadas en la proa o en la zona de cola del avión, que cumple la función de trípode.

2.3.3 Tipos de trenes de aterrizaje

Los trenes se clasifican por el número y disposición de las ruedas, por sus características de articulación, por el sistema de suspensión, y por la geometría del sistema de suspensión.

2.3.3.1 Tipos por número de ruedas

Es la clasificación estándar. La tipología se establece por el número de ruedas que tiene el tren y por la geometría de su posición. El número de ruedas depende del peso del avión y de la consistencia del pavimento de las pistas que tiene previsto utilizar. La geometría de posición de las ruedas más comunes se sitúa de estos grupos:

2.3.3.1.1 Tren triciclo

Denominación general que se aplica a la configuración de tres patas, una situada al frente (proa) y dos principales detrás. Cada pata puede tener su propia configuración de ruedas, como veremos seguidamente.

- Triciclo con rueda de cola o convencional (ver fig. 2.1, A).
- Triciclo con rueda de proa (ver fig. 2.1, B).
- Tren triciclo con doble rueda en proa y únicas en las patas principales (ver fig. 2.1, C).
- Tren triciclo con rueda simple en proa y dos en cada pata principal (ver fig. 2.1, D).

- Tren triciclo de doble rueda en proa y dos en cada pata principal (B-727, 737, etc.) (ver fig. 2.1, E).
- Tren triciclo con doble rueda en proa y ruedas dobles principales en tándem unidas por una viga de carretón (B-747- DC-8, etc.) (ver fig. 2.1, G).
- Tren biciclo, configuración de dos patas, con una o más ruedas colocadas en tándem, con patas exteriores para mantener la estabilidad en tierra (ver fig. 2.1, H).

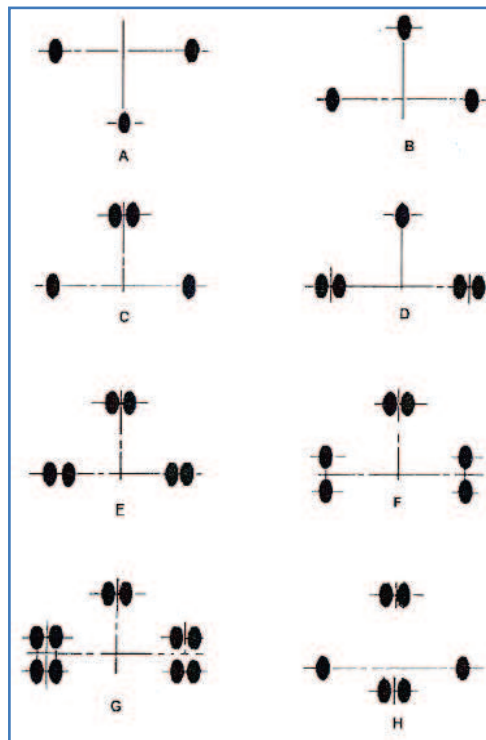


Figura 2.1: Clasificación de los trenes por número de ruedas
Fuente: OÑATE, Esteban. (2 007). Conocimiento del Avión

- Tren cuadríciclo (ver fig. 2.2, A).
- Tren triciclo doble (ver fig. 2.2, B).
- Tren multiciclo (ver fig.2.2, C).
- Tren triciclo en línea de tres (ver fig. 2.2, D)²

² OÑATE, Esteban. (2 007). Conocimiento del Avión. Sexta Edición. Editores Spain. España.

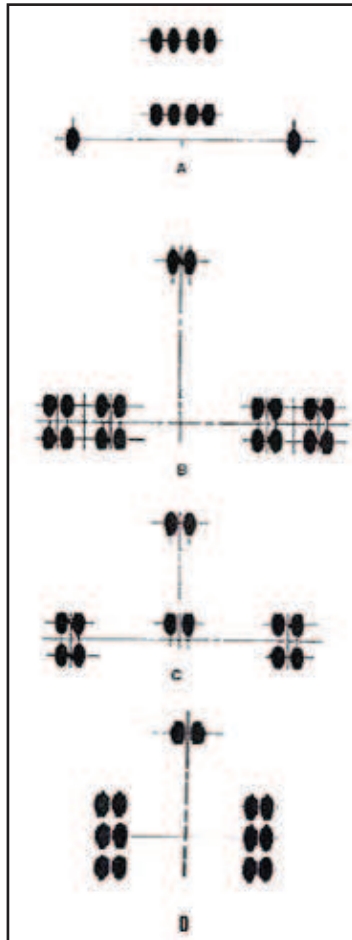


Figura 2.2: Clasificación de los trenes por número de ruedas (continuación)
Fuente: OÑATE, Esteban. (2 007). Conocimiento del Avión

2.3.3.2 Por las características de articulación

Los trenes de aterrizaje se clasifican en retractiles y fijos, en atención a las características de articulación de sus componentes.

Los trenes retractiles cuentan con la posibilidad de repliegue y alojamiento del tren en compartimentos internos del avión. Los aviones pequeños tienen tren de aterrizaje fijo.

2.3.3.3 Por el sistema de suspensión

Conforme al sistema de suspensión se clasifican de esta forma:³

³ OÑATE, Esteban. (2 007). Conocimiento del Avión. Sexta Edición. Editores Spain. España.

- **Tren de ballesta:** Consiste en un tubo flexible de acero, llamado ballesta cuya parte superior es atornillada al fuselaje del avión.

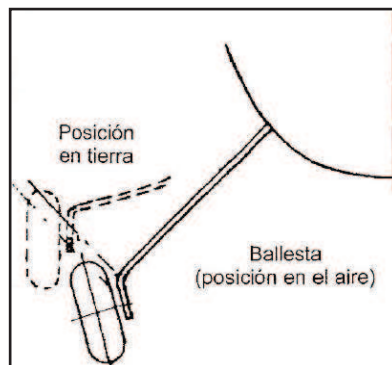


Figura 2.3: Tren de ballesta

Fuente: OÑATE, Esteban. (2 007). Conocimiento del Avión

- **Tren de cordones elásticos:** Las cargas que se transmiten a las ruedas durante el movimiento del avión en tierra son absorbidas por un cierto número de cordones elásticos de caucho dispuestos en forma de lanza.
- **Tren de amortiguador oleoneumático:** Configuración estándar hoy en día.
- **Tren de amortiguador líquido:** Son verdaderos “resortes líquidos”, que se basan en la compresibilidad de los líquidos a altas presiones. El amortiguador es un cilindro lleno de fluido de base silicona, a una presión extraordinariamente alta (40 000-50 000 psi).

2.3.3.4 Por la geometría de suspensión

Según la geometría de la suspensión el tren se clasifica de esta forma:

- **Tren de suspensión telescópica:** se dice que la suspensión del tren es telescópica cuando el eje de la rueda está en la prolongación del soporte o pata principal estructural del tren. ⁴

⁴ OÑATE, Esteban. (2 007). Conocimiento del Avión. Sexta Edición. Editores Spain. España.

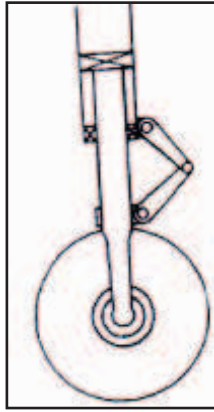


Figura 2.4: Pata del tren con suspensión telescópica
Fuente: OÑATE, Esteban. (2 007). Conocimiento del Avión

- **Tren de suspensión articulada:** Se dice que la suspensión del tren es articulada o de palanca cuando cumple dos condiciones: El eje de la rueda está detrás del soporte o pata principal estructural del tren. Y que el brazo de la rueda se una al soporte principal mediante una articulación a través de la cual puede girar libremente (Ver figura 3.7).

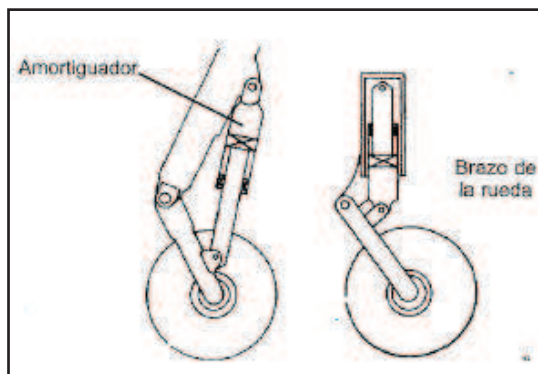


Figura 2.5: Tren de suspensión articulada
Fuente: OÑATE, Esteban. (2 007). Conocimiento del Avión

2.3.3.5 Por los sistemas de extensión y retracción del tren

- **Sistema de accionamiento hidráulico:** Es la configuración general. Los movimientos de extensión y retracción del tren y sus conjuntos auxiliares se efectúan mediante martinets o actuadores hidráulico. ⁵

⁵ OÑATE, Esteban. (2 007). Conocimiento del Avión. Sexta Edición. Editores Spain. España.

- **Sistema de accionamiento neumático:** similar al anterior, en muchos aspectos. No obstante la fuente de potencia es un sistema de aire de alta presión en lugar de un fluido hidráulico.
- **Sistemas de accionamiento eléctrico:** Se emplea con ventajas en aviones ligeros que no necesitan potencia excepcional para la extensión y retracción del tren.

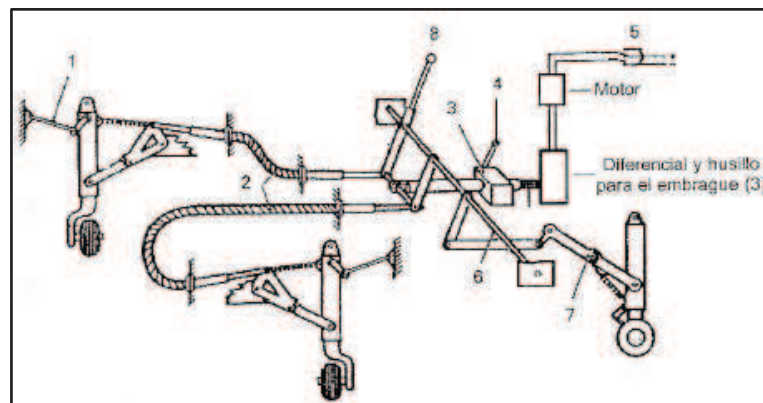


Figura 2.6: Sistema de accionamiento eléctrico
Fuente: OÑATE, Esteban. (2 007). Conocimiento del Avión

2.3.4. Elementos del tren

Los componentes principales del tren de aterrizaje son:

- Amortiguadores.
- Articulaciones de torsión.
- Ruedas.
- Frenos.

2.3.4.1 Amortiguadores

El amortiguador soporta el peso del avión en tierra (carga estática) y absorbe gran parte de las cargas de aterrizaje y de rodadura (cargas dinámicas). La estructura del avión solo recibe una mínima parte de estas aceleraciones, debidas al contacto del avión con la pista o rodaje por ella y calles de rodadura.



Figura 2.7: Amortiguador oleoneumático

Fuente: OÑATE, Esteban. (2 007). Conocimiento del Avión

2.3.4.2 Articulación de torsión

La articulación de torsión del tren se conoce con el nombre coloquial de “tijeras” o “compas”. La función de la articulación de torsión es mantener la rueda derecha, en un plano normal de rotación respecto a la superficie.

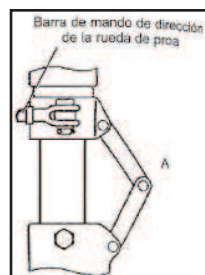


Figura 2.8: Articulación de torsión

Fuente: OÑATE, Esteban. (2 007). Conocimiento del Avión

2.3.4.3 Ruedas

La rueda es el soporte circular sobre el que se asienta el neumático.⁶

⁶ OÑATE, Esteban. (2 007). Conocimiento del Avión. Sexta Edición. Editores Spain. España.

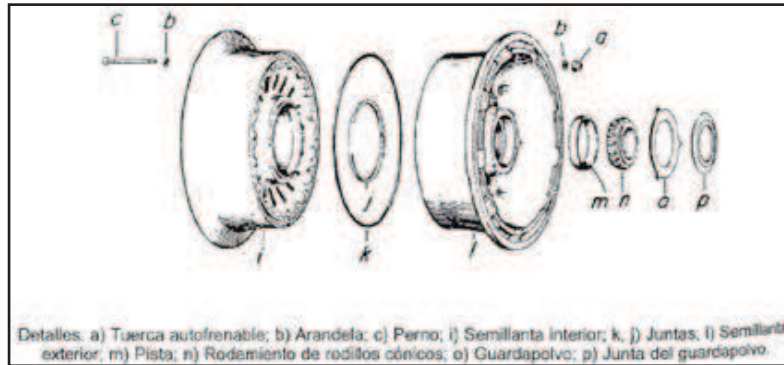


Figura 2.9: Rueda de llanta partida

Fuente: OÑATE, Esteban. (2 007). Conocimiento del Avión ⁷

2.3.4.4 Frenos

Los frenos se utilizan para ralentizar, detener, retener o dirigir la aeronave.



Figura 2.10: Bloque de frenos de disco múltiple

Fuente: Airframe and Powerplant Maintenance Program (CBT)

2.4. Sistema de frenos

Los frenos se utilizan para ralentizar, detener, retener o dirigir la aeronave.

Deben desarrollar la fuerza suficiente para detener el avión a una distancia razonable, los frenos deben permitir la dirección de la aeronave en el suelo. Los frenos están instalados en cada rueda del tren de aterrizaje principal y pueden ser accionados independientemente uno de otro. ⁸

⁷ OÑATE, Esteban. (2 007). Conocimiento del Avión. Sexta Edición. Editores Spain. España.

⁸ Airframe and Powerplant Maintenance Program (CBT).

La rueda del tren de aterrizaje de la derecha es controlada mediante la aplicación de presión desde el timón del pedal derecho, y la rueda izquierda está controlada por el timón del pedal izquierdo.

Es importante que el sistema de frenos deba inspeccionarse con frecuencia y mantener un amplio suministro de fluido hidráulico en el sistema. Cada conjunto de freno debe ser ajustado correctamente y las superficies de fricción deben mantenerse libres de grasa y aceite.

Hay tres tipos de sistemas de frenos que son de uso general:

- Sistemas Independientes,
- Sistemas de control de energía, y
- Sistemas de aumento de potencia.

Además, existen diferentes tipos de conjuntos de frenos de uso generalizado.

2.4.1 Sistemas de frenos Independientes

En general, el sistema de frenos independiente se utiliza en aviones pequeños. Este tipo de sistema de frenos se denomina "independiente", ya que tiene su propio depósito y es totalmente independiente del sistema hidráulico principal de la aeronave.

Los sistemas independientes de frenos son accionados por los cilindros maestros similares a los utilizados en el sistema de frenos del automóvil convencional.

El sistema se compone de un depósito, uno o dos cilindros maestros, articulación mecánica que conecta cada cilindro maestro con su pedal de freno correspondiente, que conectan las líneas de fluido, y un conjunto de frenos en cada rueda del tren de aterrizaje principal.⁹

⁹ Airframe and Powerplant Maintenance Program (CBT)

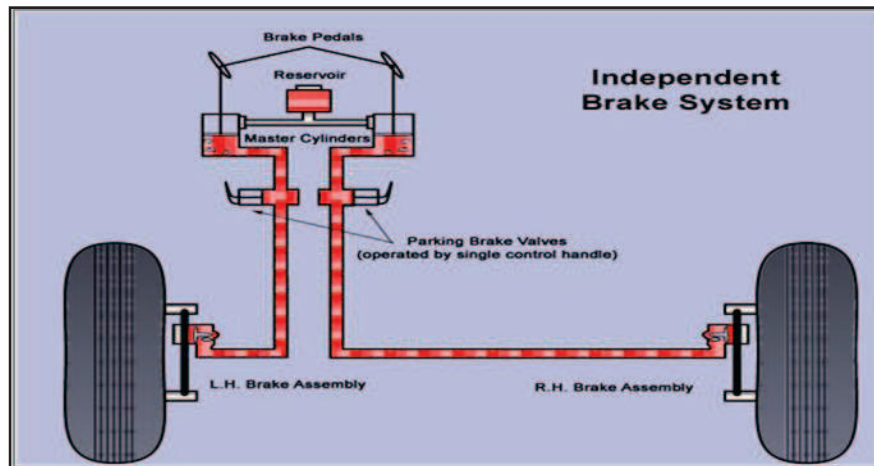


Figura 2.11: Sistema de frenos independientes
Fuente: Airframe And Powerplant Maintenance Program (CBT)

2.4.1.1 Sistemas de frenos independientes –Goodyear Master Cylinder

En el Goodyear Master Cylinder el fluido es alimentado por gravedad desde un reservorio externo. El fluido entra a través del puerto de entrada del cilindro y el puerto de compensación llena el cilindro de estaño colado por delante del pistón y la línea de fluido que conduce al cilindro de accionamiento del freno.

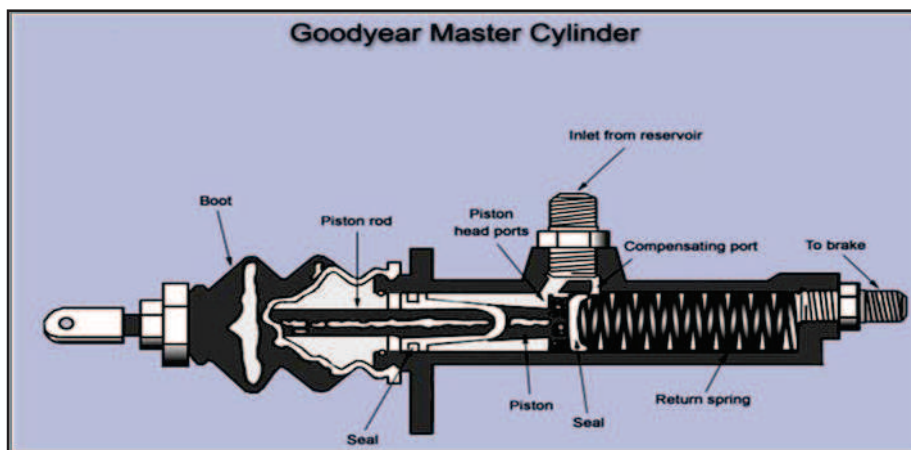


Figura 2.12: Goodyear Master Cylinder
Fuente: Airframe And Powerplant Maintenance Program (CBT)

2.4.1.2 Sistemas de frenos Independientes – Warner Master Cylinder

El Warner Master Cylinder incorpora un depósito, cámara de presión, y un dispositivo de compensación en una única carcasa. El depósito se ventila a través de la atmósfera mediante el tapón de llenado, que también contiene una válvula

de retención. Un tubo de nivel de líquido se encuentra en el lado de la envoltura del depósito. La presión del pedal de frenos se transfiere al pistón del cilindro por unión mecánica.

Ciertos modelos de Warner Master Cylinder tienen una característica de aparcamiento, que se compone de un trinquete y una disposición de resorte. El trinquete fija la unidad en la posición "ON", y el resorte compensa la expansión y contracción del fluido.

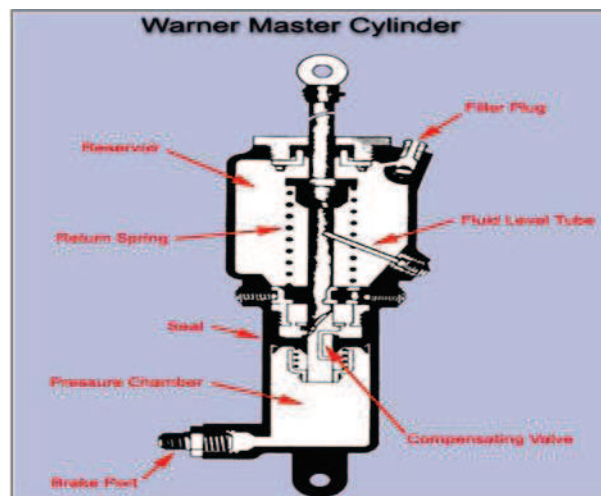


Figura 2.13: Warner Master Cylinder

Fuente: Airframe And Powerplant Maintenance Program (CBT)

2.4.2 Conjuntos de frenos

Los conjuntos de frenos de uso común en los aviones son el de disco único, disco doble, disco múltiple, rotor segmentado, o los tipos de tubo expansor. Los tipos de disco único y dual son más comúnmente utilizados en aeronaves pequeñas, el tipo de disco múltiple se utiliza normalmente en aviones de tamaño medio, y el rotor segmentado y tipos expansor de tubo se encuentran comúnmente en las aeronaves más pesadas.

2.4.2.1 Frenos de disco único

Con el freno de disco único, el frenado se lleva a cabo mediante la aplicación de fricción a ambos lados del disco giratorio que está enchavetado a la rueda del tren

de aterrizaje. Existen diversas variaciones del freno de disco único, sin embargo, todos funcionan con el mismo principio, que difieren principalmente en el número de cilindros y el tipo de caja de freno.

Cada cilindro en el alojamiento contiene un pistón, un muelle de retorno, y un pasador de ajuste automático. Hay seis forros de freno, tres en el lado interno del disco giratorio y tres en el lado exterior del disco giratorio. Estas pastillas de freno se refieren a menudo como "discos".

Cuando se aplican los frenos, la presión hidráulica mueve cada pistón y el disco contra el disco. Al mismo tiempo, el pistón empuja contra el pasador de ajuste (a través de la guía del muelle) y mueve el pasador hacia el interior contra la fricción de la empuñadura del pasador de ajuste.

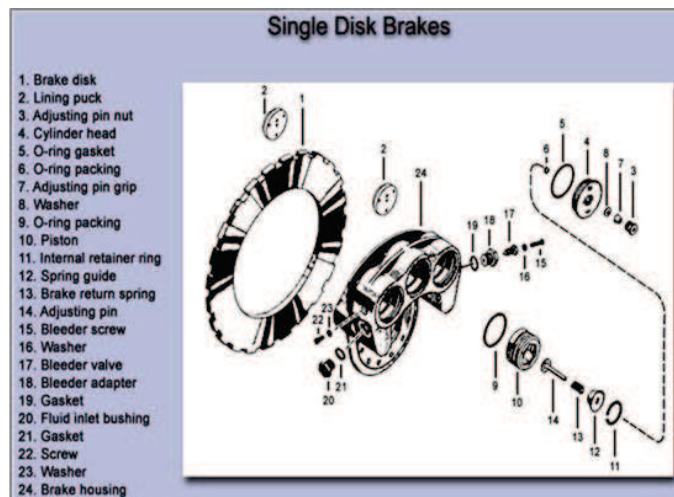


Figura 2.14: Frenos de disco Único

Fuente: Airframe And Powerplant Maintenance Program (CBT)

2.4.2.2 Frenos de disco doble

Los frenos de doble disco se utilizan en los aviones cuando la fricción de frenado deseada es más que la del disco único. El freno de disco dual es muy similar al tipo de disco único, excepto que se utilizan dos discos giratorios en lugar de uno.¹⁰

¹⁰ Airframe and Powerplant Maintenance Program (CBT)

2.4.2.3 Frenos de discos múltiples

Los frenos de discos múltiples son los frenos de alta resistencia, diseñados para su uso con válvulas de control de potencia de freno. El gráfico es una vista despiezada del conjunto completo del freno de disco múltiple. El freno consiste en un cojinete de apoyo, cuatro discos giratorios llamados rotores, tres discos estacionarios llamado estatores, un cilindro de accionamiento circular, un ajustador automático, y varios componentes de menor importancia.

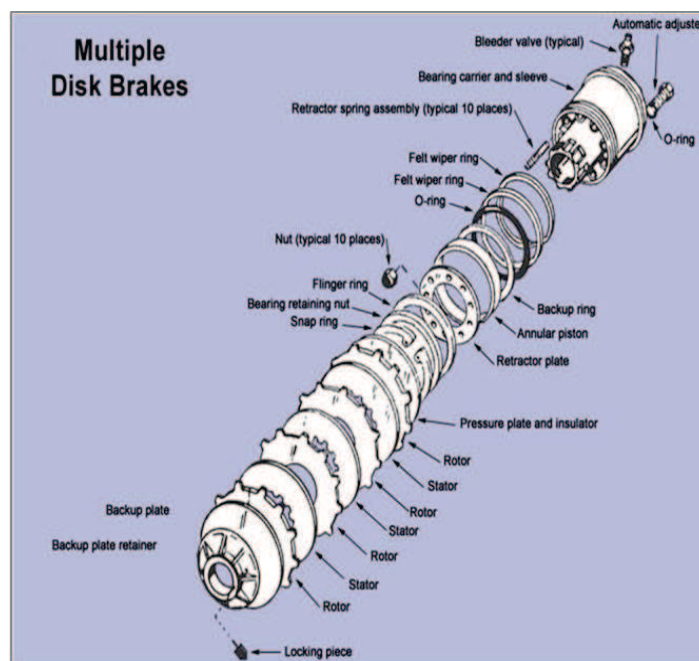


Figura 2.15: Frenos de discos Múltiples

Fuente: Airframe And Powerplant Maintenance Program (CBT)

2.4.2.4 Frenos de rotor segmentado

Utilizan los sistemas hidráulicos de alta presión. Estos frenos se pueden utilizar con válvulas de control de potencia de freno o cilindros de potencia Boost Master. El frenado se realiza por medio de varios conjuntos de forros estacionarios, de alta fricción de freno de tipo de toma de contacto con rotación (rotor) de segmentos. Una vista del corte del freno se muestra en este gráfico. El rotor de freno segmentado es muy similar al tipo de disco múltiple descrito anteriormente.¹¹

¹¹ Airframe and Powerplant Maintenance Program (CBT)

El conjunto de freno se compone de un vehículo, dos pistones y las juntas de pistón, un plato de presión, una placa de estator auxiliar, segmentos de rotor, placas de estator, una cuña de compensación, ajustadores automáticos, y una placa de apoyo.

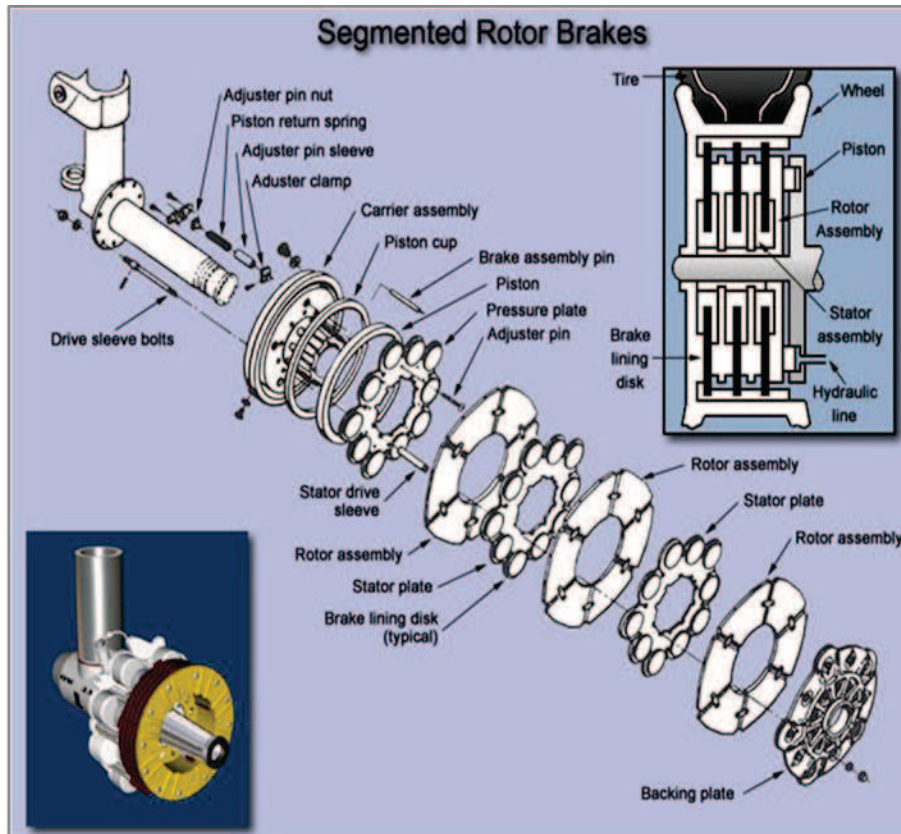


Figura 2.16: Frenos de Rotor Segmentado
Fuente: Airframe And Powerplant Maintenance Program (CBT)

2.4.2.5 Frenos de tubo expensor

Es un freno de baja presión, con 360 grados de la superficie de frenado. Es de peso ligero, tiene pocas piezas móviles, y puede ser usado en aeronaves de gran tamaño, así como en las pequeñas aeronaves.

Una vista despiezada del freno tubo expensor se muestra en el gráfico. Las partes principales del freno son el marco, tubo expensor, zapatas de freno, muelles de retorno, y el ajustador de holgura.¹²

¹² Airframe and Powerplant Maintenance Program (CBT)

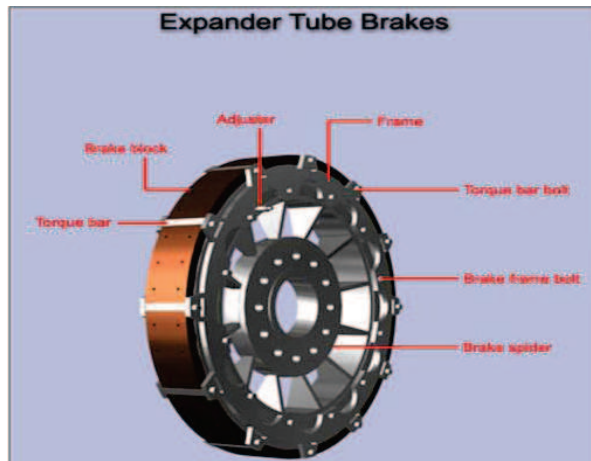


Figura 2.17: Frenos de Tubo Expansor
Fuente: Airframe And Powerplant Maintenance Program (CBT)

2.4.3. Inspección y mantenimiento del sistema de frenos

El funcionamiento adecuado de los sistemas del sistema de frenos es de máxima importancia. Por lo tanto, se debe llevar a cabo inspecciones a intervalos frecuentes, y realizar el mantenimiento necesario con prontitud y cuidado. Al comprobar que no haya fugas, asegúrese que el sistema está bajo presión de funcionamiento. Sin embargo, apriete las conexiones flojas con la presión.

Revise todas las mangueras flexibles, grietas, o puntos blandos, y reemplace si existe evidencia de deterioro.

Mantener el nivel de fluido correcto en todo momento para evitar la falta de freno o la introducción de aire en el sistema. El aire en el sistema se indica mediante una acción esponjosa de los pedales de freno. Si el aire está presente en el sistema, retire por el sistema de purga.

Existen dos métodos generales de sangrado sistemas de freno - sangrado por la parte superior hacia abajo (método de gravedad) y el sangrado de la parte inferior hacia arriba (método de presión). El método utilizado depende generalmente del tipo y diseño del sistema de freno que se sangró. En algunos casos, puede depender del equipo de sangrado disponible.¹³

¹³ Airframe and Powerplant Maintenance Program (CBT)

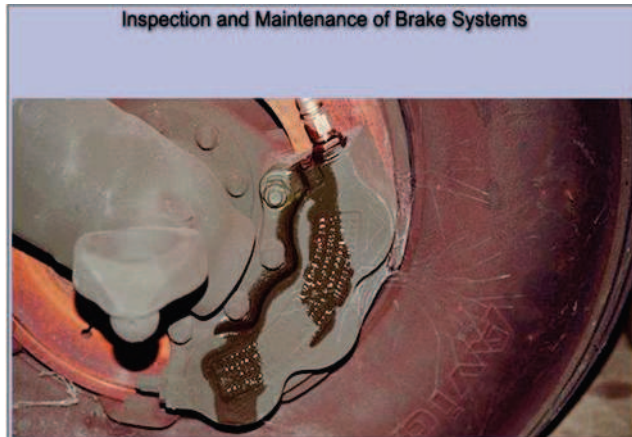


Figura 2.18: Inspección del Sistema de frenos
Fuente: Airframe And Powerplant Maintenance Program (CBT) ¹⁴

2.5. ATA 32 del Fairchild FH-227

2.5.1 Presentación

Esta parte contiene información sobre el tren de aterrizaje principal y de nariz, y los sistemas asociados que suministran potencia de funcionamiento, la indicación de posición y aviso, la rueda principal de frenado y la rueda de dirección.

La sección de control incluye los componentes eléctricos y neumáticos necesarios para operar la retracción y extensión de los trenes desde el compartimiento de la tripulación. La resolución de problemas que cubre el funcionamiento del equipo completo está incluida en una carta en la sección de control, mientras que las indicaciones de posición y alerta, los frenos y las secciones de dirección contienen sus propias cartas de resolución de problemas. ¹⁵

2.5.2 Descripción y operación del sistema de control del tren de aterrizaje

2.5.2.1 Sistema

La retracción o la extensión del tren de aterrizaje son controladas eléctricamente por medio de la palanca de control montada en el panel de control del equipo de aterrizaje que se instala en el panel de instrumentos del copiloto. Esta palanca

¹⁴ Airframe and Powerplant Maintenance Program (CBT)

¹⁵ ATA 32 Maintenance Manual FH – 227

completa un circuito eléctrico de arriba y abajo para cualquier solenoide de la válvula de control neumático del tren de aterrizaje, instalado en el panel neumático. Como medida de seguridad, cuando el avión está en tierra, la palanca de control está bloqueada mecánicamente en la posición DOWN. En el despegue, los contactos del strutswitch en el strut principal izquierdo se cierran como el strut se extiende se completa un circuito para un solenoide lock-release en el mango, permitiendo al operador seleccionar la posición UP. El tren continuara la retracción cuando se complete el circuito de la válvula solenoide de control a través del interruptor centrado del tren de nariz y a la izquierda el interruptor del tren principal.

En los aviones que incorporan S. B. 32-76, una checkvalve controlada está instalada sobre la línea del tren. La válvula de retención proporciona una característica de seguridad adicional para impedir la retracción accidental del tren de aterrizaje cuando la aeronave está en el suelo. La presión de aire para controlar la válvula de retención es suministrada por una válvula solenoide que es accionada sólo cuando la válvula solenoide de control del tren de aterrizaje está energizada.

Con la palanca de control en la posición UP la válvula de control neumático dirige 1000 psi de presión neumática directamente a través de las líneas del tren arriba. Con la palanca de control en la posición down, la válvula de control dirige la presión de 1000 psi a través de un reductor de 100 psi a los actuadores del tren y a los actuadores uplock. Una válvula de retención está instalada en una línea de derivación alrededor de la válvula reductora de presión para permitir que el aire en la línea pueda ser descargado durante la retracción del tren. Una válvula de descarga manual está conectada a la línea del tren abajo para permitir la descarga de la presión neumática en estas líneas.

Una palanca de control situada en el asiento del piloto está conectada mecánicamente a la válvula de control de emergencia, permite que la presión neumática de 100 psi entre por las líneas de emergencia que están conectadas a los actuadores del tren y a los actuadores uplock. Las shuttle valves se incorporan en estos actuadores para permitir su uso tanto en emergencia y para regular el

sistema regular. La presión neumática se obtiene de la botella de emergencia y se reduce de 3300 psi a 100 psi utilizados antes de que entre la válvula de control.

Un diapasón conectado a la válvula del equipo auxiliar de emergencia de ventilación del tren de nariz hace que las válvulas trabajen unión. Como la válvula de control de emergencia aplica presión al lado de abajo de los actuadores del tren, la válvula de ventilación auxiliar del tren de nariz, agotará la presión neumática desde el lado de los actuadores.

Incorporada en el sistema de tren de aterrizaje esta un freno de fricción que permite la ampliación de los dos trenes de aterrizaje principales sin bajar el tren delantero a velocidades de hasta VMO. Dos válvulas de retención, controladas por una válvula solenoide, son instaladas una en el neumático del tren hasta la línea y otra en el neumático del tren de nariz hacia abajo de la línea. Cada válvula funciona como una válvula de retención normal cuando no se aplica presión al puerto de control. Sin embargo, cuando la presión de 1000 psi se aplica al puerto de control (a través de la válvula solenoide del freno de arrastre) de la sección de la válvula de retención se convierte en flujo libre en cualquier dirección. La electroválvula del freno de arrastre permanece energizada, la aplicación de presión a los puertos de control de la válvula de retención, siempre que la energía eléctrica esté encendida y el control del tren de aterrizaje se encuentra en cualquier otra configuración de freno de arrastre EXTEND. En vuelo con los trenes arriba, desenergizar el solenoide de freno de arrastre permite que las válvulas de retención sean controladas para atrapar la presión en el lado de arriba del actuador de la rueda del morro. Esto permite la extensión del tren de aterrizaje principal sin afectar el tren delantero. El interruptor de freno de arrastre desenergiza la válvula solenoide de freno de arrastre, y energiza el solenoide de la válvula de control abajo cuando se encuentra en la posición hacia abajo cuando se coloca en EXTEND.

Una descarga manual del tren de aterrizaje se ha instalado en el panel neumático para fines de mantenimiento.

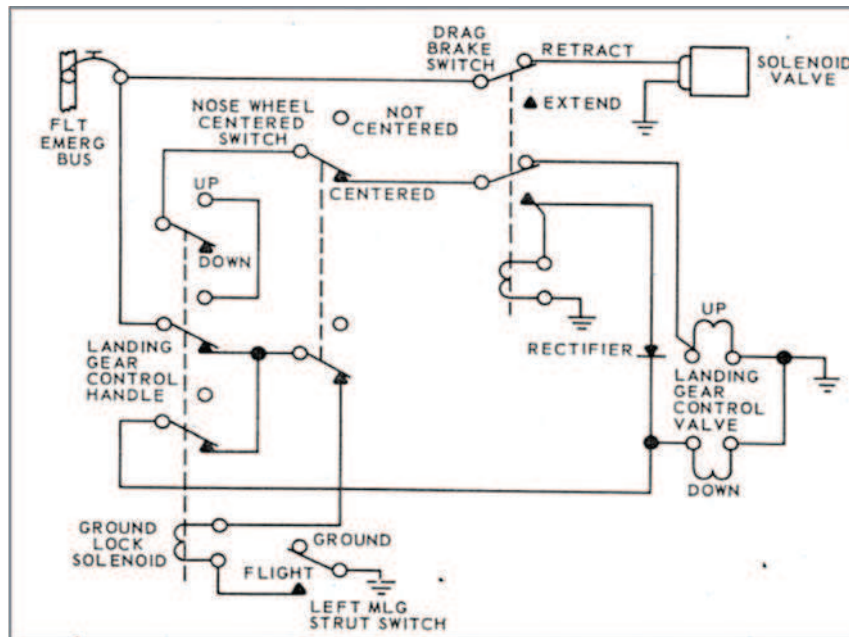


Figura 2.19: Esquema del control eléctrico del tren de aterrizaje
Fuente: ATA 32 Maintenance Manual F27

2.5.2.2 Componentes:

- Palanca de control (Ver figura 2.20.):** La palanca de control del tren de aterrizaje es el componente principal del panel de control del tren de aterrizaje. La palanca tiene dos posiciones, arriba y abajo, y se bloquea mecánicamente en la posición hacia abajo para evitar la retracción inadvertida cuando el avión está en tierra o durante el rodaje. El bloqueo se libera eléctricamente durante el despegue por el operador para retraer los trenes. Una luz roja integral se ilumina cuando por cualquier tipo de falla no alcanza la posición seleccionada por la palanca de control.
- StrutSwitch:** Un interruptor eléctrico está montado en el interior de cada accesorio del tirante de arrastre sobre el montante del amortiguador y es accionado por un tornillo ajustable en el colector de la parte superior de la unidad inferior. La manija de control del solenoide de bloqueo del tren de aterrizaje es controlada por el interruptor del montante izquierdo del tren, y por el interruptor centrado del tren de nariz. El montante también opera las unidades eléctricas en la presurización, aire acondicionado, deshielo de la hélice, y los sistemas de direccionamiento del tren de nariz.

- **Válvula de control.**(Véanse las Figuras 2.20 y 2.21.): Una válvula de control neumático de doble solenoide está montada en el panel neumático y es controlada eléctricamente por la palanca de control del tren en el panel de instrumentos del copiloto, y por el interruptor del freno de arrastre cuando está en vuelo. La válvula tiene un puerto de entrada que está conectado internamente a los puertos de salida para los fines abajo y hacia arriba. Cada puerto de salida también está conectado a un puerto de ventilación para descargar el aire atrapado cuando la entrada de paso de salida está cerrado. Los orificios de ventilación están conectados a las líneas individuales que descargan el aire expulsado por la borda. Los silenciadores están conectados a las líneas de ventilación como una característica de seguridad para descargar el aire dentro del compartimiento neumático si los respiraderos externos se tapan. Las válvulas de retención están instaladas para evitar las fugas de presión en cabina a través de los silenciadores.

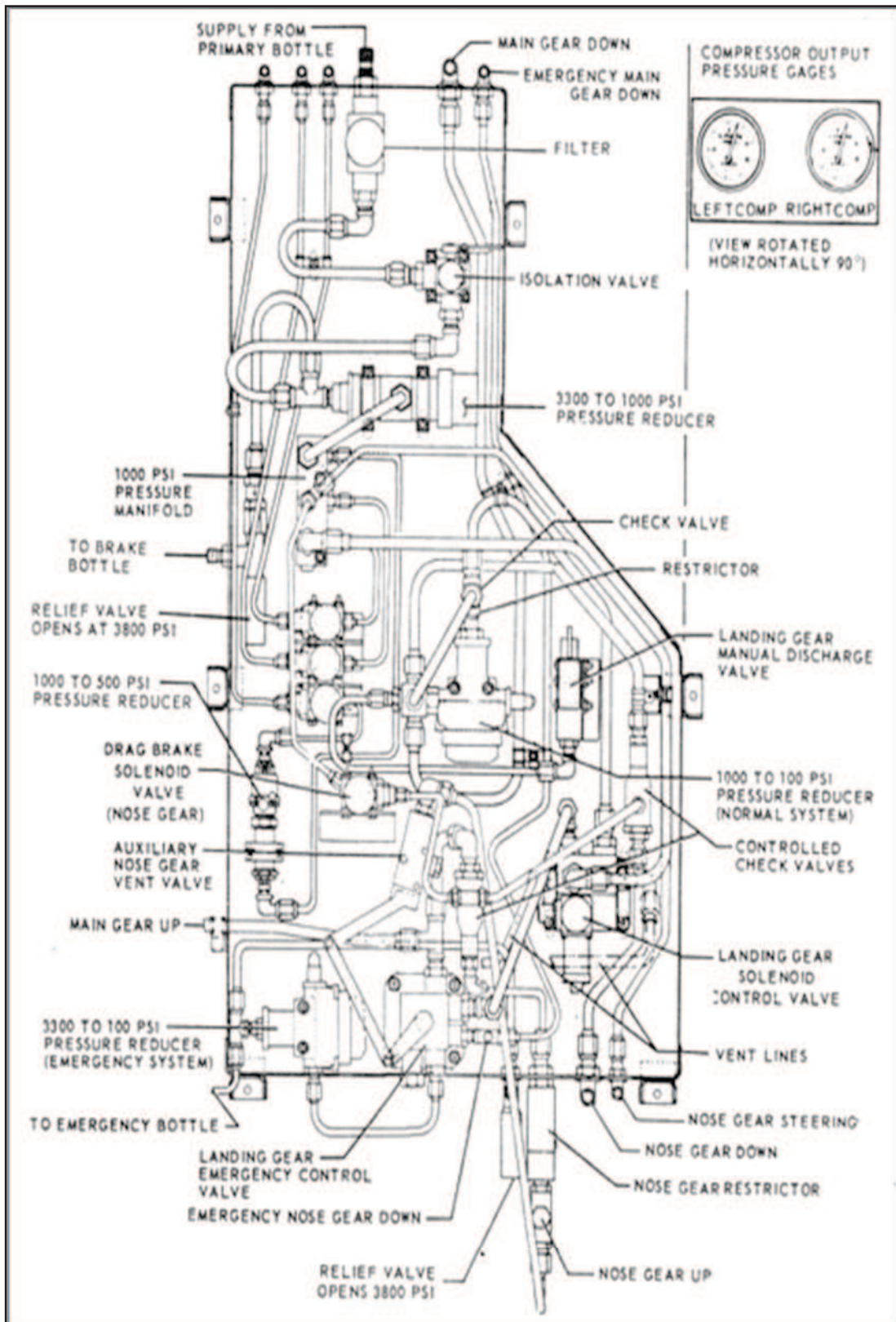
El funcionamiento de la válvula depende del energizado del solenoide o, más importante, que el solenoide se energiza último si la corriente eléctrica esté apagada. Pasajes aéreos internos conectar presión de entrada a dos cámaras de aire de pilotaje. Si el solenoide es accionado hacia arriba, la presión mecánica aplicada por el resorte del solenoide la válvula piloto se alivia. La bola se coloca para cerrar el paso presión de escape del aire actúa sobre el pistón hacia arriba y abre la válvula, permitiendo que el aire entre en el puerto de la línea hacia arriba.

Al mismo tiempo, el aire viaja a través de un paso de conexión para accionar un émbolo que reposiciona una bola en la válvula para cerrar la presión de entrada de aire y la ventilación de la parte posterior de aire al pistón hacia abajo y la acción del resorte cierra la válvula del puerto de abajo. El puerto de abajo está abierto al escape.

En la secuencia opuesta, hacia abajo el solenoide es accionado para permitir que el resorte en el solenoide cambie la posición de la bola en la válvula para cerrar el paso de entrada y ventilar el aire del tren y la acción del resorte cierra la válvula hasta el puerto. El puerto ya está abierto hasta agotar. La presión sobre el émbolo de la válvula también es aliviada, permitiendo que la presión de aire cambie la

posición de la bola. El aire entra ahora para accionar el pistón y se abre la válvula, permitiendo que el aire pase a través del puerto.

ADVERTENCIA: NO INTENTE HACER FUNCIONAR LA VÁLVULA WHWN SI LA PRESIÓN DEL SISTEMA ES INFERIOR A 1000 PSI.



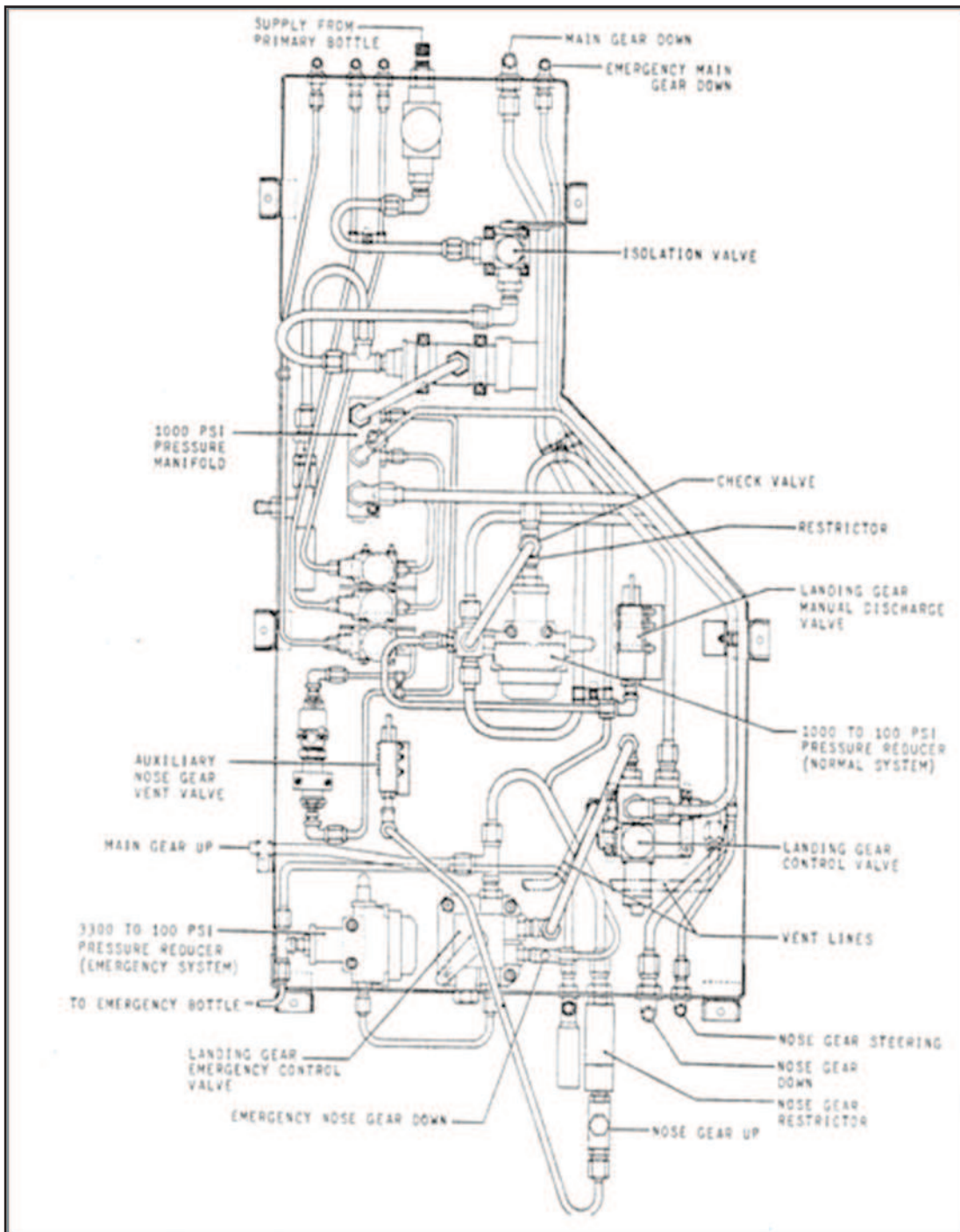


Figura 2.20: Componentes del tren de aterrizaje
Fuente: ATA 32 Maintenance Manual F27

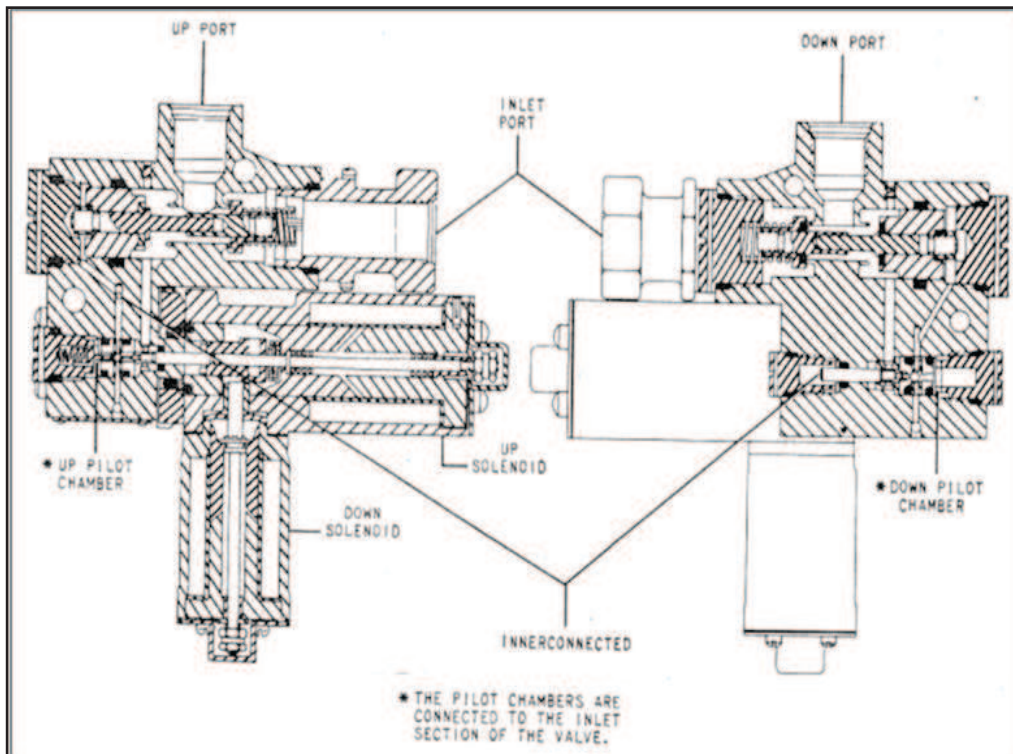


Figura 2.21: Válvulas Controladoras
Fuente: ATA 32 Maintenance Manual F27

- **Válvulas de retención controlada (ver figura 2.20.):** Una válvula de retención controlada está instalada en la rueda de morro y una en el tren de proa para permitir que los trenes principales se extiendan sin la rueda de morro. Las válvulas se abren para el flujo libre en cualquier dirección cuando la presión de 1000 psi se aplica a los puertos del control. Cuando no se aplica la presión de control de las válvulas funcionan como una válvula de retención normal. Ambas válvulas de retención controladas se encuentran en el panel neumático. En los aviones que incorporan SB 32-70, una válvula adicional de verificación controlada está instalada en el equipo hasta la línea para impedir la retracción accidental del tren de aterrizaje, mientras que en el suelo.
- **Válvula magnética de seguridad:** La válvula magnética de seguridad del tren es un contacto normalmente cerrado, dos posiciones de acción directa, la unidad de accionamiento eléctrico que controla la presión neumática a la válvula de retención controlada en la línea del tren. El solenoide está conectado en paralelo con el engranaje hasta la válvula solenoide de control

del tren de aterrizaje. La válvula de solenoide y la válvula de verificación controlada se encuentran en el panel neumático. ¹⁶

2.6. Equipo Dolly

Es un equipo capaz de soportar cargas considerables. El equipo está construido para manejar equipos de pesaje bajos y altos. Un típico Dolly es bajo a la tierra. Esta característica hace que sea fácil levantar cargas con bajos niveles de aceptación.

La fuerza de empuje-tracción creada con el Dolly requiere menos trabajo físico por el operador. ¹⁷

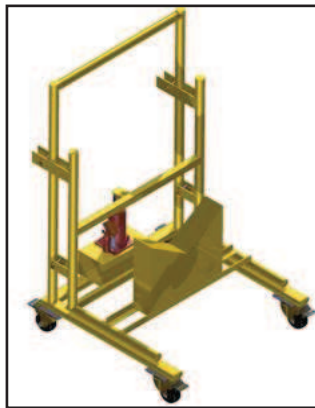


Figura 2.22: Equipo Dolly
Fuente: Investigación de Campo

2.7. Gatas Hidráulicas

Denominado también gato mecánico es una maquina empleada para la elevación de cargas que pueden ser mecánica o hidráulicas. Los gatos hidráulicos se emplean para la elevación de grandes pesos, mientras que los gatos mecánicos son adecuados para elevación de pequeños pesos.

¹⁶ ATA 32 Maintenance Manual FH – 227

¹⁷ www.mpw.cl/gatas_hidraulicas.htm



Figura 2.23: Gata Hidráulica tipo botella
Fuente: www.mpw.cl/gatas_hidraulicas.htm

2.7.1 Tipos de gatas hidráulicas

- Gatas para cigüeñales y Gatas para sacar cajas de transmisiones.
- Tipo botella de 5 a 100 toneladas, tipo caimán de 2 hasta 30 toneladas.
- Gatas de cremallera de 5, 10, 16 toneladas.
- Extractores Hidráulicos.
- Porto Power y Cilindros Hidráulicos. ¹⁸

2.8. Soldadura

Es un procedimiento por el cual dos o más piezas de metal se unen por aplicación de calor, presión o la combinación de ambos con o sin el aporte de otro metal denominado metal de aportación, cuya temperatura de fusión es inferior a la de las piezas que han de soldarse. ¹⁹

2.8.1 Tipos de soldadura

- Arco eléctrico arco
- Arco sumergido
- MIG / MAG

¹⁸<http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.equipmentdolly.com/&prev=/search%3Fq%3Ddolly%2Bequipment%26hl%3Des%2>

¹⁹ Mecánica industrial, Manual de uso

- TIG
- Oxiacetilénica

2.8.2 Soldadura por arco eléctrico



Figura 2.24: Trabajo de soldadura por arco eléctrico
Fuente: wiki/Soldador_eléctrico

Es un proceso donde la unión es producida por el calor generado por un arco eléctrico, con o sin aplicación de presión y con o sin metal de aporte.

La energía eléctrica se transforma en energía térmica, pudiendo llegar esta energía hasta los 4000 °C, la energía eléctrica es un flujo de electrones a través de un circuito cerrado, cuando ocurre una ruptura en cualquier parte del circuito, los electrones se mueven a gran velocidad y saltan el espacio libre entre las dos terminales, produciendo una chispa eléctrica con el suficiente voltaje par que sea continua, se denomina también arco eléctrico y es el responsable de fundir los metales.

Por lo tanto un arco eléctrico es un flujo de electrones a través de un medio gaseoso que genera luz y calor.

Las ventajas más adecuadas de la soldadura son, entre otras, las siguientes:

- Una unión total, consiguiendo que los dos metales se unan en uno solo.²⁰

²⁰ Mecánica industrial, Manual de uso

- La resistencia de la soldadura a la rotura es tan grande que si esta está perfectamente realizada y sin porosidad es difícil que se rompa, si la sometemos a un esfuerzo de torsión, es más fácil que rompa por un sitio distinto al soldado.
- Otra ventaja es su costo, que con mucho es más económico que cualquier otro tipo de unión habitual.
- Es el método más rápido de unión e incluso el único que se puede usar para acceder a determinadas zonas que por su inaccesibilidad es imposible utilizar otro medio.
- Podemos destacar que si está bien realizada es un medio de unión estanco para los fluidos.
- Podríamos citar algunas más pero con estas pueden ser suficientes para comprobar la importancia de la soldadura como método de unión de materiales metálicos.

2.8.2.1 Elementos de la suelda eléctrica

Conforman una soldadura por arco eléctrico las siguientes partes:

- Generador de corriente
- Cables de conexión
- Porta electrodos
- Masa o tierra
- Electrodo
- Pieza de trabajo

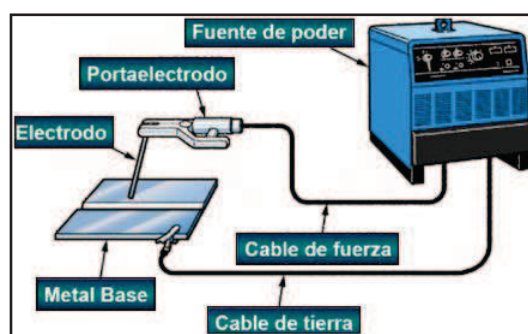


Figura 2.25: Elementos de una suelda eléctrica
Fuente: www.mpw.cl/como-elegir-electrodos.htm

La ventaja de este tipo de soldadura es que la fuente de energía necesaria está al alcance de la mano, se lo puede realizar en cualquier posición y es aplicable en la mayoría de metales y aleaciones de uso industrial.

2.8.3 Electrodo

Los electrodos cumplen dos funciones en la soldadura, por una parte cumplen la función de conductor de la electricidad y por otra proporciona el metal de aportación.

Los electrodos pueden ser de dos tipos: desnudos o revestidos.

- Los **electrodos desnudos**: tienen inconvenientes, ya que al estar expuestos a la atmosfera, la calidad de soldadura es inferior debido a la presencia de oxígeno y nitrógeno en el aire produciendo un arco inestable y de cebado difícil, se lo utiliza con corriente continua (equipos escasos).
- Los **electrodos revestidos**: son aquellos que contienen una capa externa, y de esto depende la calidad de suelda porque actúa estabilizando el arco, forman una pantalla gaseosa que protege los metales fundidos, sirven como medio para efectuar depósitos metálicos, permiten la ejecución de soldaduras en posición, forman escoria que purifica el metal.

2.8.3.1 Partes de un electrodo



Figura 2.26: Partes constitutivas de un electrodo para suelda por arco
Fuente: www.mpw.cl/como-elegir-electrodos.htm

2.8.3.2 Nomenclatura de un electrodo

El prefijo “E” significa “electrodo” y se refiere a la soldadura por arco.

2.8.3.2.1 Resistencia a la tracción

- E- 60xx.....Significa una resistencia a la tracción de 60000 lbs. /pulg²
- E-70xx.....Significa una resistencia a la tracción de 70000 lbs. /pulg²
- E-100xx.....Significa una resistencia a la tracción de 100000 lbs. /pulg²

2.8.3.2.2 Posiciones para soldar

La penúltima cifra indica la posición para soldar

- Exx1x.....Significa todas las posiciones.
- Exx2x.....Significa posición horizontal o plana.
- Exx3x.....Significa posición plana solamente.

2.8.3.2.3 Fuente de energía y polaridad

Esta información se la obtiene del último dígito.

Tabla 2.1 Energía y polaridad en suelda eléctrica

ULTIMO DIGITO	CORRIENTE Y POLARIDAD		ESCORIA	ARCO	PENETRACION
0	CC+	ORGANICA	ENERGETICO	MUCHA
1	CA	CC+	ORGANICA	ENERGETICO	MUCHA
2	CA	CC-	RUTILICA	MEDIO	MEDIANA
3	CA	CC-	RUTILICA	SUAVE	POCA
4	CA	CC-	RUTILICA	SUAVE	POCA
5	CC+	BASICA	MEDIO	MEDIANA
6	CA	CC+	BASICA	MEDIO	MEDIANA
7	CA	CC	MINERAL	SUAVE	MEDIANA
8	CA	CC+	BASICA	MEDIO	MEDIANA

Fuente: www.mpw.cl/como-elegir-electrodos.htm

2.8.4. Protección personal en soldadura

2.8.4.1 Elementos de seguridad para suelda

Se debe contar con los siguientes implementos:

- **Máscara de soldar**, protege los ojos, la cara, el cuello y debe estar provista de filtros inactínicos de acuerdo al proceso e intensidades de corriente empleadas, Un casco soldador o escudo de mano adecuado es necesario para toda soldadura por arco.
- **Guantes de cuero**, tipo mosquetero con costura interna, para proteger las manos y muñecas.
- **Delantal de cuero**, para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco.
- **Polainas**, cuando es necesario hacer soldadura en posiciones verticales y sobre cabezal deben usarse estos aditamentos, para evitarlas severas quemaduras que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido.
- **Zapatos de seguridad**, que cúbranos tobillos para evitar él atrape de salpicaduras.
- **Gorro**, protege el cabello y el cuero cabelludo, especialmente cuando se hace soldadura en posiciones.



Figura 2.27: Elementos de protección personal para suelda por arco
Fuente: www.slideshare.net/cerodano/elementos-de-proteccion-personal

2.8.4.2 Recomendaciones

- No se realizarán trabajos de soldadura utilizando lentes de contacto.
- Se comprobará que las caretas no estén deterioradas puesto que si así fuera no cumplirían su función.
- Verificar que el cristal de las caretas sea el adecuado para la tarea que se va a realizar.
- Para picar la escoria o cepillar la soldadura se protegerán los ojos.
- Los ayudantes y aquellos que se encuentren a corta distancia de las soldaduras deberán usar gafas con cristales especiales.
- Cuando sea posible se utilizarán pantallas o mamparas alrededor del puesto de soldadura
- Para colocar los electrodos se utilizaran siempre guantes, y se desconectará la maquina.
- La pinza deberá estar lo suficientemente aislada y cuando este bajo tensión deberá tomarse con guantes.
- Las pinzas no se depositarán sobre materiales conductores
- Soldar en áreas confinadas sin ventilación adecuada puede considerarse una operación arriesgada, porque al consumirse el oxígeno disponible, a la par con el calor de la soldadura y el humo restante, el operador queda expuesto a severas molestias y enfermedades

- La humedad entre el cuerpo y algo electrificado forma una línea a tierra que puede conducir corriente al cuerpo del operador y producir un choque eléctrico.
- El operador nunca debe estar sobre una poza o sobre suelo húmedo cuando suelda, como tampoco trabajar en un lugar húmedo.
- Deberá conservar sus manos, vestimenta y lugar de trabajo continuamente secos. ²¹

2.9. Tubo estructural rectangular, cuadrado y redondo

Se utilizan en todo tipo de elementos estructurales como columnas, vigas, cerchas, etc., y en general en cualquier otra aplicación en la que sea necesaria la resistencia y fiabilidad que ofrecen las secciones tubulares.



Figura 2.28: Tubos estructurales: redondos, cuadrados y rectangulares
Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar/Boletines/0083/mano.asp#1>

2.9.1 Usos

La utilización de estos tubos se da en la construcción en general así como herrería de obra y estructura metálica liviana y pesada.

Son utilizados en la industria automotriz específicamente en caños de escape, amortiguadores y asientos, entre otros usos. Además, se aplican para el armado de columnas para alumbrado público, cartelería y señalización de carreteras. ²²

También forman parte de los productos de la industria del mueble y camping como de las maquinarias agrícolas.

²¹ www.slideshare.net/cerodano/elementos-de-proteccion-personal

²² <http://www.estrucplan.com.ar/Boletines/0083/mano.asp#1>

2.9.2 Especificaciones técnicas

Ver anexos:

- Tubo estructural cuadrado (Anexo B1 Pag 129).
- Tubo estructural rectangular (Anexo B2 pag 130).
- Tubo estructural redondo (Anexo B3 Pag 1331).²³

2.10. Acero 1018

Acero SAE 1018 La especificación 1018 se refiere a un tipo de acero simple al carbono (10) que tiene 0.18 del 1% de carbono.



Figura 2.29: Acero 1018

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/steel-stock-carbon-steel-1070-bar>

2.10.1 Descripción

Este acero de bajo - medio carbono tiene buena soldabilidad y ligeramente mejor maquinabilidad que los aceros con grados menores de carbono. Se presenta en condición de calibrado (acabado en frío). Debido a su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para componentes de maquinaria.²⁴

Normas involucradas: ASTM A 108

Propiedades mecánicas: Dureza 126 HB (71 HRb)

Esfuerzo de fluencia 370 MPa (53700 PSI)

Esfuerzo máximo 440 MPa (63800 PSI)

²³ <http://www.estrucplan.com.ar/Boletines/0083/mano.asp#1>

²⁴ <http://spanish.alibaba.com/product-gs/steel-stock-carbon-steel-1070-bar>

Elongación máxima 15% (en 50 mm)
Reducción de área 40%
Modulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI)
Maquinabilidad 76% (AISI 1212 = 100%)
Propiedades físicas: Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)
Propiedades químicas: 0.15 – 0.20 % C
0.60 – 0.90 % Mn
0.04 % P máx
0.05 % S máx ²⁵

2.11. Perfil hierro ángulo

Producto no plano de sección transversal formada por dos alas de igual longitud en ángulo recto.

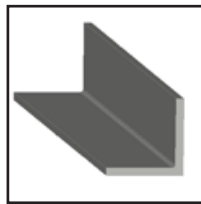


Figura 2.30: Perfil hierro ángulo

Fuente: <http://www.todoacero.com.ec/barras-y-perfiles-en-acero-inox..html>

2.11.1 Usos

Son utilizados para la herrería, la industria, el agro y la construcción.

Perfil de gran uso en estructuras metálicas, marcos de puertas rejas, marcos de bastidores para mallas, muebles de hierro, guardacantos, soportes de vigas, apoyos, y variados fines estructurales. ²⁶

²⁵ <http://spanish.alibaba.com/product-gs/steel-stock-carbon-steel-1070-bar>

²⁶ <http://www.todoacero.com.ec/barras-y-perfiles-en-acero-inox..html>

2.11.2 Especificaciones técnicas

Ver anexo B4 (Pág. 132) ²⁷

2.12. Planchas metálicas

Se utilizan para múltiples propósitos dentro del sector metal-mecánico, cerrajería ornamental, manufactura de muebles, carrocerías vehiculares, herramientas manuales y trabajos de carpintería metálica en general.

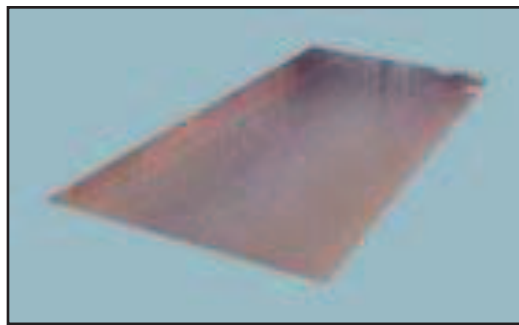


Figura2.31: Plancha metálica

Fuente: <http://www.aceroscenter.com.ec/toles.htm>

2.12.1 Especificaciones técnicas

Ver anexo B5 (Pag. 133)

2.13. Ruedas

La rueda es una pieza mecánica circular que gira alrededor de un eje. Puede ser considerada una máquina simple, y forma parte del conjunto denominado elementos de maquinas.

Las ruedas se utiliza en todo tipo de terreno, su diseño de banda de rodamiento es capaz de prestar excelentes condiciones de maniobrabilidad. ²⁸

²⁷ <http://www.todoacero.com.ec/barras-y-perfiles-en-acero-inox..html>

²⁸ www.ruedasygarruchas.com



Figura2.32: Rueda con doble freno
Fuente:www.ruedasygarruchas.com

2.14. Torno

El torno es la máquina-herramienta que permite la transformación de un sólido indefinido, haciéndolo girar alrededor de su eje y arrancándole material periféricamente a fin de obtener una geometría definida (sólido de revolución). Con el torneado se pueden obtener superficies: cilíndricas, planas, cónicas, esféricas, perfiladas, roscadas.

Existen una gran variedad de tornos:

- Paralelos
- Universales
- Verticales
- De Copiar
- Automáticos
- De Control Numérico Computarizado (CNC) ²⁹

²⁹ <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=torno+pdf&source=web&cd>

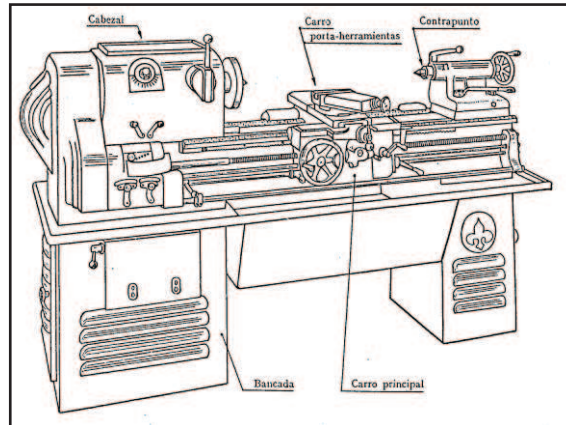


Figura 2.33: Torno

Fuente: <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=torno+pdf&source=web&cd>

De todos los tipos de torno, este es el más difundido y utilizado, aunque no ofrece grandes posibilidades de fabricación en serie.

2.14.1 Torneado de un eje

Los tornos más utilizados son los de bancada horizontal, en los cuales se imprime a la pieza, por lo general un sólido de revolución, un movimiento de rotación según su eje horizontal, constituyendo éste el movimiento principal de corte. Al mismo tiempo, la herramienta de corte, sujeta por el carro porta herramienta, efectúa un movimiento longitudinal y transversal, que constituyen el avance a y la penetración e respectivamente.

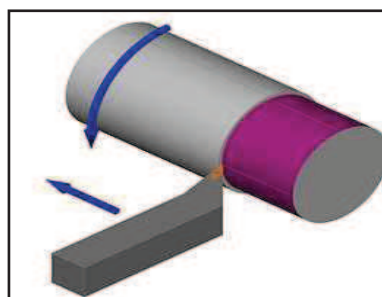


Figura 2.34: Cilindrado

Fuente: <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=torneado+cilindrado>

Se puede observar la operación de torneado cilíndrico, donde se muestra la herramienta y la viruta que el corte de ésta produce, al penetrar con una profundidad e o espesor de corte e y un avance a en la pieza que se trabaja, la

cual gira, sujeta por la mordaza del plato en un extremo y por el otro por la contrapunta del cabezal móvil, con una velocidad tangencial. La herramienta efectúa el corte de la viruta V cuya sección está dada por la penetración o espesor e y el avance.

El arranque de material puede ser realizado tanto exteriormente a la pieza como interiormente, desprendiéndose, como ya se viera, virutas de espesores que dependerán del tipo de material a trabajar, de la herramienta utilizada y de la velocidad de corte requerida.

En el torno se pueden ejecutar una gran variedad de trabajos, siendo los principales los siguientes: a) obtención de superficies cilíndricas, tanto exteriores como interiores, b) obtención de superficies planas, c) obtención de superficies esféricas, d) obtención de superficies cónicas, e) obtención de superficies de sólidos de revolución de perfiles variables, f) obtención de roscas de paso variables, etc.

2.14.2 Taladrado

Muchas piezas que son torneadas requieren ser taladradas con brocas en el centro de sus ejes de rotación. Para esta tarea se utilizan brocas normales, que se sujetan en el contrapunto en un portabrocas o directamente en el alojamiento del contrapunto si el diámetro es grande. Las condiciones tecnológicas del taladrado son las normales de acuerdo a las características del material y tipo de broca que se utilice.



Figura 2.35: Taladrado

Fuente: <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=torneado+taladrado>

2.14.3 Ranurado

El ranurado consiste en mecanizar unas ranuras cilíndricas de anchura y profundidad variable en las piezas que se tornearn, las cuales tienen muchas utilidades diferentes. Por ejemplo, para alojar una junta, para salida de rosca, para arandelas de presión, etc.

Las ranuras pueden hacerse sobre la superficie cilíndrica, cónica o en la superficie frontal o refrentada.

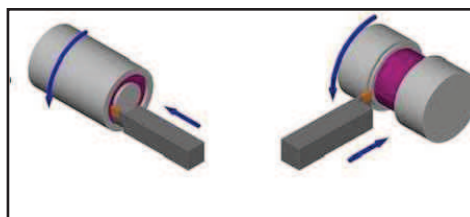


Figura 2.36: Ranurado

Fuente: <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=torneado+ranurado>

2.14.4 Tronzado

Se llama tronzado a la operación de torneado que se realiza cuando se trabaja con barra y al finalizar el mecanizado de la pieza correspondiente es necesario cortar la barra para separar la pieza de la misma. Para esta operación se utilizan herramientas muy estrechas con un saliente de acuerdo al diámetro que tenga la barra y permita con el carro transversal llegar al centro de la barra. Es una operación muy común en tornos revólver y automáticos alimentados con barra y fabricaciones en serie.³⁰

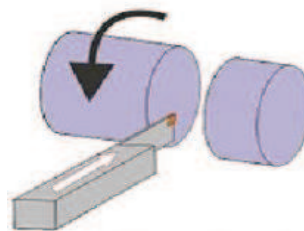


Figura 2.37: Tronzado

Fuente: <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=torneado+tronzado>

³⁰ <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=torno+pdf&source=web&cd>

2.14.5 Herramientas de corte convencionales

Los materiales más usados en la construcción de herramientas de corte son el acero al carbono, acero rápido, que es una aleación con Wolframio (W), Cromo (Cr) y Vanadio (V), metales que le confieren mayor resistencia al calentamiento y al desgaste, acero extra rápido o metales duros, aleado con los metales ya mencionados más Molibdeno (Mo) y Cobalto (Co); aleaciones duras, como las denominadas estelitas, carburos metálicos, conocidos con su nombre comercial Widia, aleaciones no ferrosas, cerámicos, diamante.

Se muestran algunas de las formas de las herramientas ya mencionadas, correspondiendo: (a) herramienta de tronzar, (b) y (c) herramientas de forma, (d) herramienta de roscar.

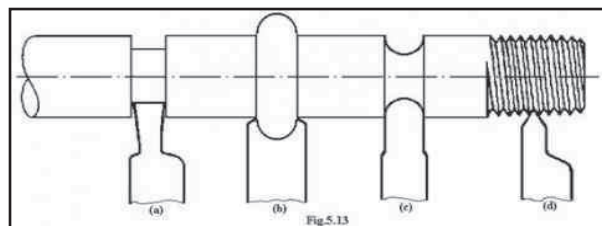


Figura 2.38: Porta herramientas de espiga recta
Fuente: Catalogo estandarizado de herramientas para tornear

(a) Para cortes de poca fuerza, el (b), denominado puente de sujeción o también garra de sujeción, se utiliza para fijar la herramienta en caso de grandes esfuerzos de cortes y el (c) es un portaherramientas cuádruple, ya que sujeta simultáneamente cuatro herramientas permitiendo cambiar rápidamente la herramienta con la cual se trabaja, rotando el portaherramientas.³¹

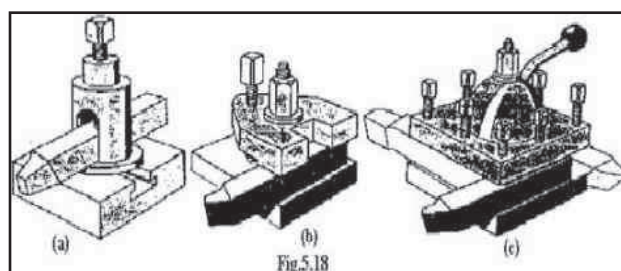


Figura 2.39: Puente de sujeción
Fuente: Catálogo estandarizado de herramientas para tornear

³¹ Catalogo estandarizado de herramientas para tornear

2.15. Amoladora

Una de las herramientas fundamentales cuando de construcción se habla es la amoladora.

Por lo general la amoladora cuenta con 2 tipos de discos para realizar diversas tareas. Los discos compuestos por material blando se utilizan para pulido y para sacar brillo sobre metales, este material puede ser el esmeril. También hay discos de material abrasivo, se componen de granos gruesos o finos y sirve principalmente para afilar herramientas de corte o también para cortar cerámicas.



Figura 2.40: Amoladora Boch
Fuente:<http://www.amoladora.net/index.php>

2.15.1 Protección personal

- Gafas de seguridad,
- Protectores auditivos,
- Guantes de seguridad,
- Máscaras anti-polvo.
- En condiciones extremas, protección adicional del rostro.
- El usuario deberá vestir siempre delantal de cuero y calzado de seguridad.
- Leer las Instrucciones de uso en húmedo y en seco

2.15.2 Precauciones generales

- Se deben seguir las instrucciones de seguridad facilitadas por los fabricantes de la máquina.³²

³² <http://www.amoladora.net/index.php>

- Todas las protecciones, cubiertas y tapas, cuando las haya, deberán estar en su lugar durante la operación de rectificado, y no se deberían alterar en modo alguno.
- Evitar utilizar abrasivos cerca de materiales inflamables o en entornos donde haya riesgo de explosión.
- Las chispas deberían dirigirse, cuando sea posible, hacia el suelo, en dirección contraria a la cara o al cuerpo.
- Deberá usarse equipo de extracción de polvo siempre que sea posible.
- Deberán, asimismo, seguirse las instrucciones de uso facilitadas por el fabricante del abrasivo, como por ejemplo: “No utilizar sin soporte” o “No utilizar en húmedo”.
- La pieza debe encontrarse firmemente sujeta antes de iniciar la operación.
- Comprobar visualmente el estado de los abrasivos antes de su uso y asegurarse de que el producto es idóneo para la aplicación. No se debería alterar en modo alguno el producto abrasivo con posterioridad a su entrega.
- Las operaciones en húmedo deberían realizarse únicamente con maquinaria diseñada con ese fin, y con abrasivos señalados como idóneos para este tipo de operación.³³

2.15.3 Discos de corte y desbaste

Los discos de corte son aquellos utilizados para realizar cortes de algún tipo de material según la necesidad del operador. El disco de desbaste se lo utiliza para pulir el material.

2.15.3.1 Nomenclatura

Todo disco de corte y desbaste viene identificado por un grupo de letras y números que lo definen básicamente:³⁴

³³ <http://www.amoladora.net/index.php>

³⁴ www.todoabrasivos.es/.../Manual_Basico_Discos_de_Corte_y_Desbaste

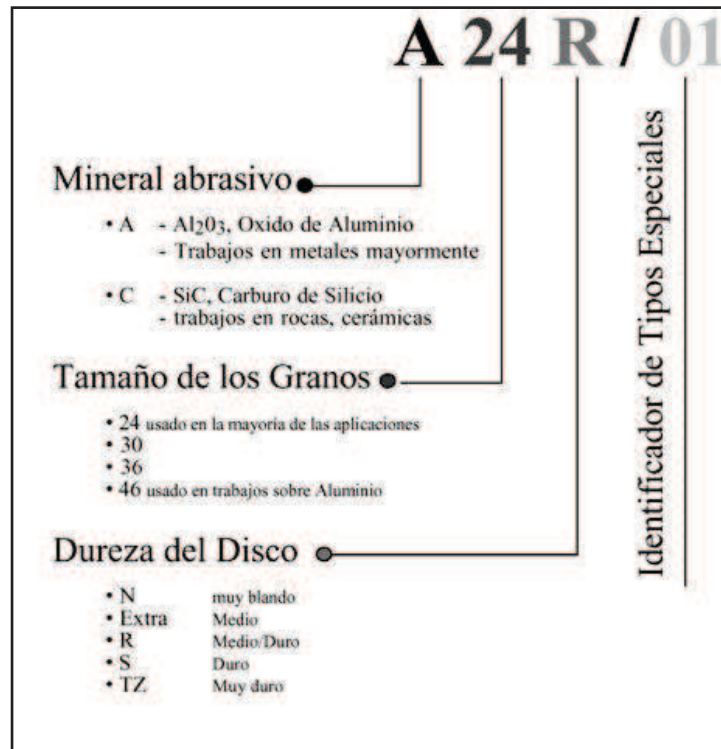


Figura 2.41: Nomenclatura de los discos de corte y desbaste

Fuente: www.todoabrasivos.es/.../Manual_Basico_Discos_de_Corte_y_Desbaste

2.16. Pintura

Es la mezcla líquida o viscosa aplicada sobre una superficie con el fin de brindarle una protección a la misma

2.16.1 Términos de pintura

- **El revestimiento o la pintura:** Es la mezcla líquida o viscosa aplicada sobre una superficie compuesta básicamente por excipientes líquidos (vehículos) o pigmentos.
- **El excipiente líquido (vehículo):** Es la parte líquida del revestimiento. Este provee las cualidades de adhesión, fortaleza, flexibilidad y resistencia a los entornos. ³⁵

³⁵http://1.bp.blogspot.com/ymPkkN7s_H0/UDGm3TG7AtI/AAAAAAAAABNY/SBUiqpZAEGI/s1600/m+d+partes+de+una+pistola.jpg

- **Los pigmentos:** Son las partes finas solidas utilizadas en la preparación de pinturas, lacas y esmaltes. Los mismos que proveen color, capa y protección contra los rayos ultravioleta.
- **Los volátiles:** Comúnmente se denominan solventes o diluyentes. Estos se usan para reducir la viscosidad (diluir) del excipiente a una consistencia de rociado o de brocha.
- **Los involátiles:** Forman la capa real de la superficie.
- **Las resinas:** Pueden ser un líquido natural o sintético; cuando los catalizadores apropiados se agregan, estos transforman la resina en formas en forma solida.
- **El catalizador:** Al agregarse a las resinas acelera la reacción química.
- **Los esmaltes:** Tienen un acabado que se cura por medio de cambios químicos. Sus pigmentos se dispersan en una base de barniz.
- **La viscosidad:** Se define como la resistencia interna del liquido al flujo. La viscosidad es significativa en la aplicación de cualquier revestimiento, pero particularmente en las aplicaciones por medio del rocío.
- **La vasija viscosimétrica Zahn:** Mide la viscosidad directamente desde los recipientes.

2.16.2 Mezcal y dilución de los materiales de revestimiento

La mezcla de materiales de revestimiento es una fuente muy común de problemas ya sea por negligencia o falta de conocimiento. Todos los materiales de revestimiento requieren de una preparación antes de ser aplicados.

2.16.3 Preparación de la superficie

- **La adhesión:** Es un paso sumamente importante en cualquier aplicación de revestimiento. Debe enrudecer (volver áspera) todas las superficies para darle a la pintura una superficie en la cual pueda arraigarse.
- **La limpieza:** Se debe llevar a cabo antes de empezar a aplicar el revestimiento.

2.16.4 Técnicas del uso de la pistola de pintar

Las pistolas de pintar están diseñadas para usarse con ciertas técnicas de rocío. La calidad del acabado depende inmensamente de cuán bien se apliquen estas técnicas.

- **Ajuste el patrón de rocío:** El flujo del aire y líquido debe ajustarse para obtener la atomización adecuada y las características de rocío adecuadas.
- **Distancia:** Esta depende de la anchura deseada del patrón de rocío. Debería sostener la pistola de 6 a 8 pulgadas del objeto.
- **Recorrido:** El recorrido apropiado involucra el mantener la misma distancia, velocidad y mantenerse perpendicular con la superficie. “No arquee u ondee la pistola”.
- **Gatillado:** El gatillado correcto de la pistola de pintar es difícil de aprender, y solo se puede lograr por medio de la práctica. Debe empezar su recorrido antes de apretar el gatillo y debe soltar el gatillo antes de terminar el recorrido.
- **Traslapo:** El recorrido deberá ser en pasadas paralelas con cada pincelada apuntando a un 50% de traslapo.

2.16.4.1 Partes de una pistola de aire

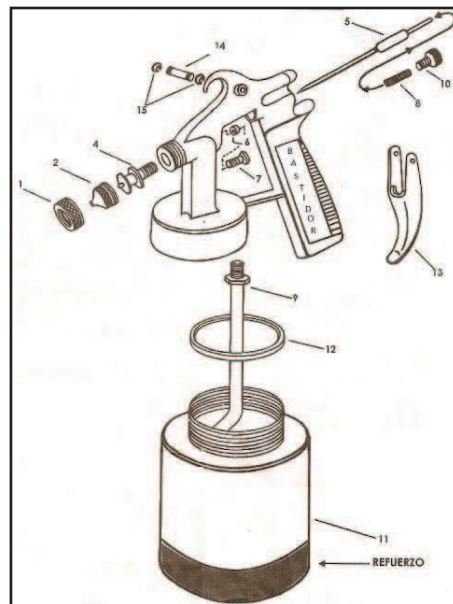


Figura 2.42: Partes de una pistola de aire

Fuente: http://1.bp.blogspot.com/ymPkkN7s_H0/UDGm3TG7AtI/AAAAAAAAABNY/SBUiqpZAEGL/s1600/md+partes+de+una+pistola.jpg

1. Anillo retenedor de la boquilla
2. Boquilla de abanico
3. Boquilla de punto
4. Tobera
5. Agujas de fluido
6. Empaque de la aguja
7. Tornillo hexagonal para empaque de la aguja
8. Resorte
9. Tubo de fluido
10. Tornillo regulador de fluido
11. Vaso con refuerzo
12. Empaque del vaso
13. Gatillo
14. Vástago del gatillo
15. Candado sujetador del vástago

2.16.5 Seguridad al momento de aplicar el revestimiento

Las operaciones de pintura presentan peligros, que requieren un control o medidas preventivas. Los vapores generados, particularmente en la pintura por rocío, usualmente son muy inflamables como lo son los cúmulos de materiales de revestimiento secos depositados en las paredes, pisos y equipo en las aéreas de pintura. Todo el personal debe tomar las precauciones de seguridad necesarias con relación a la toxicidad y otros peligros para la salud. Los vapores producidos durante la mezcla y aplicación del sistema de revestimiento de poliuretano son nocivos. Los respiradores normales de vapores orgánicos no proveen una protección eficaz contra los constituyentes del revestimiento. Por lo tanto, los respiradores suplidores de oxígeno son necesarios al mezclar o aplicar un sistema de revestimiento.

La orden técnica 42A-1-1 y los estándares AFOSH son aplicables y todas las precauciones relacionadas con la salud del personal, prevención de incendios, ventilación, manejo del equipo, conexión a tierra, almacenamiento de los materiales de revestimiento, preparación del área, uso de luces a prueba de vapor, etc., SON OBLIGATORIAS.

Al limpiar con químicos, se deben usar los siguientes artículos:

- Monos de trabajo (overoles)
- Guantes resistentes al ácido
- Delantal resistente al ácido
- Protección para los ojos – protector de cara o gafas
- Respirador

Al aplicar el imprimador se debe utilizar los siguientes artículos:

- Monos de trabajo
- Guantes resistentes al ácido
- Respirador de suministro de oxígeno

2.16.6 Norma oficial para la utilización de colores en seguridad

Uno de los medios que la ciencia y la técnica tiene para crear un ambiente agradable y cómodo, es la adecuada aplicación de los colores, que son complemento indispensable de una buena iluminación. Se advierte un gran auge en la aplicación funcional de los colores, sobretodo en la industria y en el transito, debido a que el ser humano está influenciado por los colores.

Los colores tienen aplicación práctica, porque a través de ellos se logra aumentar la producción, mejorar la eficiencia de los trabajadores, reducir los tiempos de respuesta, mejorar anímicamente a las personas y por ende, reducir los accidentes.

Esta norma establece los colores convencionales para identificar riesgos físicos, objetos y tuberías, para los efectos de prevenir accidentes en las actividades humanas.

Los colores de seguridad a utilizar en este código serán los siguientes: amarillo, anaranjado, verde, rojo, azul, violeta, blanco, gris y negro

- **Color rojo (excitante):** Será el color básico para denotar peligro o para indicar alto inmediato. Simbolizará la prevención de incendios y por lo mismo servirá para identificar los equipos de prevención de estos.
- **Color anaranjado (desagradable):** Será el color básico para simbolizar alerta e identificar a las partes peligrosas de maquinas o de equipos eléctricos. Si el protector de una maquina puede abrirse o quitarse, la parte interior se pintara de este color para atraer la atención sobre el riesgo.
- **Color amarillo (alegra y estimula):** Es el color de más alta visibilidad por lo tanto, será el color básico para indicar la necesidad de tener “precaución” y para riesgos físicos que requieren ser captados fácilmente entes de entrar en el área de peligro.

En lugares donde se requiere llamar la atención de manera más decidida, se usaran franjas alternadas de amarillo y negro y del mismo ancho a 45 grados con respecto a una horizontal. El color amarillo se empleara en:

- a) Letreros de precaución. Se utilizarán para prevenir al personal de riesgos físicos y de prácticas inseguras;
 - b) Equipo en movimiento. Equipo de manejo de materiales y equipo pesado de construcción;
 - c) Obstrucciones y protecciones. Columnas, pilares, vigas bajas, partes de fajas transportadoras que se encuentran a baja altura, postes, etc., en este caso se puede usar, además, franjas amarillas y negras; y
 - d) Espacios libres, pasillos, partes de la huella y de la contra-huella de una escalera, barandales de protección, diferencias de altura en los pisos, etc.
-
- **Color verde (descanso y fresco):** Es el color para simbolizar la seguridad.

 - **Color azul (sensación de frío):** Será el color básico para simbolizar la prevención y su función principal es indicar que se deben tomar precauciones frente a equipos que se hayan detenido por reparaciones o que simplemente no deben moverse o ponerse en funcionamiento. El color azul se utilizara para prevenir movimiento accidental del equipo.

 - **Color violeta:** Será el color básico para señalar riesgos de radiación. Se utilizara la combinación de amarillo con violeta para letreros, etiquetas, señales, etc.

 - **Colores blanco, gris o negro:** El color blanco o gris sobre fondo oscuro, o negro sobre fondo claro se utilizará para marcar avisos de tránsito de peatones, de orden y limpieza y de información general. La combinación de bandas negras y blancas, o cuadros negros y blancos, se utilizarán dependiendo de las necesidades específicas de identificación.³⁶

³⁶http://1.bp.blogspot.com/ymPkkN7s_H0/UDGm3TG7AtI/AAAAAAAAABNY/SBUiqpZAEGI/s1600/m+d+partes+de+una+pistola.jpg

2.17. Software de simulación

Las industrias que manejan mercados a niveles internacionales, y gran cantidad de piezas y partes para sus productos son las que más utilizan el CAD 3D, la simulación CAM y CAE, logrando el manejo total de prototipos virtuales.

Los Sistemas de Computer Aided Desing (CAD, Diseño asistido por computadora), son relativamente comunes, es un programa que permite el diseño de dibujos mediante coordenadas y vectores, el cual resulta de gran precisión, este programa es usado por un gran número de profesionistas al ser muy exacto, además de permitir el diseño en 3D.

Muchos de los sistemas CAD / CAM (CAM: Computer Aided Manufacturing, Manufactura Asistida por Computadora), en uso hoy en día están diseñados y pensados para automatizar funciones manuales, independientemente de sí la función particular que cumplirán será un análisis ingenieril, diseño conceptual, dibujo, documentación o la programación de la maquinaria de manufactura e inspección.

Sin embargo, el concepto de CAE, (Computer Aided Engineering, Ingeniería Asistida por Computador) asociado a la concepción de un producto y a las etapas de investigación y diseño previas a su fabricación, sobre todo cuando esta última es asistida o controlada mediante computador, se extiende cada vez mas hasta incluir progresivamente a la propia fabricación.

Se puede decir, por tanto CAE, es un proceso integrado que incluye todas las funciones de la ingeniería que van desde el diseño propiamente dicho hasta la fabricación.

Es un programa de modelado paramétrico 3D, que sirve para el desarrollo y gestión del diseño mecánico, siendo la solución a la creación, el mantenimiento y la presentación de elementos y dispositivos mecánicos.

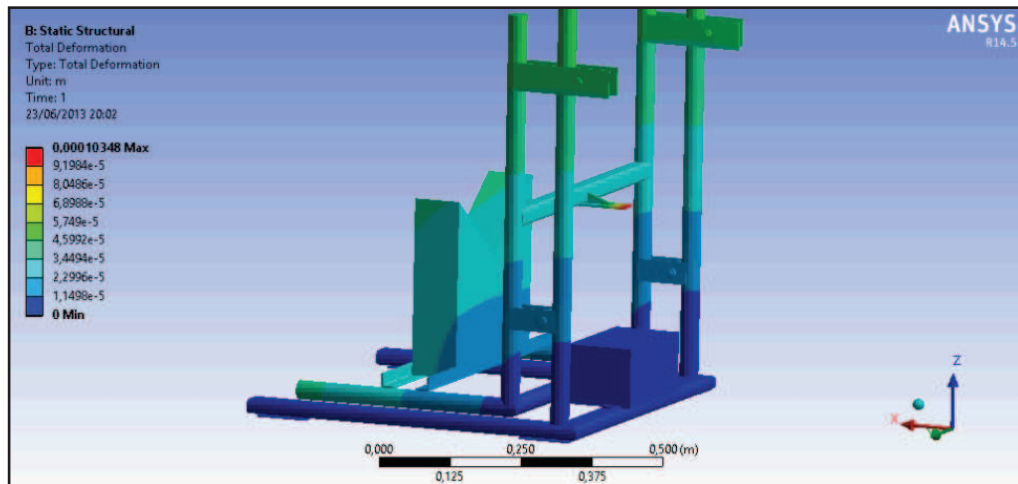


Figura 2.43: Análisis de una estructura 3D sujeta a deformaciones, realizado en ANSYS

Fuente: Investigación de campo

2.18. Análisis de elementos finitos

El análisis por elementos finitos (FEA por sus siglas en inglés para: *Finite Element Analysis*) es una técnica de simulación por computador usada en ingeniería. Usa una técnica numérica llamada Método de los elementos finitos (FEM).

Existen muchos paquetes de software, tanto libres como no libres. El desarrollo de elementos finitos en estructuras, usualmente, se basa en análisis energéticos como el principio de los trabajos virtuales.

2.18.1 Aplicación

En estas aplicaciones, el objeto o sistema se representa por un modelo geoméricamente similar que consta de múltiples regiones discretas simplificadas y conectadas. Ecuaciones de equilibrio, junto con consideraciones físicas aplicables así como relaciones constitutivas, se aplican a cada elemento, y se construye un sistema de varias ecuaciones. El sistema de ecuaciones se resuelve para los valores desconocidos usando técnicas de álgebra lineal o esquemas no lineales, dependiendo del problema. Siendo un método aproximado, la precisión de los métodos FEA puede ser mejorada refinando la discretización en el modelo, usando más elementos y nodos.

Comúnmente se usa FEA en determinar los esfuerzos y desplazamientos en sistemas mecánicos. Es además usado de manera rutinaria en el análisis de muchos otros tipos de problemas, entre ellos Transferencia de calor, dinámica de fluidos, y electromagnetismo. Con FEA se pueden manejar sistemas complejos cuyas soluciones analíticas son difícilmente encontradas.

2.18.2 Revisión de la literatura del análisis por elementos finitos

Análisis estadístico no lineal de una estructura 3D sujeta a deformaciones plásticas, realizado en Code-Aster en CAE Linux

La Ingeniería asistida por computadora (CAE, del inglés: *Computer Aid Engineering*) es la aplicación de programas computacionales de ingeniería para evaluar componentes o ensambles. Contiene simulación, validación y optimización de productos y herramientas de manufactura. La aplicación principal de CAE, usada en ingeniería civil, mecánica, aeroespacial, y electrónica, se trata de FEA al lado del Diseño Asistido por Computador (CAD).

2.18.3 Análisis por elementos finitos

En general, hay tres fases en cualquier tarea asistida por computador:

1. Pre-procesamiento. Definir el modelo de elementos finitos y los factores ambientales que influyen en él.
2. Solución del análisis. Solucionar el modelo de elementos finitos.
3. Post-procesamiento de resultados usando herramientas de visualización.

2.18.4 Pre-procesamiento

El primer paso en FEA, pre-procesamiento, es construir un modelo de elementos finitos de la estructura a ser analizada. En muchos paquetes de FEA se requiere de la entrada de una descripción topológica de las características geométricas de

la estructura. Ésta puede ser 1D, 2D, o 3D. El objetivo principal del modelo es replicar de manera realista los parámetros importantes y características del modelo real. La manera más sencilla para conseguir similaridad en el análisis es utilizar planos pre - existentes, modelos CAD, o datos importados de un ambiente FEA. Una vez se ha creado la geometría, se utiliza un procedimiento para definir y dividir el modelo en "pequeños" elementos. En general, un modelo de elementos finitos está definido por una malla, la cual está conformada por elementos y nodos. Los nodos representan puntos en los cuales se calcula el desplazamiento (análisis estructural). Los paquetes de FEA enumeran los nodos como una herramienta de identificación. Los elementos están determinados por conjuntos de nodos, y definen propiedades localizadas de masa y rigidez. Los elementos también están definidos por la numeración de la malla, la cual permite referenciar la correspondiente deflexión o esfuerzo (en análisis estructural) para una localización específica.

2.18.5 Análisis (cómputo de la solución)

En la siguiente etapa en el proceso de análisis de elementos finitos se lleva a cabo una serie de procesos computacionales que involucran fuerzas aplicadas, y las propiedades de los elementos de donde producir un modelo de solución. Tal análisis estructural permite la determinación de efectos como lo son las deformaciones, estiramiento o *estrés* que son causados por fuerzas estructurales aplicadas como lo son la fuerza, la presión y la gravedad.

2.18.6 Post-procesamiento (visualización)

Estos resultados entonces pueden ser estudiados utilizando herramientas visuales dentro del ambiente de FEA para ver y para identificar completamente las implicaciones del análisis. Herramientas numéricas y gráficas permiten la localización precisa de información como esfuerzos y deformaciones a ser identificadas.

2.19. Teoría de Von Mises

El criterio de Von Mises sugiere que el rendimiento de los materiales comienza cuando la tensión de segunda invariante desviadora alcanza un valor crítico. Por esta razón, algunas veces se denomina la plasticidad-o teoría del flujo. Es parte de una teoría de la plasticidad que mejor se aplica a materiales dúctiles, tales como metales. Antes de dar, respuesta del material se supone que es elástico.

En ciencia de materiales e ingeniería del criterio del rendimiento de Von Mises también puede ser formulada en términos de la tensión de Von Mises o esfuerzo de tensión equivalente, un valor escalar que el estrés puede calcular a partir del tensor de tensiones. En este caso, un material se dice que comenzar dando cuando su tensión de von Mises alcanza un valor crítico conocido como el límite de elasticidad. La tensión de von Mises se utiliza para predecir el calentamiento de los materiales bajo cualquier condición de carga a partir de resultados de pruebas sencillas de tracción uniaxial. La tensión de von Mises satisface la propiedad de que dos estados de tensión con la energía de distorsión igual tienen la misma tensión de von Mises.

Debido a que al criterio del rendimiento de Von Mises es independiente de la tensión invariante primero,, es aplicable para el análisis de la deformación plástica de materiales dúctiles, tales como metales, como el inicio de la producción para estos materiales no depende de la componente hidrostática del tensor de tensiones

Aunque formulada por Maxwell en 1865, en general se atribuye a Richard Edler Von Mises (1913). Tytus Maksymilian Huber (1904), en un artículo en polaco, anticipa en cierta medida este criterio. Este criterio es también conocido como la teoría de Maxwell-Huber-Hencky-von Mises.

2.20. Deformación

Es el cambio de longitud entre la longitud inicial y la final, se produce cuando un cuerpo sólido es sometido a un cambio de temperatura o a cargas externas.

2.21. Elasticidad

Rango Elástico o Zona Elástica: Zona dónde es válida la Ley de Hooke en cualquier punto de esta zona el material se deforma bajo la acción del esfuerzo y al retirar el esfuerzo el material recupera sus dimensiones originales sin que quede ninguna deformación.

Rango Plástico o Zona Plástica: Es la zona donde los esfuerzos no son proporcionales a las deformaciones, un material cargado que se encuentra en esta zona al retirar el esfuerzo queda con una deformación permanente.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Preliminares

El Dolly es un equipo se lo utiliza para el proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión escuela Fairchild FH-227.

Hoy en día las industrias manufactureras de partes y productos mecánicos utilizan software de diseño y simulación debido a su exactitud y reducción de tiempo de salida al mercado del producto. Se puede decir que dichos software constituyen un proceso integrado que incluye todas las funciones de la ingeniería que van desde el diseño propiamente dicho hasta la fabricación y salida al mercado. El diseño del equipo propuesto está respaldado y analizado por un software de diseño y simulación.

3.2 Diseño

El diseño de la estructura de dicha máquina se lo realizo en el Autodesk Inventor Professional 2013. Para garantizar el funcionamiento de dicha estructura se hicieron las simulaciones concretas y necesarias en el ANSYS.

3.3. Simulación y análisis en el software

Con la ayuda del software especializado en el análisis de materiales, se efectuó una simulación de la máquina; observando la tensión máxima, la deformación y la elasticidad de los mismos, para así elegir los materiales más factibles.

3.3.1 Análisis de la estructura estática (t=1s)

3.3.1.1 Esfuerzo principal máximo

En la figura 3.1 se aprecia que $-5,3338e6$ Pa y $4,0178e7$ Pa son los resultados mínimos y máximos respectivamente fruto del esfuerzo principal máximo. El resultado mínimo se presenta en los tubos redondos de la estructura pero el valor máximo el esfuerzo máximo es aplicado en la placa de levantamiento.

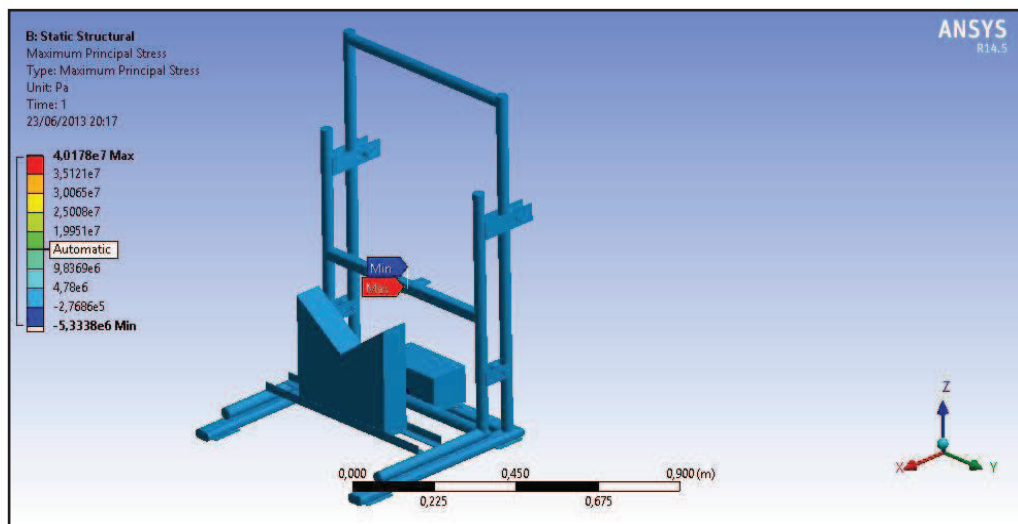


Figura 3.1: Esfuerzo principal máximo en la estructura estática
Fuente: José Hernández

3.3.1.2 Esfuerzo principal mínimo

La figura 3.2 indica $-7,8544e7$ Pa², $4615e6$ Pa como valores mínimos y máximos del esfuerzo principal mínimo. El valor mínimo ocurre en el tubo estructural redondo mientras que el valor máximo está en la placa de levantamiento.

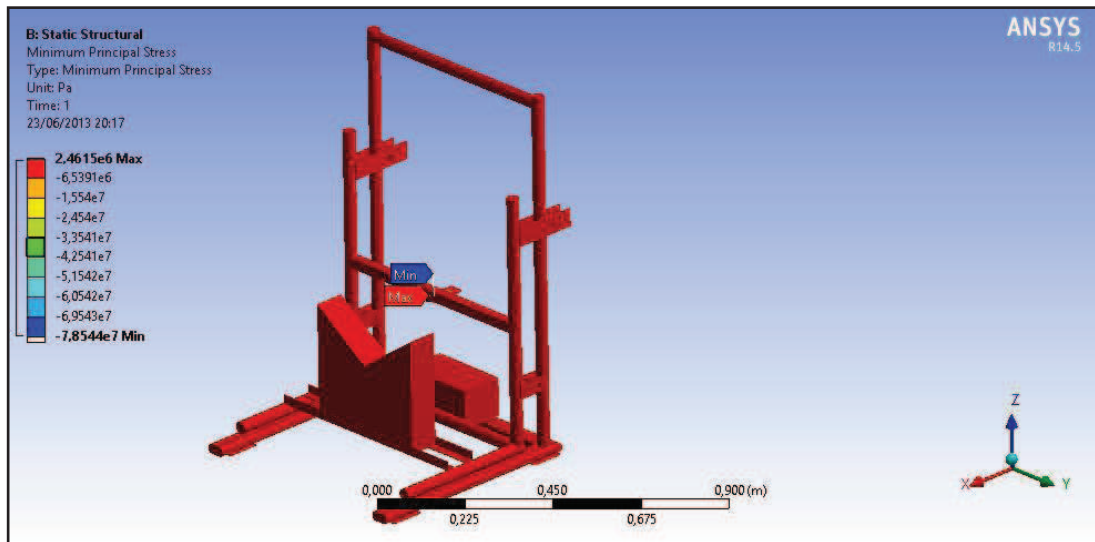


Figura 3.2: Esfuerzo principal mínimo en la estructura estática
Fuente: José Hernández

3.3.1.3 Elasticidad

En la figura 3.3 se aprecia claramente como la elasticidad es mínima en el tubo redondo siendo su valor $9,805e-21$ m/m. Mientras que la elasticidad es máxima en el nervio de la placa de levantamiento llegando al valor de $3,5174e-4$ m/m

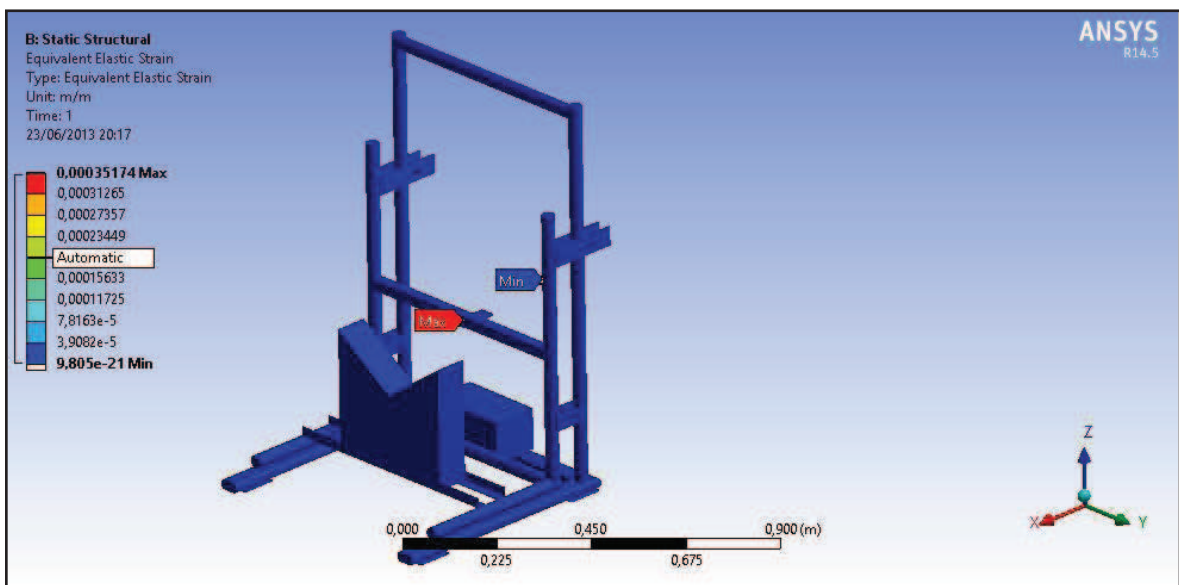


Figura 3.3: Elasticidad en la estructura estática
Fuente: José Hernández

3.3.1.4 Deformación total

La máxima deformación es de $9,9756e-5$ m la cual está presente en la placa de levantamiento.

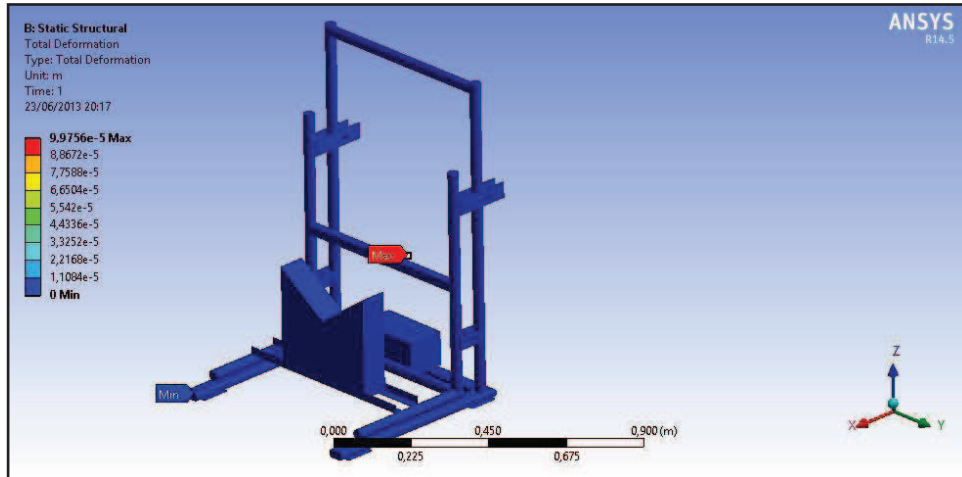


Figura 3.4: Deformación total de la maquina
Fuente: José Hernández

3.3.1.5 Esfuerzo de Von Mises

La figura 3.5 indica el esfuerzo de Von Mises, $2,1328e-10$ Pa es el resultado mínimo el cual está presente en el tubo estructural redondo, por otra parte se tiene $7,0347e7$ Pa como el resultado máximo mismo que se presenta en el nervio de la placa de levantamiento.

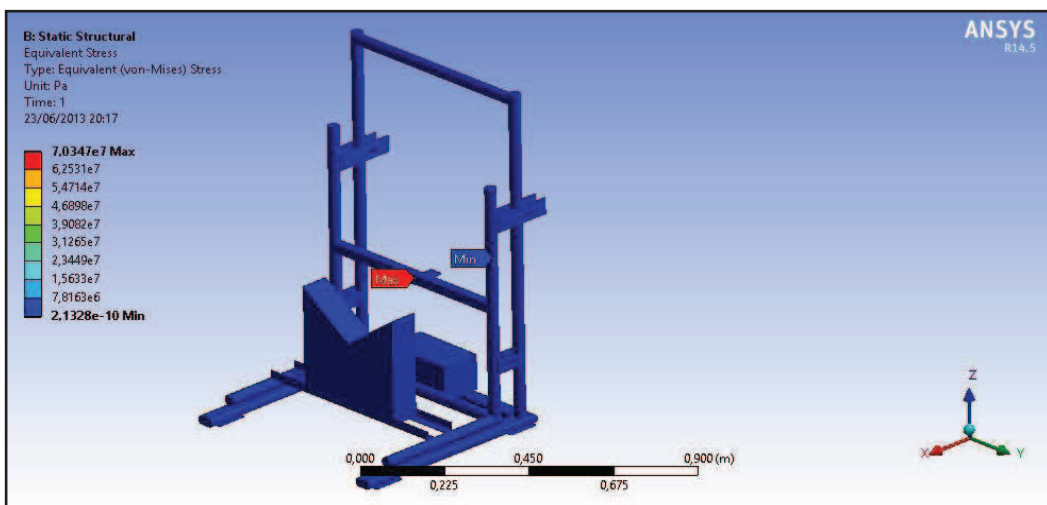


Figura 3.5: Esfuerzo de Von Mises
Fuente: José Hernández

3.3.2 Análisis de la estructura en funcionamiento (t=10s)

3.3.2.1 Deformación total de la maquina

Claramente en la figura 3.6 se muestra en colores la deformación de la maquina ya en funcionamiento. Las máximas deformaciones (color rojo y naranja) que son de 0.00010348m y 0.000091984m respectivamente se dan en una mínima porción de la placa de levantamiento. Analizando la estructura de arriba hacia abajo se puede apreciar que en los tubos de la estructura la deformación disminuye desde un rango de 0,00005749m (color verde) hasta 0m (color azul). Finalmente el estudio en la base de asentamiento indica la deformación desde 0.000034494m (color verde claro) presente en las esquinas superiores hasta un mínimo de 0.000011498m (celeste) presentes en los ángulos de la cuna. Estas deformaciones no se pueden apreciar a simple vista.

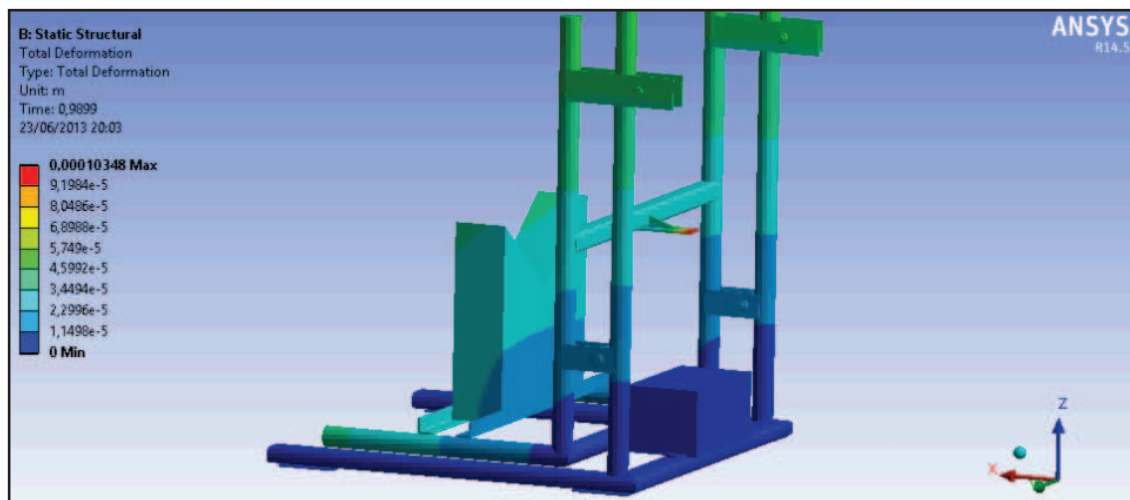


Figura 3.6: Deformación total de la maquina (t=10s)

Fuente: José Hernández

3.3.2.2 Análisis de la deformación en el punto más crítico de la maquina

Es necesario hacer un análisis de la deformación en el punto más crítico del equipo para comparar los valores máximos admisibles en los datos técnicos del material. Dicho punto se localiza en la placa de levantamiento donde la gata aplica la fuerza necesaria para romper el equilibrio. La figura 3.7 permite apreciar

en colores la deformación del punto crítico, siendo el color rojo la máxima deformación y el celeste la mínima deformación.

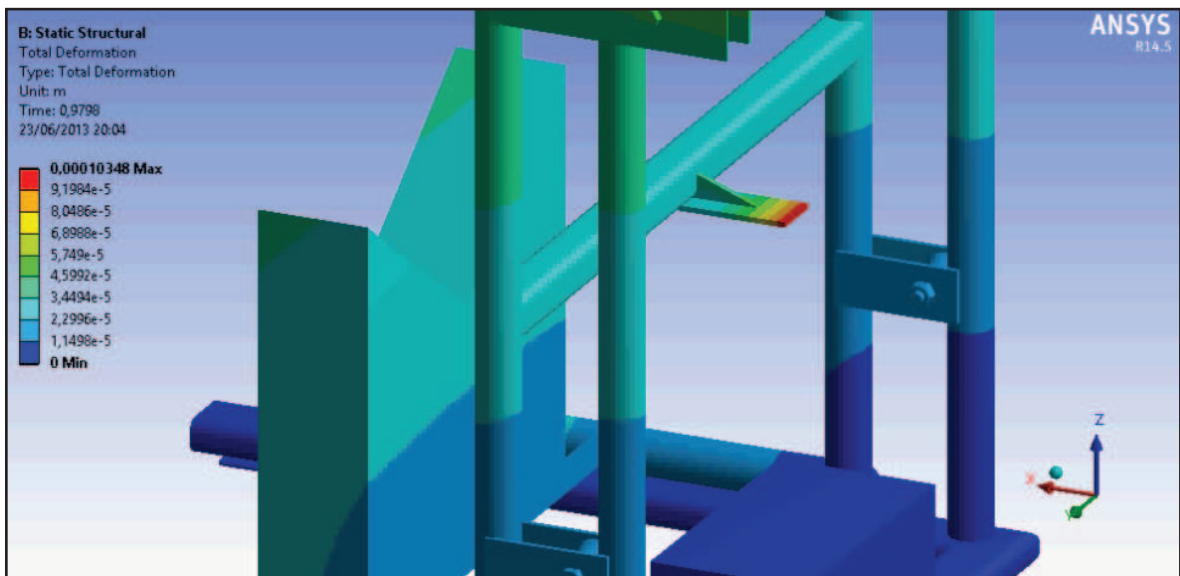


Figura 3.7: Deformación total de la máquina – placa de levantamiento
Fuente: José Hernández

3.3.2.3 Deformación unitaria de la maquina (Elasticidad)

En la figura 3.8 en ningún punto de la máquina se presenta el color rojo (Max), apenas llega a visualizarse un color celeste en la placa de levantamiento y en la unión base-columna. Ya que la elasticidad solo va desde 0 m/m hasta 0.000078753 m/m dichos valores no se pueden apreciar a simple vista.



Figura 3.8: Deformación unitaria de la maquina
Fuente: José Hernández

3.3.2.4 Deformación unitaria (Elasticidad) -Columna vs Base

En la figura 3.9 se aprecia de forma clara la deformación unitaria columna vs base. Notándose que la elasticidad es mínima y sólo se presenta en una porción pequeña de la unión columna-base.

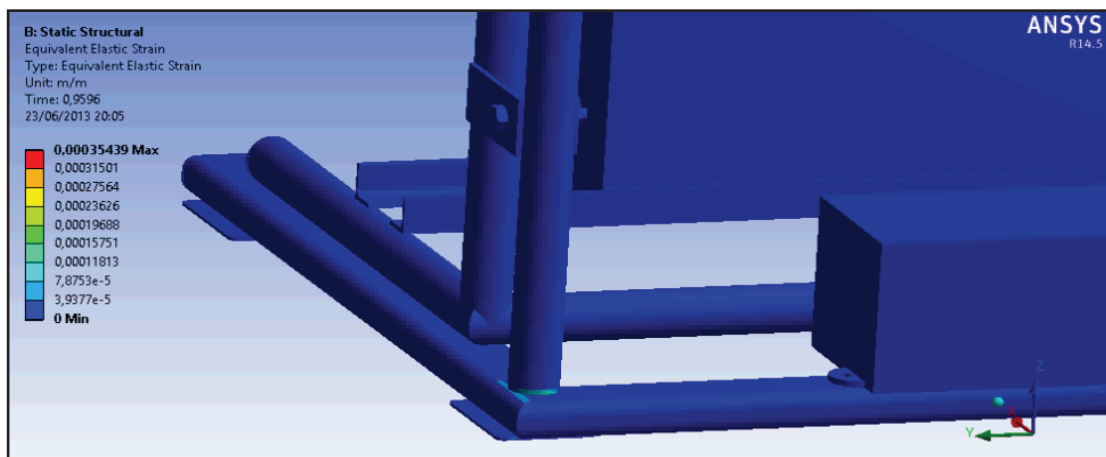


Figura 3.9: Deformación unitaria – columna vs base
Fuente: José Hernández

3.3.2.5 Deformación unitaria en la placa de levantamiento

La figura 3.10 brinda una visualización clara de la elasticidad en la placa de levantamiento. En la unión del nervio con la placa y la viga es donde se aprecia una mayor elasticidad que llega al valor de 0.00031501 m/m (color naranja) pero nunca llega al valor máximo (rojo).

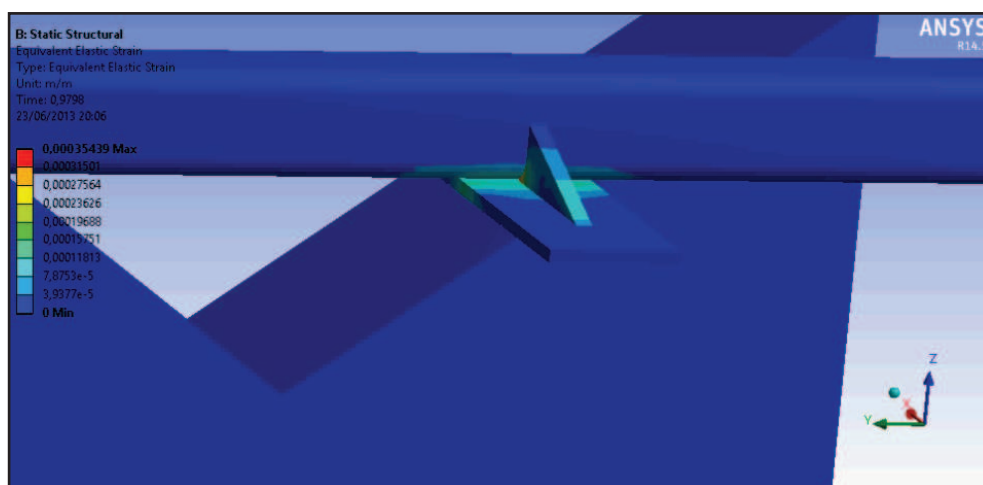


Figura 3.10: Deformación unitaria en la placa de levantamiento
Fuente: José Hernández

3.3.2.6 Esfuerzo de Von Mises

La figura 3.11 indica que en la placa de levantamiento se produce un mayor esfuerzo y el esfuerzo mínimo está presente en los tubos guías de la estructura fija.

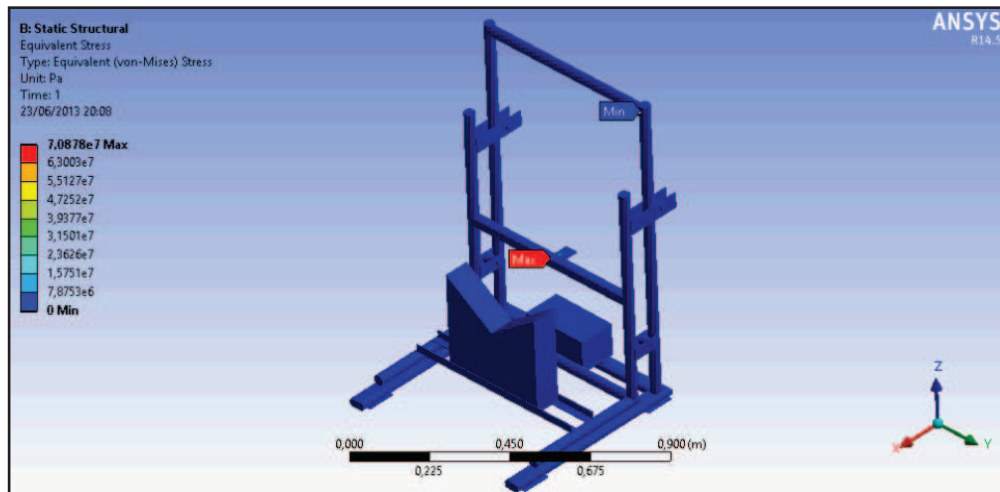


Figura 3.11: Esfuerzo de Von Mises en toda la maquina
Fuente: José Hernández

3.3.2.7 Esfuerzo de Von Mises en la placa de levantamiento

La figura 3.12 indica el esfuerzo de Von Mises en la placa de levantamiento. Se presenta un valor máximo en la unión de la placa con la viga y en una pequeña porción del nervio de la placa.

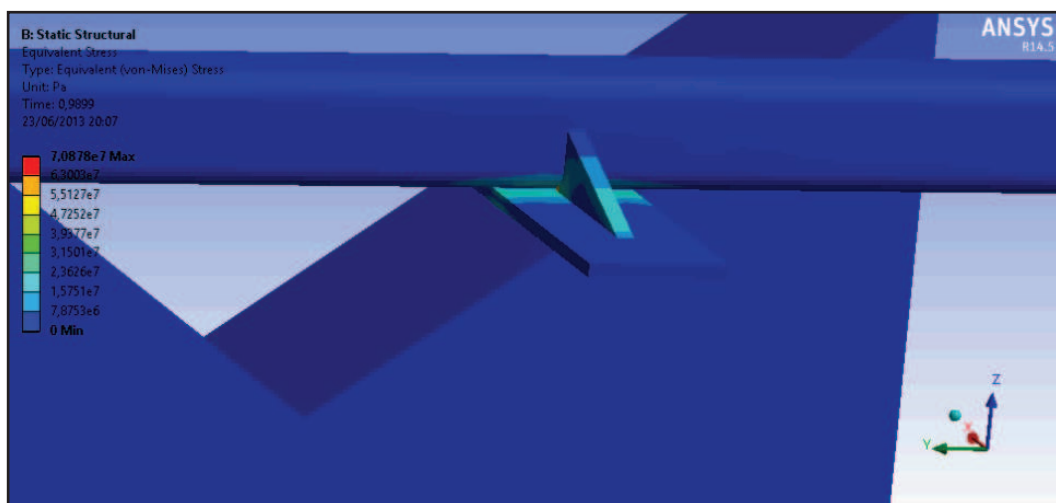


Figura 3.12: Esfuerzo de Von Mises en la placa de levantamiento
Fuente: José Hernández

3.3.2.8 Factor de seguridad

A medida que se analizó a la estructura en $t=1s$ y en $t=10s$ se pudo observar como los esfuerzos, las deformaciones, la tensión, el esfuerzo de Von Mises, llegaron a los valores máximos en la placa de levantamiento ya que es en donde se aplicará la fuerza necesaria que rompió el equilibrio permitiendo que la maquina trabaje, mientras que los rangos mínimos se presentaron en la estructura fija.

La figura 3.13 muestra los lugares mínimos y máximos del factor de seguridad. Para la construcción del Dolly se puso un factor de seguridad de 3.5538.

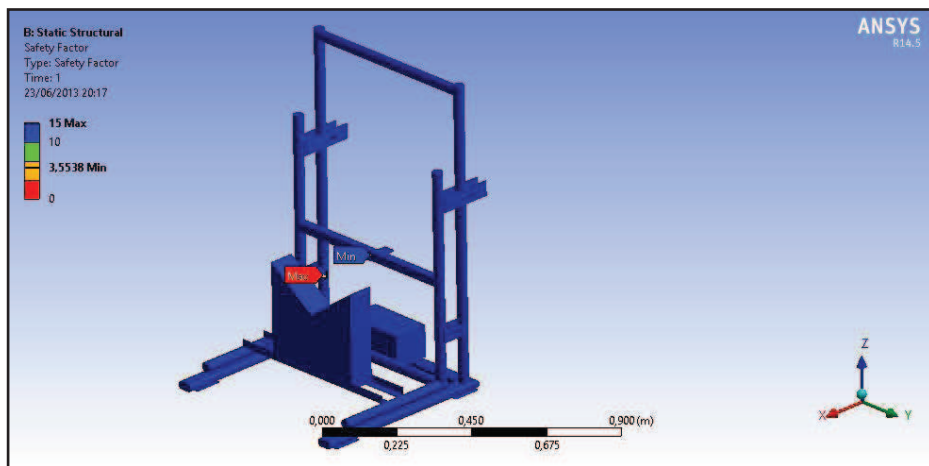


Figura 3.13: Factor de seguridad

Fuente: José Hernández

3.3.2.9 Conclusión

Una vez realizado el análisis en el Software y tomando en cuenta el valor en los puntos más críticos de la estructura se concluye que:

Comparando los valores (esfuerzos máximos, deformaciones máximas, etc.) de los materiales seleccionados con los resultados del Software en ningún punto se exceden los límites máximos; por lo tanto, el material seleccionado fué el adecuado para la construcción del Dolly.

Con los resultados de los esfuerzos la maquina no sufrirá ningún tipo de deformaciones permanentes mucho menos rajaduras.

Los resultados de deformaciones y elasticidad obtenidos son prácticamente despreciables. Esto se comprobó en las respectivas pruebas de campo.

3.3. Construcción

El Dolly consta de:

- Estructura fija.
- Estructura móvil.
- Base de asentamiento del conjunto.
- Planitas para los rodillos.
- Rodillos.
- Placa de levantamiento.
- Base de asentamiento para la gata.
- Ruedas.
- Gata hidráulica.

NOTA: Todos los procesos de soldadura (punteadas y remates) se los realizaron con electrodos AGA 6011.

3.3.1 Estructura Fija

La estructura fija está construida por un tubo rectangular de 1 x 2 pulgadas de tres milímetros de espesor y de un tubo redondo (tubo guía) de 2 x 0.133 pulgadas.

Para la elaboración de la estructura se siguieron los siguientes pasos:

1. Se midió de acuerdo al plano, posteriormente se cortaron los tubos guías y el tubo rectangular que será la base principal.



Figura 3.14: Corte de los tubos
Fuente: José Hernández

2. Se procedió a puntear la base con el tubo rectangular formando una C con una dimensión de 60x60 cm. Luego se puntearon a la base los tubos guías de 90 cm en forma L.



Figura 3.15: Punteada de la estructura fija
Fuente: José Hernández

3. Para rematar la base se quitaron las rebabas, luego se verificó a escuadra la perpendicularidad de los tubos.



Figura 3.16: Remate de la estructura fija
Fuente: José Hernández

3.3.2 Estructura Móvil

Las estructura móvil está constituida de un tubo redondo de 2x0.133 pulgadas, un ángulo de 1x1x1/8 pulgadas y un tubo cuadrado de 2 pulgadas. A continuación se describen los pasos de la construcción:

1. Se midió y cortó el tubo guía, el ángulo y el tubo cuadrado de acuerdo al plano.
2. Se armó y punteó la base de tubo redondo en forma de C con una dimensión de 60x30cm, luego se puntearon los tubos guías de 70 cm que formaron una L con la base.



Figura 3.17: Armado con el tubo redondo
Fuente: José Hernández

3. Posteriormente a la base se soldaron dos pedazos de ángulo de 60 cm en paralelo con el tubo redondo de 60 cm a 10 cm de distancia uno del otro y 5 cm con respecto al tubo redondo donde se alojara la base de asentamiento.
4. Luego se soldó a los tubos guías un pedazo de tubo cuadrado de 60 cm a una altura de 35 cm quedando en forma de H.
5. Se verificó la perpendicularidad con la escuadra, se quito la rebaba para poder hacer los remates respectivos.



Figura 3.18: Estructura Móvil
Fuente: José Hernández

3.3.3 Base de asentamiento del conjunto

La base se construyó únicamente de plancha de 4 mm de espesor. El proceso fue el siguiente:

1. Se hicieron los trazos y cortes en concordancia al plano.



Figura 3.19: Corte de la plancha
Fuente: José Hernández

2. Luego se armó y punteó la base. Quedando con las siguientes dimensiones: largo 34 cm, ancho 10 cm y alto 25 cm.



Figura 3.20: Armado y punteado
Fuente: José Hernández

3. Se eliminó la rebaba del punteado, se verificó la perpendicularidad para poder rematar y posteriormente se la monto sobre la estructura móvil.



Figura 3.21: Base de asentamiento
Fuente: José Hernández

3.3.4 Planitas para los rodillos

Las platinas están hechas solamente con plancha de 4 mm de espesor. La mecánica de construcción es la siguiente:

1. Se hicieron los trazos y cortes en concordancia al plano. Para los rodillos superiores la platina tiene una dimensión de 18x5 cm; mientras que, las dimensiones para los rodillos inferiores son de 9x4cm



Figura 3.22: Medidas de acuerdo al plano
Fuente: José Hernández

2. Luego se hicieron las perforaciones para que calce el perno de media, finalmente las platinas fueron soldadas a la estructura móvil a 14 cm de la base las inferiores y a 56 cm las superiores.



Figura 3.23: Platinas perforadas
Fuente: José Hernández

3.3.5 Rodillos

Está construido en acero de transmisión de 3 pulgadas de diámetro. Se siguieron los siguientes pasos:

1. Se montó el eje de acero al torno.



Figura 3.24: Eje montado en el torno
Fuente: José Hernández

2. El torno se lo preparó para desbaste.
3. Se interpretó el plano para hacer el desbaste requerido
4. Se selecciono las cuchillas (cuchillas para tornear de 3/8 x 4" de largo ASSAB 17% CO)



Figura 3.25: Cuchillas para tornear
Fuente: José Hernández

5. Luego se seleccionó la velocidad (velocidad media porque es un eje suave 400 RPM y automáticos).



Figura 3.26: Selección de la velocidad del torno
Fuente: José Hernández

6. Luego se procedió al desbaste.



Figura 3.27: Desbaste del eje
Fuente: José Hernández

7. Posteriormente al trozado.
8. Finalmente se perforó (Ver Catálogo Estandarizado Para Tornear Eje, tiene cada equipo).

3.3.6 Placa de levantamiento

Para la placa de levantamiento se utilizó plancha de 4 mm de espesor y para el nervio de la placa un pedazo de platina de 5 mm de espesor. Se siguieron los siguientes pasos:

1. Se hicieron los trazos y cortes en concordancia al plano. Las dimensiones son las siguientes: De la placa de levantamiento 10x4 cm y del nervio de la placa es de 6 (base)x2.5 (altura)cm
2. Se soldó el nervio sobre la placa de levantamiento. Y finalmente se soldó la placa en la estructura móvil, exactamente en el centro del tubo cuadrado de 2".

3.3.7 Base de asentamiento para la gata

Se construyó con plancha de 4 mm de espesor. La elaboración fue la siguiente:

1. Se hicieron los trazos y cortes en concordancia al plano.
2. Ya con los cortes listos se formó un cubo de 8 cm de largo, 6 cm de ancho y 6 cm de alto. Finalmente la base se soldó sobre la estructura fija exactamente en el centro del tubo rectangular.

3.3.8 Ruedas giratorias

Para facilitar el desplazamiento del Dolly se pusieron cuatro ruedas giratorias con frenos de 2" con una capacidad de 50 kg cada una las mismas que fueron soldadas a la base de la estructura fija.

3.3.9 Gata hidráulica

Es una gata hidráulica con una capacidad de 2 toneladas, misma que rompe fácilmente el equilibrio, dicha gata está sujeta a la base con pernos de ¼”.

3.3.10 Acabados (primer y pintura)

Se procedió de la siguiente manera:

1. Se pulió (quitar exceso de rebaba) los remates de la estructura con ayuda de la amoladora con el disco de pulir.



Figura 3.28: Pulimento de la estructura
Fuente: José Hernández

2. Se realizó una última limpieza con lija para hierro # 180 y cepillo de acero.
3. Antes de aplicar cualquier revestimiento se debe pasar un disolvente (tihnner) con una brocha.
4. Para tener una buena protección anticorrosiva, una mejor adhesión y un excelente acabado se aplico una capa de primer.
5. Ya pasado los 30 minutos del primer, se aplico la pintura de poliuretano amarillo Caterpillar en intervalos de 1 a 2 manos.



Figura 3.29: Dolly listo y terminado
Fuente: José Hernández

Para la construcción de esta maqueta se debe tener en cuenta la optimización de los recursos, materiales y equipos; no todos los elementos que constituyen la maqueta fueron construidos. A continuación se detallan los elementos construidos y los no construidos:

➤ **Construidos:**

- Estructura fija.
- Estructura móvil.
- Base de asentamiento del conjunto.
- Planitas para los rodillos.
- Rodillos.
- Placa de levantamiento.
- Base de asentamiento para la gata.

➤ **No Construidos:**

- Ruedas. **P1**
- Gatas hidráulicas. **P2**

3.4. Codificación de maquinas, equipos y herramientas

Tabla 3.1: Codificación de maquinas.

Nº	Maquina	Características	Código
1	Cortadora Eléctrica	110/220 V	M1
2	Soldadora Eléctrica	110/220 V	M2
3	Amoladora	110V – 1/2 HP	M3
4	Taladro neumático	110/220 V	M4

Fuente: José Hernández

Tabla 3.2: Codificación de equipos.

Nº	Equipo	Características	Código
1	Compresor y Equipo de Pintura	80 PSI – 1 HP	E1
2	Torno	3 HP, 450 mm de volteo	E2

Fuente: José Hernández

Tabla 3.3: Codificación de herramientas

Nº	Herramienta	Código
1	Flexómetro	H1
2	Escuadra	H2
3	Pie de rey	H3
4	Tiza industrial	H4
5	Entenalla	H5
6	Martillo	H6
7	Sierra Manual	H7
8	Lima	H8
9	Cepillo de Acero	H9
10	Llaves	H10
11	Cinzel	H11
12	Destornillador	H12
13	Papel de lija	H13

Fuente: José Hernández

3.5 Diagrama de proceso de construcción

Es la representación gráfica de todos los pasos de construcción secuenciales y lógicos que se realizaron dentro de los procesos productivos, permite visualizar el ensamblaje y sub - ensamblaje del proceso de elaboración del trabajo practico.

3.5.1 Simbología

La siguiente es la simbología de diagramas de procesos que se utilizará para describir el proceso de construcción de la maqueta.

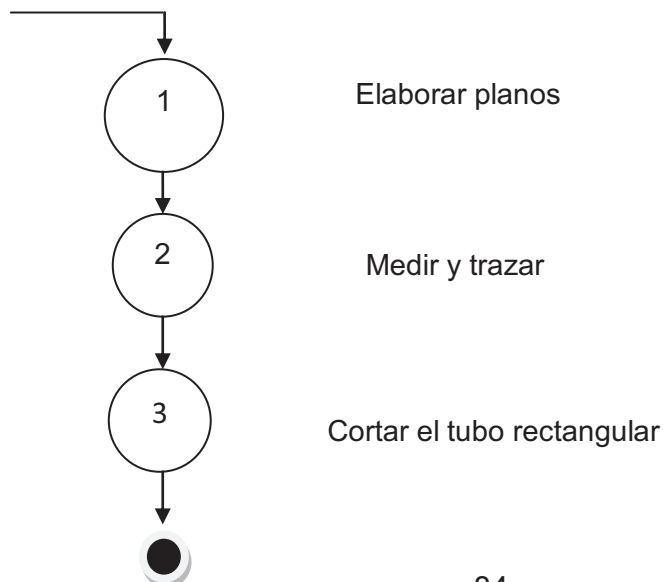
Tabla 3.4: Simbología

Nº	Actividad	Simbología
1	Proceso	○
2	Inspección	□
3	Línea de procesos	↓ →
4	Producto semi terminado	⬡
5	Producto terminado	◌

Fuente: José Hernández

3.5.2 Diagrama de proceso de construcción de la estructura fija

Material: Tubos estructurales rectangular de 2x1x1/8 y redondo de 2x1/8



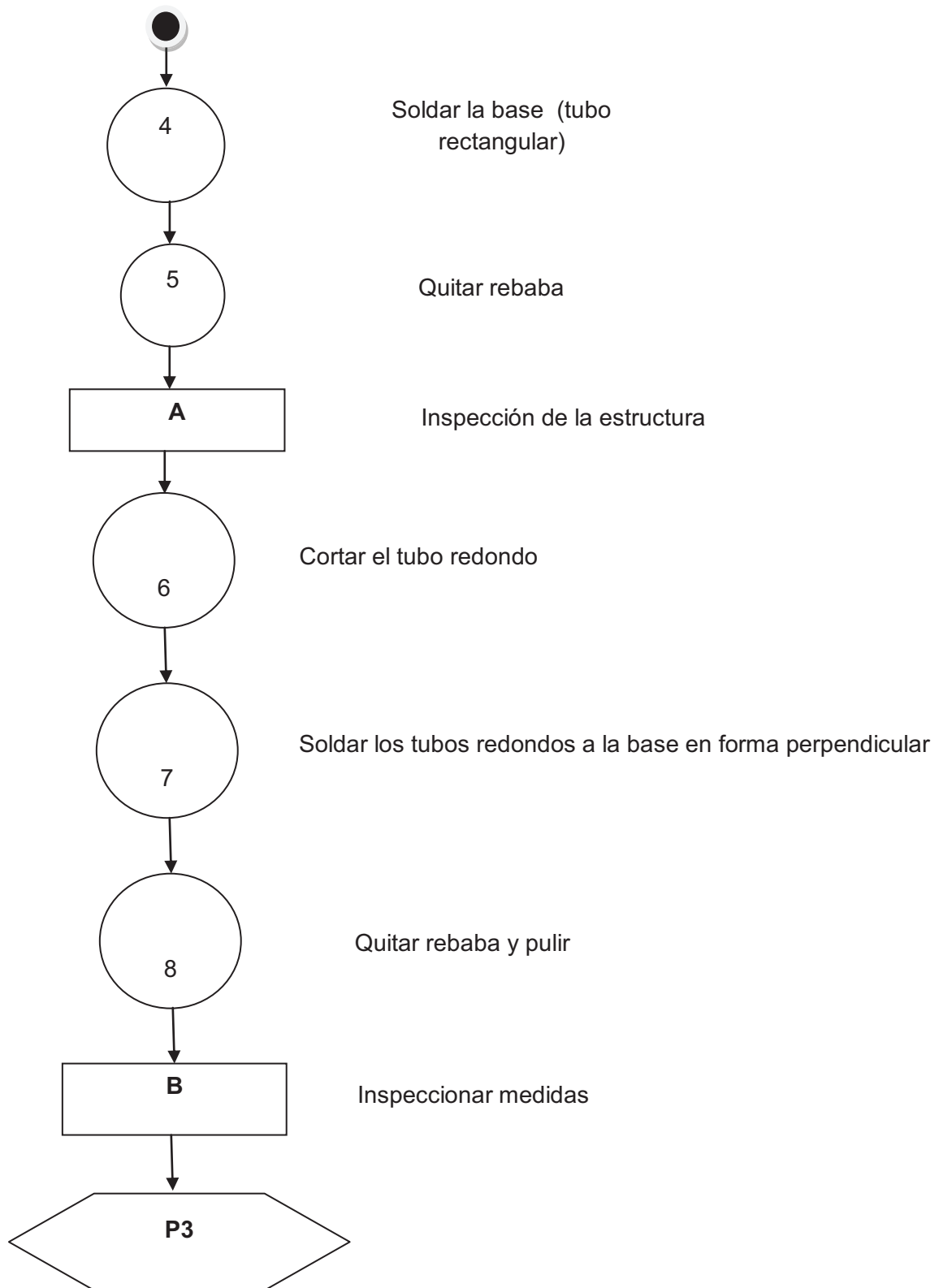


Figura 3.30: Diagrama de procesos para la estructura fija

Fuente: José Hernández

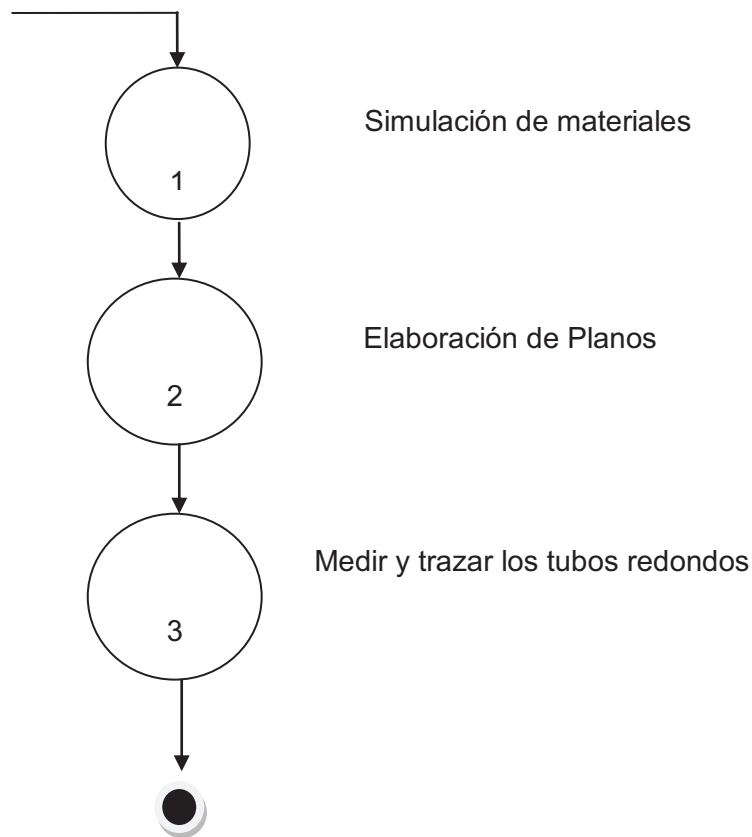
Tabla 3.5: Proceso de construcción de la estructura fija

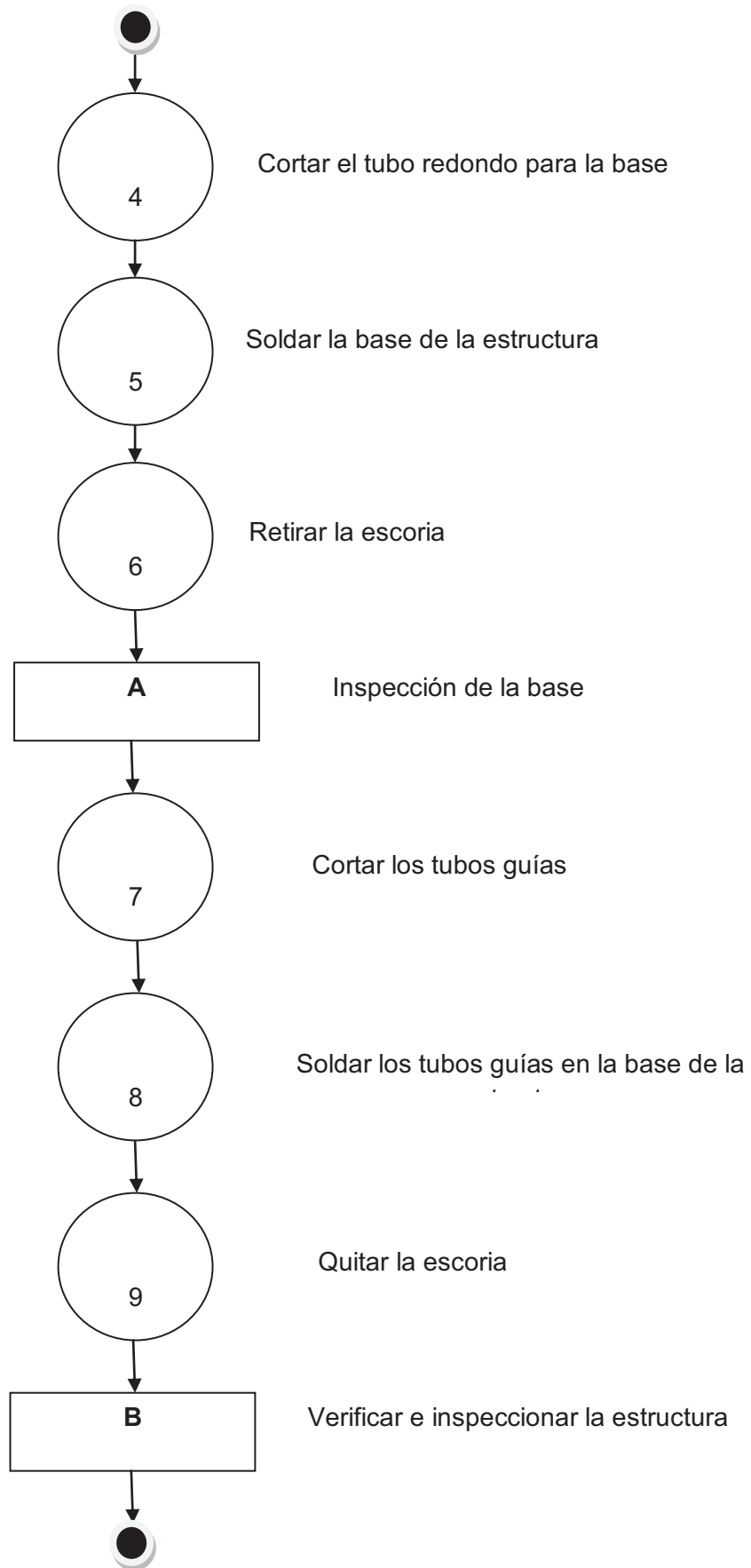
Nº	Proceso	Maquina - Equipo - Herramienta Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	t
1	Medición y trazado de la estructura fija					H1-H2-H4	20
2	Corte					H5-H7	30
3	Soldadura	M2	60			H2	30
4	Quitar la escoria					H6-H11	10
5	Pulido	M3	20			H6-H9- H13	15

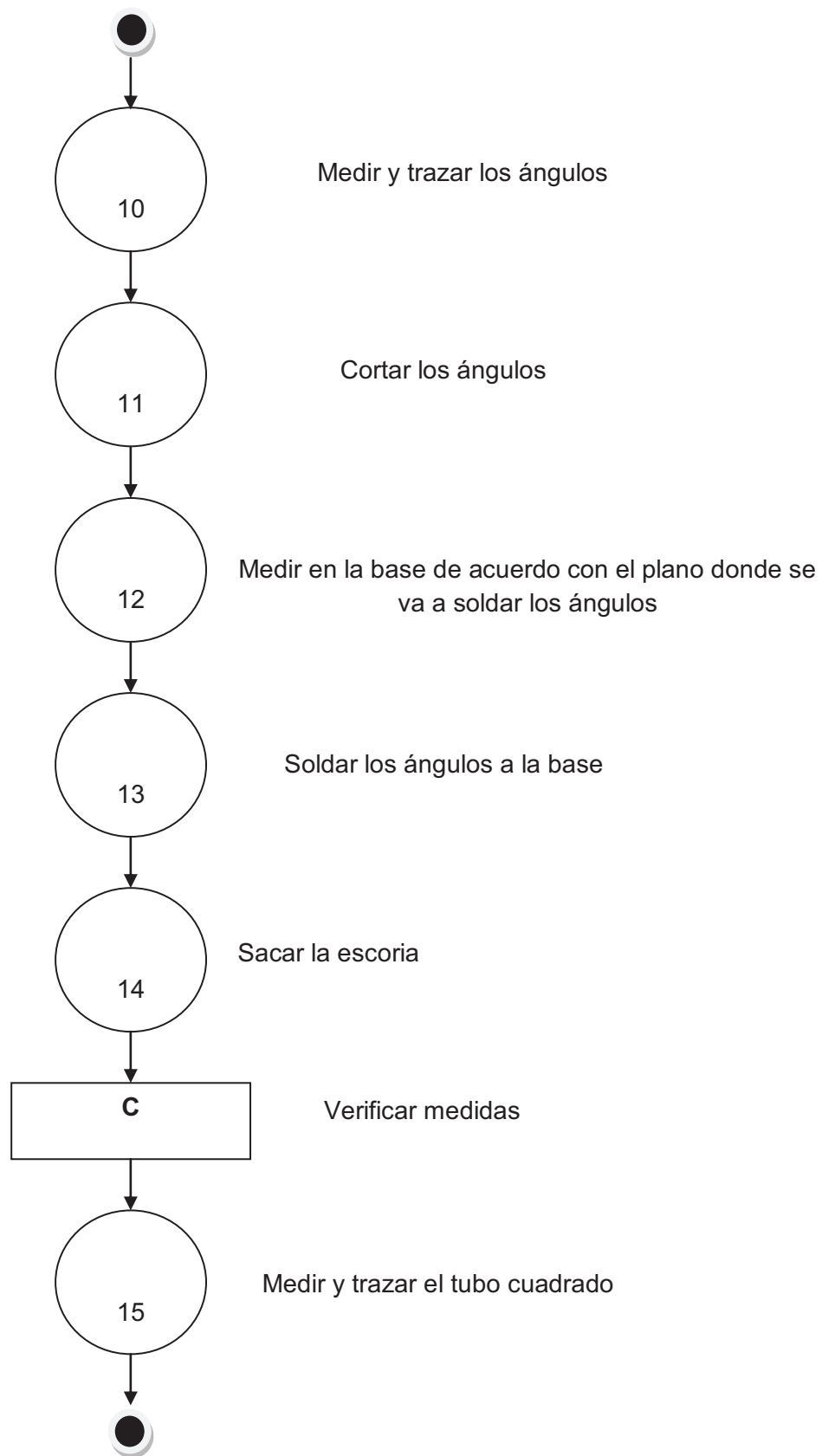
Fuente: José Hernández

3.5.3 Diagrama de procesos para la estructura móvil

Material: Tubo estructural redondo de 2x1/8", tubo cuadrado de 2" y ángulo de 1x1x1/8.







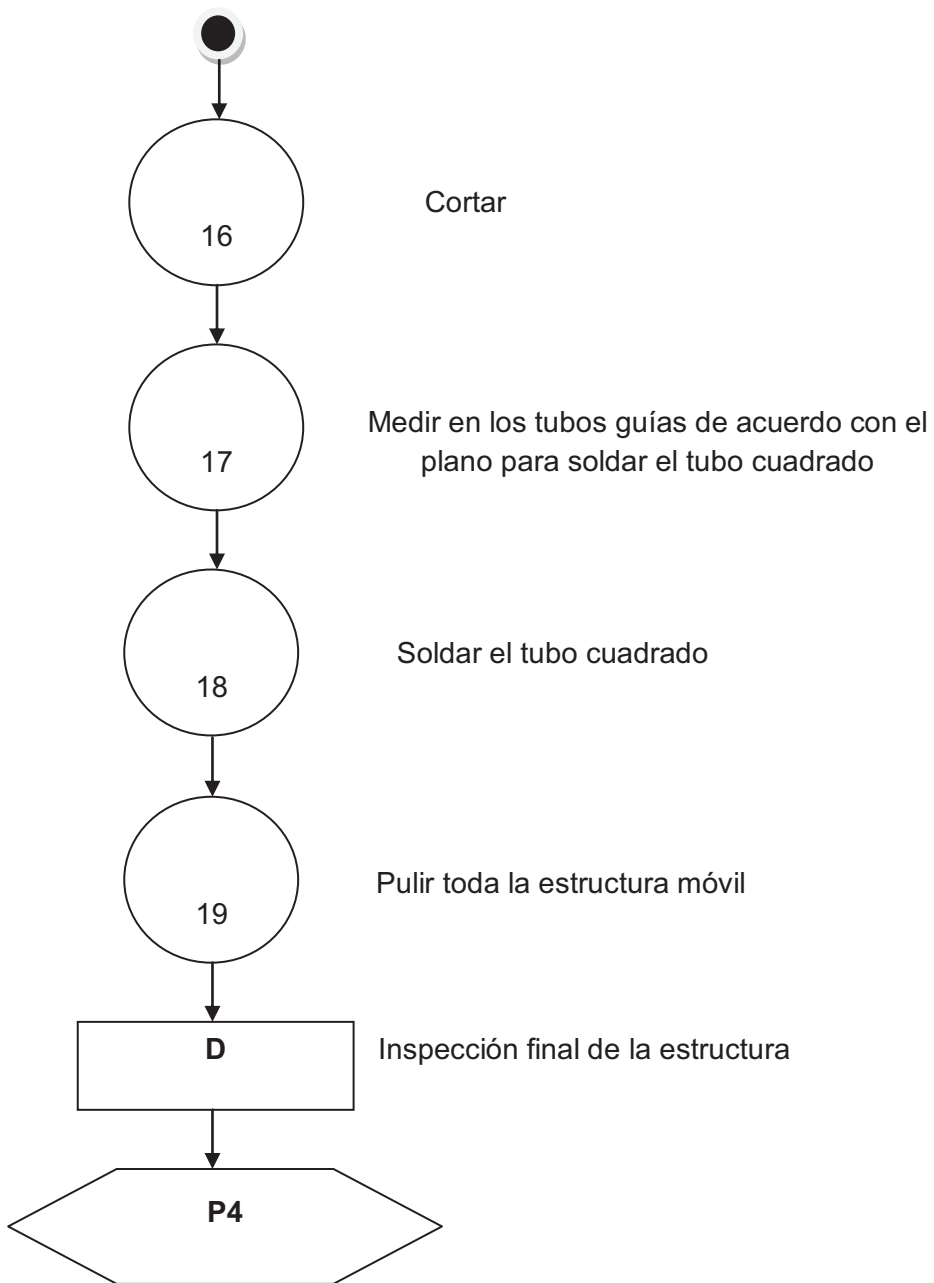


Figura 3.31: Diagrama de procesos para la estructura móvil

Fuente: José Hernández

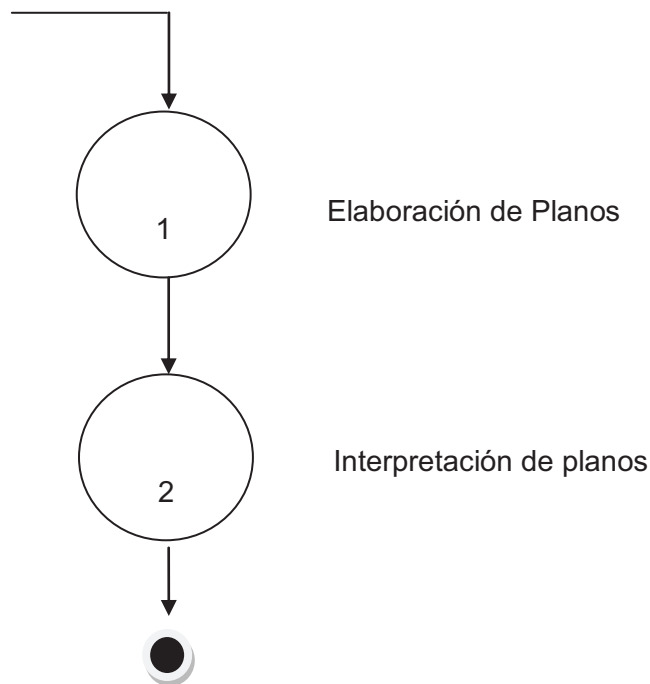
Tabla 3.6: Proceso de construcción de la estructura móvil

Nº	Proceso	Maquina - Equipo - Herramienta Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	T
1	Medición y trazado del tubo redondo					H1-H2-H4	10
2	Corte					H5-H7	20
3	Soldar la estructura	M2	20				
4	Quitar escoria					H6-H11	5
5	Medición y trazado del ángulo					H1-H2-H4	10
6	Corte					H5-H7	15
7	Soldar ángulo a la estructura	M2	15				
8	Quitar escoria					H11	5
9	Medición y trazado del tubo cuadrado					H1-H2-H4	5
10	Corte					H5-H7	7
11	Soldar tubo a los tubos guías	M2	10				
12	Quitar escoria					H11	3
13	Pulir toda la estructura	M3	30			H9-H13	15

Fuente: José Hernández

3.5.4 Diagrama de procesos para la Base de asentamiento

Material: Plancha de 4 mm de espesor



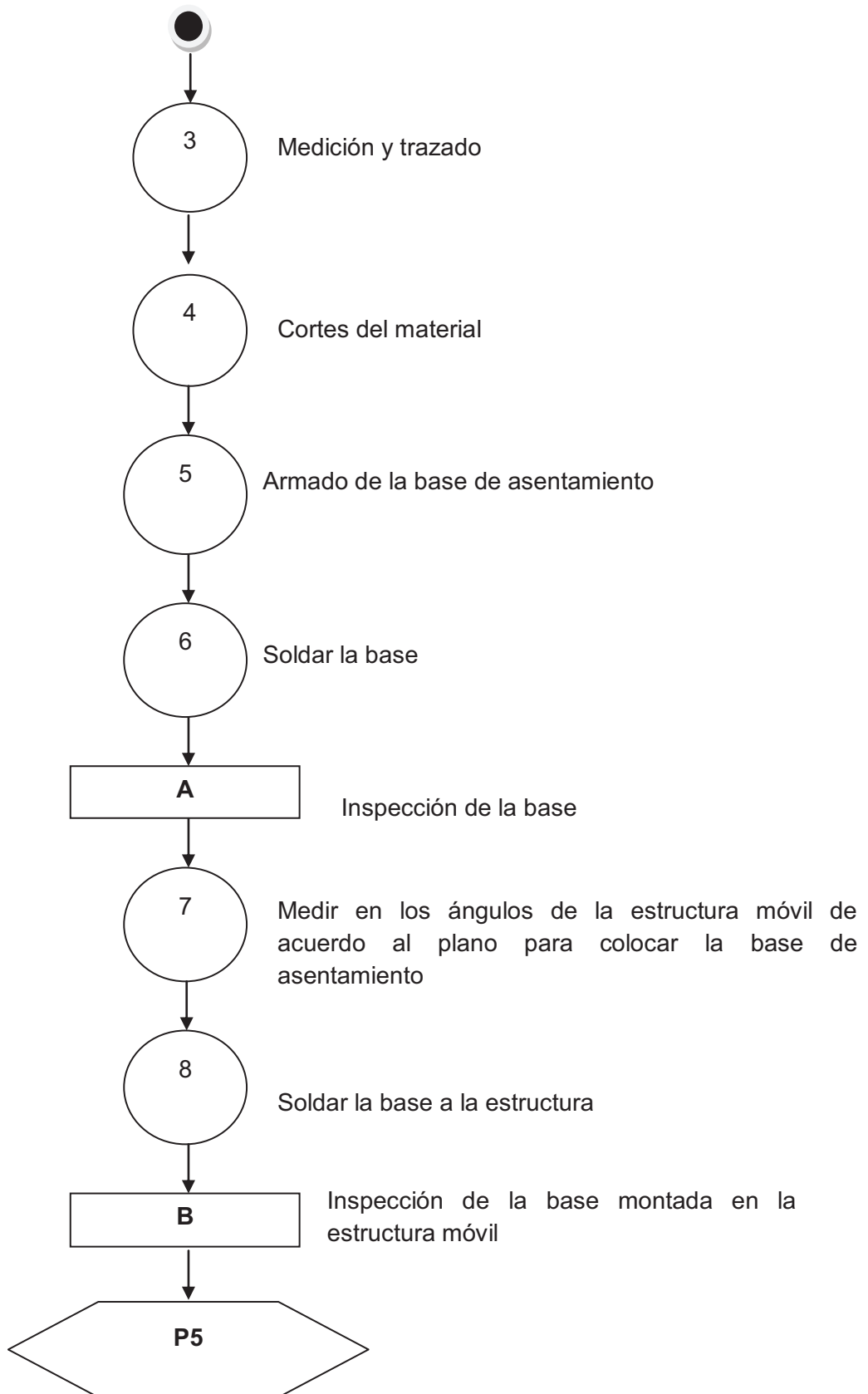


Figura 3.32: Diagrama de construcción de la base de asentamiento
Fuente: José Hernández

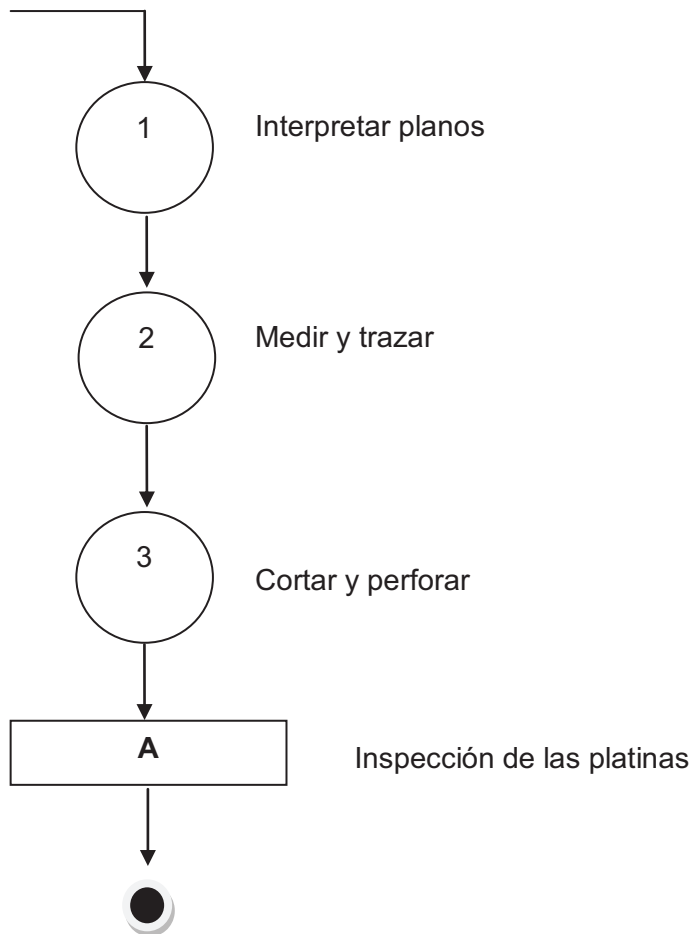
Tabla 3.7: Proceso de construcción de la Base de Asentamiento

N°	Proceso	Maquina - Equipo - Herramienta Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	T
1	Medición y trazado					H1-H2-H4	40
2	Corte	M1	20	M3	20		
3	Armado de la base de asentamiento					H2	20
4	Soldar	M2	30				
5	Medir y trazar en la estructura móvil					H2	10
6	Soldar la base a la estructura	M2	15				
7	Pulido de la estructura	M3	20			H6-H11- H13	15

Fuente: José Hernández

3.5.5 Diagrama de proceso para las platinas de los rodillos

Material: Plancha de 4 mm de espesor



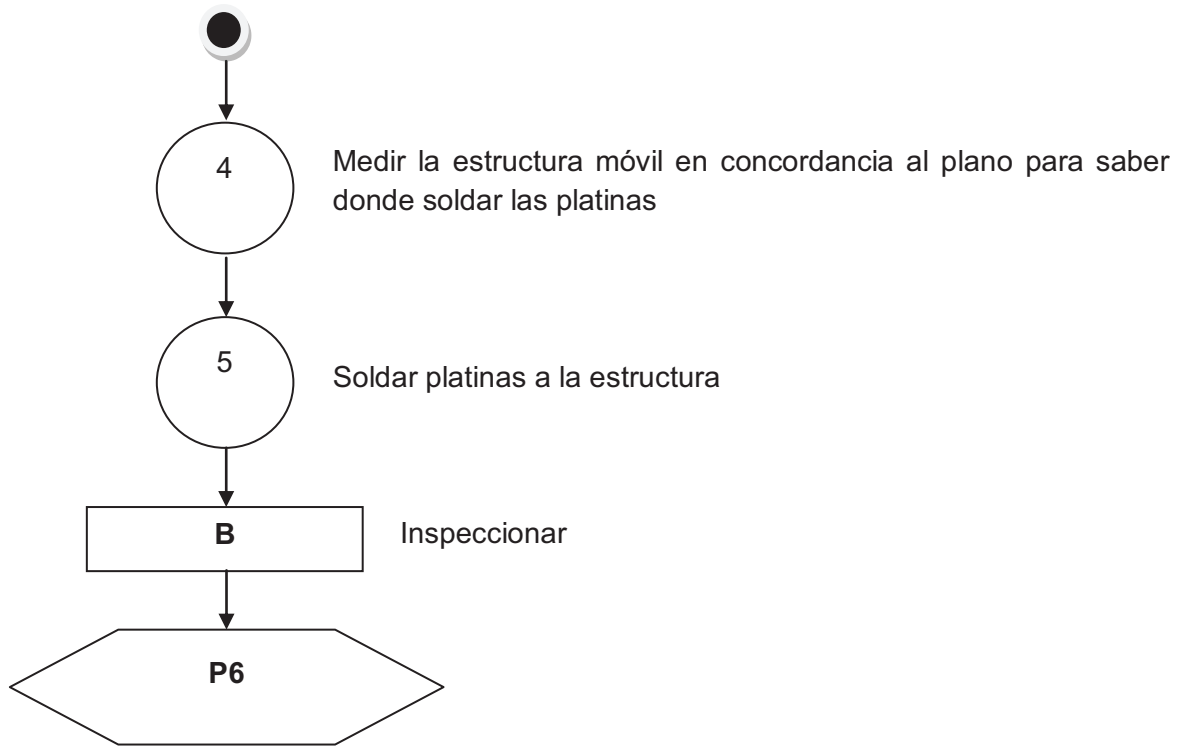


Figura 3.33: Diagrama proceso para la construcción de las platinas de los rodillos
Fuente: José Hernández

Tabla 3.8: Proceso de construcción de las platinas para los rodillos

Nº	Proceso	Maquina - Equipo - Herramienta Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	T
1	Medición y trazado					H1-H2-H4	30
2	Corte	M1	25				
3	Perforado de las platinas	M4	30				
4	Medir y trazar en la estructura móvil					H1-H2	20
5	Soldar platinas a la estructura	M2	20				
6	Pulido de la estructura	M3	20			H6-H11- H13	15

Fuente: José Hernández

3.5.6 Diagrama de proceso para los rodillos

Material: Acero SAE 1018.

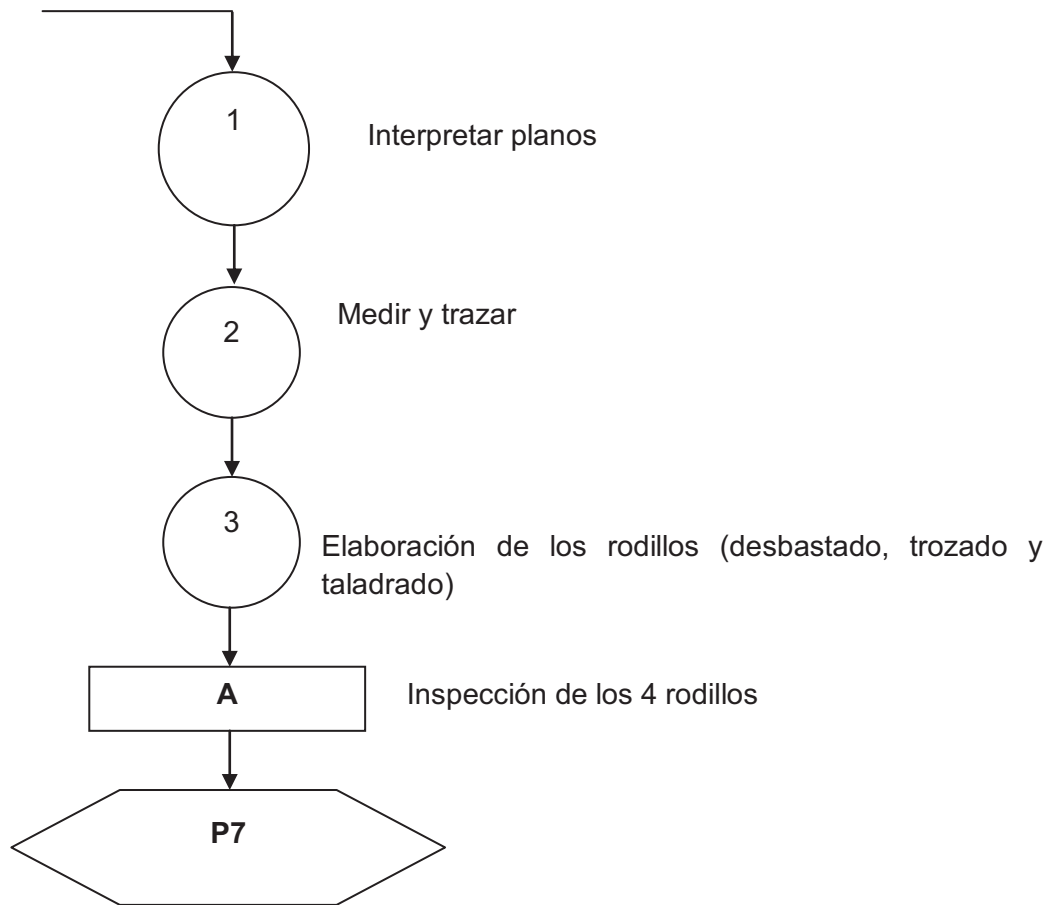


Figura 3.34: Diagrama proceso para la construcción de los rodillos

Fuente: José Hernández

Tabla 3.9: Proceso de construcción para los rodillos

Nº	Proceso	Maquina - Equipo - Herramienta Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	T
1	Mediciones					H3	240
2	Elaboración de rodillos (desbastado, trozado y taladrado)			E2	480	H8	30

Fuente: José Hernández

3.5.7 Diagrama de proceso para la placa de levantamiento

Material: Plancha de 4 mm y 5 mm de espesor.

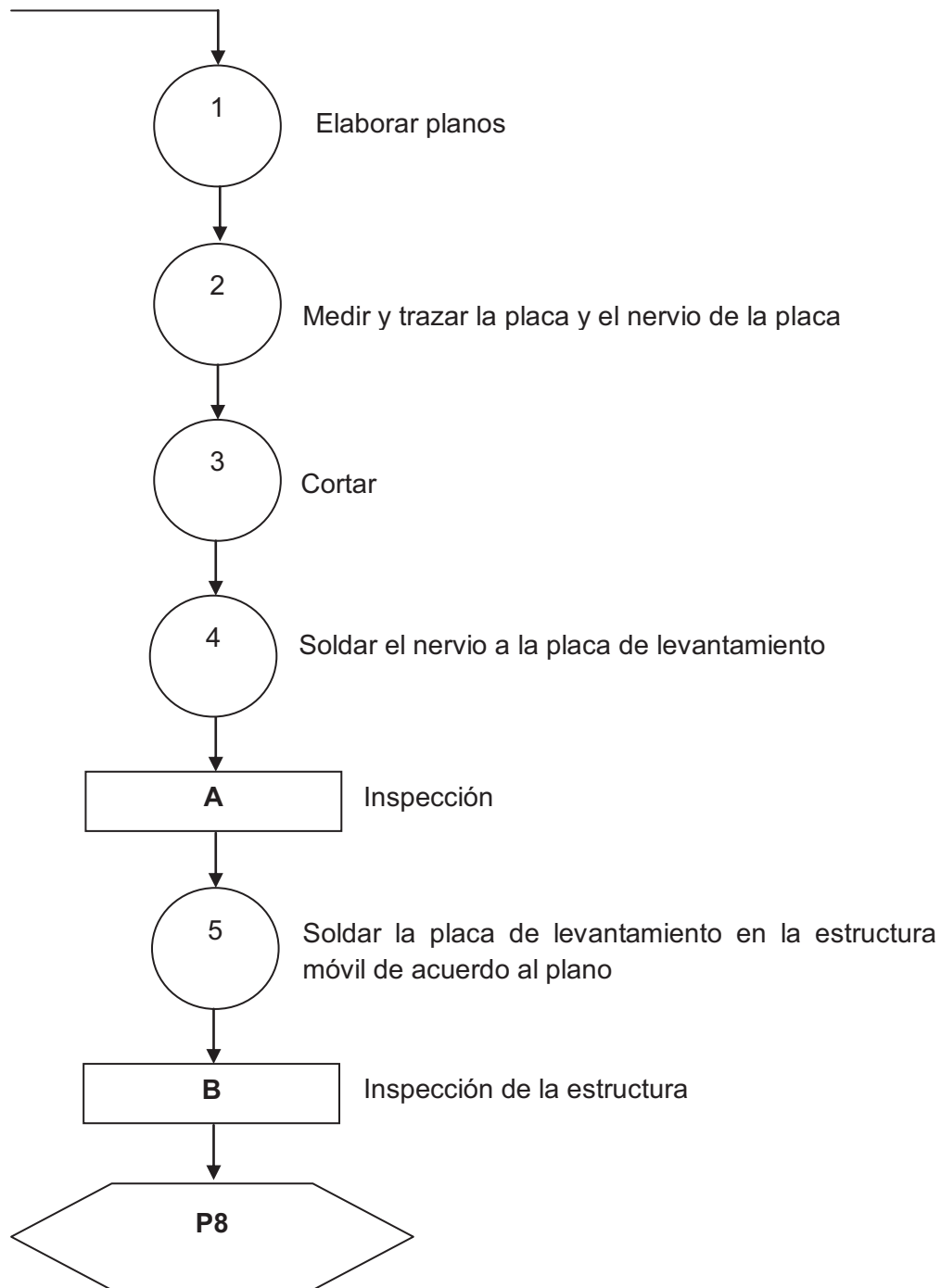


Figura 3.35: Diagrama proceso para la construcción de la placa de levantamiento

Fuente: José Hernández

Tabla 3.10: Proceso de construcción de la placa de levantamiento

Nº	Proceso	Maquina - Equipo - Herramienta Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	T
1	Medir y trazar					H2	20
2	Corte	M1	10				
3	Soldar el nervio a la placa	M2	10				
4	Soldar la placa a la estructura	M2	10				

Fuente: José Hernández

3.5.8 Diagrama de proceso para la base de asentamiento de la gata

Material: Plancha de 4 mm de espesor.

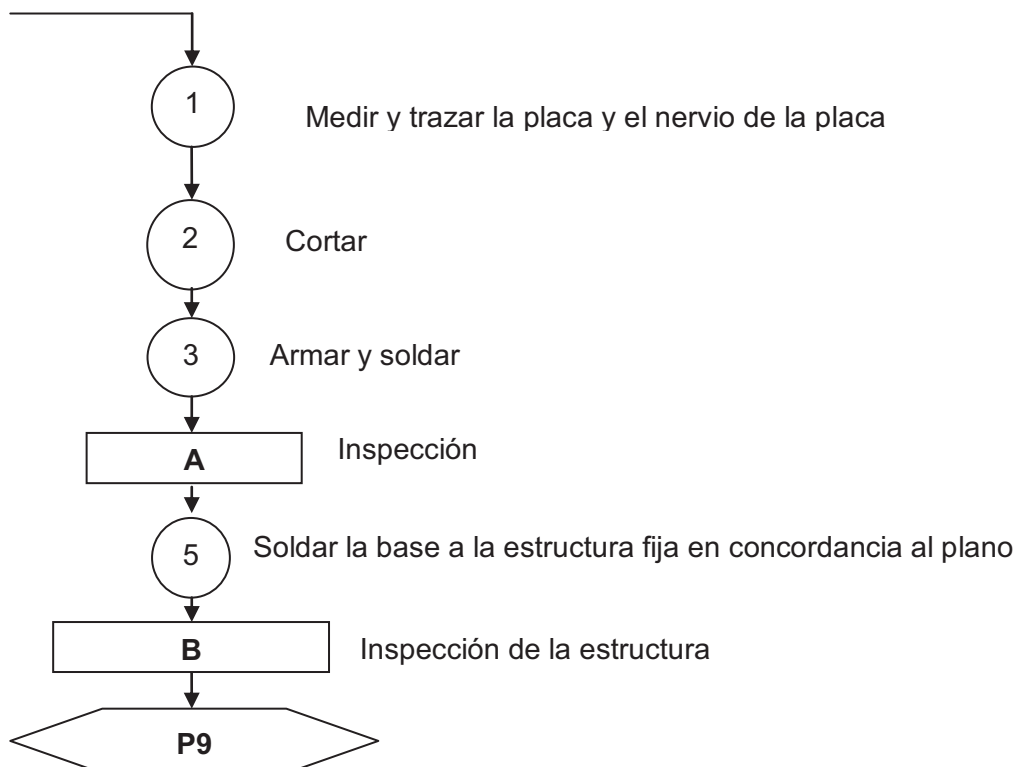


Figura 3.36: Diagrama proceso para la construcción de la base de la gata

Fuente: José Hernández

Tabla 3.11: Proceso de construcción de la base de la gata

Nº	Proceso	Maquina - Equipo - Herramienta Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	T
1	Medir y trazar					H2	25
2	Corte	M1	20				
3	Armar y soldar	M2	30			H2	15
4	Soldar la base a la estructura	M2	10				

Fuente: José Hernández

3.5.9 Diagrama del ensamblaje final del Dolly

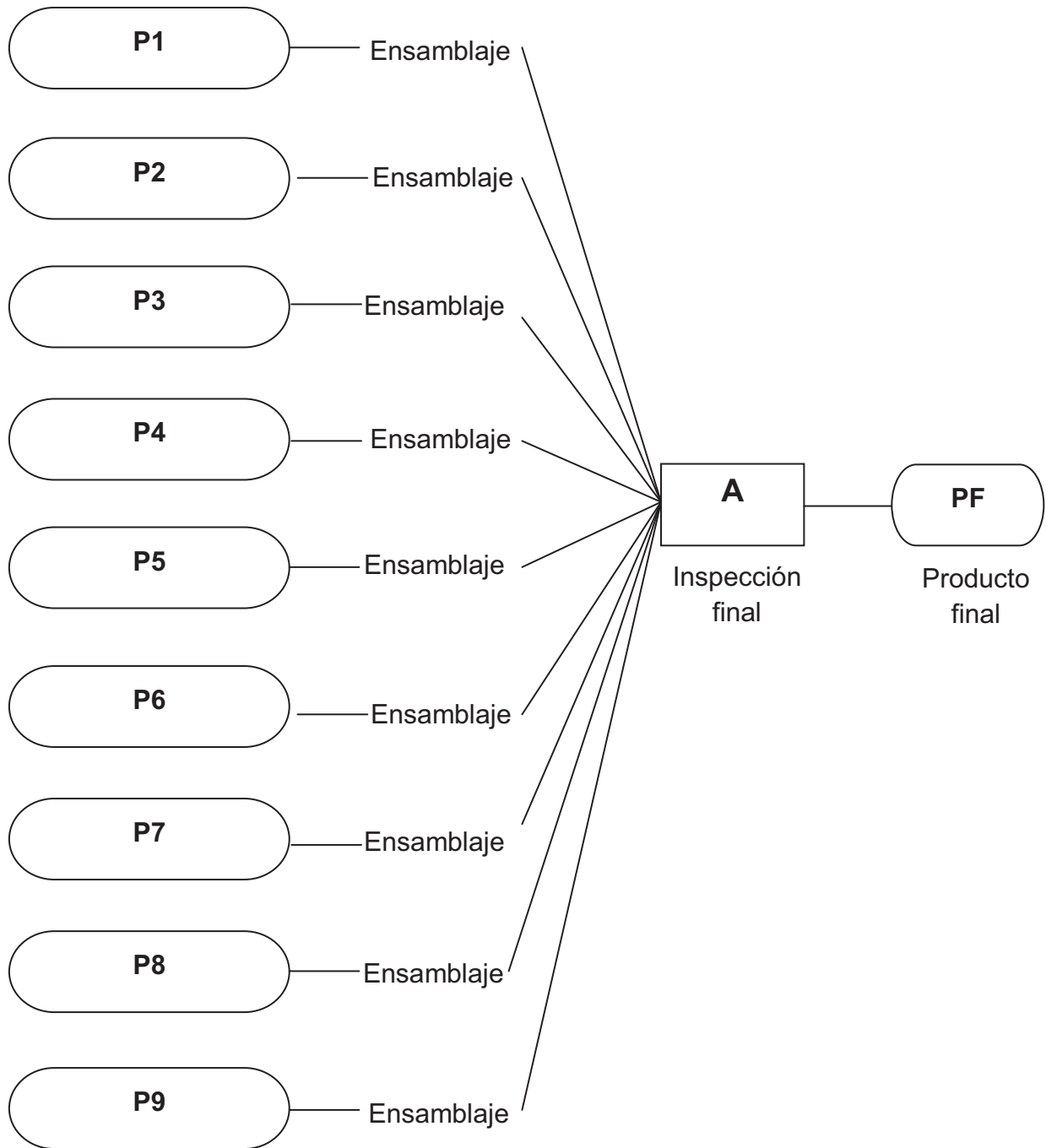


Figura 3.37: Diagrama del ensamblaje final
Fuente: José Hernández

3.6. Funcionamiento

Una vez que se ha desmontado la rueda se procede a elevar la parte móvil del Dolly a la altura que se encuentre el conjunto de frenos.

Se retira el conjunto de frenos de la estructura de la aeronave se coloca sobre la base de asentamiento del Dolly.

Luego se libera la presión de la gata hidráulica para que descienda la estructura móvil hacia la base de la estructura fija.

Finalmente y para mayor seguridad al trasladar el conjunto de frenos se coloca y asegura la faja de seguridad alrededor del conjunto.

Para el montaje se debe seguir lo contrario del proceso de desmontaje.

3.7. Elaboración de manuales

A continuación se establecen los distintos procedimientos de operación, mantenimiento, prueba de funcionamiento, registro de operación y daños para el correcto manejo y operación del equipo.

3.7.1 Tipos de manuales

Se proporcionan los siguientes manuales a utilizar.

- Manual de Mantenimiento.
- Manual de Operación
- Manual de Seguridad
- Registro de Mantenimiento
- Registro de Funcionamiento
- Registro de Daños

Tabla 3.12: Codificación de los manuales para el Dolly


PROCEDIMIENTO	CÓDIGO
Mantenimiento del Dolly	MM -D - P
Operación del Dolly	MO - D-P
Seguridad del Dolly	MS - D-P
Registro de mantenimiento del Dolly	JH - D-R
Registro de funcionamiento Dolly	JH - D-R
Registro de los daños del Dolly	JH - D-R

Fuente: José Hernández

Tabla 3.13: Codificación de los manuales para la gata hidráulica

PROCEDIMIENTO	CÓDIGO
Mantenimiento de la Gata Hidráulica	MM -GH - P
Operación de la Gata Hidráulica	MO - GH -P
Seguridad de la Gata Hidráulica	MS - GH -P
Registro de la Gata Hidráulica	JH - GH -R
Registro de la Gata Hidráulica	JH- GH-R
Registro de la Gata Hidráulica	JH - GH -R

Fuente: José Hernández

ITSA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Pág. 1 de 1
	MANTENIMIENTO DEL DOLLY PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN FAIRCHILD FH –227	Código: MM - D-P
	Elaborado por: Sr. José Hernández	Revisado: Nº: 1
	Aprobado por: Ing. Pablo Espinel.	Fecha: 06 Ago. 2 013

1. OBJETIVO:

Documentar los procedimientos a seguir para el mantenimiento óptimo y adecuado del Dolly.

2. ALCANCE:


Mantener en perfectas condiciones de funcionamiento la estructura del Dolly.

3. PROCEDIMIENTOS:

Los siguientes son los procedimientos a seguir por el usuario:

- a) Revisar el sistema de accionamiento de la gata.
- b) De no accionarse, verificar la válvula de liberación.
- c) Si se presenta una fuga en la válvula de liberación se deberá ajustar la misma.
- d) Cambiar la válvula de liberación si no se elimina la fuga.
- e) En caso de existir alguna impureza en los rodillos se deberá limpiar.
- f) Revisar el engrase de los rodillos.
- g) Asegúrese que el ajuste de los pernos de los rodillos sea el adecuado.
- h) Verificar que las ruedas estén engrasadas y giren fácilmente.
- i) Cerciorarse que el corcho este bien pegado a la cuna.
- j) Finalmente revise toda la estructura este en buenas condiciones.

Firma de responsabilidad.....

ITSA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Pág. 1 de 1
	OPERACIÓN DEL DOLLY PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL CONJUNTO DE FRENS DEL AVIÓN FAIRCHILD FH - 227	Código: MO - D-P
	Elaborado por: Sr. José Hernández	Revisado: Nº: 1
	Aprobado por: Ing. Pablo Espinel.	Fecha: 06 Ago. 2 013

1. OBJETIVO:

Documentar los procedimientos a seguir para la operación óptima y adecuada del Dolly.


2. ALCANCE:

Operar correctamente el Dolly en el momento de realizar la practica en el Fairchild FH-227.

3. PROCEDIMIENTOS:

- a) Movilizar el Dolly hacia el tren una vez que el avión se encuentre en gatas.
- b) Introducir el Dolly en forma recta hacia el conjunto de frenos.
- c) poner los frenos en las ruedas.
- d) Dar gata hasta que la base de asentamiento este en contacto con el conjunto de frenos.
- e) Desmontar cuidadosamente el conjunto de frenos en la base de asentamiento del Dolly.
- f) Asegurar el conjunto de frenos con la faja de seguridad.
- g) Desplazar cuidadosamente el Dolly hacia atrás.
- h) Abrir la válvula de liberación de líquido para que la cuna descienda.
- i) La velocidad de desplazamiento no debe exceder los 5 Km/h.
- j) Aflojar la faja de seguridad.
- k) Bajar del Dolly cuidadosamente el conjunto de frenos.

Firma de responsabilidad.....

ITSA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Pág. 1 de 1
	SEGURIDAD DEL DOLLY PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL CONJUNTO DE FRENSOS DEL AVIÓN FAIRCHILD FH - 227	Código: MS - D-P
	Elaborado por: Sr. José Hernández	Revisado: Nº: 1
	Aprobado por: Ing. Pablo Espinel.	Fecha: 06 Ago. 2 013

1.OBJETIVO:

Ofrecer seguridad al momento de manipular y transportar el Dolly con o sin carga.


2.ALCANCE:

Minimizar el esfuerzo físico y garantizar la seguridad del usuario al manipular el Dolly.

3. PROCEDIMIENTOS:

- a) Verifique el estado de los rodillos.
- b) Chequear el ajuste de los pernos guías de los rodillos.
- c) Regular la válvula de liberación del líquido de la gata hidráulica.
- d) Chequear el funcionamiento correcto de la gata hidráulica.
- e) Inspeccionar el estado de las ruedas giratorias.
- f) Asegúrese que la faja se encuentre en el Dolly y este en perfecto estado.
- g) Observar el estado de la fibra falsa de la placa de levantamiento.
- h) Verifique que el regulador este funcionando correctamente.
- i) Utilice los equipos de protección personal.

Firma de responsabilidad.....

ITSA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Pág. 1 de 1
	MANTENIMIENTO DE LA GATA HIDRÁULICA PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN FAIRCHILD FH - 227	Código: MM- GH -P
		Revisado: Nº: 1
	Elaborado por: Sr. José Hernández	Fecha: 06 Ago 2 013
	Aprobado por: Ing. Pablo Espinel.	

1.OBJETIVO:

Documentar los procedimientos a seguir para el mantenimiento óptimo y adecuado de la Gata Hidráulica.


2.ALCANCE:

Mantener en perfectas condiciones de funcionamiento la Gata Hidráulica.

3. PROCEDIMIENTOS:

- a) Use aceite de lubricación para temperaturas ambientes de -5 °C a 45 °C y aceite sintético para temperaturas -20 °C a -5 °C. Cantidad adecuada de aceite debe mantenerse, de otra forma no se alcanzara la altura máxima establecida.
- b) Cuando se utilice, el gato se debe mantener en ángulo recto con la carga.
- c) Para evitar daños, el gato hidráulico no debe recibir ningún golpe violento durante su uso.
- d) El gato hidráulico no se mantendrá en sus lados o colocara boca abajo.
- e) El uso de esta herramienta en áreas con gases ácidos o corrosivos no es recomendado.

Firma de responsabilidad.....

ITSA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Pág. 1 de 1
	OPERACIÓN DELA GATA HIDRÁULICA PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN FAIRCHILD FH - 227	Código: MO - GH -P
		Revisado: Nº: 1
	Elaborado por: Sr. José Hernández	Fecha: 06 Ago. 2 013
	Aprobado por: Ing. Pablo Espinel.	

1. OBJETIVO:

Documentar los procedimientos a seguir para la operación óptima y adecuada dela Gata Hidráulica.


2. ALCANCE:

Operar correctamente la Gata Hidráulica en el momento de realizar la practica en el Fairchild FH-227

3. PROCEDIMIENTOS:

- a) Antes de utilizar, estime el peso de la carga. NO sobrecargue el gato hidráulico
- b) Seleccione un punto de acción de acuerdo al centro gravitacional, colocando el gato hidráulico en una superficie dura.
- c) Inserte la ranura al final del mango dentro de la válvula de escape. Gire el manubrio de operación hacia la derecha hasta que la válvula de escape este cerrada. NO apriete la válvula.
- d) Inserte el manubrio de operación dentro del zócalo permitiendo subir y bajar el manubrio. El pistón se detiene cuando la altura requerida es alcanzada.
- e) Baje el pistón girando lentamente la válvula de escape hacia la izquierda con la ranura al final del mango.
- f) Cuando use más de un gato hidráulico, opere todos los gatos a una misma velocidad con la misma carga.

Firma de responsabilidad.....

ITSA	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Pág. 1 de 1
	SEGURIDAD DE LA GATA HIDRÁULICA PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN FAIRCHILD FH - 227	Código: MS- GH -P
	Elaborado por: Sr. José Hernández	Revisado: Nº: 1
	Aprobado por: Ing. Pablo Espinel.	Fecha: 06 Ago 2 013

1. OBJETIVO:

Ofrecer seguridad al momento de manipular y la Gata Hidráulica.

2. ALCANCE:

Garantizar la seguridad e integridad del usuario y de la aeronave al utilizar la Gata Hidráulica.

3. PROCEDIMIENTOS:

- a) Nunca exceda el límite de carga de la Gata Hidráulica.
- b) El gato hidráulico siempre se mantendrá sobre terreno plano y estable.
- c) La unión de contacto entre el pistón y la carga a ser levantada debe de ser perfecta.
- d) Sin ningún tipo de soporte, no es recomendado trabajar bajo la carga del gato.
- e) Cuando se utilice varios gatos juntos, la velocidad de levante debe ser igual para cada gato y la capacidad de carga para cada uno debe ser balanceada para evitar cualquier caída.

Firma de responsabilidad.....

3.8. Estudio económico

A continuación se detallarán los gastos efectuados en la elaboración del presente proyecto.

3.8.1 Presupuesto

Previa la ejecución del proyecto se estimo un presupuesto de 600 dólares americanos.

3.8.2 Análisis de costos

En la elaboración del proyecto se realizaron los siguientes gastos, siendo todos de importancia y ninguno menos relevante, tomando en cuenta los siguientes factores que se consideraron en el siguiente.

➤ Costos Primarios

- Materiales
- Herramientas y Equipos
- Mano de Obra

➤ Costos Secundarios

- Derechos de grado
- Elaboración de textos

3.8.2.1 Costos primarios

3.8.2.1.1 Costos de materiales

Tabla 3.14: Costos de materiales

CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL (USD)
4	Garruchas (llantas) de 2" para cargas de 5° toneladas	12,00
2m	Tubo estructural rectangular de 2"x1"	7,50
6.6m	Tubo redondo de 2"	20,00
1,2m	Angulo de 1"x1"x1/4"	5,00
40cm	Acero SAE 1018 de 3 ½"	15,00
70cm	Tubo cuadrado de 2"x2"	3,00
1	Gata hidráulica de 2 Ton	14,50
1	Gata Hidráulica de 25 Ton	120,00
4	Pernos, tuercas y arandelas acerad@s de 3"x½"	1,20
1mx0,40m	Plancha de hierro estructural de 4mm de espesor	50,00
5cm	Platina de 5mm	0,50
2kg	Electrodos 6011 AGA	12,00
2	Discos de corte	4,00
1	Disco de desbaste	2,00
2	Sierras para hierro	2,30
1	Flexometro	1,50
TOTAL		270,50

Fuente: José Hernández

3.8.2.1.2 Costos de utilización de herramientas y equipos

Tabla 3.15: Costos de utilización de herramientas y equipos

Nº	ITEM	Cant	V. Uni. hrs.Hom USD	Hrs. Uso	V. Total hrs.Hom USD
1	Flexómetro	1	0,25	3hrs	0,75
2	Escuadra	1	0,25	3hrs	0,75
3	Pie de Rey	1	0,25	4hrs	2,00
4	Rayador	1	2,00	2hrs 30min	4,50
5	Entenalla	1	2,50	1hrs 30min	3,75
6	Martillo	1	0,50	1h	0,50
7	Sierra	1	0,50	2hrs	1,00
8	Lima	1	0,50	30min	0,25
9	Cepillo de acero	1	0,50	2hrs	1,00
10	Llaves	1	0,50	30min	0,50
11	Soldadura	1	8	4hrs	32,00
11	Lija	1	2,50	1hrs	2,50
13	Esmeril de mano	1	5	2hrs	10,00
14	Cierra circular de mano	1	5	1hrs 30min	7,50
15	Taladro	1	5	30min	2,50
16	Compresor y Equipo de Pintura	1	10	2hrs	20,00
TOTAL					89,50USD.

Fuente: José Hernández

3.8.2.1.3 Costos por mano de obra

Tabla 3.16: Costos por mano de obra

Nº	ITEM	Cant.	V. por Hora.	Hrs. Empleadas	V. Total Hrs. Hombre USD
1	Construcción Estructura	1	6	30	180,00
2	Construcción de los rodillos	4	6	8	48,00
3	Asesoría de ingeniería	1	10	12	120,00
TOTAL					348,00 USD.

Fuente: José Hernández

3.8.2.1.4 Total de costos primarios.

Tabla 3.17: Tabla del total de costos primarios

Nº	Detalle	Valor en USD.
1	Costos de Materiales.	270,50
2	Costos de Herramientas y Equipos.	89,50
3	Costo por Mano de obra	348,00
TOTAL		707,50 USD

Fuente: José Hernández

3.8.2.2 Costos secundarios

3.8.2.2.1 Total costos secundarios

Tabla 3.18: Total de costos secundarios

Nº	Detalle	Valor en USD.
1	Derechos de Grado.	300,00
2	Elaboración de textos.	100,00
TOTAL		400,00 USD

Fuente: José Hernández

3.8.2.3 Costo total del proyecto

Tabla 3.19: Tabla del costo total del proyecto

Nº	Detalle	Valor en USD.
1	Gastos Primarios	707,50
2	Gastos Secundarios	400,00
TOTAL		1 107,50 USD

Fuente: José Hernández

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Mediante un proceso de investigación bibliográfica y de campo se realizó un análisis de las características técnicas del sistema de frenos del avión escuela de la institución.
- Luego de un análisis exhaustivo de materiales y métodos de construcción, se logró construir exitosamente el Dolly para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del avión escuela FAIRCHILD FH-227 del instituto tecnológico superior aeronáutico ITSA.
- Para justificar la construcción del presente proyecto, se realizó un estudio sobre lo que es y cómo se realiza el montaje y desmontaje del conjunto de frenos de una aeronave.
- A través de la elaboración de un manual de mantenimiento, operación, función y formatos de registro, se provee la información necesaria para la manipulación de dichos equipos.
- El INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO, gracias al desarrollo del presente proyecto, cuenta con un Dolly y una Gata Hidráulica de 20 Ton para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del FAIRCHILD FH-227, mismo que será de gran ayuda en el perfeccionamiento técnico de los estudiantes.

4.2. Recomendaciones:

- Se recomienda seguir al pie de la letra los manuales que están incluidos en el presente proyecto, para garantizar y extender la vida útil del Dolly y Gata Hidráulica; así como también para preservar la integridad física del usuario.
- Para enriquecer los conocimientos en todo lo referente a la aviación se recomienda leer las fuentes de información existentes en la biblioteca del instituto, específicamente publicaciones y manuales que son de gran utilidad, además es documentación que no se puede obtener fácilmente.
- El manejo del presente equipo se lo llevará a cabo solo por personal autorizado.
- Para que el estudiante tenga un buen desenvolvimiento en lo profesional, se recomienda que se interrelacione en porcentajes iguales la teoría con la práctica.

ABREVIATURAS

ITEL: Illustrator Tool and Equipment List (Listado de Equipos y Herramientas Ilustradas)

DGAC: Dirección General de Aviación Civil.

WO: Work Order (Orden de Trabajo).

IPC: Illustrator Part Catalogue (Catalogo Ilustrado de Partes)

VMO: Velocidad Mínima de Operación.

RDAC: Regulaciones de la Dirección de Aviación Civil.

MM: Maintenance Manual (Manual de Mantenimiento).

ATA: Asociación de Transporte Aéreo.

MIG: Metal Inertial Gas.

ASTM: Sociedad Americana para Pruebas y Materiales.

AISI: Instituto Americano del Hierro y el Acero.

S.A.E: Sociedad de Ingenieros Automotrices.

CAD: Computer Aided Desing

FEA: Finite Element Analysis.

MPa: Mega Pascales.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Dolly: Equipo especial que se utiliza para transportar objetos pesados.

Avión: Maquina más pesada que el aire que puede sustentarse y vencer las fuerzas tanto estáticas como dinámicas que la gobiernan, dadas sus características de aerodinámica y propulsión.

Tren de aterrizaje: Elemento de la aeronave que soporta las cargas estáticas y dinámicas.

Manual de mantenimiento: Documento otorgado por el fabricante donde están enlistados los procedimientos para hacer las actividades de mantenimiento de un avión.

Ordenes de trabajo: Conjunto de trabajos que se deben seguir en el mantenimiento de la aeronave.

Amortiguador oleoneumático: Cilindro compuesto por aire y líquido hidráulico para poder soportar las cargas.

Amortiguador líquido: Cilindro lleno de fluido Hidráulico.

Inspección: Actividad que consiste en revisar para saber que reportajes tiene la aeronave.

Mantenimiento: Conjunto de trabajos y actividades que lo realiza el personal de mantenimiento en tierra con el fin de levantar un reporte.

Mangueras flexibles: Son aquellas capaces de soportar dobleces sin perder sus características mecánicas.

BIBLIOGRAFÍA

Textos y manuales:

- **OÑATE**, Esteban. (2 007). Conocimiento del Avión. Sexta Edición. Editores Spain. España.
- **DIAZ**, Rafael. (1 995). Diccionario Aeronáutico. Primera Edición. Editorial Bilbao. Bilbao - España.
- ATA 32 Maintenance Manual FH – 227.
- ITEL FH – 227.
- Airframe And Powerplant Maintenance Program (CBT). Landing Gear Systems.
- Mecánica industrial, Manual de uso
- Catálogo de productos (hierros LEITZA)

Internet:

- <http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.equipmentdolly.com/&prev=/search%3Fq%3Ddolly%2Bequipment%26hl%3Des%2>
- www.mpw.cl/gatas_hidraulicas.htm
- <http://www.aceroscenter.com.ec/laminados.htm>
- <http://www.estrucplan.com.ar/Boletines/0083/mano.asp#1>
- <http://www.amoladora.net/index.php>
- <http://www.hierrosratti.com.ar/angulos.htm>

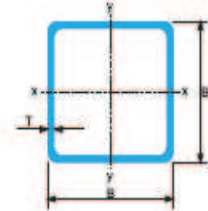
ANEXOS

ANEXO A:
“PLANOS DEL DOLLY”

ANEXO B: “CATÁLOGOS”

ANEXO B1: “CATALOGO TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO”

DIMENSIONES NOMINALES Y CARACTERÍSTICAS



TUBO CUADRADO

TAMANO	ESPESOR	MASA LINEAL	ÁREA DE LA SECCION	MOMENTO DE INERCIA	RADIO DE GIRO	MÓDULO ELÁSTICO	MÓDULO PLÁSTICO	CONSTANTES DE TORSIÓN		ÁREA SUPERFICIE EXTERIOR	FACTOR DE FORMA
BxB mm	T mm	M Kg/m	A cm ²	I cm ⁴	i cm	W _{el} cm ³	W _{pl} cm ³	I _t cm ⁴	C _t cm ³	A _s m ² /m	A _s /v m ⁻¹
25x25	3	1,88	2,41	1,84	0,87	1,5	1,9	3	2,3	0,090	372,5
30x30	3	2,36	3,01	3,50	1,08	2,3	3,0	6	3,6	0,110	364,7
	4	2,94	3,75	3,97	1,03	2,6	3,5	7	4,1	0,106	283,5
35x35	3	2,83	3,61	5,95	1,28	3,4	4,2	10	5,2	0,130	359,5
	4	3,57	4,55	6,93	1,23	4,0	5,1	12	6,1	0,126	277,6
40x40	3	3,30	4,21	9,32	1,49	4,7	5,7	16	7,1	0,150	355,7
	4	4,20	5,35	11,07	1,44	5,5	7,0	19	8,5	0,146	273,5
	5	4,98	6,36	12,26	1,39	6,1	8,0	22	9,5	0,143	224,7
45x45	3	3,77	4,81	13,78	1,69	6,1	7,4	23	9,3	0,170	352,9
	4	4,83	6,15	16,61	1,64	7,4	9,2	29	11,3	0,166	270,4
	5	5,77	7,36	18,69	1,59	8,3	10,7	33	12,8	0,163	221,4
50x50	3	4,25	5,41	19,47	1,90	7,8	9,4	32	11,8	0,190	350,8
	4	5,45	6,95	23,74	1,85	9,5	11,7	40	14,4	0,186	268,1
	5	6,56	8,36	27,04	1,80	10,8	13,7	47	16,6	0,183	218,8
	6	7,56	9,63	29,45	1,75	11,8	15,3	53	18,2	0,179	186,2
	8	8,83	11,24	28,59	1,59	11,4	16,1	57	18,9	0,166	147,4
60x60	3	5,19	6,61	35,13	2,31	11,7	14,0	57	17,7	0,230	347,6
	4	6,71	8,55	43,55	2,26	14,5	17,6	73	22,0	0,226	264,7
	5	8,13	10,36	50,49	2,21	16,8	20,9	86	25,6	0,223	215,2
	6	9,45	12,03	56,07	2,16	18,7	23,7	98	28,6	0,219	182,3
	8	11,34	14,44	58,57	2,01	19,5	26,3	112	31,7	0,206	142,4

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Redondo:

Resistencia a la Tracción (Mpa)
Límite de Fluencia (Mpa)

Grado A
310
228

Grado B
400
290

Cuadrado y Rectangular:

Resistencia a la Tracción mín. (Mpa)
Límite de Fluencia mín. (Mpa)

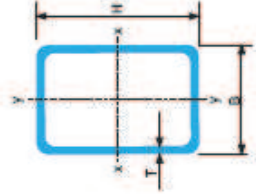
Grado A
310
269

Grado B
400
317

ANEXO B2:

“CATALOGO TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR”

DIMENSIONES NOMINALES Y CARACTERÍSTICAS



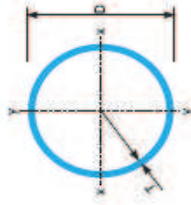
TUBO RECTANGULAR

TAMANO HxB mm	ESPESOR T mm	MASA LINEAL M Kg/m	AREA DE LA SECCION A cm ²	MOMENTO DE INERCIA		RADIO DE GIRO		MÓDULO ELÁSTICO		MÓDULO PLÁSTICO		CONSTANTES DE TORSION		AREA SUPERFICIE EXTERIOR A _s m ² /m	FACTOR DE FORMA A _s /I _y m ⁻¹
				I _{xx} cm ⁴	I _{yy} cm ⁴	i _{xx} cm	i _{yy} cm	W _{elxx} cm ³	W _{elyy} cm ³	W _{plxx} cm ³	W _{plyy} cm ³	I _t cm ⁴	C _t cm ³		
30x20	3	1,89	2,41	2,41	1	1,00	0,72	1,6	1,2	2,1	1,6	3	2,1	0,090	372,5
	4	2,36	3,01	5,21	2	1,32	0,75	2,6	1,7	3,5	2,1	5	3,0	0,110	364,7
40x30	3	2,83	3,61	7,27	5	1,42	1,13	3,6	3,1	4,6	3,8	10	5,0	0,130	369,5
	4	3,57	4,55	8,47	5	1,36	1,08	4,2	3,6	5,6	4,5	12	5,9	0,126	277,6
50x20	3	2,83	3,61	9,51	2	1,62	0,77	3,8	2,1	5,2	2,6	6	3,9	0,130	369,5
	4	3,30	4,21	12,83	6	1,75	1,16	5,1	3,8	6,6	4,6	14	6,5	0,150	355,7
50x30	3	4,20	5,35	15,25	7	1,69	1,12	6,1	4,5	8,0	5,6	17	7,7	0,146	273,5
	4	5,17	6,91	20,50	7	2,06	1,19	6,8	4,5	8,8	5,4	17	7,9	0,170	352,9
60x30	3	4,83	6,15	24,70	8	2,00	1,14	8,2	5,4	10,9	6,6	21	9,5	0,166	270,4
	4	5,85	7,91	33,98	13	2,17	1,58	8,5	6,7	10,5	7,9	29	11,2	0,190	350,8
60x40	3	5,45	6,95	30,99	16	2,11	1,53	10,3	8,1	13,2	9,9	37	13,7	0,186	288,1
	4	6,36	8,36	35,33	18	2,06	1,48	11,8	9,2	15,4	11,5	43	15,6	0,183	218,8
70x30	3	7,56	9,63	45,98	20	2,00	1,44	12,8	10,0	17,2	12,8	48	17,1	0,179	196,2
	4	8,95	11,91	63,27	8	2,38	1,21	8,7	5,3	11,4	6,2	22	9,4	0,190	350,8
70x40	3	8,95	11,91	63,27	9	2,31	1,16	10,6	6,3	14,2	7,7	27	11,3	0,186	288,1
	4	10,66	14,36	82,30	10	2,25	1,12	12,1	7,0	16,6	8,8	30	12,7	0,183	218,8
70x50	3	12,36	16,63	108,88	11	2,18	1,08	13,1	7,5	18,5	9,8	33	13,7	0,179	196,2
	4	14,85	20,01	145,98	11	2,18	1,08	13,1	7,5	18,5	9,8	33	13,7	0,179	196,2

ANEXO B3:

“CATALOGO TUBO ESTRUCTURAL REDONDO”

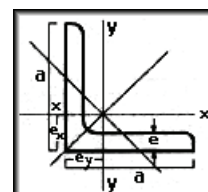
DIMENSIONES NOMINALES Y CARACTERISTICAS



TUBO REDONDO

TAMANO	ESPESOR	MASA LINEAL	AREA DE LA SECCION	MOMENTO DE INERCIA	RADIO DE GIRO	MODULO ELASTICO	MODULO PLASTICO	CONSTANTES DE TORSION	AREA SUPERFICIE EXTERIOR	FACTOR DE FORMA
D	t	M	A	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _t	C _t	A _s /v
mm	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm ³	m ² /lm
30	3	2,09	2,54	2,35	0,96	1,56	2,20	4,69	3,13	0,094
	3	2,27	2,89	3,44	1,09	2,04	2,94	6,88	4,08	0,106
40	3	2,74	3,49	6,01	1,31	3,00	4,72	12,01	6,01	0,126
	3	2,91	3,71	7,25	1,40	3,42	4,67	14,49	6,84	0,133
45	3	3,11	3,96	8,77	1,49	3,90	5,30	17,55	7,90	0,141
	3	3,35	4,27	11,00	1,61	4,55	6,17	22,00	9,11	0,152
48,3	4	4,37	5,57	13,77	1,57	5,70	7,87	27,54	11,40	0,152
	3	3,48	4,43	12,28	1,67	4,91	6,64	24,56	9,82	0,157
50	4	4,54	5,78	15,41	1,63	6,16	8,49	30,81	12,32	0,157
	3	4,24	5,40	22,22	2,03	7,37	9,86	44,45	14,74	0,189
60,3	4	5,55	7,07	28,17	2,00	9,34	12,70	56,35	18,69	0,189
	3	4,96	6,31	35,50	2,37	10,14	13,48	71,01	20,29	0,220
70	4	6,51	8,28	45,33	2,34	12,95	17,45	90,65	25,90	0,220
	3	5,41	6,89	46,10	2,59	12,11	16,04	92,19	24,23	0,239
76,1	4	7,11	9,06	59,06	2,55	15,82	20,81	118,11	31,04	0,239
	5	8,77	11,17	70,92	2,52	18,64	25,32	141,84	37,28	0,239

ANEXO B4: “CATALOGO ÁNGULO”



Ángulos	Dimensiones			Sección F	Peso G	Valores estáticos		
	a	e	ex=ey			Jx=Jy	J1	J2
	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ³	cm ³	cm ³
5/8" x 1/8"	15,9	3,2	0,51	0,91	0,7	0,20	0,09	0,31
3/4" x 1/8"	19,1	3,2	0,58	1,11	0,9	0,37	0,17	0,57
7/8" x 1/8"	22,2	3,2	0,66	1,31	1,0	0,58	0,31	0,94
1" x 1/8"	25,4	3,2	0,75	1,51	1,2	0,91	0,38	1,44
1" x 3/16"	25,4	4,8	0,81	2,19	1,8	1,25	0,55	1,96
1" x 1/4"	25,4	6,4	0,85	2,81	2,2	1,50	0,67	2,33
1 1/4" x 1/8"	31,7	3,2	0,91	1,92	1,5	1,83	0,74	2,93
1 1/4" x 3/16"	31,7	4,8	0,97	2,80	2,2	2,54	1,08	4,07
1 1/4" x 1/4"	31,7	6,4	1,01	3,67	2,9	3,13	1,37	4,9
1 1/2" x 1/8"	38,1	3,2	1,07	2,32	1,8	3,25	1,30	5,17
1 1/2" x 3/16"	38,1	4,8	1,13	3,40	2,7	4,58	1,86	7,26
1 1/2" x 1/4"	38,1	6,4	1,18	4,44	3,4	5,78	2,43	9,09
1 3/4" x 1/8"	44,4	3,2	1,23	2,73	2,1	5,24	2,11	8,35
1 3/4" x 3/16"	44,4	4,8	1,29	4,00	3,25	7,45	3,03	11,84
2" x 1/8"	50,8	3,2	1,39	3,13	2,52	7,91	3,18	12,64
2" x 3/16"	50,8	4,8	1,45	4,61	3,6	11,33	4,61	18,05
2" x 1/4"	50,8	6,4	1,50	6,05	4,7	14,48	5,93	22,96
2 1/4" x 3/16"	57,1	4,8	1,60	5,21	4,1	16,23	6,52	26,12
2 1/4" x 1/4"	57,1	6,4	1,68	6,85	5,4	21,23	8,62	33,40
2 1/2" x 3/16"	63,5	4,8	1,76	5,82	4,6	22,77	9,22	36,28
2 1/2" x 1/4"	63,5	6,4	1,82	7,66	6,1	29,26	12,00	46,59

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Límite de Fluencia mínimo = 2,530 kg/cm²
Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,620 kg/cm² (*)

Alargamiento en 200 mm

Espesores:

2,0mm, 2,5mm, 3,0mm,
3/32" y 1/8" = 15,0 % mínimo

4,5 mm = 15,0 % mínimo

3/16" = 15,0 % mínimo

6,0 mm = 17,0 % mínimo

1/4" = 17,5 % mínimo

5/16", 3/8" y 1/2" = 20,0 % mínimo

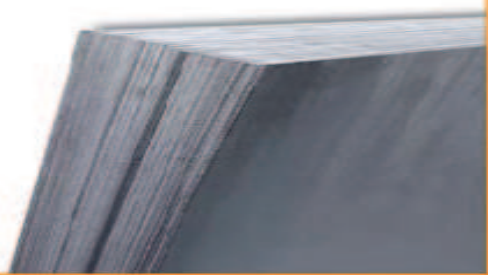
Soldabilidad = Buena

(*) Para espesores de 2,0 y 2,5 mm, la resistencia a la tracción mínima es de 3,500 kg/cm².

ANEXO B5:

“CATALOGO PLANCHAS DE HIERRO”

Planchas Delgadas LAC



Planchas de acero laminadas en caliente con bordes de laminación, de espesores menores a 4,75 mm.

DIMENSIONES NOMINALES (1)	
Calidad Comercial	Calidad Estructural
PDLAC 1011 TB (mm)	PDLAC A36 (mm)
1,8 x 1,200 x 2,400	3,0 x 1,500 x 6,000
1,9 x 1,200 x 2,400	4,5 x 1,200 x 2,400
2,0 x 1,200 x 2,400	4,5 x 1,500 x 6,000
2,2 x 1,100 x 2,400	
2,2 x 1,200 x 2,400	
2,3 x 1,200 x 2,400	
2,4 x 1,200 x 2,400	
2,5 x 1,200 x 2,400	
2,8 x 1,200 x 2,400	
2,9 x 1,200 x 2,400	
3,0 x 1,200 x 2,400	
4,0 x 1,200 x 2,400	
4,4 x 1,200 x 2,400	

NORMAS TÉCNICAS:

Comercial : ASTM A1011 TB

Estructural : ASTM A36

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Comercial:

Límite de Fluencia mínimo = 2,110 - 3,510 kg/cm² (*)

Alargamiento en 50 mm = 25,0 % mínimo (*)

Doblado = a 180°

Estructural

Límite de Fluencia mínimo = 2,550 kg/cm² (*)

Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,610 kg/cm²

Alargamiento en 50 mm = 20,0 % mínimo

Doblado = a 180° (opcional).

Diámetro Pin = 3e, Sentido Laminación

(*) Referencial

(1) Píndice de consulta y a pedido, también se suministra en otras longitudes.

USOS:

Construcción de silos, embarcaciones pesqueras, vagones, estructuras y usos en general.

ANEXO C:

“FUNDAMENTACIÓN TÉCNICA”

ANEXO D:
“HOJA DE VIDA DEL
GRADUADO”

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Hernández Caiza José Mauricio
NACIONALIDAD: Ecuatoriana
FECHA DE NACIMIENTO: 14 de febrero de 1989
CÉDULA DE CIUDADANÍA: 172473976-6
TELÉFONOS: 0998416471 / 0997104853
CORREO ELECTRÓNICO: maupepito@hotmail.es
DIRECCIÓN:



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: Escuela Fiscal Mixta "Nasacota Puento"
SECUNDARIA: Instituto Tecnológico Superior "Nelson I. Torres"
SUPERIOR: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller en Ciencias especialidad Físico Matemático

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PRE PROFESIONALES

FUERZA AÉREA ECUATORIANA

Escuadrón de Mantenimiento AVRO

Escuadrón de Mantenimiento Hidráulica

POLICIA NACIONAL DEL ECUADOR

Escuadrón de Mantenimiento de los helicópteros Eurocopter AS350 B2, MD, BELL 206.

CENTRO DE MANTENIMIENTO CEMA

Sección de Mantenimiento Motores

CURSOS Y SEMINARIOS

Suficiencia en el Idioma Inglés

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

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

Hernández Caiza José Mauricio

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA

**Ing. Hebert Atencio Vizcaíno
SUBS. TÉC. AVC.**

Latacunga, Agosto 27 del 2013

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, **HERNÁNDEZ CAIZA JOSÉ MAURICIO**, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención aviones, en el año 2012, con Cédula de Ciudadanía N° **172473976-6**, autor del Trabajo de Graduación “**CONSTRUCCIÓN DE UN DOLLY E IMPLEMENTACIÓN DE UNA GATA HIDRÁULICA DE 20 TONELADAS PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL BLOQUE DE FRENOS DEL AVIÓN ESCUELA FAIRCHILD FH-27 DE TAL FORMA QUE MEJORE EL PERFECCIONAMIENTO TÉCNICO DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA DEL ITSA**” cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

HERNÁNDEZ CAIZA JOSÉ MAURICIO
C.I. 172473976-6

Latacunga, Agosto 27 del 2013