

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**Construcción de una MESA DE TRABAJO MÓVIL,  
elaboración e implementación de herramientas para el  
mantenimiento del AVIÓN ESCUELA T-33A del I.T.S.A.**

**POR:**

**Cayo Chiluisa Willams Fabián**

**Proyecto de grado presentado como requisito para la obtención del Título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**2004**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **CAYO CHILUISA WILLAMS FABIÁN**, como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**.

---

Ing. Chávez M. Segundo J.

Subs. Téc. Avc.

**Director de Proyecto de grado**

Latacunga, Octubre 04 del 2004

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO**

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Construcción de una mesa de trabajo móvil, elaboración e implementación de herramientas para el mantenimiento del avión escuela T-33A del I.T.S.A.”, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de grado.

Latacunga, Octubre 04del 2004.

EL AUTOR

---

Willams Fabián Cayo Chiluisa

## **DEDICATORIA**

Este trabajo esta dedicado especialmente al Divino Niño por darme fuerza de voluntad en los momentos más difíciles de esta carrera que yo elegí.

A mis padres por el apoyo incondicional que me dieron en todo momento; a mis hermanos y hermanas por todas las palabras que tuvieron para conmigo diciéndome que puedo hacer todo lo que me propongo.

A una persona super especial que aunque no esta conmigo, se que se sentirá feliz de saber que cumplimos nuestro sueño.

**WILLAMS FABIÁN CAYO CHILUISA**

## **AGRADECIMIENTO**

Si para agradecer se tendría que nombrar a todas las personas que me apoyaron en los momentos difíciles de permanencia en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, no me alcanzara un libro, por eso agradezco de todo corazón a todos quienes hicieron posible que culmine con éxito mi carrera.

Gracias al Divino Niño por la fuerza de voluntad que me diste y por haberme dado una familia hermosa y sobre todo llena de amor.

Mi gratitud a todos los señores instructores académicos porque con su valiosa enseñanza me ayudaron a desarrollarme en el ámbito personal y estudiantil.

**WILLAMS FABIÁN CAYO CHILUISA**

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
Carátula.....	I
Certificación.....	II
Autoría de trabajo de grado.....	III
Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento.....	V
Índice.....	VI
Lista de gráficos.....	XII
Lista de tablas.....	XIII
Introducción.....	1
Planteamiento del problema.....	2
Tema.....	2
Justificación.....	2
Alcance.....	3
Objetivos.....	3
• Objetivos generales.....	3
• Objetivos específicos.....	4

## CAPÍTULO I

### Generalidades

#### 1. CONOCIMIENTOS BÁSICOS DEL AVIÓN T-33A.

1.1. Descripción.....	5
1.2. Dimensiones.....	8

1.3. Trenes de aterrizaje.....	9
1.3.1. Descripción.....	9
1.3.2. Funcionamiento del tren principal de aterrizaje.....	11
1.3.3. Desmontaje del tren principal de aterrizaje.....	12
1.3.4. Montaje e instalación del tren principal de aterrizaje.....	13
1.3.5. Montante amortiguador del tren principal de aterrizaje.....	15
1.3.6. Reaprovisionamiento del amortiguador del tren principal de aterrizaje.....	18
1.3.7. Conjunto de la rueda del tren principal de aterrizaje.....	19
1.3.8. Desmontaje del conjunto de la rueda del tren principal.....	20
1.3.9. Instalación del conjunto de la rueda del tren principal.....	20
1.4. Sistema de combustible.....	22
1.4.1. Descripción general del sistema de combustible.....	22
1.4.2. Descripción del sistema de combustible del avión.....	25
1.4.3. Funcionamiento del sistema de combustible del avión.....	26
1.4.4. Depósitos exteriores de las alas.....	29
1.4.5. Desmontaje de los depósitos exteriores del ala.....	30
1.4.6. Instalación de los depósitos exteriores del ala.....	31
1.4.7. Depósitos del borde de ataque.....	31
1.4.8. Desmontaje de los depósitos del borde de ataque.....	31
1.4.9. Instalación de la sección del borde de ataque del ala.....	33
1.4.10. Depósitos interiores del ala.....	34
1.4.11. Desmontaje de los depósitos delanteros del ala.....	35
1.4.12. Instalación de los depósitos interiores delanteros del ala....	35
1.4.13. Desmontaje de los depósitos interiores posteriores del ala...	36

1.4.14. Instalación de los depósitos posteriores internos del ala....	36
1.4.15. Depósito de fuselaje.....	37
1.4.16. Desmontaje del depósito de fuselaje.....	39
1.4.17. Instalación del depósito de fuselaje.....	40
1.5. Controles de Superficie.....	41
1.5.1. Descripción.....	41
1.5.2. Reparaciones de mantenimiento, reemplazos y ajustes de las superficies de control.....	42
1.5.3. Bastón de mando.....	42
1.5.4. Desmontaje y desarme del bastón de mando.....	44
1.5.5. Ajuste de posición neutral del bastón de mando.....	44
1.5.6. Ajuste del recorrido del bastón de mando para el elevador...	45
1.5.7. Conjunto de control del alerón y elevador.....	45
1.5.8. Desmontaje del conjunto de control del alerón y elevador...	46
1.5.9. Montaje del conjunto de control del alerón y elevador.....	47
1.5.10. Mecanismo diferencial del alerón.....	47
1.5.11. Funcionamiento del mecanismo diferencial del alerón.....	49
1.5.12. Desmontaje del mecanismo diferencial del alerón.....	50
1.5.13. Unidad reforzadora del alerón.....	51
1.5.14. Funcionamiento de la unidad reforzadora del alerón.....	54
1.5.15. Funcionamiento de la unidad reforzadora del alerón sin presión del sistema hidráulico.....	57
1.5.16. Desmontaje de la unidad reforzadora del alerón.....	58
1.5.17. Unidad reforzadora del alerón a los alerones.....	59
1.5.18. Desmontaje de los cables de los alerones.....	60



1.5.19. Ajuste del sistema de control del alerón.....	60
1.5.20. Control de la aleta del alerón.....	62
1.5.21. Desmontaje de la unidad de extensión de la aleta del alerón.....	63
1.5.22. Instalación y ajuste de la unidad de extensión de la aleta del alerón.....	63

## **CAPÍTULO II**

### **2. Estudio de alternativas.**

2.1. Identificación de alternativas.....	65
2.1.1. Primera alternativa.....	66
2.1.2. Segunda alternativa.....	67
2.1.3. Tercera alternativa.....	69
2.2. Ventajas y desventajas.....	70
2.3. Parámetros de evaluación.....	73
2.3.1. Aspecto técnico.....	74
2.3.2. Aspecto económico.....	75
2.3.3. Aspecto complementario.....	75
2.4. Selección de la mejor alternativa.....	76
2.5. Determinación de requerimientos técnicos.....	77

## **CAPÍTULO III**

### **3. Construcción del proyecto.**

3.1. Construcción.....	78
3.1.1. Mesa de trabajo.....	79
3.1.2. Herramientas.....	79
3.1.3. Puntos de apoyo.....	87
3.2. Diagramas de procesos.....	94
3.3. Diagrama de ubicación.....	102
3.4. Distribución de la plataforma de trabajo.....	103
3.5. Pruebas de funcionalidad.....	107

## **CAPÍTULO IV**

### **4. Elaboración de manuales de procedimientos.**

4.1. Manual de Mantenimiento.....	110
4.2. Manual de Verificación.....	111
4.3. Manual de Operación.....	112
4.4. Registros.....	114

## **CAPÍTULO V**

### **5. Análisis económico.**

5.1. Presupuesto.....	117
5.2. Análisis económico.....	117

## CAPÍTULO VI

### **5. Conclusiones y recomendaciones.**

5.1. Conclusiones.....	122
5.2. Recomendaciones.....	122

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.1. Dimensiones del avión T-33A. ....	8
Figura 1.2. Tren principal de aterrizaje.....	9
Figura 1.3. Montante amortiguador del tren principal.....	15
Figura 1.4. Sistema de combustible del avión.....	22
Figura 1.5- Depósitos exteriores.....	29
Figura 1.6.- Depósitos interiores.....	34
Figura 1.7. Depósito de fuselaje.....	37
Figura 1.8.- Conjunto de control del alerón y del elevador.....	43
Figura 1.9- Mecanismo del Alerón.....	48
Figura 1.10.- Unidad reforzadora del alerón.....	51
Figura 1.11.- Diagrama de funcionamiento.....	54
Figura 1.12.- Unidad reforzadora del alerón.....	59
Figura 1.13.- Control de la aleta del alerón.....	62
Figura 2.1.- Herramientas para el tren de aterrizaje.....	67
Figura 2.2: Herramientas para el sistema de combustible.....	68
Figura 2.3. Herramientas para el sistema de controles de vuelo.....	70
Figura 3.1: Materiales utilizados para construir la mesa.....	79
Figura 3.2. Mesa de trabajo.....	93
Figura 3.3. Puntos de apoyo.....	93
Figura 3.4. Herramientas comunes.....	94
Figura 3.5. Herramientas especiales.....	94
Figura 3.6: Mesa de trabajo y herramientas construidas e implementadas.	109

## LISTA DE TABLAS.

Tabla 2.1. Matriz de evaluación.....	76
Tabla 2.2. Matriz de decisión.....	76
Tabla 3.1. Procesos de tratamientos térmicos a las herramientas construidas	87
Tabla 3.2. Procesos de tratamientos térmicos a los puntos de apoyo principales.	90
Tabla 3.3. Procesos de tratamientos térmicos al punto de apoyo de nariz...	90
Tabla 3.4. Características técnicas de las máquinas herramientas utilizadas en el proyecto.....	91
Tabla 3.5. Tiempo de operación de los diferentes elementos en las máquinas herramientas.....	92
Tabla 3.6. Parámetros de Evaluación y selección de la mejor propuesta	106
Tabla 3.7: Estado de los elementos de la estructura de la mesa de trabajo móvil	107
Tabla 3.8. Estado de las herramientas especiales para el montaje y desmontaje de los trenes de aterrizaje del Avión T-33A del ITSA. ....	108
Tabla 4.1. Codificación de los procedimientos de ensayo de la mesa de trabajo móvil y las herramientas para los trenes de aterrizaje del Avión Escuela	110
Tabla 5.1. Costo de los materiales de construcción.....	118
Tabla 5.2. Costos de Mano de obra. ....	118
Tabla 5.3. Costos de Maquinaria. ....	119
Tabla 5.4. Costo de los tratamientos térmicos. ....	120
Tabla 5.5. Costo total de la construcción. ....	120
Tabla 5.6. Comparación de costos.....	121

## INTRODUCCIÓN

El proyecto propuesto es aplicado directamente a los aviones Escuela T-33A del ITSA, que son de fabricación americana de la LOCKEND Aircraft Company que se encuentran ubicados en la plataforma de aviones comerciales del Ala N° 12 en Latacunga y son utilizados para instrucción y prácticas de los estudiantes del ITSA.

Durante las actividades prácticas que se realizan en los aviones T-33A se efectúa el montaje y desmontaje de algunos elementos, actividades que no se realizan de manera adecuada ya que se requiere de herramienta así como de una mesa de trabajo, teniendo que realizar esta actividad con implementos y en lugares inadecuados.

Por lo expuesto anteriormente y al observar que el ITSA no cuenta con equipos adecuados para estos trabajos, se plantea la necesidad de construir una mesa de trabajo móvil y la elaboración e implementación de herramientas, las mismas que solucionaran en gran parte las deficiencias en las tareas de mantenimiento en el avión.

La construcción de la mesa de trabajo y de las herramientas, conlleva beneficios que resaltan la importancia de un conjunto totalmente útil, que reduce riesgos, esfuerzos y que optimiza en tiempos y movimientos las tareas de mantenimiento a realizarse.

Al mismo tiempo esta recopilación de información ayudará a los estudiantes a conocer de la estructura del proyecto, del proceso utilizado en la realización del mismo y que constituirá una fuente de información para futuros trabajos.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

El problema del presente proyecto radica en que no existe herramientas, mesa de trabajo para la realización de prácticas de mantenimiento del avión T-33A del ITSA.

Como resultado de la falta de equipos y herramientas para el mantenimiento, el personal de técnicos y de alumnos realizan su trabajo de manera deficiente, insegura, con material inadecuado y en lugares de trabajo incorrectos.

## **TEMA:**

Construcción de una mesa de trabajo móvil, elaboración e implementación de herramientas para el mantenimiento del avión escuela T-33A del I.T.S.A.

## **JUSTIFICACIÓN:**

Con el pasar del tiempo se producen pérdidas de tiempo al realizar trabajos de mantenimiento en el avión T-33A, por lo que es necesaria la construcción de una mesa de trabajo y herramientas que contribuya a la realización de tareas de mantenimiento en forma eficaz, segura y con el equipo adecuado.

Realizando pruebas de funcionalidad se confirma la utilidad de este proyecto obteniendo como fin principal, satisfacer las necesidades del personal técnico y de alumnos del ITSA que realizan prácticas de mantenimiento en el Avión Escuela.

## **ALCANCE:**

La elaboración de este proyecto está encaminada a mejorar la forma de realizar el mantenimiento de los sistemas del avión, no es necesario solo el interés y la dedicación del personal técnico sino que sea complementado con un buen equipo y materiales de trabajo esenciales como son una mesa de trabajo y herramientas para los diferentes trabajos en el avión.

El presente trabajo beneficiará al personal de señores aerotécnicos que realizan el mantenimiento del avión, personal de alumnos que estudian en el ITSA, así como ayudará a mejorar e incrementar el material didáctico que será utilizado por los instructores para una enseñanza práctica y motivadora hacia los estudiantes civiles y militares que opten por la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

## **OBJETIVOS:**

### a) OBJETIVO GENERAL

Construir una mesa de trabajo móvil, elaborar e implementar herramientas para el mantenimiento del Avión Escuela T-33 A del I.T.S.A.

### b) OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Recopilar información sobre las herramientas comunes y especiales que se utilizan para el mantenimiento del Avión T-333A.



- Investigar sobre la constitución, ergonomía, uso y mantenimiento de las herramientas especiales.
  
- Construir las herramientas especiales requeridas y una mesa de trabajo que permita la utilización de las mismas.

# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES**

### **CONOCIMIENTOS BASICOS DEL AVION T- 33 A**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN.**

El T-33A es un avión de alto rendimiento, todo de metal, de ala baja, de dos asientos, que ha sido diseñado para el adiestramiento del personal de vuelo de la Fuerza Aérea.

Está dotado de un solo motor J33-A-35 de propulsión a chorro y contiene una sección de ala de flujo laminar, un mecanismo de reforzador hidráulico de control del alerón, aletas de picada, una cabina presurizada y con calefacción y dispositivos en el extremo del ala para poder llevar tanques de combustible lanzables, bombas o tanques para agentes químicos.

El ala es de construcción de viga voladiza, de revestimiento de aleación de aluminio resistente al esfuerzo, construido en una sola unidad. Las secciones del borde de ataque del ala, las puntas de las alas, los alerones y los flaps son desmontables. La estructura interior consiste en dos vigas principales y en una viga auxiliar a la cual se sujetan los alerones y los flaps del tipo dividido.

Se ha proporcionado el espacio para la instalación de los tanques de combustible, de los cilindros de oxígeno y para la sujeción y alojamiento de las patas del tren de aterrizaje principal. Los flaps de las alas están instalados para aumentar la sustentación y la resistencia al avance (arrastre). Los alerones son del tipo convencional y son controlados

por movimiento lateral de la palanca de control. Un sistema de cables hace funcionar los alerones.

La estructura del fuselaje es de construcción de aleación de aluminio hecho en tres secciones: la proa, la sección central y la sección posterior. En la sección central está instalado un tanque de combustible. La cabina está protegida por una cubierta corrediza lanzable y transparente hecha de plástico del tipo de una “sola pieza”.

En la cabina hay instalados dos asientos lanzables para los pilotos. Se ha instalado un sistema de aire acondicionado y de presurización para proporcionar la cantidad correcta de aire a una temperatura controlable. En la parte inferior del fuselaje hay instalados dos flaps de recuperación de picada operados hidráulicamente.

La sección posterior del fuselaje contiene la estructura de la cola la cual consiste en el estabilizador horizontal, dos timones de profundidad, un estabilizador vertical y un timón direccional. El movimiento hacia adelante y hacia atrás de la palanca de control hace mover los timones de profundidad por medio de un sistema de tubos de torsión y de barras de movimiento recíproco.

El timón de dirección es controlado por medio de pedales y de un sistema de cables. Un anillo de acero que hay en el extremo de la sección posterior del fuselaje sirve para aumentar la rigidez estructural y un panel de acero que hay en el fondo sirve para resistir el desgaste en el caso de aterrizajes con la cola baja.

El tren de aterrizaje de triciclo operado hidráulicamente consiste en dos patas principales que se recogen hacia adentro y en una pata de proa que se recoge hacia atrás. Cuando está totalmente recogido todo el tren de aterrizaje está encerrado por puertas que ajustan a ras.

Los frenos del tipo de un solo disco o de dos discos de tres puntos de contacto que se encuentran en las ruedas del tren principal son controlados hidráulicamente por la acción de dos cilindros maestros independientes, uno conectado a cada pedal del timón direccional. Un amortiguador de vibraciones existe en el tren de proa. El tren de proa tiene medios para remolcarlo hacia adelante y el tren principal tiene medios para remolcar el avión hacia adelante y hacia atrás,

Está proporcionado de un sistema hidráulico de 100 libras por pulgada cuadrada de presión para hacer funcionar las unidades accionadoras hidráulicas principales, también un sistema hidráulico de emergencia para hacer funcionar el tren de aterrizaje en caso de que el sistema principal falle.

Tiene instalado un sistema automático de oxígeno de baja presión, que es dirigido a los pilotos por medio de reguladores automáticos que vienen de unos cilindros que están situados en el ala y en la proa del fuselaje.

Los flaps de las alas, las aletas de compensación del timón de profundidad y el alerón son accionados eléctricamente.

## 1.2. DIMENSIONES.

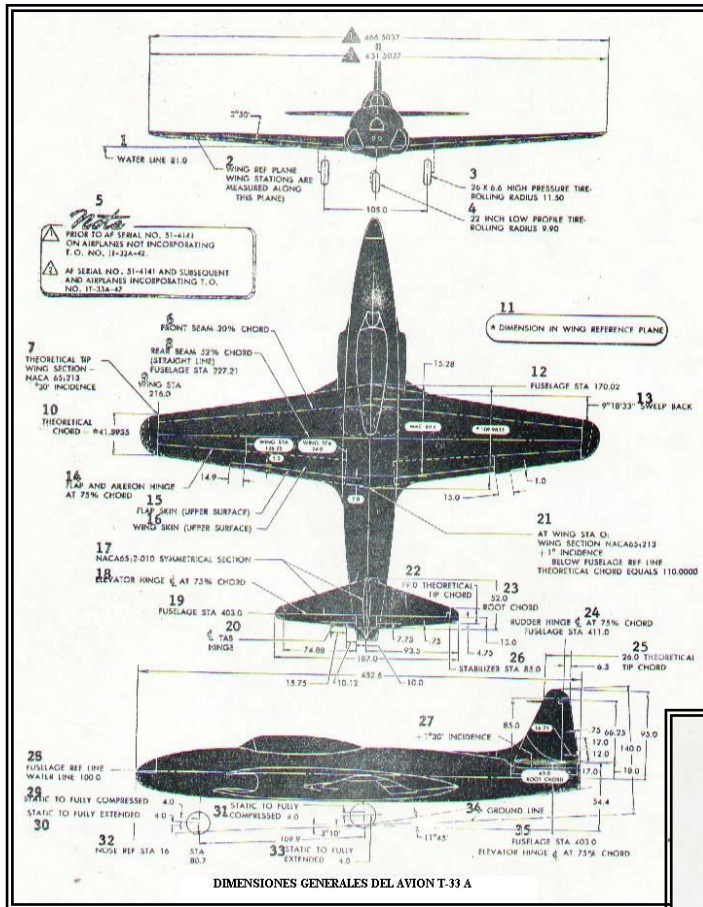
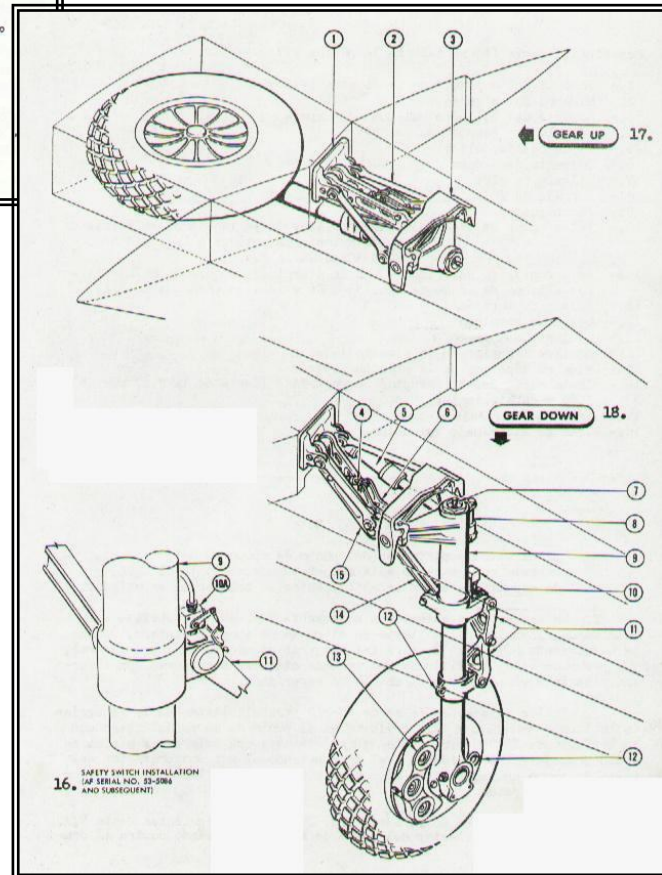


Figura 1.1. Dimensiones del avión T-33A

## 1.3. TRENES DE ATERRAJE

### 1.3.1. DESCRIPCIÓN.



### **Figura 1.2. Tren principal de aterrizaje.**

Descripción de la figura 1.2.

1. Soporte del cojinete de la riostra lateral.
2. Miembro de refuerzo.
3. Soporte del cojinete del punto de apoyo.
4. Cápsula con tensión de resorte.
5. Cilindro hidráulico.
6. Conjunto de aldaba.
7. Válvula de aire.
8. Herraje de sujeción de la barra del pistón.
9. Amortiguador.
10. Interruptor de seguridad
11. Brazos de torsión
12. Ojete de remolque.
13. Conjunto del freno.

14. Miembro inferior de la riostra lateral.
15. Miembro superior de la riostra lateral.
16. Instalación del interruptor de seguridad
17. Tren de aterrizaje plegado.
18. Tren de aterrizaje extendido

El tren de aterrizaje es completamente retráctil, impulsado hidráulicamente, controlado por medio de una válvula que está situada en el lado izquierdo de la cabina. Cada uno de los trenes principales de aterrizaje se recoge hacia adentro en el ala y es cubierto por puertas que ajustan a ras y que están unidas mecánicamente al tren. El tren es asegurado mecánicamente en la posición extendida.

El sistema de extensión de emergencia es impulsado por una bomba hidráulica con motor eléctrico, la cual es controlada por un interruptor que hay en cada cabina.

Los artefactos de seguridad consisten en los seguros de la palanca de control de la cabina, los indicadores de posición y de la bocina de aviso.

Cada tren principal de aterrizaje consiste en un conjunto amortiguador de aire y aceite, en un conjunto de riostra lateral con un mecanismo de seguro inferior, en un cilindro impulsor, en dos brazos de torsión y en un conjunto de freno y una rueda.

### **1.3.2. FUNCIONAMIENTO DEL TREN PRINCIPAL DE ATERRIZAJE**

Cuando la palanca de control del tren de aterrizaje es colocada en la posición “ARRIBA” (UP), la presión hidráulica mueve la barra del pistón hacia adentro. Durante el

movimiento inicial de la barra del pistón, el tren de aterrizaje no se mueve ya que las riostras laterales se encuentran en la posición de punto muerto. En cambio, la fuerza es transformada en rotación del manubrio que se encuentra en el otro extremo del cilindro.

El manubrio acciona al mecanismo del seguro inferior y libera dicho seguro, una vez suelto este seguro, la fuerza adicional que es aplicada por medio del manubrio al mecanismo del seguro inferior dobla las riostra laterales desde su punto muerto, permitiendo que el tren de aterrizaje se plegué o recoja.

La extensión del tren de aterrizaje es sencillamente lo inverso de esta operación.

### **1.3.3. DESMONTAJE DEL TREN PRINCIPAL DE ATERRIZAJE.**

- a. Levante el avión en gatos.
- b. Si se desea, quite el conjunto de la rueda.
- c. Desconecte el segmento de la puerta exterior en la barra impulsora de la puerta que está sujeta al amortiguador.
- d. Libere la presión hidráulica del sistema haciendo funcionar el reforzador del alerón.
- e. Desconecte los tubos hidráulicos en el cilindro.
- f. Quite el cilindro desconectando el acoplamiento de la barra del pistón del amortiguador y soltando el extremo superior del cilindro del conjunto de manubrio.
- g. Desconecte el acoplamiento giratorio del tubo del freno en el punto de apoyo y tápelo inmediatamente.
- h. Desconecte el alambrado, eléctrico que conduce a los interruptores.
- i. Quite el conjunto completo de la riostra lateral de la siguiente manera:
  - Desconecte en el amortiguador el miembro inferior de la riostra.



- Desconecte el miembro superior de la riostra lateral quitando, el perno que se extiende a través del brazo y halando el conjunto de manubrio hacia atrás.
- A medida que el conjunto de manubrio es quitado quedarán libres el brazo de la riostra lateral y las arandelas. Guarde las arandelas para volverlas a instalar.
- j.** Sujete el tren de aterrizaje y quite cuatro pernos que están en la tapadera del cojinete del punto de apoyo.
- k.** Quite las tapas de los cojinetes y baje el tren de aterrizaje hasta cuando esté libre del avión.
- l.** Desmonte los cojinetes del punto de apoyo quitando el anillo de retención, el pasador y la tuerca.

### **Nota**

Si el extremo posterior del punto de apoyo no está cromado, cúbralo con grasa de alta temperatura resistente al agua, de especificación MIL-L-3545, antes de colocar el espaciador.

### **1.3.4. MONTAJE E INSTALACIÓN DEL TREN PRINCIPAL DE ATERRIZAJE**

- a.** Arme los cojinetes en el punto de apoyo y asegúrelos con la tuerca.  
Introduzca el manubrio en el primer cojinete del soporte lateral solo lo suficiente para retener la primera arandela.
- b.** Coloque el brazo en posición en el tren de aterrizaje e inserte las dos cosas entre los dos cojinetes de sujeción. Empuje el manubrio a través del tren de aterrizaje de la segunda arandela y del brazo de soporte restante.
- c.** Alinee los huecos del brazo y del manubrio e instale el perno.

- d. Levante el tren de aterrizaje hasta su lugar y haga asentar firmemente el cojinete en el herraje de soporte.
- e. Instale las tapaderas de los cojinetes. Instale los pernos de sujeción.
- f. Conecte la riostra lateral inferior al amortiguador.
- g. Conecte el cilindro al manubrio y en el herraje del amortiguador.
- h. Conecte el segmento de la puerta exterior al amortiguador.
- i. Conecte el tubo del freno y el alambrado eléctrico.
- j. Lubrique las puertas afectadas, sangre los frenos

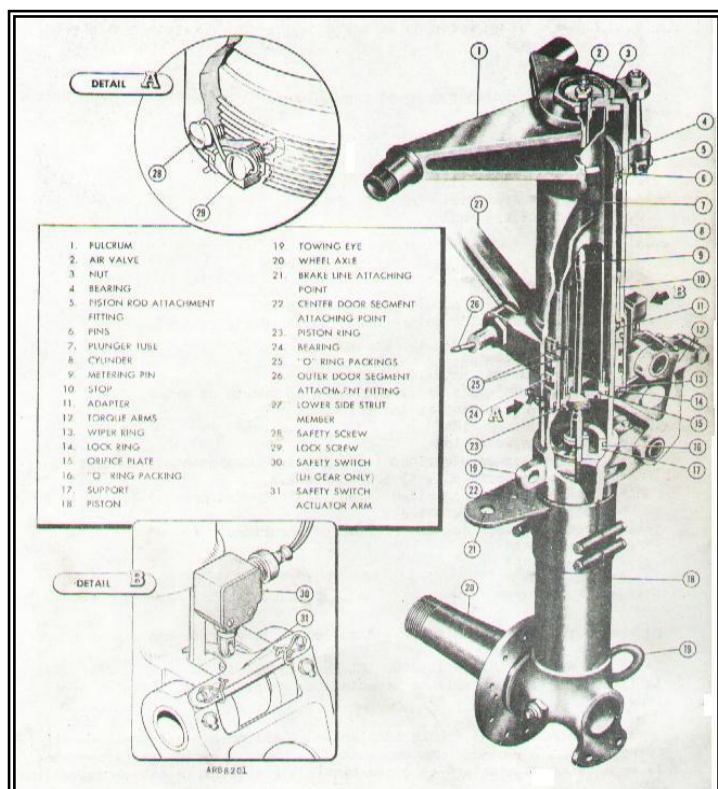
### **Nota**

Si los cojinetes no ajustan con facilidad en el herraje de soporte, enfríe el cojinete antes de instalarlo.

<p style="text-align: center;"><b>PRECAUCION.</b></p>
---

<p>Coloque el herraje de fijación del tubo del freno de</p>
---

### 1.3.5. MONTANTE AMORTIGUADOR DEL TREN PRINCIPAL DE ATERRIZAJE.



**Figura 1.3. Montante amortiguador del tren principal.**

Descripción de la figura 1.3.

1. Punto de apoyo
2. Válvula de aire
3. Tuerca
4. Cojinete
5. Herraje de sujeción de la barra de pistón
6. Pasadores

7. Embolo tubular
8. Cilindro
9. Pasador regulador o aguja reguladora
10. Tope
11. Adaptador
12. Brazos de torsión
13. Anillo limpiador
14. Anillo de retención
15. Placa de orificio
16. Empaquetadura anular
17. Soporte
18. Pistón
19. Ojal para remolcar
20. Eje de la rueda
21. Punto de sujeción del tubo del freno
22. Punto de sujeción del segmento de la puerta central
23. Anillo del pistón
24. Cojinete
25. Empaquetaduras anulares
26. Punto de sujeción del segmento de la puerta exterior
27. Miembro de la riostra lateral
28. Anillo de seguridad
29. Anillo de retención
30. Interruptor de seguridad (tren izquierdo solamente)
- 30a. Interruptor de seguridad (tren izquierdo únicamente)

**31.** Brazo impulsor del interruptor de seguridad

**32.** Detalle “A”

**33.** Detalle “B”

Es del tipo de aire y aceite con recorrido máximo de 8 pulgadas. El cilindro ha sido fabricado con un punto de apoyo integral en el extremo superior y con dos juegos de orejas en el extremo inferior uno de ellos es para la sujeción de la riostra lateral; el otro juego es para la sujeción del brazo superior de torsión.

El pistón contiene un eje desviado para la rueda y dos orejas para la sujeción del brazo inferior de torsión. Un perno de ojal para remolcar el avión hacia atrás pasa a través del extremo inferior del pistón y a través del eje.

Para remolcar el avión hacia delante, el ojal ha sido hecho como parte integral del pistón.

### **1.3.6. REAPROVISIONAMIENTO DEL AMORTIGUADOR DEL TREN**

#### **PRINCIPAL DE ATERRIZAJE.**

La tapa para llenar y la válvula de aire están situadas en la parte superior del amortiguador y son accesibles para el reaprovisionamiento por una puerta con bisagra que se encuentra en la superficie superior del ala.

- a) Libere la presión del aire que tiene el amortiguador aflojando, de media vuelta a una vuelta entera, la tuerca hexagonal del conjunto de la válvula.

## **ADVERTENCIA**

No afloje el conjunto de válvula más de una vuelta completa hasta que no se haya escapado todo el aire del amortiguador, para evitar heridas al personal.

## **PRECAUCIÓN**

No afloje la tuerca hexagonal de 5/8 pulgada más de una vuelta ya que el hacerlo puede hacer que el vástago de la válvula o su alojamiento caiga dentro del cilindro.

- b) Quite el conjunto de la válvula de aire.
- c) Comprima completamente el amortiguador.
- d) Llénelo hasta el nivel del orificio de aprovisionamiento con fluido de la especificación MIL-0-5606.
- e) Antes de instalar el conjunto de la válvula de aire, instale una empaquetadura nueva de aluminio entre el conjunto de la válvula y el amortiguador. Déle una torsión de 100 a 110 libras pulgada al conjunto de válvula.
- f) Examine los amortiguadores después que el avión ha sido cargado. Para cargas brutas de despegue inferiores de 12,000 libras, aplique presión de aire a los amortiguadores hasta cuando el pistón se haya extendido 4 pulgadas del cilindro. Para cargas brutas de despegue mayores de 12.000 libras (carga

completa de combustible con depósitos lanzables), aplique presión al amortiguador hasta que el pistón se extienda 3 pulgadas del cilindro o hasta cuando haya una separación de 6 ½ pulgadas entre el perno superior y el perno inferior de los brazos de torsión.

- g) Balancee el avión de un lado al otro mientras se le aplica la presión a los amortiguadores, para vencer la resistencia o fricción que ofrecen las empaquetaduras.

### **1.3.7. CONJUNTO DE LA RUEDA DEL TREN PRINCIPAL DE ATERRIZAJE.**

El conjunto de la rueda consiste en una rueda de 26 x 6.6 en una llanta de 26 x 6.6, de 12 lonas. Tipo VII, Especificación AN-C-55 y en un tubo de 26 x 6,6 de la Especificación AN-T-78, Las dos secciones de la rueda están unidas por medio de pernos y pueden ser separadas para desmontar la llanta.

Ambos bordes son fundidos íntegramente con la rueda. Las estrías que están debajo del borde en el lado de la rueda donde va el freno hacen mover el disco del freno el cuál está provisto de ranuras para recibir las estrías. El conjunto de la rueda está montado en el eje con dos cojinetes de rodillos, uno a cada lado.

### **1.3.8. DESMÓNTAJE DEL CONJUNTO DE LA RUEDA DEL TREN PRINCIPAL.**

Levante el avión en gatos. Quite el anillo de retención y la cubierta que está en la tuerca de retención. Quite la tuerca de retención con la llave para el eje de la rueda del tren principal (N/P 207780) y la arandela. Quite la rueda halándola hacia atrás.

No permita que se caiga el cojinete interior ni la corredera cuando se está quitando la rueda. El cojinete exterior es sujetado en la rueda por medio de una retenedora de grasa y un anillo de retención.

### **1.3.9. INSTALACIÓN DEL CONJUNTO DE LA RUEDA DEL TREN PRINCIPAL.**

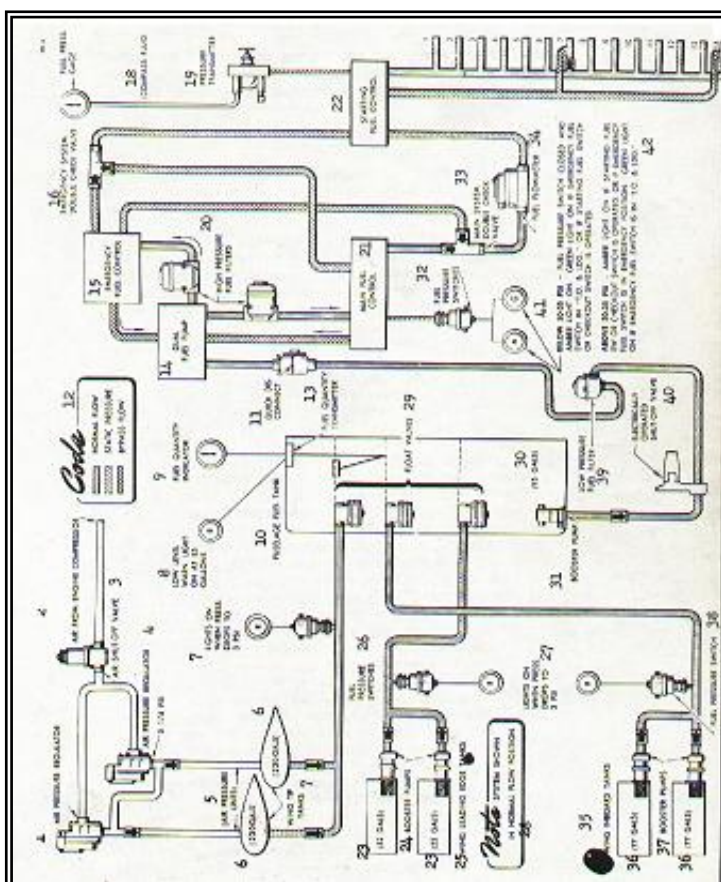
Para la instalación se deben observar cuidadosamente las instrucciones que siguen a continuación.

- Desinfe el tubo totalmente e introdúzcalo en la llanta. Si se dobla el tubo, la operación se hace más fácil. Instale el núcleo de la válvula. Infle el tubo hasta cuando quede redondo.
  
- Inserte la sección de la rueda que tiene el hueco para la válvula en la llanta. Empuje el vástago de la válvula por el hueco que tiene la rueda para ese fin.
  
- Inserte el otro lado de la rueda sujetando la válvula en posición. Arme las dos secciones con la flecha indicando hacia la válvula.
  
- Instale las tuercas de retención, utilice la llave de la tuerca del eje de la rueda del tren principal (N/P. 207780) y apriételas bien. En las ruedas de tipo más reciente, se encuentra estampado la cantidad de tensión que se requiere en la llave.



- Infle el neumático hasta cuando los bordes ajusten bien contra los rebordes de la rueda. Desinfe el neumático, luego ínflalo de nuevo hasta la presión correcta. Compruebe la presión con un medidor exacto.

El inflar y desinflar, releva la presión de los dobleces o de las arrugas y permite que el tubo obtenga su forma correcta dentro de la llanta.



## 1.4. SISTEMA DE COMBUSTIBLE

### 1.4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.

Figura 1.4. Sistema de combustible del avión.

Descripción de la figura 1.4

1. Regulador de la presión de aire.
2. Aire proveniente del compresor del motor.
3. Válvula de paso de aire.
4. Regulador de presión de aire 5 1/4 libras por pulgada cuadrada.
5. Tubos de presión de aire
6. (230 galones)
7. Depósitos del extremo del ala
8. Luz de aviso del nivel bajo de combustible, se enciende a los 85 galones
9. Indicador de cantidad de combustible.
10. Depósito de combustible del fuselaje
11. Desconexión rápida
12. Clave:
  - Flujo normal
  - Presión estática
  - Flujo en derivación
13. Transmisor de cantidad de combustible
14. Bomba doble de combustible
15. Control de combustible de emergencia
16. Válvula de doble retención del sistema de emergencia
17. Manómetro de combustible
18. (Fluido de brújula)
19. Transmisor de presión
20. Filtros de combustible de alta presión
21. Control principal de combustible

**22.** Control de combustible de puesta en marcha

**23.** (52 galones)

**24.** Bombas reforzadoras

**25.** Depósitos del borde de ataque

**26.** Interruptores de presión de combustible

**27.** Las luces se encienden cuando la presión decae a 3 libras por pulgadas cuadrada.

**28.** Nota:

El sistema es mostrado en posición de flujo normal

**29.** Válvulas de flotador

**30.** (95 galones) Bomba reforzadora

**31.** Interruptores de presión de combustible

**32.** Válvula de retención doble del sistema principal

**33.** Contador de flujo de combustible

**34.** Depósitos interiores del ala

**35.** (77 galones)

**36.** Bombas reforzadoras

**37.** Interruptor de presión de combustible

**38.** Filtro de combustible de baja presión

**39.** Válvula de paso operada eléctricamente

**40.** A presión inferior de 30-35 libras por pulgada cuadrada. El interruptor de presión de combustible está cerrado y la luz ámbar está encendida. La luz verde está encendida si el interruptor de combustible de emergencia está en la posición “Despegue y Aterrizaje”, o si el interruptor de combustible de puesta en marcha o el interruptor de comprobación es operado.

**41.** A presión mayor de 30-35 libras por pulgada cuadrada la luz ámbar está encendida si el interruptor de combustible de puesta en marcha o el interruptor de comprobación es operado, o si el interruptor de emergencia está en posición de emergencia. La luz verde se encenderá si el interruptor de combustible de emergencia está en posición de “Despegue y Aterrizaje”.

El sistema de combustible esta dividido en dos secciones: el sistema del avión y el sistema del motor. Las partes que permanecen en el avión cuando se quita el motor componen al sistema del avión. Todos los demás componentes son incluidos en el sistema del motor.

#### **1.4.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN**

El sistema de combustible del avión consiste de las siguientes partes:

- Depósitos lanzables.
- Depósitos del borde de ataque y extremos del ala.
- Depósitos internos del ala.
- Depósito del fuselaje.
- Válvulas de flotador.
- Bombas de combustible.
- Filtros.
- Válvulas de paso del sistema.
- Válvulas de retención.
- Transmisor de presión de combustible.
- Contador de flujo de combustible.

- Transmisor del nivel del combustible.
- Interruptores de presión de combustible.

### **1.4.3. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN**

En el sistema de combustible hay trece depósitos, los cuales son adecuados para usar con el combustible aromático. Cada lado del ala contiene dos depósitos interiores, dos depósitos exteriores y un depósito en el borde de ataque.

El depósito del borde de ataque está interconectado con los dos depósitos exteriores y los dos depósitos interiores están interconectados. Un depósito está instalado en el fuselaje inmediatamente detrás de la cabina, se han tomado medidas para sujetar un depósito lanzable en cada extremo de ala.

El combustible de los depósitos lanzables es forzado por medio de presión de aire producida por el compresor del motor, es bombeado de los depósitos del ala por medio de bombas reforzadoras eléctricas, una de ellas va situada en la raíz de cada depósito del borde de ataque del ala y otra en la raíz de cada depósito interior. El combustible es suministrado normalmente al motor por el depósito del fuselaje y a medida que se va acabando el combustible de dicho depósito, es repuesto continuamente con el combustible que contienen los depósitos lanzables y de las alas.

Para hacer funcionar el sistema de combustible, levante la barra selectora del tablero de interruptores del sistema de combustible. Esto abre la válvula solenoide de presión de aire

del depósito lanzable y hace funcionar las bombas reforzadoras de todos los depósitos.

## **PRECAUCIÓN**

Bajo ninguna circunstancia se pondrán a funcionar las bombas reforzadoras cuando sus respectivos depósitos estén vacíos.

El trasiego del combustible al depósito del fuselaje es regulado por medio de tres válvulas de flotador que van instaladas en dicho depósito. Cuando el nivel del combustible del depósito del fuselaje baja hasta el nivel de la válvula de flotador superior, ésta se abre y el combustible de los depósitos lanzables es forzado al depósito del fuselaje. Cuando los depósitos lanzables están vacíos, un interruptor de presión hace funcionar una luz indicadora que está adyacente a los interruptores de control, para así indicar que los depósitos lanzables están vacíos.

El interruptor de control de combustible del depósito lanzable debe ser colocado en la posición “CERRADA” (Off) para así cerrar la válvula que controla la presión de aire que va a los depósitos lanzables y para apagar la luz indicadora.

Al trasegar el combustible de estos depósitos al depósito del fuselaje, un interruptor de presión hace funcionar una luz de aviso que indica que se ha terminado de trasegar el combustible.

La luz indicadora se apagará entonces. Cuando el nivel del combustible del depósito del fuselaje llegue hasta la válvula de flotador más baja y la abra. Una luz indicadora es

activada por un interruptor de presión que se encuentra en el tubo de combustible, para indicar cuando están vacíos los depósitos.

En este momento deben pararse las bombas de los depósitos para así disminuir la carga eléctrica y para apagar la luz indicadora.

Todos los depósitos están dotados de tapones de vaciado que sobresalen por los paneles de los depósitos. Para vaciar combustible, déle una vuelta completa a la cabeza ranurada del vaciado.

## **PRECAUCIÓN**

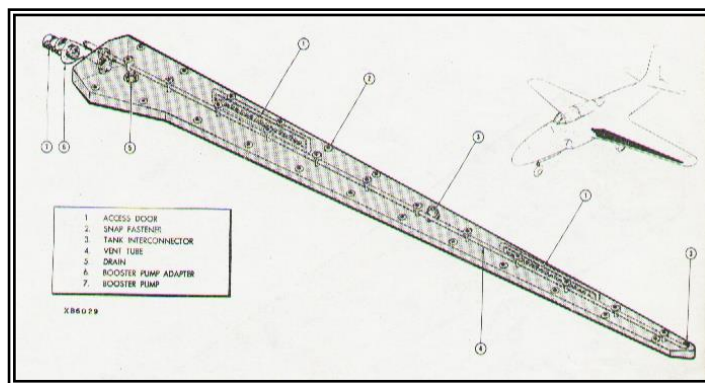
Cuando se estén reinstalando los acoplamientos del depósito o las tapaderas, coloque las partes en el mejor alineamiento posible de manera que los tornillos o pernos puedan ser atornillados con la resistencia mínima. Luego apriete los tornillos con los dedos todo lo que sea posible, pues esto puede revelar algunas roscas que no están en buenas condiciones.

Reemplace cualquier tornillo que tenga las roscas dañadas. Los acoplamientos que tengan roscas dañadas pueden ser arreglados pasándoles un machuelo del mismo tamaño. Apriete los tornillos en forma alternada en los lados opuestos del acoplamiento o de la tapadera. Apriete los tornillos hasta tres cuartos de la torsión máxima requerida. Finalmente, apriete todos los tornillos hasta una torsión de 40 a 50 libras pulgada.

Las válvulas de flotador se encuentran cerca de la parte superior del depósito del fuselaje, de manera que después que se ha trasegado todo el combustible de los depósitos de las alas, aun quede disponible todo el contenido del depósito del fuselaje.

Un interruptor de bajo nivel, contenido dentro del transmisor del medidor de combustible, hace funcionar una luz de aviso que está en el tablero auxiliar de instrumentos, cuando el nivel del combustible del depósito del fuselaje baja hasta los 85 galones aproximadamente. El medidor de combustible solamente indica la cantidad de combustible que se haya dentro del depósito del fuselaje.

#### 1.4.4. DEPÓSITOS EXTERIORES DE LAS ALAS.



**Figura 1.5. Depósitos exteriores**

Descripción de la figura 1.5.

1. Puerta de acceso
2. Afianzadores de trinquete
3. Interconector de depósito
4. Tubo de ventilación
5. Vaciado
6. Adaptador de la bomba reforzadora
7. Bomba reforzadora del depósito.

Dos depósitos están colocados extremo con extremo a lo largo de la envergadura de cada ala, inmediatamente hacia adentro del extremo y hacia atrás de la viga delantera. Estos dos depósitos están interconectados y se vacían en el depósito del borde de ataque.



La boca de reaprovisionamiento para los depósitos exteriores de las alas y para el depósito del borde de ataque está situada en el depósito exterior. Se ha provisto un acoplamiento para vaciar depósito. El acceso a los depósitos exteriores se obtiene por el panel Num. 19.

#### **1.4.5. DESMONTAJE DE LOS DEPÓSITOS EXTERIORES DEL ALA.**

1. Vacíe todo el combustible de los depósitos.
2. Quite los tornillos que sujetan el punto de reaprovisionamiento a la superficie superior del ala.
3. Quite los tornillos que sujetan los acoplamientos de vaciado al panel de acceso.
4. Quite el panel de acceso Num. 19.
5. Quite las tapaderas de los depósitos con la llave de la stapas de los depósitos e combustible (N/P. S34104) y desconecte las abrazaderas de las mangueras que están dentro de los depósitos y de los tubos de combustible y de ventilación.
6. Suelte el depósito de la sección superior del alojamiento para el depósito.
7. Aparte el depósito de la tubería y desconecte el tubo de rebosamiento del foso de reaprovisionamiento.
8. Quite los depósitos.

#### **1.4.6. INSTALACIÓN DE LOS DEPÓSITOS EXTERIORES DEL ALA.**

Invierta el procedimiento de desmontaje. Humedezca los acoplamientos de los depósitos con agua para facilitar la instalación de la tubería.

#### **NOTA**

Las empaquetaduras que están en los interconectores del depósito exterior del ala deben sentar correctamente antes de apretar los pernos.

#### **1.4.7. DEPÓSITOS DEL BORDE DE ATAQUE.**

En cada borde de ataque hay instalado un depósito. Cada depósito está provisto de un acoplamiento de vaciado en la parte inferior. El combustible proveniente de los depósitos exteriores del ala es enviado a los depósitos del borde de ataque y de allí a los depósitos del fuselaje. Cada depósito del borde de ataque es llenado por el depósito exterior del ala.

#### **1.4.8. DESMONTAJE DE LOS DEPÓSITOS DEL BORDE DE ATAQUE.**

- a) Quite los contornos aerodinámicos del borde de ataque superior e inferior
- b) Vacíe el combustible de los depósitos de combustible del borde de ataque del ala y de ambos depósitos de fuera de borda.
- c) Quite los tornillos que sujetan el acoplamiento de vaciado del depósito fuera de borda al panel del mismo.
- d) Quite el panel del depósito fuera de borda.
- e) Quite la cubierta del pasaje de acceso del depósito de combustible de fuera de borda y desconecte las conexiones de ventilación y al depósito del borde de ataque del ala.
- f) Desconecte todas las tuberías del extremo interno del borde de ataque del ala.
- g) Quite la bomba de combustible del depósito del borde de ataque, el adaptador y el empaque.
- Quite los tres tornillos que aseguran el acoplamiento en el extremo interno del depósito del borde de ataque a la costilla, en la estación N° 34.

- h)** Quite los 29 tornillos que aseguran al recubrimiento inferior del borde de ataque a la costilla interna, y los 28 tornillos que aseguran al revestimiento superior del borde de ataque a la costilla interna.
- i)** Quite los tres tornillos que aseguran la costilla externa a la viga delantera del ala.
- j)** Quite todos los tornillos que conectan al revestimiento inferior del borde de ataque a la cubierta de conexión de la viga delantera
- k)** Sostenga la sección del borde de ataque y quite los tornillos que van de la superficie superior a la conexión de la cubierta de la viga delantera
- l)** Para quitar el borde de ataque, tire hacia adelante en el extremo externo hasta que queden libres las tuberías de los depósitos externos, tire entonces de la sección hacia afuera para soltar los acoplamientos de la costilla interna.
- m)** Tire de los doce pasadores de bisagras, y quite la cubierta del depósito. Empiece a colocar los pasadores de las bisagras, utilizando un pasador pequeño, use entonces los alicates para tirar de los pasadores.
- n)** Quite los tres tornillos del vaciado del tanque del borde de ataque del ala en el revestimiento inferior cerca del extremo interno.
- o)** Quite los broches de la estructura del borde de ataque
- p)** Quite el depósito de combustible del borde de ataque del ala.

#### **1.4.9. INSTALACIÓN DE LA SECCIÓN DEL BORDE DE ATAQUE DEL ALA.**

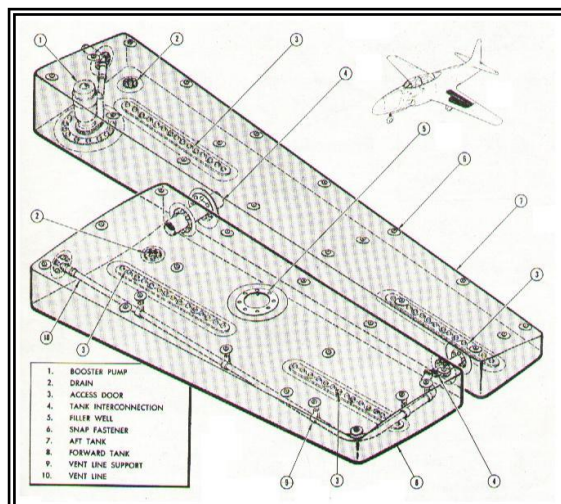
Al instalar la sección original del borde de ataque del ala, invierta el procedimiento de remoción.

Al reemplazar los acoplamientos del depósito de combustible o las cubiertas de las aberturas de acceso, coloque las partes, alineándolas de la mejor manera posible, de modo que los pernos o tornillos puedan iniciarse con un mínimo de torsión.

Apriete todos los pernos o tornillos hasta donde se pueda con los dedos solamente, ya que esto puede delatar alguna rosca defectuosa. Reemplace los tornillos que tienen las roscas deterioradas. Los acoplamientos con roscas defectuosas pueden repararse utilizando una tarraja del mismo tamaño.

Apriete los tornillos alternadamente en lados opuestos del acoplamiento o cubierta. Apriete todos los tornillos a las tres cuartas partes del grado de torsión requerido. Vuelva a apretar todos los tornillos a una torsión de 40 a 50 libras-pulgada.

#### 1.4.10. DEPÓSITOS INTERIORES DEL ALA.



### **Figura 1.6. Depósitos interiores.**

Descripción de la figura 1.6.

1. Bomba reforzadora
2. Vaciado
3. Puerta de acceso
4. Interconexión del depósito
5. Foso de reaprovisionamiento
6. Afianzador de trinquete
7. Depósito posterior
8. Depósito anterior
9. Soporte para el tubo de ventilación
10. Tubo de ventilación

Los depósitos interiores del ala están situados uno delante y otro detrás de la viga principal inmediatamente hacia afuera del tren principal de aterrizaje. Los depósitos de adelante y de atrás están interconectados y son llenados por un foso que tiene el depósito delantero. Los depósitos están ínter-ventilados uno al otro por medio de un tubo que está en el extremo exterior de los depósitos. Ambos depósitos tienen ventilación a la atmósfera por medio de un tubo que sale del extremo interior del depósito delantero. La bomba de

combustible para ambos depósitos está sujeta en la superficie inferior interna del depósito posterior.

#### **1.4.11. DESMONTAJE DE LOS DEPÓSITOS DELANTEROS DEL ALA.**

- a) Vacíe el combustible del depósito anterior y del posterior.
- b) Quite los tornillos que sujetan el foso de reaprovisionamiento al revestimiento superior del ala.
- c) Quite los tornillos que sujetan el acoplamiento de vaciado al panel de acceso.
- d) Quite el panel de acceso Num. 21 del depósito.
- e) Quite las tapaderas y las abrazaderas de las mangueras del tubo de ventilación y los tubos de combustible que están dentro de los depósitos.
- f) Suelte el depósito de la sección superior del alojamiento para el depósito.
- g) Desconecte la tubería externa y quite el depósito.

#### **1.4.12. INSTALACIÓN DE LOS DEPÓSITOS INTERIORES DELANTEROS DEL ALA.**

Invierta el procedimiento de desmontaje. Humedezca los tubos con agua para facilitar la instalación.

#### **1.4.13. DESMONTAJE DE LOS DEPÓSITOS INFERIORES POSTERIORES DEL ALA.**

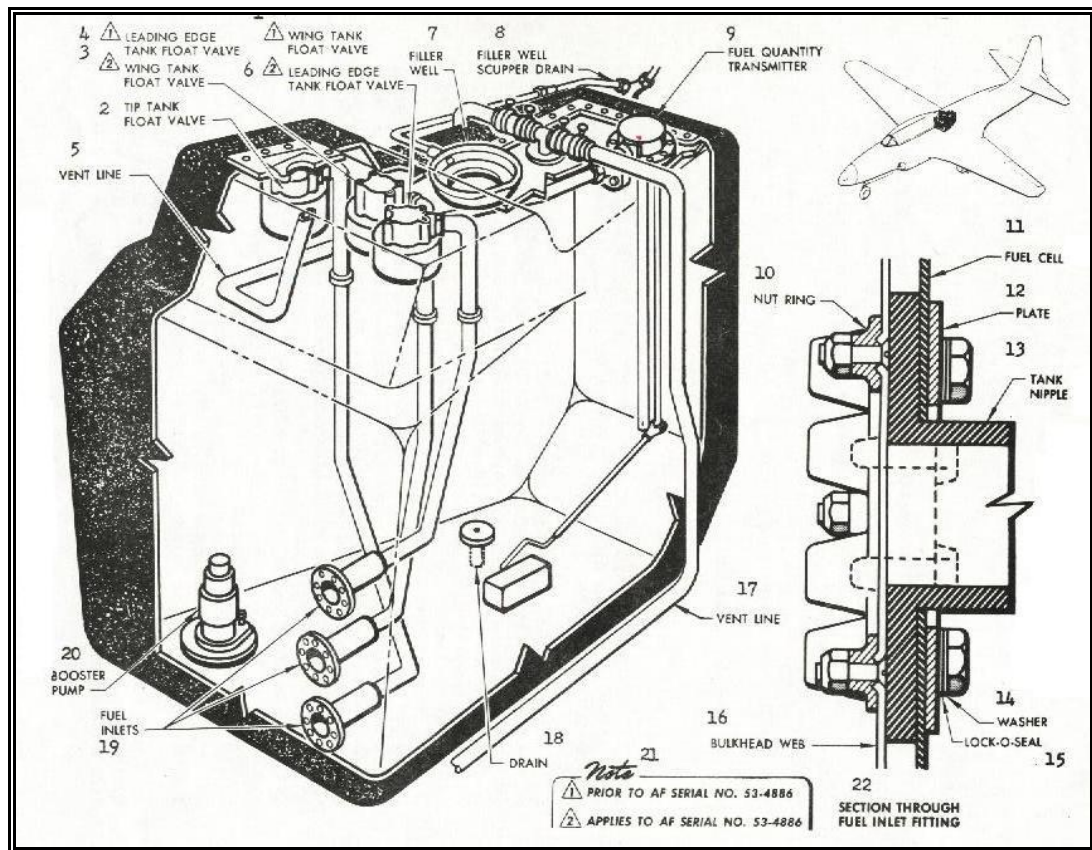
- a) Vacíe el combustible de ambos depósitos, el de adelante y el de atrás.
- b) Quite el panel de acceso de la bomba.
- c) Quite el panel de acceso del depósito y la bomba. Para quitar la bomba.

- d) Quite las tapaderas del depósito y quite las abrazaderas de las mangueras de los tubos de ventilación y de combustible que están dentro de los depósitos.
- e) Quite las conexiones de la tubería externa.
- f) Suelte el depósito de la parte superior del alojamiento para el depósito.
- g) Quite el depósito.

#### **1.4.14. INSTALACIÓN DE LOS DEPÓSITOS POSTERIORES INTERNOS DEL ALA.**

Invierta el procedimiento de desmontaje. Humedezca la tubería con agua para facilitar su instalación.

#### **1.4.15. DEPÓSITO DEL FUSELAJE.**



**Figura 1.7. Depósito de fuselaje**

Descripción de la figura 1.7.

1. Válvula de flotador del depósito del borde de ataque
2. Válvula de flotador del depósito del extremo
3. Válvula de flotador del depósito del ala
4. Válvula de flotador del depósito del borde de ataque
5. Tubo de ventilación
6. Válvula de flotador del depósito del borde de ataque
7. Foso de reaprovisionamiento
8. Vaciado de la tolva del foso de reaprovisionamiento
9. Transmisor de cantidad de combustible
10. Anillo de la tuerca



11. Depósito de combustible
12. Placa
13. Unión roscada del depósito
14. Arandela
15. Sello anular de cierre
16. Refuerzo del mamparo
17. Tubo de ventilación
18. Vaciado
19. Entradas de combustible
20. Bomba reforzadora
21. Sección a través del acoplamiento de entrada de combustible

El depósito del fuselaje está situado inmediatamente detrás de la cabina, y es accesible por el panel Núm. 29.

El foso de reaprovisionamiento está situado en la superficie delantera superior del depósito. El tubo de rebosamiento de la boca de reaprovisionamiento pasa sobre el lado derecho del depósito. El medidor de cantidad de combustible está instalado inmediatamente detrás del foso de reaprovisionamiento y es accesible para ajustarlo por medio de una puerta con bisagra.

El extremo delantero de la superficie superior del depósito está dotado con una tapadera. La salida de la ventilación está en la cara posterior del depósito, y el grifo de vaciado y el acoplamiento de la bomba reforzadora se encuentran en la superficie inferior. Las tres entradas del depósito están en la cara delantera del depósito.

#### **1.4.16. DESMONTAJE DEL DEPÓSITO DEL FUSELAJE.**

- a.** Vacíe el combustible.
- b.** Quite los pernos que sujetan el foso de reaprovisionamiento al depósito alcanzándolos por la abertura de la boca de reaprovisionamiento.
- c.** Quite los tornillos que sujetan el panel cobertor del depósito.
- d.** Levante ligeramente la cubierta y desconecte el tubo de vaciado de la tolva en el foso de reaprovisionamiento a través del panel de acceso del transmisor de cantidad de combustible.
- e.** Desconecte el cable eléctrico del transmisor de cantidad de combustible. Quite los tornillos de sujeción y quite el transmisor.
- f.** Quite los tornillos y los pernos que sujetan la tapadera contra el depósito y los ángulos contra los forros del depósito.
- g.** Quite la tapadera.
- h.** Quite los pernos que sujetan la placa de la válvula de flotador contra el depósito.
- i.** Metiendo la mano por el hueco del depósito, sujete los tubos de entrada en su posición mientras saca las válvulas de flotador y la placa.
- j.** Metiendo la mano por el hueco del depósito desconecte el tubo de ventilación del extremo posterior del depósito. Suelte el tubo de ventilación del depósito y saque el tubo.
- k.** Afloje las abrazaderas de la manguera en los acoplamientos de entrada de combustible dentro del depósito y saque los tubos de entrada.
- l.** Desconecte de la conexión del depósito que está situada en el compartimiento del motor el tubo externo de ventilación.
- m.** Quite los pernos que sujetan a las uniones roscadas contra el mamparo del depósito.

- n. Desconecte el tubo de vaciado del depósito en el acoplamiento en “T” que se encuentra en el alojamiento de la rueda derecha.
- o. Desconecte el tubo de salida de combustible del codo de la bomba; tápelo.
- p. Quite los pasadores que sujetan el depósito al forro.
- q. Desconecte el tubo de vaciado del sello del motor en la bomba.
- r. Desconecte los cables eléctricos en la bomba
- s. Quite la bomba del depósito.

**Saque el depósito del avión teniendo cuidado de no dañar el depósito mientras levanta por el piso el acoplamiento de vaciado.**

#### **1.4.17. INSTALACIÓN DEL DEPÓSITO DE FUSELAJE**

Invierta el procedimiento de desmontaje.

## **1.5. CONTROLES DE SUPERFICIE.**

### **1.5.1. DESCRIPCIÓN**

Los alerones son movidos por palancas de control por medio de un reforzador hidráulico que aumenta la fuerza aplicada por el piloto. La aleta compensadora del alerón es para ayudar a mantener la estabilidad lateral y es movida por un motor eléctrico que a su vez es controlado por un interruptor que se encuentra en la palanca de control.

Los elevadores son controlados por palancas de mando por medio de un sistema de tubos de movimiento recíproco y por manubrios acodados. La fuerza aplicada por el piloto es ayudada por las aletas compensadoras para reducir las fuerzas del bastón del elevador. Hay dos juegos separados de aletas compensadoras de elevador. Un juego funciona en combinación con los elevadores, mientras que el otro juego funciona independientemente por medio de un accionador eléctrico que es controlado por un interruptor que está en cada bastón

El timón de profundidad es movido por pedales a través de un sistema convencional de cables

Aquellos tubos de movimiento recíproco que requieren ajuste, están equipados con terminales con roscas. Los terminales están dotados de cojinetes de bola con alineamiento automático

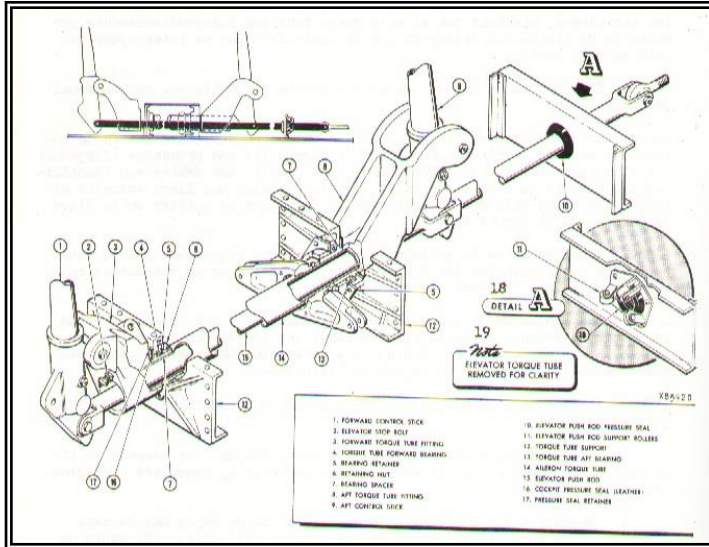
Los controles de los alerones, del elevador y del timón que están en la cabina delantera, están sincronizados con los mismos controles que están en la cabina posterior. Los ajustes para ambos bastones de mando se efectúan en los controles de la cabina delantera.

### **1.5.2. REPARACIONES DE MANTENIMIENTO, REEMPLAZOS Y AJUSTES DE LAS SUPERFICIES DE CONTROL.**

- a) Vuelva a fijar los cojinetes que estén flojos. Si después de fijarlos, éstos no giran con libertad en sus correderas, reemplace el cojinete
- b) Reemplace los cables cuando hayan más de seis alambres rotos en cualquier tramo de una pulgada del cable.
- c) Reemplace los herrajes que estén rajados o dañados y los tubos de movimiento recíproco.
- d) Reemplace los tubos de movimiento recíproco que estén abollados o estén notablemente torcidos.
- e) Asegúrese de que el cable no tenga torceduras.

### **1.5.3. BASTÓN DE MANDO**

El bastón de mando acopla en el conjunto de control del alerón y de elevador que está en frente del asiento de cada piloto. El bastón consiste en un tubo al cual hay ajustada una agarradera plástica del tipo de pistola. Los alerones y los elevadores son movidos por el bastón de mando. Las aletas compensadoras del elevador y del alerón son controladas por un interruptor que está montado en la agarradera de cada bastón de mando.



**Figura 1.8. Conjunto de control del alerón y del elevador.**

Descripción de la figura 1.8.

1. Bastón anterior de mando
2. Perno tope del elevador
3. Herraje delantera del tubo de torsión

4. Cojinete delantero del tubo de torsión
5. Retenedora del cojinete
6. Tuerca retenedora
7. Espaciador del cojinete
8. Herraje posterior del tubo de torsión
9. Bastón posterior de mando
10. Sello de presión de la barra del elevador
11. Rodillos de soporte de la barra del elevador
12. Soporte del tubo de torsión
13. Cojinete posterior del tubo de torsión
14. Tubo de torsión del alerón
15. Barra del elevador
16. Sello de presión de la cabina (cuero)
17. Retenedora del sello de presión
18. Detalle A
19. Nota: Para claridad se ha quitado el tubo de torsión del elevador.

#### **1.5.4. DESMONTAJE DEL BASTÓN DE MANDO.**

- a) Desconecte el alambrado eléctrico del panel terminal que está debajo del conjunto del control.
- b) Suelte el bastón quitando el perno que pasa a través del soporte.
- c) Suelte la agarradera quitando el perno que está en la parte inferior de ella.

#### **1.5.5. AJUSTE DE POSICIÓN NEUTRAL DEL BASTÓN DE MANDO**

No hay medios previstos para ajuste lateral. El ajuste de adelante hacia atrás se efectúa de la manera que sigue: Asegure las superficies de control del elevador en la posición neutral. Ajuste los terminales de las barras de movimiento recíproco hasta que los bastones estén a 5 grados 40 minutos hacia adelante de la vertical.

#### **1.5.6. AJUSTE DEL RECORRIDO DEL BASTÓN DE MANDO PARA EL ELEVADOR.**

- Ajuste los topes del elevador en el balancín del timón de profundidad o elevador.
- Con la aleta de resorte colocada en la posición completamente baja (22 grados del punto neutral) y los topes del timón de profundidad o elevador haciendo contacto con el conjunto del balancín del elevador, ajuste el tope de presión alta del elevador en la cabina delantera hasta que haya una tolerancia de 1/16 (1/32) de pulgada entre el tope y el bastón.

- Con la aleta de resorte del elevador colocada en la posición completamente alta (10 grados desde el punto neutral) y con los topes del elevador tocando al conjunto de balancín del elevador, ajuste el tope de posición baja del elevador en la cabina delantera hasta que haya una tolerancia de 1/16 (1/32) de pulgada entre el tope y el bastón.

### **1.5.7. CONJUNTO DE CONTROL DEL ALERÓN Y ELEVADOR.**

El conjunto de control de alerón y elevador está montado en el túnel del piso de la cabina y consiste en dos bastones de mando sincronizados en un tubo de movimiento recíproco del timón de profundidad o elevador, en el tubo de torsión del alerón y en los sellos de presión de la cabina.

El conjunto es sujeto por cojinetes en cada extremo, los cuales están sujetos por fundiciones. Tres rodillos que están en el extremo posterior del conjunto proveen un soporte adicional para el tubo de movimiento recíproco del timón de profundidad, el movimiento lateral del bastón de mando hace girar el tubo de torsión del alerón y el brazo de torsión que está fijo a dicho tubo mueve los tubos de movimiento recíproco que van conectados al mecanismo diferencial.

### **1.5.8. DESMONTAJE DEL CONJUNTO DE CONTROL DEL ALERÓN Y ELEVADOR.**

1. Quite el perno que sujeta el tubo de movimiento recíproco del timón de profundidad al herraje del bastón de mando delantero.



2. Hale el tubo de movimiento recíproco del elevador o timón de profundidad hacia adelante y sujete del tubo de torsión
3. Quite la chaveta y la tuerca retenedora del cojinete delantero.
4. Quite los seis tornillos del soporte del cojinete delantero por entre los retenedores del cojinete. Deslice hacia atrás el cojinete, ambos retenedores y el sello de cuero para quitarlos del espaciador. Quite el soporte del tubo.
5. Taladre los cuatro remaches AN426AD5 para aflojar el espaciador del cojinete delantero.
6. Quite el cojinete de soporte posterior de la misma manera que se quitó el cojinete delantero.
7. Deslice el soporte y el cojinete hacia adelante para separarlos de espaciador.
8. Taladre los cuatro remaches AN426AD5 para aflojar el espaciador del cojinete.
9. Quite los tornillos que están alrededor del herraje posterior del tubo de torsión y quite el herraje.
10. Quite los tornillos que están alrededor del brazo accionador y quítelo junto con las piezas de arriba.
11. Si fuere necesario desmontar el herraje delantero del tubo de torsión, taladre los doce remaches AN430DD6 y quítelo.

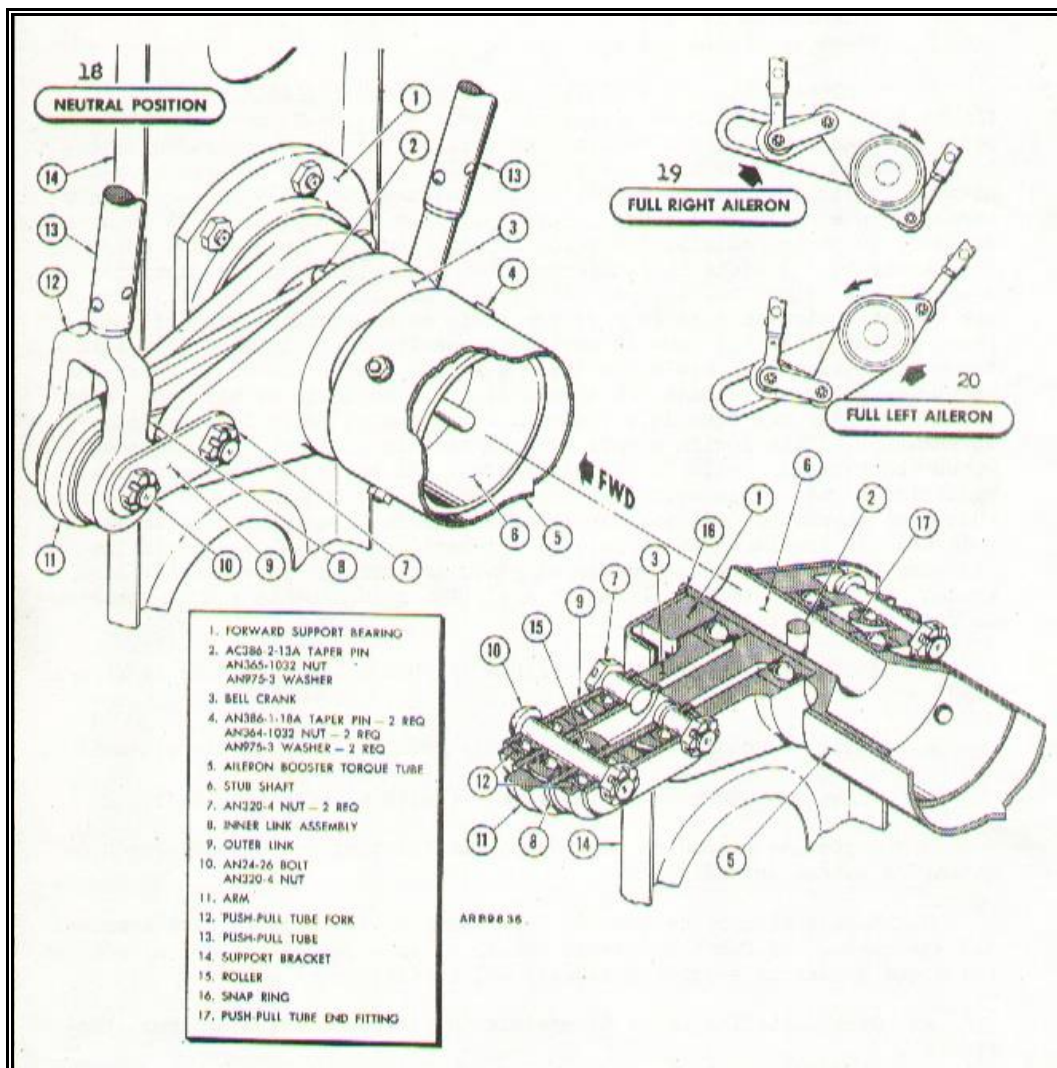
#### **1.5.9. MONTAJE DEL CONJUNTO DE CONTROL DE ALERÓN Y ELEVADOR.**

Invierta el procedimiento de desmontaje. Se deben usar remaches idénticos al montar las piezas remachadas.

#### **1.5.10. MECANISMO DIFERENCIAL DEL ALERÓN.**

El mecanismo diferencial del alerón que consiste en una serie de manubrios acodados y articulaciones, está situado en el compartimiento hidráulico en el extremo delantero del tubo de torsión. Es accesible a través de la abertura del freno de picada.

Cuando se usa la abertura del freno de picada para alcanzar el compartimiento hidráulico, cierre la presión hidráulica que va a la válvula selectora del freno de picada, por medio de la válvula de paso del freno de picada.



**Figura 1.9. Mecanismo del Alerón.**

Descripción de la figura 1.9.

1. Cojinete de soporte delantero
2. AC386-2-13A pasador cónico
3. AN365-1032 tuerca
4. AN975-3 arandela
5. Manubrio
6. AN386-1-8A pasador cónico - se requieren 2
7. AN364-1032 tuerca - se requieren 2
8. AN975-3 arandela - se requieren 2
9. Tubo de torsión del reforzador del alerón
10. Eje corto
11. AN320-4 tuerca - se requieren 2
12. Conjunto de articulación interior
13. Articulación exterior
14. AN24-26 perno
15. AN320-4 tuerca
16. Brazo
17. Horquilla del tubo de movimiento recíproco
18. Tubo de movimiento recíproco
19. Brazo de soporte
20. Rodillo
21. Anillo de retención
22. Acoplamiento del extremo del tubo de movimiento recíproco
23. Posición neutral
24. Alerón totalmente hacia la derecha
25. Alerón totalmente hacia la izquierda

### **1.5.11. FUNCIONAMIENTO DEL MECANISMO DIFERENCIAL DEL ALERÓN.**

La unidad es movida por medio de tubos de movimiento recíproco que van conectados a un brazo de torsión que se encuentra en el tubo de torsión del alerón en las cabinas. Para mover los alerones hacia la izquierda desde su punto neutral, los tubos de movimiento recíproco (13) mueven los manubrios (3) hacia la izquierda.

Los manubrios no hacen funcionar al eje corto (6) directamente, pero si están conectados al brazo en U por medio de las articulaciones (8 y 9) por medio de un rodillo que va fijado al perno de horquilla del tubo de movimiento recíproco. El brazo (U) está unido directamente al eje corto (6).

A medida que el mecanismo gira, los manubrios y las articulaciones se cierran y el cojinete de bolas que está en la horquilla del tubo de movimiento recíproco se mueve hacia el centro de rotación. Esta acción acorta progresivamente al brazo de momento de los manubrios hasta la posición que se muestra.

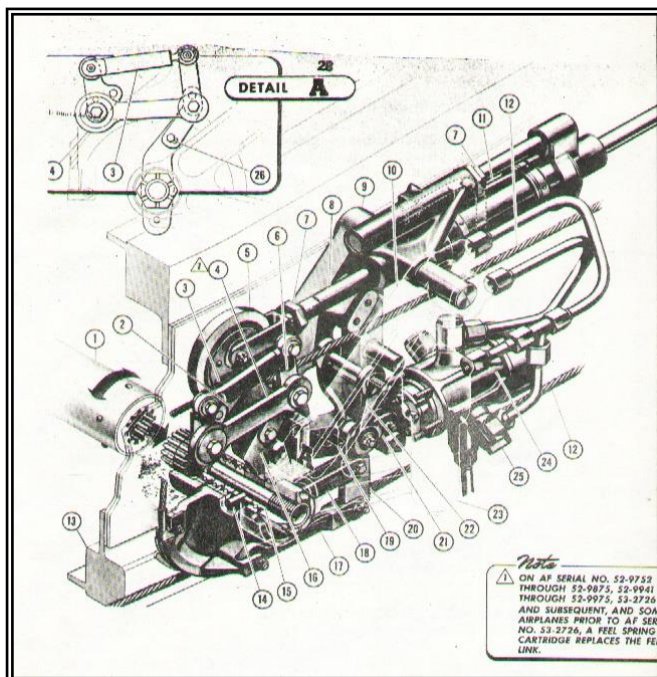
El brazo de momento de los manubrios es más largo cuando el mecanismo está en neutral, y es más corto cuando el alerón está ya sea completamente hacia la derecha o hacia la izquierda. Se requiere más movimiento del bastón de mando para mover los alerones una distancia dada desde el punto neutral que de cualquier otro punto. EL movimiento del alerón es acelerado gradualmente con el movimiento constante del bastón de mando.

### **1.5.12. DESMONTAJE DEL MECANISMO DIFERENCIAL DEL ALERON.**

1. Quite la unidad reforzadora del alerón.

2. Quite la antena de radiobaliza.
3. Quite los pasadores cónicos por la abertura que queda después de quitar la antena de radiobaliza
4. Empuje el tubo de torsión del alerón hacia adelante para apartarlo del eje corto. Si fuera necesario quitar el tubo de torsión del alerón, se tiene que quitar la sección posterior del fuselaje y el motor.
5. Desconecte los tubos de movimiento recíproco del mecanismo diferencial
6. Desconecte los cinco pernos que sujetan al cojinete delantero del tubo de torsión al brazo de soporte, y quite el mecanismo diferencial, el cojinete y el eje corto.

### 1.5.13. UNIDAD REFORZADORA DEL ALERÓN.



### **Figura 1.10.- Unidad reforzadora del alerón.**

Descripción de la figura 1.10.

1. Tubo de torsión del alerón
2. Brazo de sensación
3. Cápsula de resorte
4. Articulación de sensación
5. Carrete
6. Extensión del trazo de operación
7. Contratuerca
8. Barra de pistón del cilindro impulsor
9. Fundición de soporte delantero
10. Fundición de soporte posterior
11. Cilindro impulsor
12. Cable del alerón
13. Viga posterior del ala
14. Pasador cónico
15. Eje
16. Brazo de operación
17. Articulación inferior de la válvula
18. Articulación superior de la válvula
19. Pasador centrador
20. Articulación vertical de la válvula
21. Articulación

22. Articulación de soporte
23. Filtro de fluido
24. Válvula de control
25. Tapa de la lumbrera de presión
26. Perno de ajuste de resbalamiento

La unidad reforzadora del alerón consiste en un cilindro impulsor, en una válvula de control, en un filtro y en una articulación mecánica.

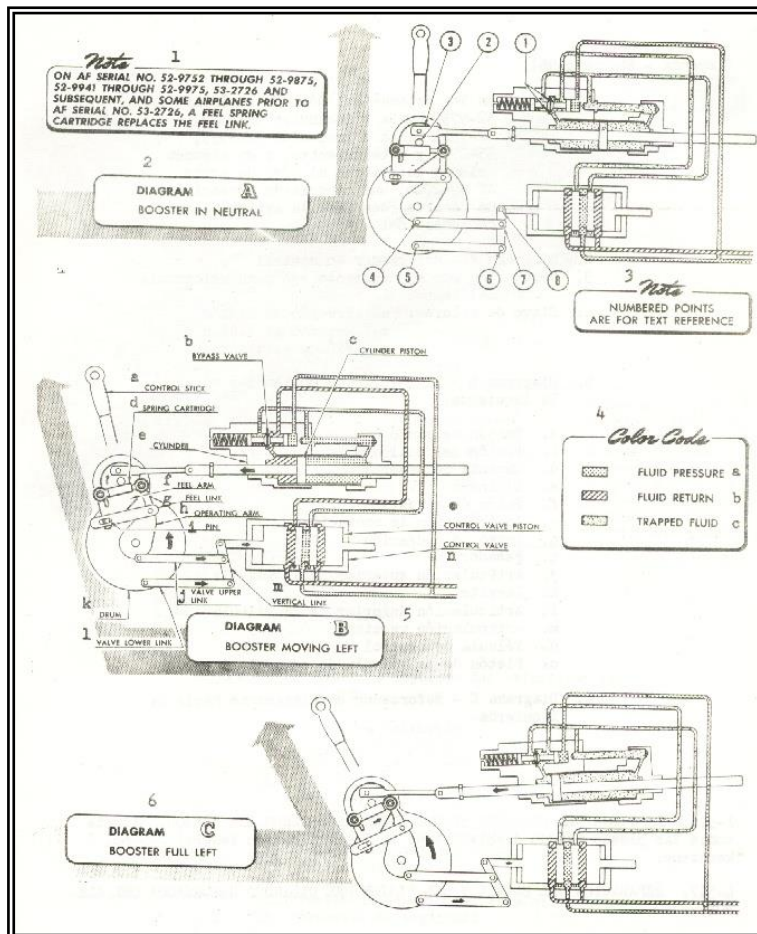
Estas cosas están montadas en una fundición triangular que está sujeta con tres pernos. La viga posterior del ala. La unidad está conectada al bastón de mando por medio de tubos de torsión y por barras de empuje.

La válvula de control, la cual es movida por medio de una articulación mecánica que está conectada al tubo de torsión del alerón, envía presión hidráulica a ambos lados del cilindro impulsor. Una cápsula de resorte de baja relación de multiplicación que está en la unidad reforzadora, reduce la sensibilidad del bastón a bajas cargas de la superficie de control muy especialmente cerca a la posición neutral.

Si la presión del sistema hidráulico decae hasta aproximadamente 250 libras por pulgada cuadrada, la válvula de derivación que tiene el cilindro impulsor se abre para conectar a los dos extremos del cilindro, permitiendo así el funcionamiento manual de los alerones.

El acceso a la unidad reforzadora se adquiere por las puertas inferiores de acceso Números. 65 y 66 del compartimiento del motor.

#### 1.5.14. FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD REFORZADORA DEL ALERÓN.



**Figura 1.11. Diagrama de funcionamiento**

El diagrama “A” muestra las articulaciones en la posición neutra (el pasador está en el centro de la ranura). Con cargas bajas en los alerones, el mover el bastón hacia la izquierda hace mover el pasador hacia la izquierda (diagrama B). La faena del bastón es transmitida entonces a la articulación de sensación y a la cápsula de resorte. Debido a la carga de resistencia baja en los alerones, el pasador no toca fondo en la ranura de sensación 7 la fuerza del brazo que está en función, es transmitida por medio de la cápsula de resorte a una proporción baja.



Cuando están presentes las cargas del alerón, la fuerza que es aplicada al brazo que está en función, es transferida tanto a la cápsula de resorte como a la articulación de sensación como la carga de resistencia en el alerón es suficiente para comprimir el resorte, el pasador toca fondo y la carga es transmitida por la articulación de sensación (diagrama C), dando así una multiplicación alta.

El movimiento de articulación para mover el alerón hacia abajo es similar excepto que es lo contrario. En lugar del brazo que está en operación al empujar la cápsula para comprimir el resorte, hala los extremos para separarlos y comprimir así el resorte.

El diagrama A muestra a la unidad reforzadora en la posición neutral. Los puntos están alineados verticalmente y el pistón de la válvula de control está centrado. Cuando este pistón está centrado, el fluido está atrapado a ambos lados del pistón del cilindro. Al mismo tiempo, la válvula de derivación es mantenida en posición cerrada por la presión del fluido.

A medida que se da comienzo al movimiento del bastón hacia la izquierda, la articulación de sensación se mueve hacia la izquierda haciendo girar el centro del brazo de sensación (3) hacia la derecha alrededor del centro (2). Esto hace girar el carrete ligeramente hacia la izquierda debido a la excentricidad del centro (2) y este pequeño movimiento del carrete, sin la ayuda del cilindro, desvía el alerón contra la resistencia de la corriente de aire para producir la sensación en el bastón de mando.

Con el movimiento adicional del bastón (diagrama B) la articulación de la válvula comienza a empujar al pistón de la válvula de control hacia la derecha. El punto (4) de la parte inferior del brazo de operación y el punto (5) de la parte inferior del carrete se mueven hacia la izquierda. El movimiento del punto (4) está avanzado con relación al del punto (5). Esto empuja la articulación superior de la válvula, aplicando fuerza al punto (7) y haciendo que la articulación vertical gire hacia la derecha alrededor del punto (8). Esta fuerza transmitida por la articulación vertical en el punto (6) al pistón de la válvula, lo empuja hacia la derecha.

La válvula de control es una válvula hidráulica de cuatro salidas. A medida que el pistón es empujado hacia la derecha, conecta el tubo de presión hidráulica con el lado derecho del cilindro y al tubo de retorno de fluido hidráulico, con el lado izquierdo del cilindro, el fluido hidráulico bajo presión forza al pistón del cilindro y al carrete hacia la izquierda, el cual, por medio de cables, mueve el alerón de manera que inclina el avión hacia la izquierda.

Cuando se detiene el movimiento del bastón de mando, hacia la izquierda el brazo de operación se detiene en una posición correspondiente (diagrama C). El pistón del cilindro continúa moviéndose hacia la izquierda haciendo girar el carrete hacia la izquierda. Debido a que el brazo de operación no puede moverse, la articulación superior de la válvula se mantiene fija. Así, el carrete empuja la articulación inferior de la válvula hacia la derecha de manera que la fuerza aplicada al punto (8) hace girar a la articulación vertical alrededor del punto (7) para halar el pistón de la válvula hacia la izquierda y hacia la posición neutral.

Cuando el pistón de la válvula está en neutral, tanto el orificio de presión como el de retorno están cerrados, atrapando así el fluido en ambos lados del pistón del cilindro y manteniéndolo en la posición izquierda. El movimiento del bastón hasta neutral invierte el procedimiento anterior.

#### **1.5.15. FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD REFORZADORA DEL ALERÓN SIN PRESIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO.**

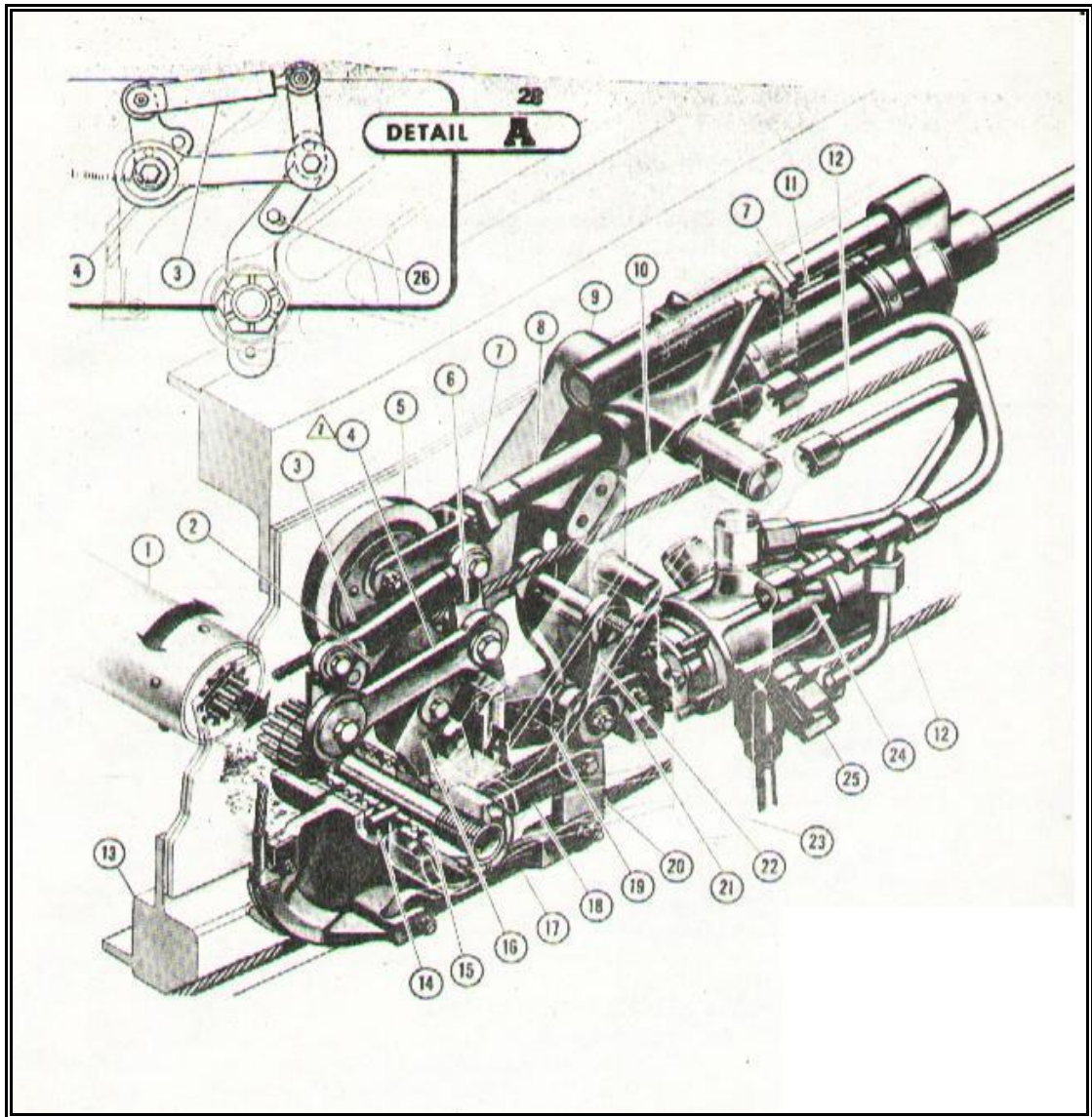
Cuando la presión del sistema falla, el resorte de la válvula de derivación abre la válvula en el punto (1). Esto permite que el fluido atrapado fluya de un lado del cilindro al otro a medida que el pistón se mueve de un extremo al otro. El funcionamiento de la articulación es idéntico al descrito en el párrafo 4-504 hasta que el pistón de la válvula de control esté en el extremo de su recorrido. Moviendo el pistón de la válvula hasta el extremo de su recorrido produce el juego del bastón que se nota durante la operación manual de los alerones.

A medida que el bastón continúa moviéndose hacia la izquierda, la articulación superior de la válvula se mueve hacia la derecha haciendo que la articulación vertical gire hacia la izquierda alrededor del punto (6).

La articulación vertical hala la articulación inferior hacia la derecha y ayuda a darle vuelta al carrete hacia la izquierda. Al mismo tiempo el extremo superior del brazo de operación empuja la articulación de sensación hacia la izquierda, lo cual hala el brazo de sensación y el carrete hacia la izquierda, produciendo el movimiento de los alerones por medio del sistema de cables. Al devolver el bastón de mando la posición neutral invierte los movimientos anteriores.

### **1.5.16. DESMONTAJE DE LA UNIDAD REFORZADORA DEL ALERÓN.**

- a) Gaste la presión hidráulica del acumulador haciendo funcionar los alerones
- b) Cierre la válvula de paso del reforzador.
- c) Por la puerta de acceso Núms. 65 y 66 afloje los cables del alerón en los tensores que están adyacente a la unidad de control.
- d) Quite el protector del reforzador
- e) Quite los tubos de ventilación del depósito de combustible del fuselaje.
- f) Quite la grapa del alambrado eléctrico que está sujeto al lado de atrás de la unidad.
- g) Desconecte los dos tubos hidráulicos que van a la unidad reforzadora y tápelos inmediatamente.
- h) En el alojamiento de la rueda derecha, quite las tuercas de los dos pernos que sujetan la unidad reforzadora a la viga posterior del ala.
- i) Destornille un perno que sujeta a la viga el lado izquierdo de la unidad reforzadora.
- j) Quite la unidad y los pernos de la viga



**Figura 1.12. Unidad reforzadora del alerón.**

**1.5.17. UNIDAD REFORZADORA DEL ALERÓN.**

Para esta sección del sistema de control del alerón se emplean cables y poleas. Todos los cables son de 1/4 de pulgada 7 x 19, extra flexible.

**1.5.18. DESMONTAJE DE LOS CABLES DE LOS ALERONES.**

1. Suelte los tensores.
2. Quite las grapas que sujetan los cables al carrete del alerón y al carrete del reforzador

3. Quite los cables forrados en metal por la puerta de inspección Num. 9
4. Quite las poleas y el tubo de movimiento recíproco.

Si hay más de seis alambres rotos en cualquier tramo de una pulgada del cable, es obligatorio reemplazar el cable.

#### **1.5.19. AJUSTE DEL SISTEMA DE CONTROL DEL ALERÓN.**

- a) Asegure el bastón de mando en posición vertical e introduzca un pasador centrador de 3/8 de pulgada a través del brazo de soporte del conjunto del reforzador y el carrete del reforzador.
- b) Desconecte el acoplamiento de la lumbrera de presión de la válvula del reforzador y centralice el pistón de la válvula con un pasador centrador de 1/4 de pulgada.
- c) Introduzca un pasador centrador de 1/4 de pulgada en los carretes del alerón.
- d) Ajuste los cables del alerón. La estructura del avión y el sistema de cables de control deben encontrarse a una temperatura constante antes de ajustar los cables. Ajuste los cables a la posición neutral de tal manera que los pasadores centradores entren con facilidad en su lugar.
- e) Con los pasadores centradores en su lugar, ajuste el tubo de movimiento recíproco del alerón de tal manera que las superficies de control estén en neutral.
- f) Destranque los bastones de mando y quite los pasadores centradores de los soportes del carrete del alerón. Deje el pasador centrador en la válvula del reforzador.
- g) Ajuste los topes de la cabina de manera que limiten el recorrido del alerón a 20 grados (+- 2) hacia arriba desde su punto neutral y 20 grados (+- 2) hacia abajo desde el punto neutral. Después de ajustar los topes, inspeccione los contrapesos del alerón en la

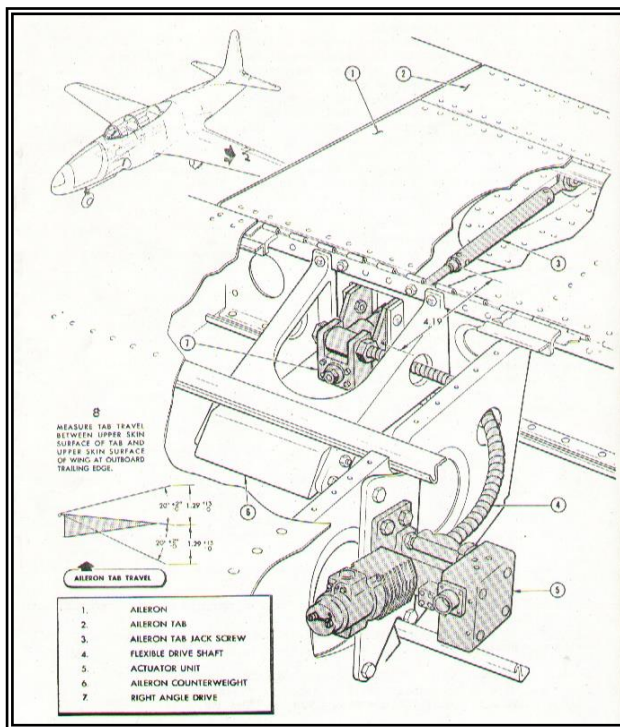
posición de arriba y la de abajo para asegurarse de que éstos no peguen contra el revestimiento.

Si los contrapesos pegan contra el revestimiento, vuelva a ajustarlos para limitar el recorrido del alerón lo suficiente para que los contrapesos no peguen.

- h)** Desconecte la horquilla del pistón del reforzador del carrete.
- i)** Mueva el bastón de mando hasta la posición extrema izquierda, y con el pistón del reforzador extendido totalmente hacia la izquierda, ajuste la horquilla en el pistón de manera que el perno de sujeción se deslice con facilidad en su lugar.
- j)** Mueva el bastón de mando hasta el extremo derecho para ver si se obtiene todo el recorrido del alerón. Si no se obtiene, de vuelta al barril del cilindro con una llave de correa para aumentar o disminuir la distancia entre las tapaderas del extremo.
- k)** Asegure la horquilla con la contratuerca y quite el pasador centrador de la válvula de reforzador.

Examine el sistema de control del alerón para asegurarse de que cuando un alerón se mueve hacia arriba, el otro alerón se mueve hacia abajo. Si ambos alerones se mueven en la misma dirección, es probable que los tensores de los cables dentro del ala estén ajustados a los cables errados.

## 1.5.20. CONTROL DE LA ALETA DEL ALERÓN



**Figura 1.13. Control de la aleta del alerón.**

Descripción de la figura 1.13.

1. Alerón
2. Aleta compensadora del alerón
3. Tornillo de extensión de la aleta del alerón
4. Eje impulsor flexible
5. Unidad impulsora



6. Contrapesos del alerón
7. Impulsor de ángulo recto
8. Mida el recorrido de la aleta compensadora entre la superficie del revestimiento superior de la aleta y la superficie de revestimiento superior del ala en el borde de salida exterior

El alerón izquierdo está equipado con una aleta compensadora movida eléctricamente. El movimiento de la aleta es controlado por un interruptor de tres posiciones que está montado en cada bastón de mando. El recorrido de la aleta es ajustado por medio de interruptores limitadores que están en el impulsor.

#### **1.5.21. DESMONTAJE DE LA UNIDAD DE EXTENSIÓN DE LA ALETA DEL ALERÓN.**

- a. Quite el alerón izquierdo del ala.
- b. Suelte el tornillo de extensión (3) de la aleta del alerón
- c. Quite el brazo interior de soporte del contrapeso soltando los cuatro tornillos.
- d. Quite la unidad de extensión del alerón
- e. Desconecte el eje flexible de la unidad de extensión de la aleta.

#### **1.5.22. INSTALACIÓN Y AJUSTE DE LA UNIDAD DE EXTENSIÓN DE LA ALETA DEL ALERON.**

1. La distancia entre las orejas de montaje y el extremo delantero del tubo remachado que está en el tornillo de extensión (3) debe ser  $4 \frac{3}{16}$  pulgadas.

2. Si la distancia no es 4 3/16 pulgadas, ajuste de la manera siguiente: Destornille la tapadera y levante la cuña. Gire el tornillo de extensión (3) hasta cuando la distancia sea de 4 3/16 pulgadas. Vuelva a colocar la cuña de manera que el eje no gire y vuelva a poner la tapadera.
3. Coloque la unidad de extensión de la aleta en su posición en el alerón y asegúrela a los brazos de soporte que están en la cara anterior de la viga del alerón.
4. Coloque el contrapeso interior del alerón
5. Instale el alerón en el ala.
6. Fije la aleta en posición neutral con una abrazadera de manera que el borde de salida del alerón esté alineado con el borde de salida de la aleta.
7. Gire el eje hasta cuando el perno de sujeción se deslice con facilidad entre los huecos del eje y el brazo de la aleta
8. Introduzca el perno de sujeción y asegúrelo
9. Quite la abrazadera que instaló de acuerdo al punto f anterior
10. Ajuste ambos interruptores limitadores para que se abra el circuito del motor de manera que el recorrido de la aleta sea 20 grados (+- 2, -0) hacia arriba y 20 grados (+- 2, -0) hacia abajo
11. Haga funcionar la aleta desde la posición completamente arriba hasta la posición completamente abajo y luego hasta la posición completa arriba.
12. Si el ciclo completo toma más de nueve segundos, examine el mecanismo para ver si tiene fricción y el cable flexible para ver si esta debidamente lubricado

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

#### **2.1. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS**

Dentro de las alternativas que se proponen para solucionar el problema de la falta de una mesa de trabajo y de herramientas que agilicen la tarea de mantenimiento y transportación de un sistema del avión T-33A del ITSA, se han escogido las siguientes opciones:

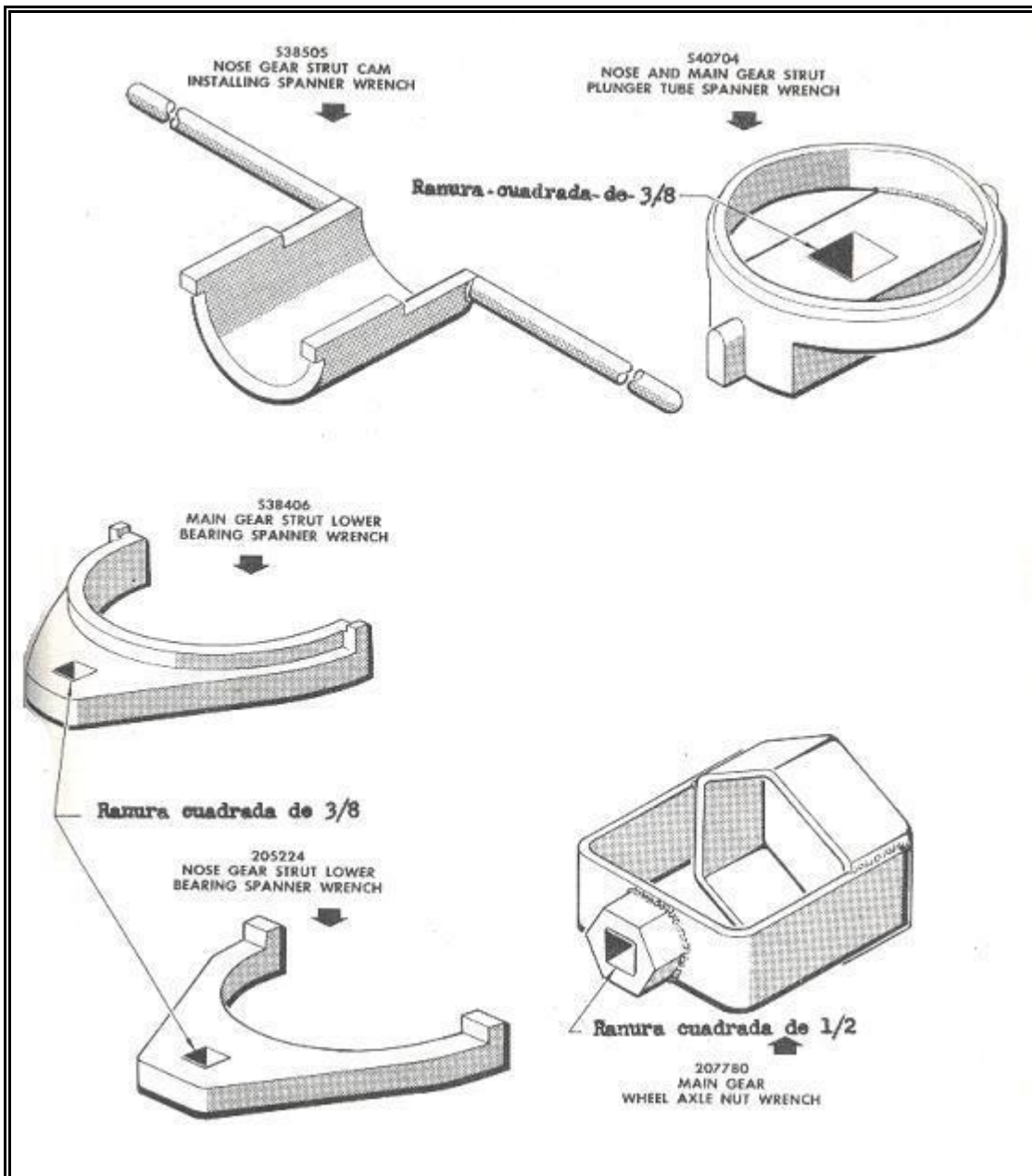
- a) Mesa de trabajo móvil y herramientas para el montaje, desmontaje de los trenes de aterrizaje del Avión T-33A del ITSA.
  
- b) Mesa de trabajo móvil y herramientas para el montaje, desmontaje de los depósitos exteriores e interiores de combustible del Avión T-33A del ITSA.
  
- c) Mesa de trabajo móvil y herramientas para el montaje, desmontaje del conjunto de control de alerón y elevador del Avión T-33A del ITSA.

### **2.1.1. PRIMERA ALTERNATIVA**

La primera alternativa habla sobre una mesa de trabajo y de herramientas para el montaje, desmontaje de los trenes de aterrizaje del Avión T- 33A del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, este equipo contiene los siguientes elementos:

1. Mesa de trabajo móvil.
2. Herramientas comunes.
3. Puntos de apoyo para gatos
4. Llave de media luna para la instalación de la leva de la riostra del tren de aterrizaje de proa con N/P S38505
5. Llave de media luna para el tubo buzo del tren principal y de proa con N/P S40704.
6. Llave de media luna para el cojinete inferior de la riostra del tren de aterrizaje principal con N/P S38406.
7. Llave de media luna para el cojinete inferior de la riostra del tren de proa con N/P 205224
8. Llave para la tuerca del eje de la rueda del tren principal de aterrizaje con N/P 207780

En la figura 2.1 se detalla las herramientas que componen esta opción.



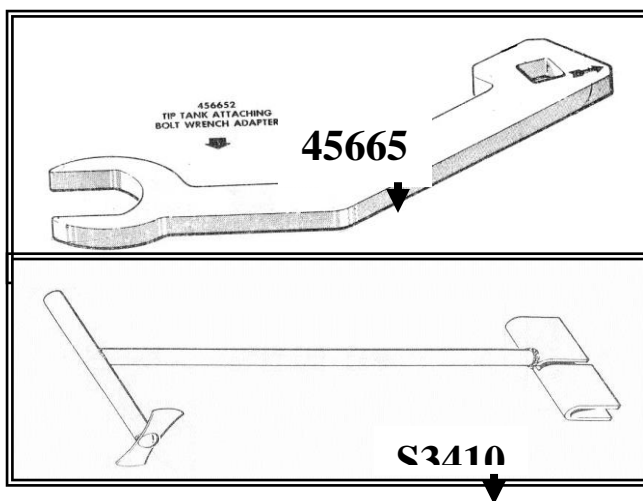
**Figura 2.1. Herramientas para el tren de aterrizaje.**

### 2.1.2. SEGUNDA ALTERNATIVA

Esta alternativa habla de una mesa de trabajo móvil y de herramientas que se utilizan para el montaje, desmontaje de los depósitos exteriores e interiores de combustible del Avión T-33A del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, este equipo consta de los siguientes elementos:

1. Mesa de trabajo móvil.
2. Herramientas comunes.
3. Llave para la tuerca del depósito del extremo del ala con N/P 456652.
4. Llave de torsión de la línea de ventilación de combustible con N/P 458736.
5. Llave de las tapas de los depósitos de combustible con N/P S34104.

En la figura 2.2 se indican las herramientas que componen este equipo.



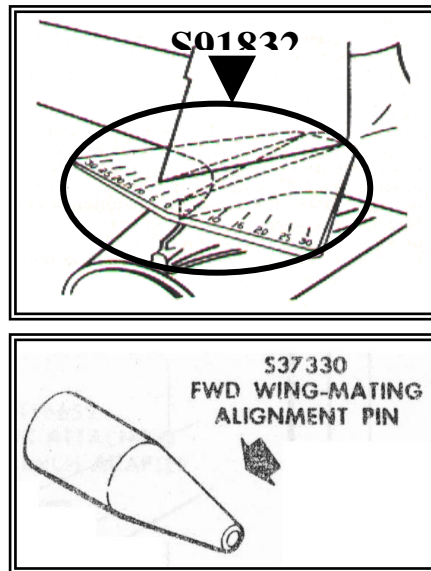
**Figura 2.2. Herramientas para el sistema de combustible.**

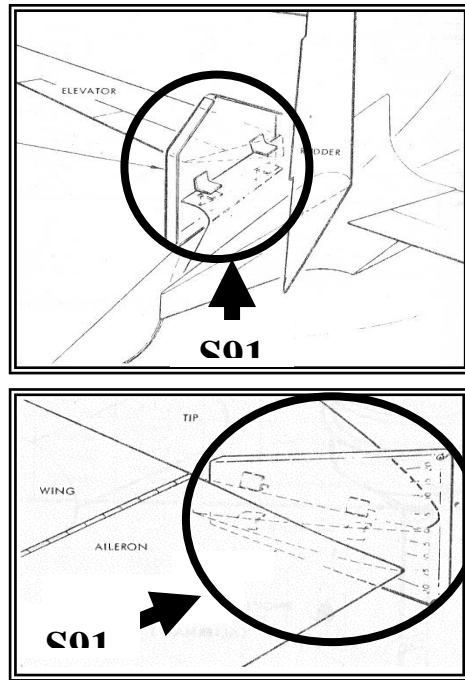
### **2.1.3. TERCERA ALTERNATIVA**

Esta alternativa habla de una mesa de trabajo móvil y de herramientas para el montaje, desmontaje del conjunto de control de alerón y elevador del Avión T-33A del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, el equipo consta de los siguientes elementos:

1. Mesa de trabajo móvil.
2. Herramientas comunes.
3. Escala para el ajuste del timón de dirección con N/P S91832.
4. Escala para el ajuste del timón de profundidad con N/P S91831.
5. Escala para el ajuste del alerón con N/P S91830.
6. Pasador delantero de alineamiento de encaje de ala con N/P S37330.

En la siguiente figura se describe cada uno de sus componentes:





**Figura 2.3. Herramientas para el sistema de controles de vuelo.**

## **2.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

En esta parte del desarrollo del trabajo se analiza las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas para poder determinar la mejor y analizar requerimientos técnicos de la misma, con el fin de construir el equipo escogido.



### **2.2.1. Primera Alternativa**

Mesa de trabajo móvil y herramientas para el montaje, desmontaje de los trenes de aterrizaje del avión T-33A.

#### **Ventajas**

- La mesa sirve para realizar trabajos y para transportar las partes del sistema de trenes hasta el taller o un lugar adecuado para el personal técnico.
- Las herramientas se encuentran en la mesa en cajones o en el tablero, resultando la pérdida de tiempo al buscarlas.
- Reduce el esfuerzo de los técnicos o alumnos al momento de transportar los componentes del sistema.
- Las herramientas son pequeñas y ocupan poco espacio, facilitando su utilización.
- El costo es bajo.

#### **Desventajas**

- La energía utilizada por el obrero para transportar el coche es mucho mayor debido al peso del coche.

### **2.2.2. Segunda Alternativa**

Mesa de trabajo móvil y herramientas para el montaje, desmontaje de los depósitos exteriores e interiores de combustible del avión T-33A.

#### **Ventajas**

- Sirve para realizar trabajos de montaje y desmontaje de los tanques de combustible del avión
- Facilita las tareas en este sistema.

#### **Desventajas**

- El peso de la mesa es mucho mayor por el tamaño de los depósitos con respecto a las otras dos alternativas propuestas.
- Dificultad en el manejo de herramientas por el reducido espacio.
- La realización de estos trabajos requiere medición de torsión y precisión.

### **2.2.3. Tercera Alternativa**

Mesa de trabajo y herramientas para el montaje, desmontaje del conjunto de control de alerón y elevador del avión T-33A

## **Ventajas**

- Sirve para realizar tareas de mantenimiento en el Sistema de Controles de Vuelo del Avión
- Disminuye el tiempo y el esfuerzo de los técnicos al utilizar las herramientas adecuadas.
- La mesa de trabajo proporciona mejor eficiencia en el trabajo.

## **Desventajas**

- Las herramientas utilizadas requieren de mucha precisión en su construcción.
- Dificultad para la construcción
- Dificultad de trabajo por la envergadura de los elementos de este sistema

## **2.3. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación de cada una de las alternativas, se asigna un valor  **$X_i$**  a los parámetros de selección que se han considerado los más importantes que permitirán seleccionar la mejor alternativa.

La asignación de los valores  **$X_i$**  dependerá de la importancia del parámetro y su valor de ponderación estará entre:

$$0 < X_i \leq 1$$

En función de las ventajas y desventajas que presentan las alternativas, se evaluará cada parámetro y la alternativa que obtenga el valor más alto en la calificación de parámetros será el seleccionado para ser construido.

De acuerdo a los aspectos técnico, económico y complementario se han seleccionado parámetros, cada uno con una calificación base de acuerdo a su influencia en este trabajo; esta calificación a su vez permitirá seleccionar la mejor alternativa de acuerdo a las necesidades y a lo aspectos antes mencionados

A continuación se define cada uno de los parámetros:

### **2.3.1. Aspecto Técnico:**

**2.3.1.1. Funcionabilidad.-** Habla acerca de las características de la mesa, herramientas y que cumplan con los fines para los que fueron construidas. Por la importancia de este parámetro se da un valor de 0.8

**2.3.1.2. Rendimiento.-** Este parámetro se refiere a que se debe tener un alto grado de seguridad para que la mesa y las herramientas cumplan con la finalidad con la que fueron creados. Se le asigna un valor de 0.8

**2.3.1.3. Facilidad de Operación y Control.-** Las opciones presentadas deben perseguir una finalidad primordial, la misma que constituye en la facilidad y sencillez de operar y controlarlas. A este parámetro se le asigna un valor de 0.7.

**2.3.1.4. Materiales.-** Trata del material recomendable y su facilidad de adquisición para que la construcción sea óptima. Este parámetro tiene un valor de 0.4.

**2.3.1.5. Proceso de Construcción.-** Todas las alternativas, requieren de piezas, instrumentación, elementos con tolerancia de construcción y necesitan de maquinaria adecuada que permitan obtenerlas, por lo que se da a este parámetro un valor de 0.7.

**2.3.1.6. Fiabilidad.-** Este factor es muy importante y trata de evaluar el funcionamiento satisfactorio de cada una de las alternativas. Su valor es de 0.8.

### **2.3.2. Aspecto Económico:**

**2.3.2.1. Costo de Fabricación.-** Reviste de gran importancia en una adecuada decisión, para la selección de la mesa y herramientas para el mantenimiento del avión T-33A, como la construcción no se la realiza en serie, se trata de buscar la alternativa más económica y su parámetro tiene un valor de 0,6.

### **2.3.3. Aspecto Complementario:**

**2.3.3.1. Tamaño.-** Se refiere al espacio ocupado por la máquina. El valor de este criterio es de 0.2.

**2.3.3.2. Forma.-** Trata de la estética de cada uno de los dispositivos. También se le asigna un valor de 0.2.

**Tabla 2.1. Matriz de evaluación.**

PARAMETROS DE EVALUACION	VALORACIÓN DE PARAMETROS ( $X_i$ )	ALTERNATIVAS		
		1	2	3
Funcionabilidad	0.8	0.7	0.6	0.6
Rendimiento	0.8	0.6	0.6	0.6
Factor de operación y control.	0.7	0.6	0.5	0.4
Materiales	0.4	0.4	0.4	0.3
Proceso de fabricación	0.7	0.7	0.5	0.6
Fiabilidad	0.8	0.7	0.6	0.6
Costo de fabricación	0.6	0.6	0.5	0.4
Tamaño	0.2	0.2	0.2	0.1
Forma	0.2	0.2	0.2	0.1

**Tabla 2.2. Matriz de decisión.**

PARAMETROS DE EVALUACION	VALORACIÓN DE PARAMETROS ( $X_i$ )	ALTERNATIVAS		
		$1 * X_i$	$2 * X_i$	$3 * X_i$
Funcionabilidad	0.8	0.56	0.48	0.48
Rendimiento	0.8	0.48	0.48	0.48
Factor de operación y control.	0.7	0.42	0.35	0.28
Materiales	0.4	0.16	0.16	0.12
Proceso de fabricación	0.7	0.49	0.35	0.42
Fiabilidad	0.8	0.56	0.48	0.48
Costo de fabricación	0.6	0.36	0.30	0.24
Tamaño	0.2	0.04	0.04	0.02
Forma	0.2	0.04	0.04	0.02
<b>TOTAL</b>		<b>3.11</b>	<b>2.68</b>	<b>2.54</b>

#### **2.4. SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA.**

Una vez realizado el análisis y la evaluación de parámetros de cada alternativa se determina que la primera alternativa, mesa de trabajo móvil y herramientas para el montaje, desmontaje de los trenes de aterrizaje del avión T-33 del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, presenta mejores condiciones de diseño.

## **2.5. DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.**

Los requerimientos técnicos de este equipo son:

### **2.5.1. MESA DE TRABAJO MÓVIL:**

- Soportar el peso de las herramientas ubicadas y ordenadas en su interior.
- Soportar el peso de los componentes del Sistema de Trenes de Aterrizaje al realizar tareas de mantenimiento.
- Facilitar la transportación de los componentes del Sistema en caso de ser necesaria su movilización para trabajos requeridos.

### **2.5.2. HERRAMIENTAS**

- Facilitar la realización de tareas de mantenimiento.
- Cumplir con las exigencias del personal técnico en tareas de mantenimiento.
- Resistir el esfuerzo que realiza el operario usando las herramientas.
- Cumplir con los parámetros técnicos exigidos en la orden técnica para su utilización.

### **2.5.3. PUNTOS DE APOYO**

- Resistir las cargas del avión cuando este se encuentre montado en gatos para la realización de tareas en los trenes de aterrizaje.,
- Cumplir con los parámetros técnicos según la orden técnica.

## **CAPÍTULO III**

### **CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO**

Esta sección trata de la construcción de los elementos de la alternativa ganadora: Mesa de trabajo móvil y herramientas para el montaje, desmontaje de los trenes de aterrizaje del Avión T-33A del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

A continuación se desarrolla los pasos, materiales y modelos para la construcción del equipo que servirá para la tarea definida.

#### **3.1. CONSTRUCCIÓN**

Este capítulo tiene como objetivo, resumir las principales consideraciones de procesos de manufactura y ensamble para llevar a cabo la construcción de los diferentes elementos de la mesa y las herramientas.

##### **3.1.1. MESA DE TRABAJO.**

La construcción de la mesa se la realizó por etapas con el fin de optimizar los recursos y el tiempo de una mejor manera. Los detalles de muestran en el plano N° 1 del Anexo “A”

A continuación se detalla el plan que se siguió para la construcción:

Para la manufactura y construcción de la mesa se realizan procesos de medición, corte, soldadura, pintura y acabados.





**Figura 3.1. Materiales utilizados para construir la mesa**

### **3.1.2. HERRAMIENTAS.**

En la construcción de las herramientas hay que diferenciar el tipo de las mismas, las cuales se han clasificado en:

- Herramientas comunes
- Herramientas especiales

**3.1.2.1. Herramientas comunes.-** Dentro de las herramientas comunes están consideradas todas las que existen en el mercado nacional, que se las utiliza en todo tipo de trabajo, además que son fáciles de adquirir y que se implementaron como parte del proyecto.

Las herramientas que se implementaron mediante la compra de las mismas son:

- Dos llave pico de loro de 12”
- Un desarmador plano de 10”.
- Un playo
- Un diagonal
- Un martillo de bola.
- Dos llaves mixtas de 7/16, 1/2, 9/16, 5/8, 3/4.

**3.1.2.2. Herramientas especiales.-** En las herramientas especiales están consideradas únicamente las que se utilizan en aviación para tareas específicas; en este caso para el montaje, desmontaje de los trenes de aterrizaje del Avión T-33A del ITSA.

Las herramientas que a continuación se detallan fueron solicitadas bajo pedido al Ala de Combate N° 23 Manta, que al existir en la sección abastecimientos del reparto en mención no se hizo necesaria su construcción, por cuanto son herramientas originales de fábrica, y que están aprobadas y comprobadas por la misma, no se hace necesario realizar ningún tipo de cálculos para justificación de materiales, ni de efectividad.

- Llave de media luna para el cojinete inferior de la riostra del tren de aterrizaje principal con N/P S38406.
- Llave de media luna para el cojinete inferior de la riostra del tren de proa con N/P 205224
- Llave para la tuerca el eje de la rueda del tren principal de aterrizaje con N/P 207780

Para la construcción de las demás herramientas se toma en cuenta los parámetros de la orden técnica y de las medidas tomadas directamente de los componentes de los trenes, aprovechando la existencia de los mismos en el Laboratorio de Hidráulica Básica del ITSA y del avión T-33A en la plataforma de aviones comerciales del Ala N° 12.

Las herramientas en mención son las siguientes:

- Llave de media luna para la instalación de la leva de la riostra del tren de aterrizaje de proa con N/P S38505.
- Llave de media luna para el tubo buzo del tren principal y de proa con N/P S40704.
- Palanca para la llave de la tuerca del eje de la rueda del tren principal de aterrizaje.
- Palanca para las demás herramientas de los trenes de aterrizaje.

Se pueden apreciar en el anexo “A” los planos N° 2 y N° 3 de estas herramientas.

Para la selección de material se toma en cuenta parámetros según los requerimientos técnicos de las mismas.

Estos materiales son escogidos en base a los siguientes cálculos que ayudan a determinar el tipo de material recomendado para la construcción de los mismos, se toma como referencia las tablas de Aceros especiales de la fabrica BOHLER.

➤ **CÁLCULOS**

➤ **Llave de media luna para la instalación de la leva de la riostra del tren de aterrizaje de proa con N/P S38505**

**Datos:**

$$F_1 = 14.6 \text{ Kg.}$$

$$d_1 = 11 \text{ cm.}$$

$$d_2 = 0.27 \text{ cm.}$$

$$b = 0.54 \text{ cm}$$

$$F_2 = ?$$

*Material : AceroASTM – A442*

$$\tau_{Adm} = 5368 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_1 = T_2$$

$$F_1 * d_1 = F_2 * d_2$$

$$F_2 = \frac{F_1 * d_1}{d_2}$$

**3.1**

$$F_2 = \frac{14.6 * 11}{0.27}$$

$$F_2 = 594.81 \text{ Kg.}$$

$$\tau_T = \frac{T * c}{J} \quad 3.2$$

$$Z' = \frac{2b^2h}{9} \quad (\text{Para torsión}) \quad 3.3$$

$$Z' = \frac{J}{c} \quad 3.4$$

Reemplazando 3.3 en 3.2

$$\tau_T = T * \frac{1}{Z'}$$

$$\tau_T = \frac{9T_2}{2b^2h} \quad b = h$$

$$\tau_T = \frac{9 * F_2 * d_2}{2b^3}$$

$$\tau_T = \frac{9 * 594.81 \text{ Kg.} * 0.27 \text{ cm.}}{2(0.54 \text{ cm})^3}$$

$$\tau_T = 4859.58 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$\tau_T < \tau_{Adm.}$$

$$4859.58 \text{ Kg} < 5368 \text{ Kg.}$$

➤ **Llave de media luna para el tubo buzo del tren principal y de proa con N/P S40704.**

**Datos:**

$$F_1 = 14.6 \text{ Kg.}$$

$$d_1 = 2.2 \text{ cm.}$$

$$d_2 = 0.27 \text{ cm.}$$

$$b = 0.55 \text{ cm}$$

$$T_1 = T_2$$

$$F_2 = ?$$

$$F_1 * d_1 = F_2 * d_2$$

*Material : Acero A36*

$$\tau_{Adm} = 1479 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

Utilizando la fórmula 3.1 tenemos:

$$F_2 = \frac{F_1 * d_1}{d_2}$$

$$F_2 = \frac{14.6 * 2.2}{0.27}$$
$$F_2 = 118.96 \text{ Kg.}$$

Utilizamos las formulas 3.2 - 3.3 - 3.4

$$\tau_T = \frac{T * c}{J}$$

$$Z' = \frac{2b^2h}{9} \quad (\text{Para torsión})$$

$$Z' = \frac{J}{c}$$

Reemplazando 3.3 en 3.1

$$\tau_T = T * \frac{1}{Z'}$$

$$\tau_T = \frac{9T_2}{2b^2h} \quad b = h$$

$$\tau_T = \frac{9 * F_2 * d_2}{2b^3}$$

$$\tau_T = \frac{9 * 118.96 \text{ Kg.} * 0.27 \text{ cm.}}{2(0.55 \text{ cm})^3}$$

$$\tau_T = 868.73 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$\tau_T < \tau_{Adm.}$$

$$868.73 \text{ Kg} < 1479 \text{ Kg.}$$

- **Palanca para la llave de la tuerca del eje de la rueda del tren principal de aterrizaje. ( 1/2 ")**

**Datos:**

$$F_1 = 14.6 \text{ Kg.}$$

$$d_1 = 30 \text{ cm.}$$

$$d_2 = 0.63 \text{ cm.}$$

$$b = 1.27 \text{ cm}$$

$$F_2 = ?$$

Material : Acero A - 36

$$\tau_{Adm} = 1479 \text{ kg / cm}^2$$

$$T_1 = T_2$$

$$F_1 * d_1 = F_2 * d_2$$

Utilizando la fórmula 3.1:

$$F_2 = \frac{F_1 * d_1}{d_2}$$

$$F_2 = \frac{14.6 * 30}{0.63}$$

$$F_2 = 695.23 \text{ Kg.}$$

Utilizamos las formulas 3.2 - 3.3 - 3.4

$$\tau_T = \frac{T * c}{J}$$

$$Z' = \frac{2b^2h}{9} \quad (\text{Para torsión})$$

$$Z' = \frac{J}{c}$$

Reemplazando 3.3 en 3.1

$$\tau_T = T * \frac{1}{Z'}$$

$$\tau_T = \frac{9T_2}{2b^2h} \quad b = h$$

$$\tau_T = \frac{9 * F_2 * d_2}{2b^3}$$

$$\tau_T = \frac{9 * 695.2 \text{ Kg.} * 0.63 \text{ cm.}}{2(1.27 \text{ cm})^3}$$

$$\tau_T = 962.1 \text{ Kg / cm}^2$$

$$\tau_T < \tau_{Adm.}$$

$$962.1 \text{ Kg} < 1479 \text{ Kg.}$$

➤ **Palanca para las demás herramientas de los trenes de aterrizaje ( 3/8 ” )**

**Datos:**

$$F_1 = 14.6 \text{ Kg.}$$

$$d_1 = 30 \text{ cm.}$$

$$d_2 = 0.47 \text{ cm.}$$

$$b = 0.97 \text{ cm}$$

$$F_2 = ?$$

Material : AceroASTM – A442

$$\tau_{Adm} = 5368 \text{ kg / cm}^2$$

$$T_1 = T_2$$

$$F_1 * d_1 = F_2 * d_2$$

Utilizando la fórmula 3.1:

$$F_2 = \frac{F_1 * d_1}{d_2}$$

$$F_2 = \frac{14.6 * 30}{0.47}$$

$$F_2 = 931.91 \text{ Kg.}$$

Utilizamos las formulas 3.2 - 3.3 - 3.4

$$\tau_T = \frac{T * c}{J}$$

$$Z' = \frac{2b^2h}{9} \quad (\text{Para torsión})$$

$$Z' = \frac{J}{c}$$

Reemplazando 3.3 en 3.1

$$\tau_T = T * \frac{1}{Z'}$$

$$\tau_T = \frac{9T_2}{2b^2h} \quad b = h$$

$$\tau_T = \frac{9 * F_2 * d_2}{2b^3}$$

$$\tau_T = \frac{9 * 931.91 \text{ Kg.} * 0.47 \text{ cm.}}{2(0.97 \text{ cm})^3}$$

$$\tau_T = 962.1 \text{ Kg / cm}^2$$

$$\tau_T < \tau_{Adm.}$$

$$2165 \text{ Kg} < 5368 \text{ Kg.}$$



El material seleccionado para la construcción de las herramientas es el adecuado, ya que el límite de fluencia al corte de trabajo es menor al admitido por el material.

Para que las herramientas soporten los esfuerzos requeridos es necesario darles tratamientos térmicos según sea el caso dependiendo del material seleccionado.

En la tabla siguiente se detalla los procesos que se realiza para que las herramientas construidas, adquieran las características necesarias para su utilización.

**Tabla 3.1. Procesos de tratamientos térmicos a las herramientas construidas**

TRATAMIENTO	TEMPERATURA	TIEMPO DE ESPERA	ENFRIAMIENTO	
			Aire	Agua
Distensionado	500°	60 min.		
Pre calentamiento	500°	60 min.		
Cementación	920°	3 horas	X	
Temple	820°	20 min.		X
Revenido	200°	2 horas		

Con los tratamientos dados, las herramientas adquieren una dureza de 56 HRC.

### 3.1.3. PUNTOS DE APOYO.

Para la construcción de los puntos de apoyo que se muestran en el plano N° 4 del anexo “A” se hace necesario realizar cálculos de distribución de pesos para determinar el tipo de material que se emplea para su elaboración.

#### ➤ CÁLCULOS

- Material. Acero A-36

➤ Limite de fluencia al cortante ( $S_{sy}$ ):  $21000 \frac{lb.}{in^2} = 1479.6 \frac{Kg.}{cm^2}$

➤ Diámetro exterior: 116 mm.

➤ Espesor: 9.7 mm.

Con las dimensiones de los puntos de apoyo y de las propiedades mecánicas expuestas se realiza la verificación del esfuerzo normal a compresión del trabajo:

**Fórmula:**

$$\sigma_{trab.} = \frac{F}{A_n} \quad 3.5$$

En donde:

$\sigma_{trab.}$  = Esfuerzo a compresión (Kg./cm<sup>2</sup>)

F = Fuerza aplicada (1800 Kg.)

$A_n$  = Área normal de la fuerza aplicada

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \quad 3.6$$

$$A = \frac{\pi}{4} (11.6 \text{ cm})^2$$

$$A = 105.68 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{trab.} = \frac{1800 \text{ Kg}}{105.68 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma_{trab.} = 17.03 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

La condición que debe cumplir el Acero A-36 es que el esfuerzo de trabajo debe ser menor al esfuerzo admisible:

$$\sigma_{trab.} < \sigma_{adm}$$

$$17.03 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 1479.6 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

En consecuencia se puede decir que el material seleccionado si soporta el esfuerzo al que va a ser sometido.

**Verificar a cortante:**

$$\tau_{trab.} = \frac{F}{A_c} \quad 3.7$$

$$\tau_{trab.} = \frac{1800 \text{ Kg}}{11.25 \text{ cm}^2}$$

$$\tau_{trab.} = 160 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$A_c = D * e \quad 3.8$$

$$A_c = 11.6 \text{ cm} * 0.97 \text{ cm}$$

$$A_c = 11.25 \text{ cm}^2$$

Se cumple con la condición de soporte de esfuerzo cortante:

$$\tau_{trab.} < \tau_{adm.}$$

$$160 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} < 1479.6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

En base a estos resultados y con el material adecuado se realiza trabajos de maquinado (corte, torneado, soldado, pulido) necesarios para dar la forma y acabados requeridos.

Para que los puntos de apoyo soporten las cargas del avión es necesario darle tratamientos térmicos según sea el caso dependiendo del material seleccionado.

En la tabla siguiente se detalla los procesos que se realiza para que los puntos de apoyo principales, adquieran las características requeridas en la orden técnica:

**Tabla 3.2. Procesos de tratamientos térmicos a los puntos de apoyo principales.**

TRATAMIENTO	TEMPERATURA	TIEMPO DE ESPERA	ENFRIAMIENTO	
			Aire	Agua
Distensionado	500°	60 min.		
Pre calentamiento	500°	60 min.		
Cementación	930°	3 horas	X	
Temple	820°	2 horas		X
Revenido	200°	2 horas		

Al término de estos procesos los puntos de apoyo principales obtienen una dureza de 60 – 61 HRC.

De la misma forma para el punto de apoyo de nariz, el proceso térmico se realiza bajo el detalle de la siguiente tabla.

**Tabla 3.3. Procesos de tratamientos térmicos al punto de apoyo de nariz.**

TRATAMIENTO	TEMPERATURA	TIEMPO DE ESPERA	ENFRIAMIENTO	
			Agua/aceite	Baño Temp. °C
Distensionado	500°	60 min.		
Pre calentamiento	500°	60 min.		
Temple	840°	25 min.		200°
Revenido	200°	2 horas		

El punto de apoyo delantero al concluir con los tratamientos térmicos adquiere una dureza de 56 HRC.

Estos tratamientos se realizan en la fábrica BOHLER, para lo cual en el anexo “B” se puede ver las certificaciones y órdenes de trabajo de la fábrica en mención por la realización de este proceso, indicando autenticidad de los mismos.

### **Orden de Construcción:**

#### **1. Mesa de trabajo móvil:**

- Estructura de la mesa

- Estructura de los cajones
- Recubrimiento
- Ruedas
- Pintura

## 2. Herramientas y Puntos de apoyo:

- Mecanizado.
- Soldadura.
- Tratamientos térmicos.
- Pintura.

Para la obtención de los distintos elementos de la mesa y de las herramientas, se utilizaron varias máquinas herramientas existentes en la Mecánica Agrícola Industrial de propiedad del Sr. Aníbal Álvarez, ubicada en la ciudad de Latacunga.

**Tabla 3.4. Características técnicas de las máquinas herramientas utilizadas en el proyecto**

<b>MAQUINA HERRAMIENTA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Torno TOS	Distancia entre puntos 3 m.
Fresadora	Fresadora universal
Sierra Eléctrica	220/440 V, 1145 rpm
Taladro de Banco Delta	115 W, 1725 rpm
Esmeril (Electric bench Grinder)	½ H.P, 1700 rpm
Cizalla	Maquina herramienta manual
Soldadora Lincoln Electric	Eléctrica 220 V, 55A
Esmeril portátil	110 V. 1700 rpm.

La fabricación de los diferentes elementos ha consumido el siguiente número de horas de máquinas herramientas presenta en la siguiente tabla:

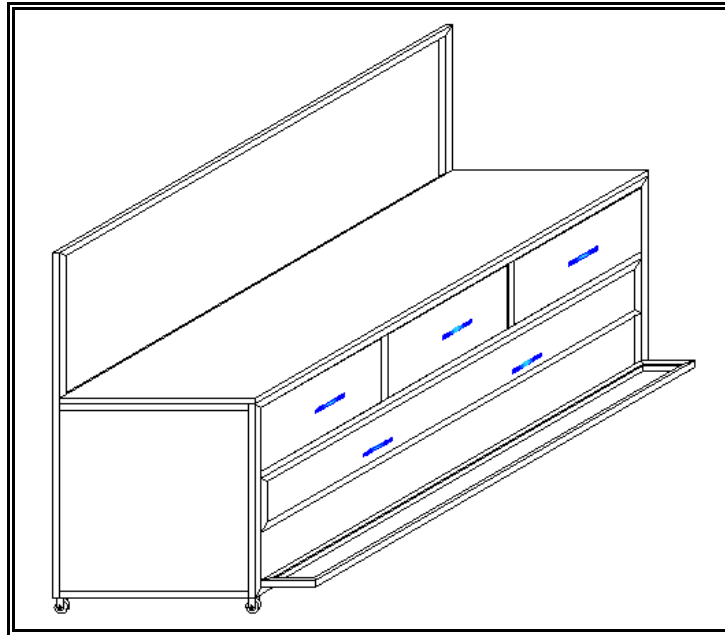
**Tabla 3.5. Tiempo de operación de los diferentes elementos en las máquinas herramientas**

ELEMENTO	OPERACIÓN (horas)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	TOTAL
Estructura de la mesa	4	3	6	-	-	-	6	2	2	3	26
Herramientas	1	2	5	3	1	1	1	1	1	2	18
Puntos de apoyo	1	1	1	3	-	1	1	1	1	1	11
<b>Total por operación</b>	6	6	12	6	1	2	8	4	4	6	55

Simbología:

- A. Medición
- B. Trazado
- C. Corte
- D. Torneado
- E. Fresado
- F. Taladrado
- G. Soldado
- H. Esmerilado
- I. Comprobación de la estructura
- J. Pintura.

Existen algunas operaciones realizadas, donde no se pueden determinar un número de horas de operación tales como transportación del material, puntos de soldadura, mediciones, etc.



**Figura 3.2. Mesa de trabajo**



**Figura 3.3. Puntos de apoyo**



**Figura 3.4. Herramientas comunes**



**Figura 3.5. Herramientas especiales**

### **3.2. DIAGRAMAS DE PROCESOS**

Es la representación gráfica de un trabajo en el que solo intervienen operaciones y, en forma aislada, inspecciones y entrada o salida de material.



Diagrama de procesos de construcción de la mesa de trabajo móvil para los trenes de aterrizaje del Avión T-33A del ITSA (Anexo "A")

Tableros y cajones

Recubrimiento

Estructura de la mesa

Triplex de 15 mm

Material:

Material:

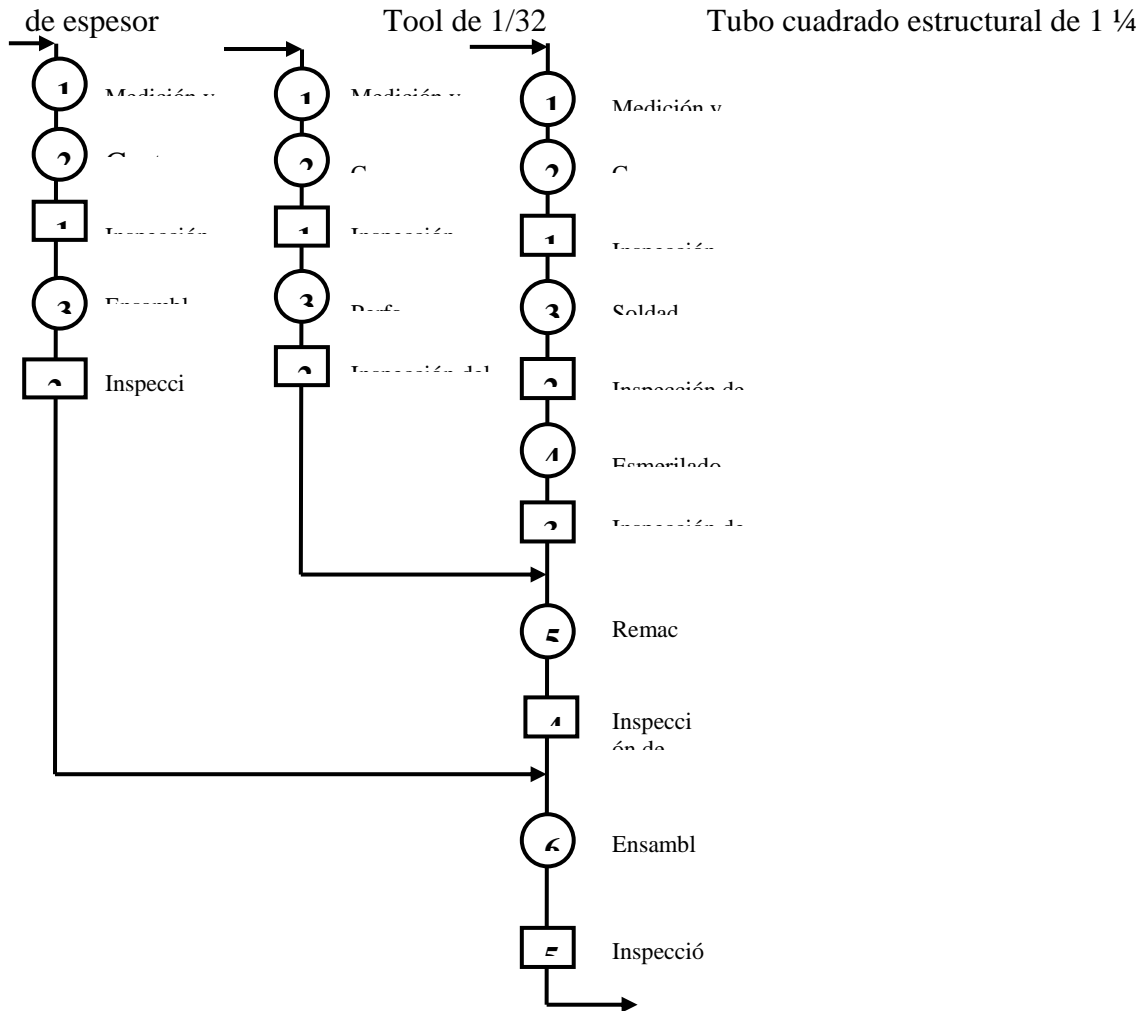


Diagrama de procesos de construcción de los puntos de apoyo principales para el avión

T-33A del ITSA. (Anexo "A")

Eje

Acero A-36 de  $\phi$  1" \* 24mm.

Plancha

Acero A-36 de 3/8 \*  $\phi$  110 mm

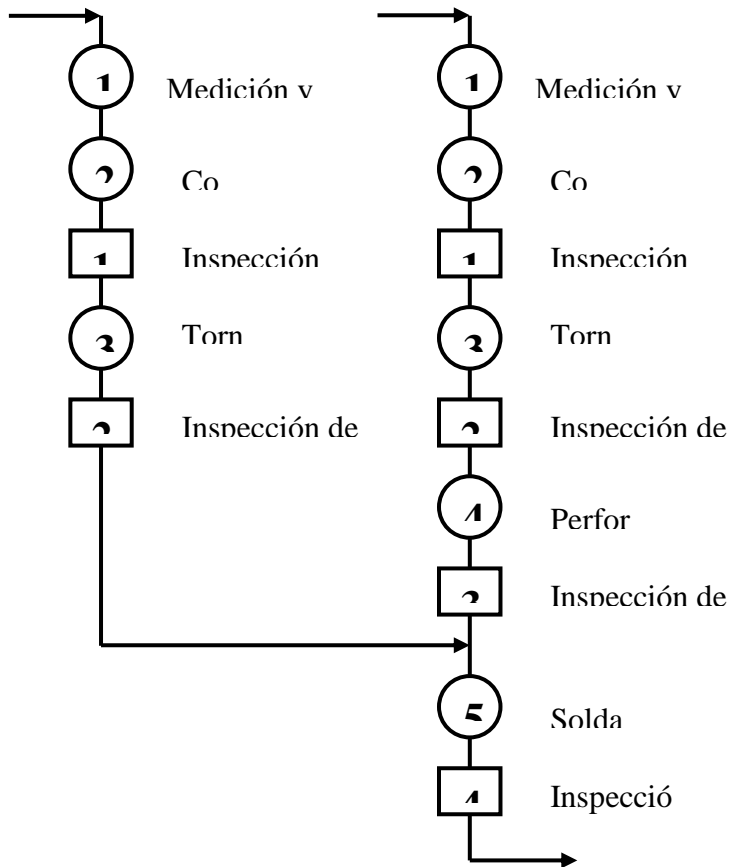


Diagrama de procesos de construcción del punto de apoyo delantero para el avión T-33A del ITSA. (Anexo "A")

Punto de apoyo

Acero AISI 705 de  $\phi$  1" \* 45 mm.

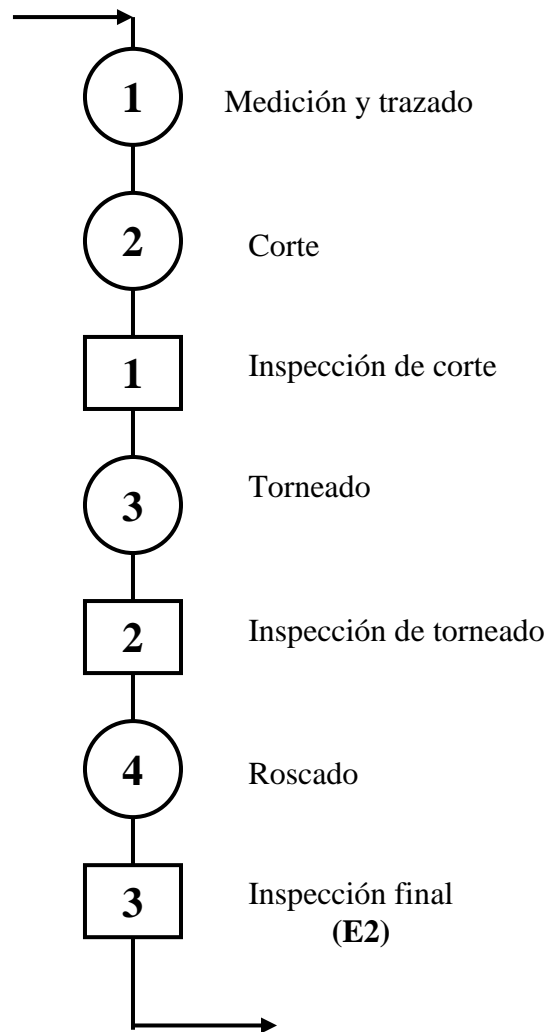


Diagrama de procesos de construcción de la llave de media luna para la instalación de la riostra del tren de aterrizaje principal (N/P. S38505). (Anexo "A")

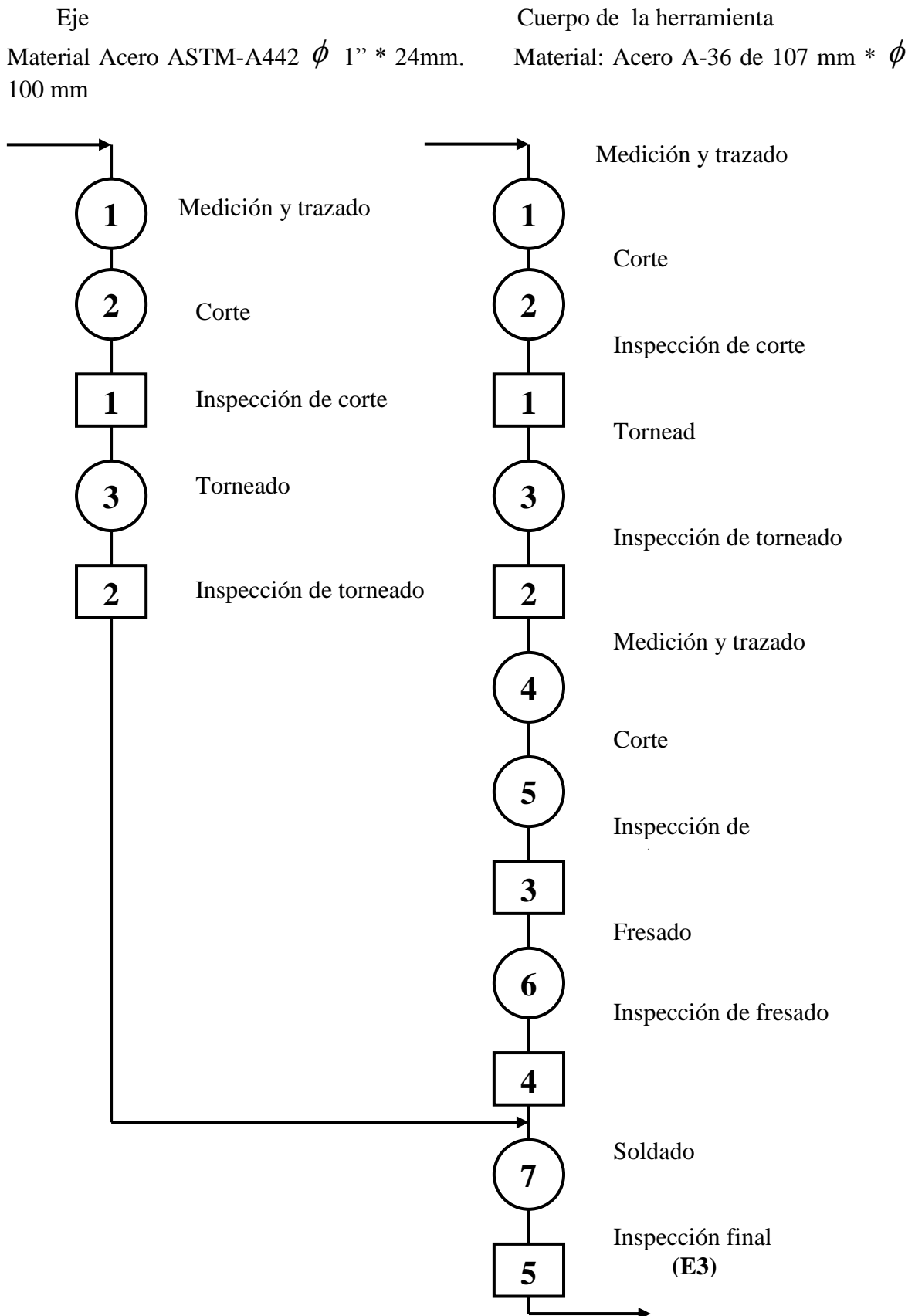


Diagrama de procesos de construcción de la llave de media luna para el tubo buzo del tren principal y de proa con N/P S40704. (Anexo "A")

Material: Acero A-36 de  $\phi$  1" \* 24mm.

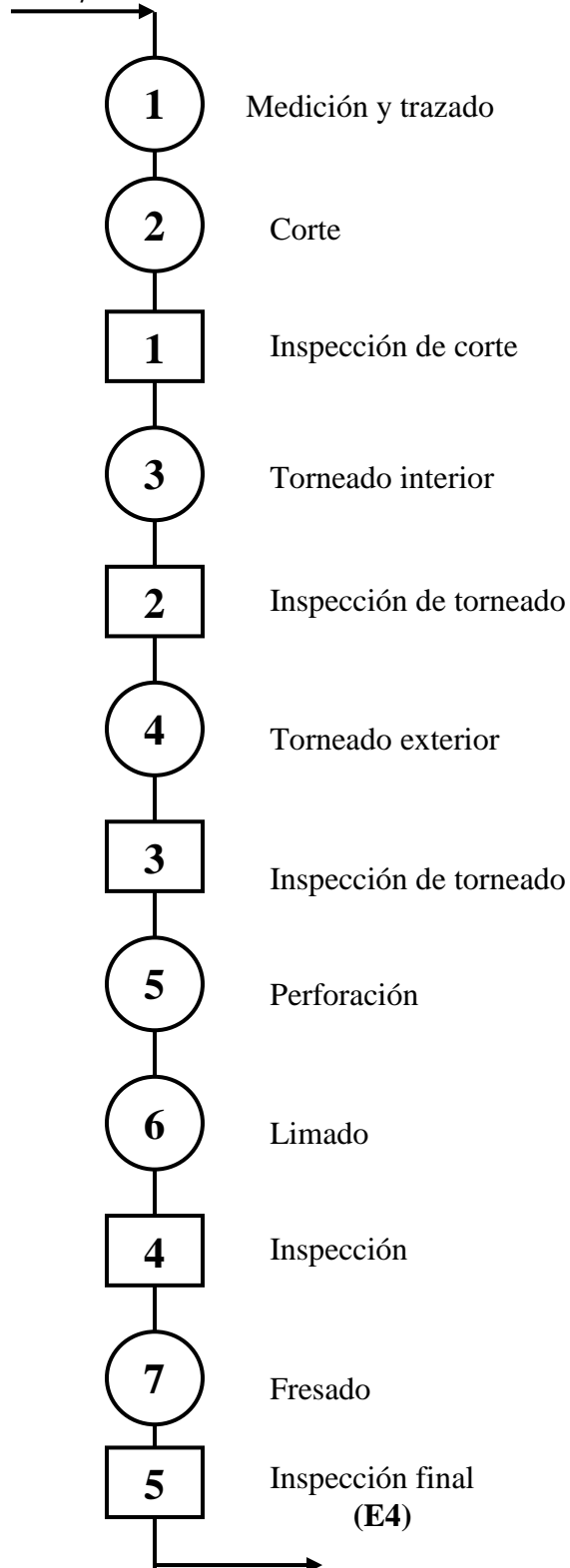


Diagrama de procesos de construcción de la palanca para la llave de la rueda del avión

T-33A del ITSA(Anexo “A”)

Cuerpo de la herramienta

Palanca

Tuerca de  $\phi$  9/16 UNF Material:

Material:

Acero A-36 de  $\phi$  32\* 40 mm

Acero A-36 de  $\phi$  25\* 300 mm.

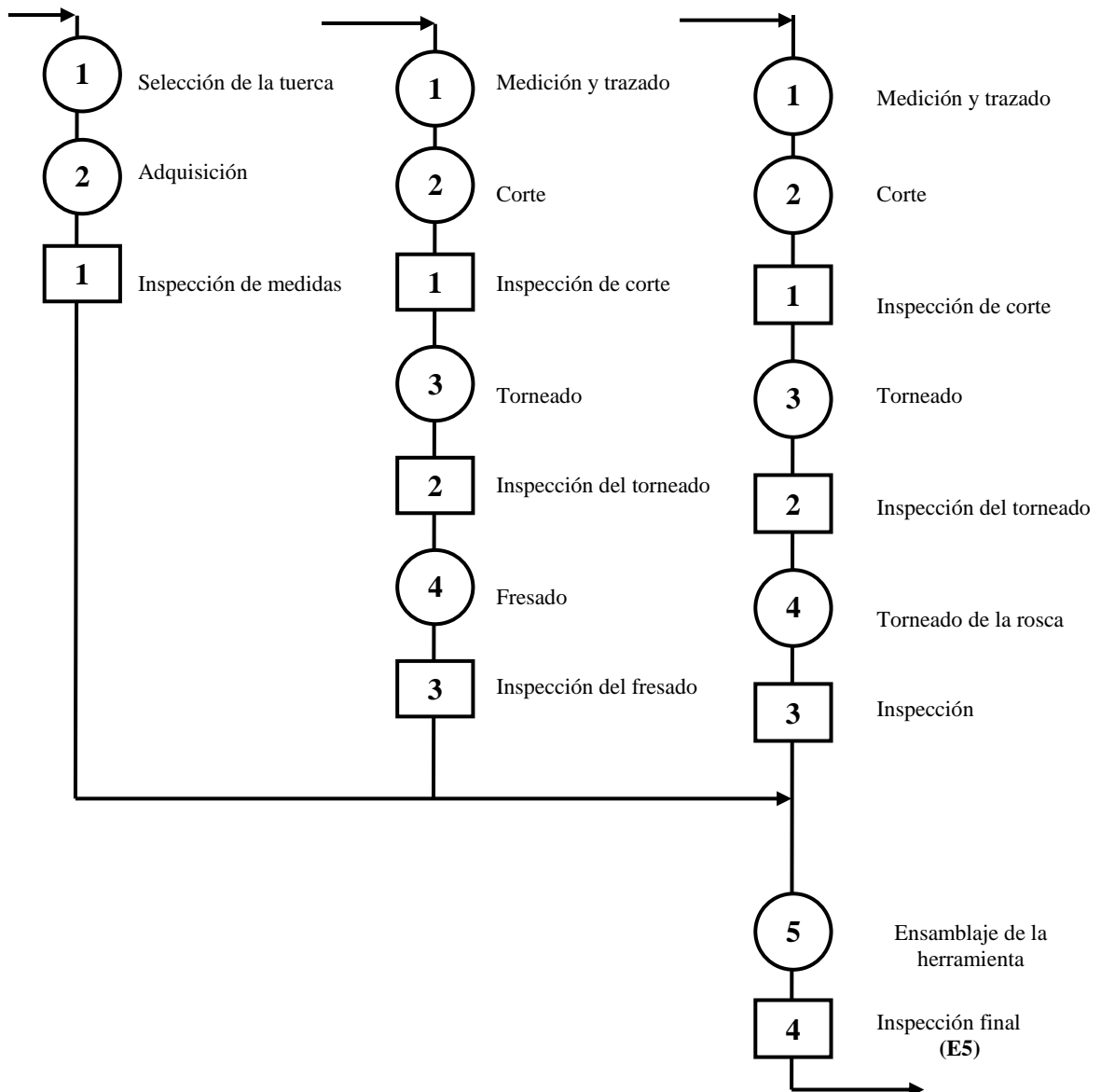
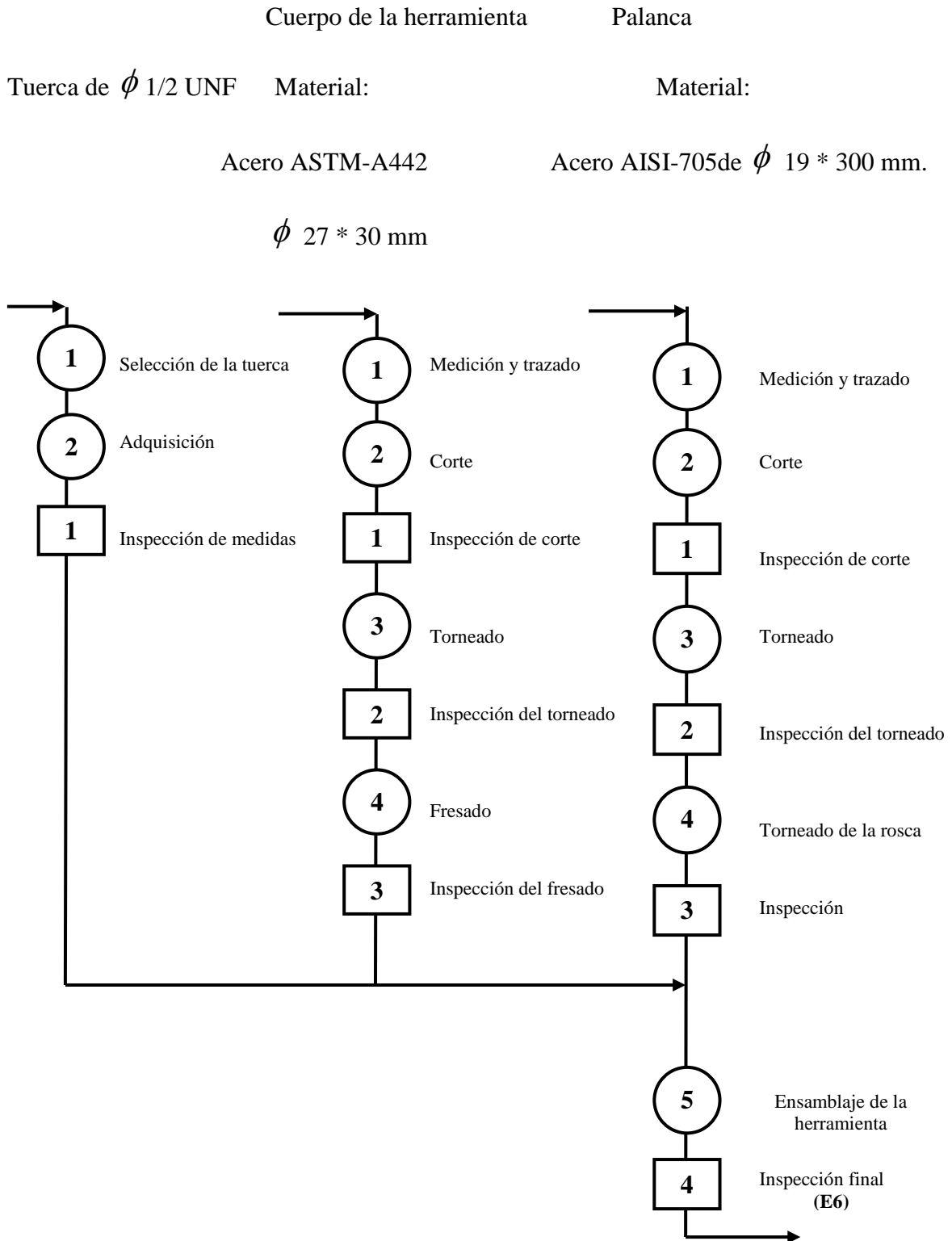


Diagrama de procesos de construcción de la palanca para las llaves para los trenes de aterrizaje del Avión T-33A del ITSA (Anexo "A").



### **3.3. DIAGRAMA DE UBICACIÓN.**

Para la ubicación de los diferentes elementos de este proyecto, se lo debe realizar observando el alcance tanto de las herramientas normales y herramientas especiales, así como de la comodidad del personal técnico para realizar movimientos de las partes que estén en mantenimiento sobre la mesa de trabajo.

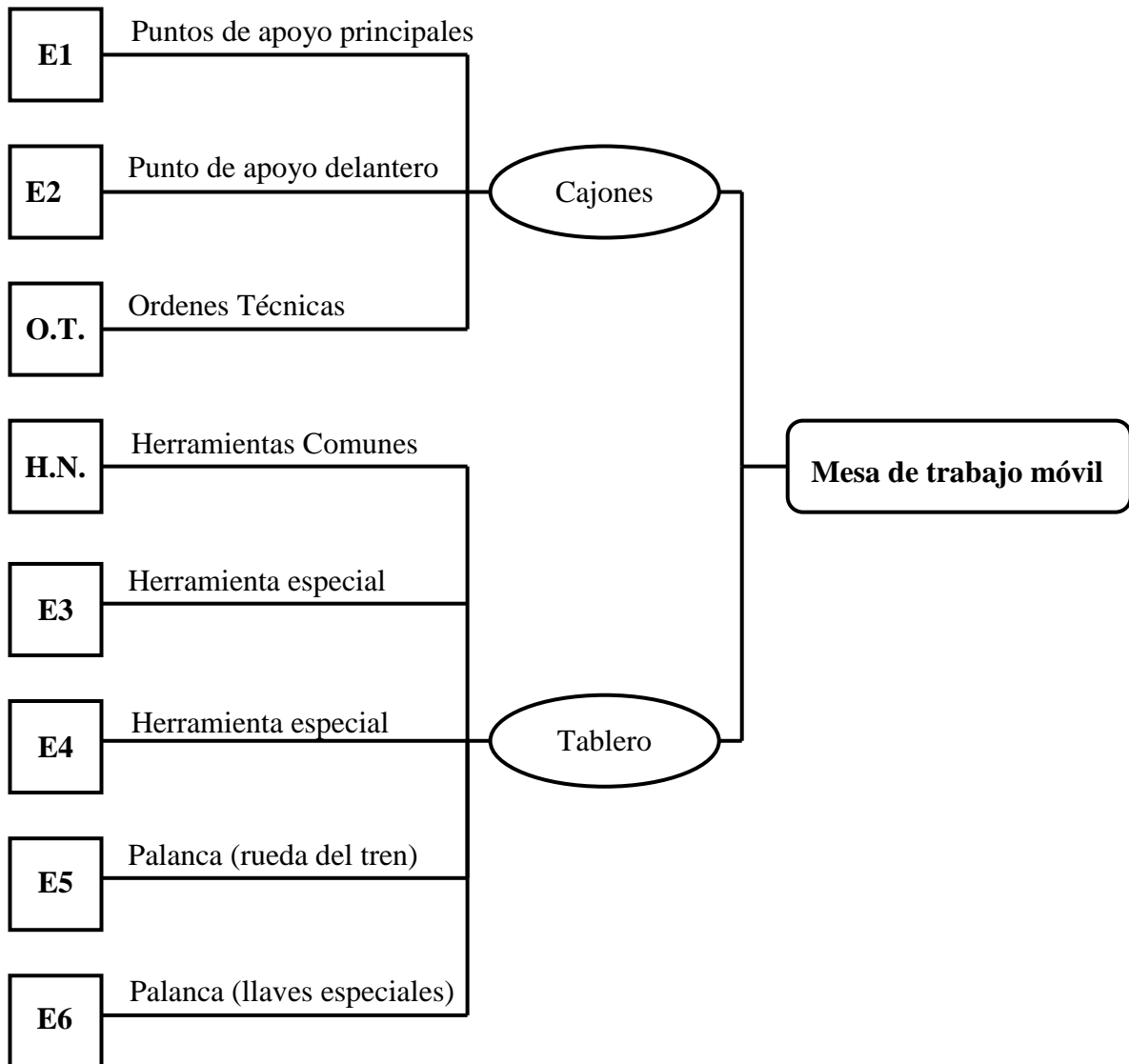
Con respecto a la ubicación de los componentes de la mesa de trabajo móvil para el montaje, desmontaje de los trenes de aterrizaje del avión T-33A, se detallan cada uno de los elementos que serán ubicados en el tablero y los cajones de acuerdo a los parámetros establecidos:

- Herramientas comunes.
- Herramientas especiales.
- Palancas
- Ordenes técnicas
- Puntos de apoyo.

A continuación se presenta el diagrama de ubicación de cada uno de los componentes de la mesa de trabajo móvil.



Diagrama de ubicación de los componentes de la mesa de trabajo móvil.



**3.4. DISTRIBUCIÓN DE PLATAFORMA DE TRABAJO.**

Para realizar la distribución de plataforma de trabajo para el Avión Escuela, se debe tomar muy en cuenta el siguiente punto:

- Adecuar el lugar de trabajo al personal técnico

Antes de diseñar la nueva distribución, se debe reunir todos los datos que puedan influir en la misma.

La opción que se ha escogido para cumplir el objetivo es la Planeación Sistemática de la distribución de Muther.

A continuación se enunciarán los elementos más importantes de los que estará compuesta la plataforma de trabajo:

- Avión Escuela T-33A del ITSA
- Mesa de trabajo móvil
- Herramientas comunes y especiales.
- Gatos para levantar el avión.
- Ordenes técnicas.
- Personal técnico.

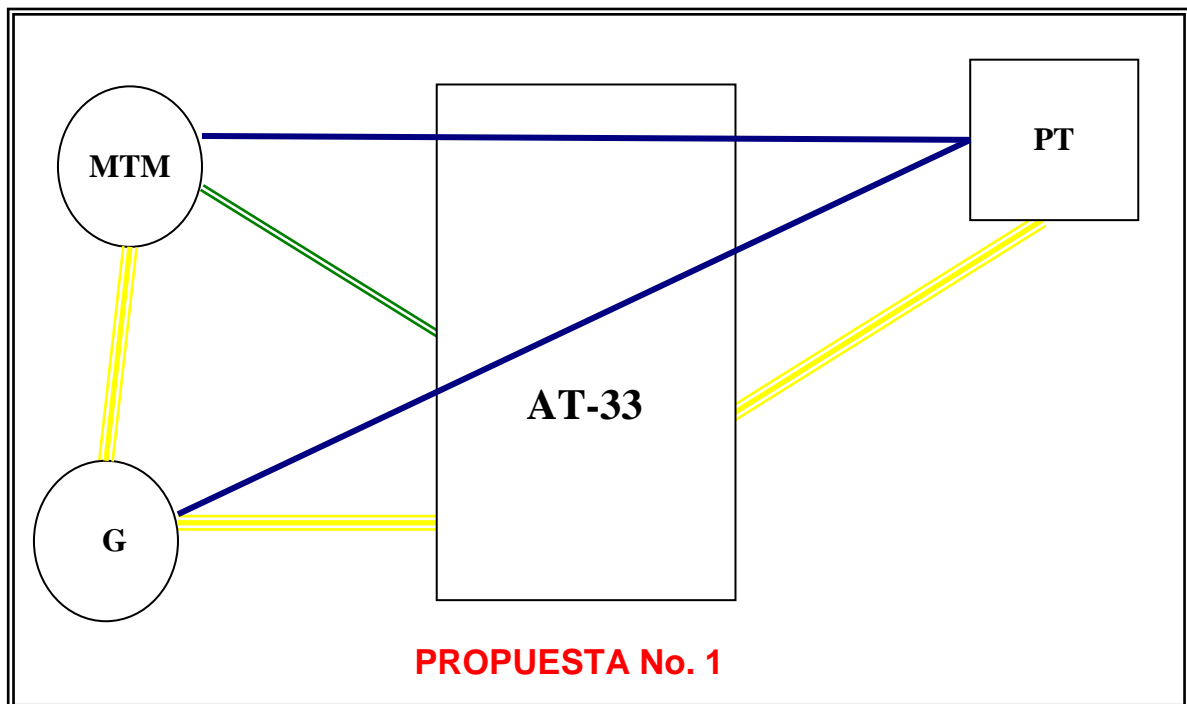
Como primer paso, se establecen las relaciones entre las diferentes áreas y se procederá a graficar de forma especial un diagrama de relaciones en función de la siguiente tabla:

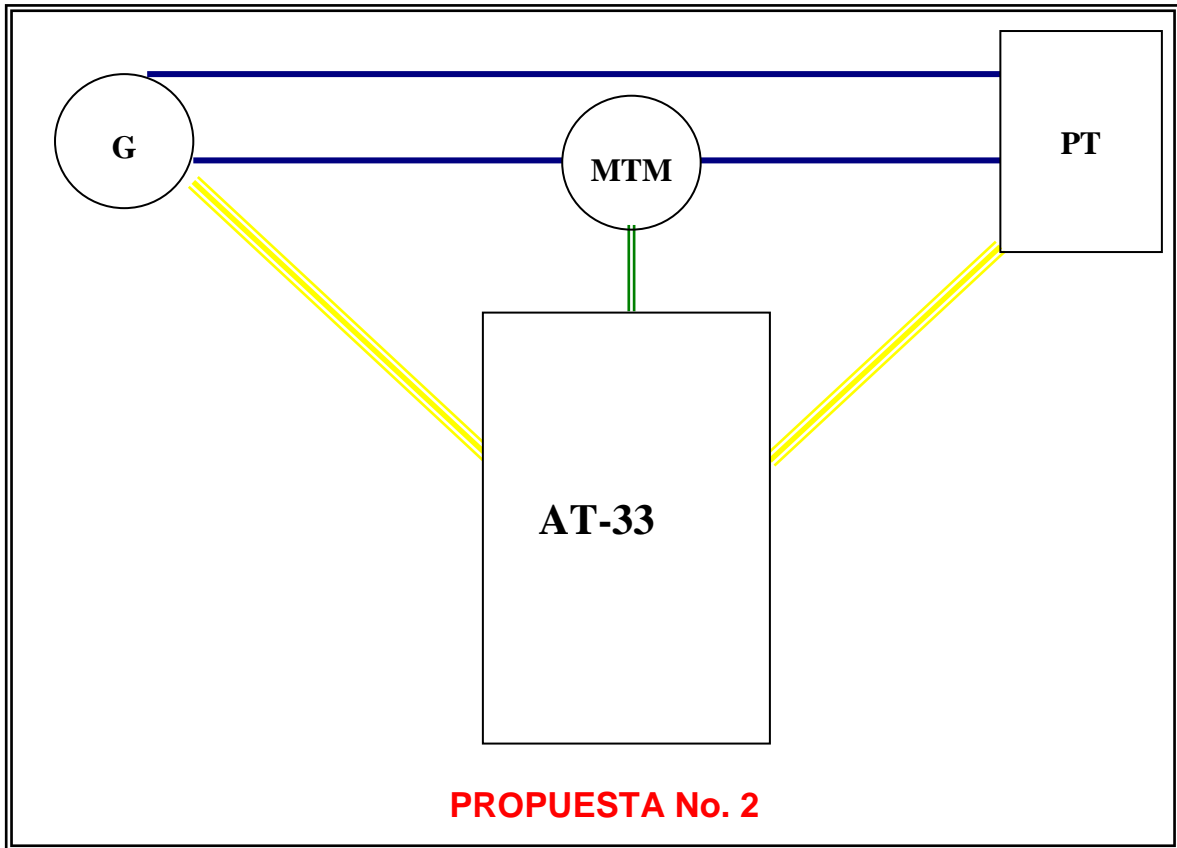
<b>RELACIÓN</b>	<b>CALIFICACIÓN DE CERCANÍA</b>	<b>VALOR</b>	<b>LINEAS DE DIAGRAMA</b>	<b>COLOR</b>
Absolutamente necesaria	A	4		Rojo
Especialmente importante	E	3		Amarillo
Importante	I	2		Verde
Ordinario	O	1		Azul
No importante	U	0		
No deseable	X	-1		Café

## DIAGRAMA DE RELACIONES

<b>COD</b>	<b>ELEMENTOS</b>	<b>AREA EFECTIVA [m<sup>2</sup>]</b>
AT-33	AVION ESCUELA T-33A	127.4
MTM	MESA Y HERRAMIENTAS	2.31
G	GATOS	1
PT	PERSONAL TÉCNICO	1

En función de este diagrama se establecen 2 propuestas de distribución de plataforma, las mismas que serán analizadas para ver cuál es la más recomendable.





**Tabla 3.6. Parámetros de Evaluación y selección de la mejor propuesta**

PARÁMETROS	Xi	M. EVALUACIÓN		M. DECISIÓN	
	CALIF.	PROP. 1	PROP. 2	PROP. 1	PROP. 2
Capacidad de expansión futura	0.7	2	2	1.4	1.4
Eficiencia de flujo	0.8	3	3	2.4	2.4
Efectividad manejo de materiales	0.8	2	3	1.6	2.4
Seguridad	0.9	3	4	2.7	3.6
Facilidad de supervisión	0.8	3	3	2.4	2.4
Estética	0.7	2	3	1.4	2.1
<b>TOTAL</b>				<b>11.9</b>	<b>14.3</b>

Una vez seleccionada la propuesta como la mejor alternativa de distribución, se procede en función del área total de la plataforma de trabajo a elaborar el plano de la plataforma.

### **3.5. PRUEBAS DE FUNCIONABILIDAD.**

Una vez realizada la construcción de los diferentes elementos del conjunto, se procede a verificar las características de cada uno de los mismos.

#### **Estructura de la mesa de trabajo móvil**

El estado de los diferentes elementos de este sistema se presenta a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 3.7: Estado de los elementos de la estructura de la mesa de trabajo móvil**

<b>Elemento</b>	<b>Cumple tolerancias</b>	<b>Ensamble óptimo</b>
Estructura de la mesa	✓	✓
Mesa de trabajo	✓	✓
Cajones	✓	✓
Ruedas	✓	✓

#### **Herramientas especiales**

El estado de las diferentes herramientas del equipo se presenta a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 3.8. Estado de las herramientas especiales para el montaje y desmontaje de los trenes de aterrizaje del Avión T-33A del ITSA.**

<b>Elemento</b>	<b>Cumple tolerancias</b>	<b>Ensamble óptimo</b>
Llave media luna con N/P S38505	✓	✓
Llave de media luna con N/P S40704.	✓	✓
Llave de media luna con N/P S38406.	✓	
Llave de media luna con N/P 205224	✓	
Llave con N/P 207780	✓	

Con respecto al funcionamiento global de todos los elementos se dice que la mesa de trabajo móvil y herramientas para el montaje, desmontaje de los trenes de aterrizaje del Avión T-33A del ITSA se encuentran en perfectas condiciones y funciona óptimamente.

A continuación se presenta a la mesa de trabajo móvil y las herramientas construidas, implementadas y en condiciones de funcionamiento.



**Figura 3.6: Mesa de trabajo y herramientas construidas e implementadas.**

## CAPÍTULO IV

### ELABORACIÓN DE MANUALES DE PROCEDIMIENTOS

#### DESCRIPCIÓN GENERAL


En este capítulo, se establece los distintos procedimientos según los requerimientos que exige las Normas ISO 9000 de verificación y mantenimiento, además de instructivos, formatos de registro con su respectiva implementación de la mesa de trabajo móvil y de las herramientas para el montaje, desmontaje de los trenes de aterrizaje del T-33A del ITSA.

La codificación del elemento y los procedimientos de ensayo se indican en tablas; los procedimientos y formatos que a continuación se detallarán, permitirán conseguir una verdadera estructuración de los mismos con el fin de obtener un trabajo de calidad.

**Tabla 4.1. Codificación de los procedimientos de ensayo de la mesa de trabajo móvil y las herramientas para los trenes de aterrizaje del Avión Escuela**

<b>Procedimiento</b>	<b>Código</b>
Mesa de trabajo móvil y herramientas para los trenes de aterrizaje del avión T-33A del ITSA	MTM-T33-01
Mantenimiento de la mesa de trabajo móvil y herramientas para los trenes de aterrizaje del avión T-33A del ITSA	MTM-T33-M1
Verificación de la mesa de trabajo móvil y herramientas para los trenes de aterrizaje del avión T-33A del ITSA	MTM-T33-V1
Operación de la mesa de trabajo móvil y herramientas para los trenes de aterrizaje del avión AT-33 del ITSA	MTM-T33-O1
Registro de vida de Mantenimiento de la mesa de trabajo móvil y herramientas para los trenes de aterrizaje del avión T-33A del ITSA	MTM-T33-R1
Registro de vida de Funcionamiento de la mesa de trabajo móvil y herramientas para los trenes de aterrizaje del avión T-33A del ITSA	MTM-T33-R2
Registro de vida de Daños de la mesa de trabajo móvil y herramientas para los trenes de aterrizaje del avión T-33A del ITSA	MTM-T33-R3



ITSA 	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>		<b>Pág. :</b> 1 de 1
	<b>MANTENIMIENTO DE LA MESA DE TRABAJO MÓVIL Y HERRAMIENTAS PARA LOS TRENES DE ATERRIZAJE DEL AVIÓN T-33A</b>		<b>Código :</b> MTM-T33-M1
T-33A	<b>Elaborado por:</b> Alno. Cayo Willams		<b>Revisión No. :</b> 1
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Subs. Chávez Segundo	<b>Fecha :</b> 2004-10-03	<b>Fecha :</b> 2004-10-03

### 1.0 OBJETIVO

Documentar el procedimiento para el mantenimiento de la mesa de trabajo móvil y las herramientas para los trenes de aterrizaje del avión T-33A del ITSA

### 2.0 ALCANCE

Contempla a la mesa de trabajo móvil para los trenes de aterrizaje del avión T-33A del ITSA.

### 3.0 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Ninguno

### 4.0 DEFINICIONES

4.1 Limpieza general: Eliminar suciedades superficiales en el equipo.

### 5.0 PROCEDIMIENTO

El técnico realiza los siguientes tipos de mantenimiento:

#### 5.1. Mantenimiento Quincenal

5.1.1. Revisar el estado de la mesa y de las herramientas para mantenerlos en óptima operación

#### 5.2. Mantenimiento Semestral

5.2.1. Limpiar la mesa de trabajo y las herramientas.

5.2.2. Revisar llantas de la mesa de trabajo móvil y lubricarlas


5.2.3 Revisar el estado de las herramientas

#### 5.3. Mantenimiento Anual

5.3.1. Revisar visualmente la estructura de la mesa y de las herramientas

5.3.2. Dar pintura a la estructura de l mesa.

**6.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD:** \_\_\_\_\_

<b>ITSA</b> 	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>		<b>Pág. :</b> 1 de 1
	<b>VERIFICACIÓN DE LA MESA DE TRABAJO MÓVIL Y HERRAMIENTAS PARA LOS TRENES DE ATERRIZAJE DEL AVIÓN T-33A</b>		<b>Código :</b> MTM-T33-V1
	<b>Elaborado por:</b> Alno. Cayo Willams.		<b>Revisión No. :</b> 1
	<b>T-33A</b>	<b>Aprobado por:</b> Ing. Subs. Chávez Segundo	<b>Fecha :</b> 2004-10-03

### 1.0 OBJETIVO

Documentar el procedimiento para la verificación de la mesa de trabajo móvil y las herramientas para los trenes de aterrizaje del avión T-33A del ITSA

### 2.0 ALCANCE

Contempla a la mesa de trabajo móvil y las herramientas para los trenes de aterrizaje del avión T-33A del ITSA

### 3.0 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Ninguno


### 4.0 DEFINICIONES

N/A

### 5.0 PROCEDIMIENTO

- 5.1. El técnico realiza la verificación del equipo cada seis meses.
- 5.2. Limpia bien las superficies sobre las cuales van a apoyarse y utilizarse las partes de los trenes durante la realización de las tareas de mantenimiento.
- 5.3. Verifica con un nivel si la mesa se encuentra correctamente nivelado con respecto a una superficie fija.
- 5.4. Verificar el estado de las herramientas al realizar tareas de mantenimiento en los trenes de aterrizaje del Avión Escuela.

**6.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD:** \_\_\_\_\_

<b>ITSA</b>  <b>T-33A</b>	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>		<b>Pág. :</b> 1 de 2
	<b>OPERACIÓN DE LA MESA DE TRABAJO MÓVIL Y HERRAMIENTAS PARA LOS TRENES DE ATERRIZAJE DEL AVIÓN T-33A</b>		<b>Código :</b> MTM-T33-O1
	<b>Elaborado por:</b> Alno. Cayo Willams.		<b>Revisión No. :</b> 1
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Subs. Chávez Segundo	<b>Fecha :</b> 2004-10-03	<b>Fecha :</b> 2004-109-03

### 1.0 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Ordenes Técnicas del Avión T-33A (T.O. 1T-33A -2)

**2.0 CÓDIGO DEL EQUIPO:** MTM-T33-01

**3.0 UBICACIÓN DEL EQUIPO:** Laboratorio de Mecánica Básica del ITSA, Plataforma de aviones comerciales del Ala 12.

**4.0 MARCA DEL EQUIPO:** Ninguna

### 5.0 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

5.1. VOLTAJE: N/A

5.2. FASES: N/A

5.3. PESO: 180 LB.

5.4. CAPACIDAD MÁXIMA DE CARGA: 250 lb. (RECOMENDADA)

5.5. COMBUSTIBLES: N/A

5.6. REFRIGERANTE: N/A

5.7. TIPO DE MOTOR: N/A

5.8. POTENCIA DEL MOTOR: N/A

### 6.0. NORMAS PARA SU FUNCIONAMIENTO:

6.1. Prepare la mesa de trabajo y las herramientas cerca del avión

6.2. Suba el avión en gatos.

6.3. Desmante los trenes de aterrizaje

6.4. Transporte el tren desde el avión hacia los talleres de mantenimiento en el caso de ser necesario.

### 7.0. PRECAUCIONES:


7.1. El transporte de la mesa con el tren debe ser moderado.

7.2. Al bajar el tren del avión debe ser de una manera muy lenta y segura, para evitar que caiga sobre el personal que está trabajando

7.3. La utilización de las herramientas debe hacerse de acuerdo a la necesidad de las mismas, tomando en cuenta los parámetros de la orden técnica.

### 8.0. NOMBRE DEL TRABAJO

8.1. Mantenimiento y transportación de los trenes de aterrizaje del avión T-33A hasta el taller de Mantenimiento.

<b>ITSA</b> 	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>		<b>Pág. :</b> 2 de 2
	<b>OPERACIÓN DE LA MESA DE TRABAJO MÓVIL PARA LOS TRENES DE ATARRIZAJE DEL AVIÓN T-33A</b>		<b>Código :</b> MTM-T33-O1
	<b>Elaborado por:</b> Alno. Cayo Willams.		<b>Revisión No. :</b> 1
	<b>T-33A</b>	<b>Aprobado por:</b> Ing. Subs. Chávez Segundo	<b>Fecha :</b> 2004-10-03


**9.0. TIEMPO DE DURACIÓN:**

9.1. De acuerdo a la duración de la tarea de mantenimiento o de la transportación

**10.0 PRESTACIÓN DE SERVICIOS:**

10.1 ITSA


10.2 ETFA

 <p><b>ITSA</b> <b>T-33A</b></p>	<p><b>REGISTRO</b></p> <p>Registro de vida de Mantenimiento de la mesa de trabajo móvil y herramientas para los trenes de aterrizaje del avión T-33A del ITSA.</p>	<p><b>Código:</b> MTM-T33-R1</p>
		<p><b>Registro No.:</b></p>

Hoja: de

No.	Fecha inicio	Fecha finalización	Trabajo Realizado	Material y/o Repuesto Utilizado	Responsable	Observaciones
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				
	/ /	/ /				


\_\_\_\_\_  
**Jefe del Taller**

 <b>ITSA</b> <b>T-33A</b>	<b>REGISTRO</b>	<b>Código:</b> MTMT33-R2
	Registro de vida de Funcionamiento de la Mesa de trabajo móvil y herramientas para los trenes de aterrizaje del avión T-33A del ITSA	<b>Registro No.:</b>

Hoja:    de

Fecha	Motivo	Pruebas Realizadas	Horas de Funcionamiento	Novedades/Observaciones
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				

\_\_\_\_\_  
**Responsable**

 <b>ITSA</b> <b>T-33A</b>	<b>REGISTRO</b>	<b>Código:</b> MTM-T33-R3
	Registro de vida de Daños de la Mesa de trabajo móvil y herramientas para los trenes de aterrizaje del avión T-33A del ITSA	<b>Registro No.:</b>

Hoja:    de

No.	Fecha	Daño Producido	Causa del daño	Acción Correctiva	Novedades/Observaciones
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				

\_\_\_\_\_  
**Responsable**

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS ECONÓMICO**

Este capítulo se refiere al costo total de la construcción de la mesa de trabajo móvil y de herramientas para el montaje, desmontaje de los trenes de aterrizaje del Avión T-33A del ITSA, sacar un presupuesto y realizar un análisis económico sobre los ahorros que se pueden hacer en la construcción de un equipo similar.

#### **5.1.PRESUPUESTO.**

En base a un estudio realizado antes de concretar el proyecto, se llegó a la conclusión que la construcción de la mesa e trabajo y las herramientas ascendía a un costo de 390 USD.

#### **5.2.ANÁLISIS ECONÓMICO.**

Existen tres rubros en la construcción de la mesa de trabajo móvil y de las herramientas para el montaje, desmontaje de los trenes de aterrizaje del avión T-33A.

- Materiales de construcción
- Mano de obra
- Maquinaria.
- Tratamientos térmicos.

A continuación se hace un desglose de cada uno de estos rubros utilizados en la construcción de este proyecto.



### 5.2.1. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

En este rubro constan todos los materiales utilizados para la construcción de la mesa y las herramientas.

**Tabla 5.1. Costo de los materiales de construcción**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO (USD)</b>
Tubo cuadrado estructural 1 ¼ *1.5mm.	35.00
Tool de 1/32"	60.00
Tableros de madera	55.00
Acero ASTM-A442	60.00
Acero ST37	20.00
Electrodos 6011 - 6013	10.00
<b>TOTAL</b>	<b>240.00</b>

### 5.2.2. MANO DE OBRA

Los costos de mano de obra están comprendidos principalmente por el montaje, manufactura, limpieza, pintura, etc.

**Tabla 5.2. Costos de Mano de obra.**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
Manufactura	40.00
Montaje	20.00
Pintura	20.00
<b>TOTAL</b>	<b>80.00</b>

### 5.2.3. MAQUINARIA

Para la construcción de la mesa de trabajo y las herramientas se utilizaron maquinas herramientas existentes en la Mecánica Agrícola “Industrial” y se realizaron tareas de aserrado, torneado, fresado, soldadura, pintado entre otros.

**Tabla 5.3. Costos de Maquinaria.**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>OPERACIÓN ( h )</b>	<b>COSTO (h)</b>	<b>TOTAL ( USD)</b>
Sierra eléctrica	12	1.00	12.00
Torno	6	5.00	30.00
Fresadora	2	5.00	10.00
Taladrado	1	1.00	1.00
Soldadura	8	1.00	8.00
Esmerilado	4	1.00	4.00
Compresor	6	1.00	6.00
		<b>TOTAL</b>	<b>71.00</b>

### 5.2.4. TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Para lograr la resistencia de cada una de las herramientas elaboradas fue necesario someterlas a tratamientos térmicos de cementación y temple, dependiendo de las herramientas y los materiales que están contruidos, que son certificados y valorados por la Fabrica BÖHLER del Ecuador, según el anexo “B”.

**Tabla 5.4. Costo de los tratamientos térmicos.**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANT.</b>	<b>VALOR C/U</b>	<b>TOTAL ( USD)</b>
Cementación	02	4.41	8.82
Temple	05	4.54	22.70
		<b>TOTAL</b>	<b>31.52</b>

El costo total de la construcción de la Mesa de trabajo móvil y de herramientas para el montaje, desmontaje de los trenes de aterrizaje el avión T-33A es:

**Tabla 5.5. Costo total de la construcción.**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD ( USD)</b>
Materiales de construcción	240.00
Mano de obra	80.00
Maquinaria	71.00
Tratamientos térmicos	31.52
<b>TOTAL</b>	<b>422.52</b>

Es importante recalcar que este es el costo de la construcción del equipo y no están considerados los gastos varios, debido a que al realizar una nueva construcción de este proyecto, no se hace necesaria repetir la parte teórica del mismo.

En la descripción de materiales y elementos que se utilizan para la construcción del proyecto, se determina que existen dos egresos que al ser revisados pueden significar un ahorro significativo en el caso de realizar la construcción de un proyecto similar al nuestro.

Los rubros que se pueden evitar son:

<b>DETALLE</b>	<b>COSTO (USD)</b>
Maquinaria.	71.00
Mano de obra.	80.00
<b>TOTAL</b>	<b>151.00</b>

Se seleccionó estos parámetros debido a que la mayor parte de la construcción fue realizada en la Mecánica Agrícola “Industrial”, al mismo tiempo y en el mismo lugar en el caso de la mano de obra.

Realizado el análisis económico se determina que al aprovechar la maquinaria existente en el Ala N° 12, se puede ahorrar la cantidad de 151.00 USD, que representa el 35,73 % de ahorro al realizar la construcción en nuestros talleres.

**Tabla 5.6. Comparación de costos**

<b>DETALLE</b>	<b>COSTO (USD)</b>
Costo total del equipo	422.52
Costo sin gastos de maquinaria y mano de obra	271.52
<b>AHORRO</b>	<b>151.00</b>

Al aprovechar al máximo la mano de obra y maquinaria existente en el Ala N° 12 se puede realizar una construcción menos costosa y con las mismas características que al construir en un taller particular.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **5.3. CONCLUSIONES.**

- La investigación realizada sobre las herramientas especiales permitió seleccionar las herramientas a construir; a su vez permitió definir las herramientas comunes necesarias para trabajos de mantenimiento en el sistema de trenes de aterrizaje del Avión T-33A.
- Los materiales de construcción de las herramientas están basadas a la ergonomía, utilización y mantenimiento de las mismas.
- La mesa de trabajo y las herramientas construidas de acuerdo a las pruebas funcionales, se encuentran operativas y en buenas condiciones para su utilización.

#### **5.4. RECOMENDACIONES.**

- Se debe seguir los manuales de mantenimiento y operación para su fácil manejo.
- Mantener un orden en la posición de las herramientas en la mesa de trabajo para su fácil acceso y rápida ubicación

- Mantener la información adecuada al alcance del personal técnico cuando sea necesario para su operación
  
- Implementar este proyecto para su utilización en tareas de mantenimiento, enseñanza a los alumnos civiles y militares que estudian en el ITSA, forma en la cual se mejorara la calidad de profesionales preparados en este Instituto.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Manual de instrucciones de instalación y mantenimiento del avión T-33A (T.O. 1T-33A-2).
  
- Joseph Shigley, (2002). Diseño en Ingeniería Mecánica. Mc. GRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A., sexta edición
  
- Beer Johnston, (1997). Mecánica vectorial para ingenieros. Mc. GRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A., sexta edición.
  
- V.M. Faires, (1992). Diseño de elementos de máquinas. EDITORIAL LIMUSA, primera edición en español.

**A  
N  
E  
X  
O  
S**



Anexo “A”  
**PLANOS**

Anexo “B”  
TRATAMIENTOS  
TÉRMICOS

Quito, 24 de septiembre de 2004

No. GTC-033

## CERTIFICADO

**DE: GERENCIA TÉCNICA**  
**PARA: WILLAMS CAYO**  
**ASUNTO: TRATAMIENTO TÉRMICO TEMPLE**

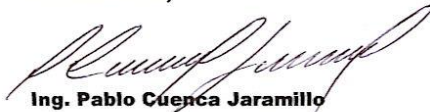
---

Por medio de la presente certificamos que el señor **WILLAMS CAYO** envió a realizar tratamiento térmico de distensionado, temple y revenido en nuestra planta a 1 piezas de acero **ASSAB 705**, con un peso menor a 1.00 kg.

El proceso es realizado en baño de sales de temple, enfriamiento al isotérmico a 200°C revenido en horno de aire forzado. La dureza obtenida luego de estos tratamientos es de 54 HRC.

Este trabajo fue realizado mediante orden de trabajo No. 0011966 y despachado mediante factura 0059351.

Atentamente,



**Ing. Pablo Cuenca Jaramillo**  
**Gerente Técnico**  
**Aceros Bohler del Ecuador S. A.**

Adjunto: copia orden de trabajo No. 0011966.



**TRATAMIENTOS TERMICOS**

**ORDEN DE TEMPLE / REVENIDO (UIO)**

N° 0011966

CONTRIBUYENTE ESPECIAL  
Resol. 194 Diciembre 10 - 1999

83096  
Fecha: 09/10/01

Nombre: William Cuyo Dirección: \_\_\_\_\_ Telf.: \_\_\_\_\_

Mercancía entregada: Denominación de la pieza: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ piezas \_\_\_\_\_ Kgs.

Acero: 7.5 Tratamiento Temple y Revenido, Recocido DUREZA deseada: 55

Observaciones: SISTEMAS

**AVISO IMPORTANTE:**

Las piezas serán tratadas con el mayor cuidado y la técnica más moderna. En el caso de reclamos, a efectuarse a más tardar dentro de los quince días posteriores a la fecha de entrega del trabajo, nuestra responsabilidad no será mayor que el valor del servicio del tratamiento térmico, salvo con piezas aceptadas y cotizadas bajo garantía (consultar condiciones especiales).  
Luego de los 60 días de realizado el tratamiento térmico, la Empresa no asume ningún tipo de responsabilidad por las piezas que no hayan sido retiradas de la planta, en cuyo caso se procede según disposiciones legales. La suscripción de la presente orden por el cliente implica la aceptación plena de las presentes condiciones de trabajo.

Valor por kilo \$ 11.11 Subtotal \$ \_\_\_\_\_ Dcto. \$ \_\_\_\_\_ I.V.A. \$ 12% Total \$ 5,08

ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A.

59357

FIRMA CLIENTE

**PRESCRIPCIÓN PARA TALLER DE TEMPLE:**

**DUREZA FINAL:**

Tratamiento	Horno No.	Temperatura	Tiempo de espera	ENFRIAMIENTO		Dureza H.R.C.	Observaciones
				agua/aceite	Baño Temp. °C.		
Recocido							
Distensionado	4	500°	60'				<u>54HRC</u>
Pre calentamiento	4	500°	60'				
Temple	3	840°	25'	→	20°		
Revenido	2	200°	2h				
2 Revenido							
3 Revenido							

CONTROL



Quito, 24 de septiembre de 2004

No. GTC-032

## CERTIFICADO

**DE: GERENCIA TÉCNICA**  
**PARA: WILLAMS CAYO**  
**ASUNTO: TRATAMIENTO TÉRMICO CEMENTACIÓN**

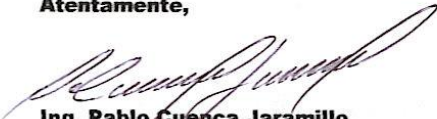
---

Por medio de la presente certificamos que el señor **WILLAMS CAYO** envió a realizar tratamiento térmico de distensionado, cementación, temple y revenido en nuestra planta a 3 piezas de acero bajo carbono (hierro), con un peso menor a 1.00 kg.

El proceso es realizado en baño de sales de cementación y temple, enfriamiento al agua y revenido en horno de aire forzado. La dureza obtenida luego de estos tratamientos es de 56 HRC.

Este trabajo fue realizado mediante orden de trabajo No. 0017620 y despachado mediante factura 0059812.

Atentamente,



**Ing. Pablo Cuenca Jaramillo**  
Gerente Técnico  
Aceros Bohler del Ecuador S. A.

Adjunto: copia orden de trabajo No. 0017620.

3:15  
5:00

**ORDEN DE CEMENTACION (UIO) 0017620**

CONTRIBUYENTE ESPECIAL  
Resol. 194 Diciembre 10 - 1999

Fecha: 17-07-2017

Nombre: WILSON SANCHEZ Dirección: \_\_\_\_\_ Telf.: \_\_\_\_\_

Mercancía entregada: Denominación de la pieza: \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ piezas \_\_\_\_\_ Kgs.

Acero: H15 Cementación Temple y Revenido, PROFUNDIDAD deseada: \_\_\_\_\_

Observaciones: SBTT 3012 03 RG.

**AVISO IMPORTANTE:**

Las piezas serán tratadas con el mayor cuidado y la técnica más moderna. En el caso de reclamos, a efectuarse a más tardar dentro de los quince días posteriores a la fecha de entrega del trabajo, nuestra responsabilidad no será mayor que el valor del servicio del tratamiento térmico, salvo con piezas aceptadas y cotizadas bajo garantía (vea: condiciones especiales).  
Luego de los 60 días de realizado el tratamiento térmico, la Empresa no asume ningún tipo de responsabilidad por las piezas que no hayan sido retiradas de la planta, en cuyo caso se procede según disposiciones legales. La suscripción de la presente orden por el cliente implica la aceptación plena de los presentes condiciones de trabajo.

Valor por kilo \$ 4,11 Subtotal \$ \_\_\_\_\_ Dcto. \$ \_\_\_\_\_ I.V.A. \$ 12,76 Total \$ 4,97

ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A.

#59812 [Signature]  
FIRMA CLIENTE

**PRESCRIPCION PARA TALLER DE TEMPLE:**

**DUREZA FINAL:**

Tratamiento	Horno No.	Temperatura	Tiempo de espera	ENFRIAMIENTO		Dureza H.R.C.	Observaciones
				agua/aceite	Baño Temp. °C.		
Distensionado	4	500°	60'				
Precalentamiento	4	500°	60'				
Cementación	3	985°	3h	→	aire		
Temple	3	820°	20'	-	agua		
Revenido	2	200°	2h				
2 Revenido							
3 Revenido							

Córdoba Prelo - Tel: 2562 - 685 - Impresión Octubre 2002 - © Dal 1991 al 1999

[Signature]

CONTROL

Quito, 24 de septiembre de 2004

No. GTC-031

## CERTIFICADO

**DE: GERENCIA TÉCNICA**  
**PARA: WILLAMS CAYO**  
**ASUNTO: TRATAMIENTO TÉRMICO CEMENTACIÓN**

---

Por medio de la presente certificamos que el señor **WILLAMS CAYO** envió a realizar tratamiento térmico de distensionado, cementación, temple y revenido en nuestra planta a 2 piezas de acero bajo carbono (hierro), con un peso de 2.00 kg.

El proceso es realizado en baño de sales de cementación y temple, enfriamiento al agua y revenido en horno de aire forzado. La dureza obtenida luego de estos tratamientos es de 60 – 61 HRC.

Este trabajo fue realizado mediante orden de trabajo No. 0017415 y despachado mediante factura 0059351.

Atentamente,



**Ing. Pablo Cuenca Jaramillo**  
**Gerente Técnico**  
**Aceros Bohler del Ecuador S. A.**

Adjunto: copia orden de trabajo No. 0017415.



12:15:00

**TRATAMIENTOS TERMICOS**

**ORDEN DE CEMENTACION (UIO) 0017415**

CONTRIBUYENTE ESPECIAL  
Resol. 194 Diciembre 10 - 1999

83096

Fecha: 02 Sep/2010

Nombre: Williams Cayo Dirección: \_\_\_\_\_ Telf.: \_\_\_\_\_

Mercancía entregada: Denominación de la pieza: \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_ 2 piezas 2,00 Kgs.

Acero: TE Cementación Temple y Revenido, PROFUNDIDAD deseada: \_\_\_\_\_

Observaciones: SUTT3020326

**AVISO IMPORTANTE:**

Las piezas serán tratadas con el mayor cuidado y la técnica más moderna. En el caso de reclamos, a efectuarse a más tardar dentro de los quince días posteriores a la fecha de entrega del trabajo, nuestra responsabilidad no será mayor que el valor del servicio del tratamiento térmico, salvo con piezas aceptadas y cotizadas bajo garantía (vea: condiciones especiales).

Luego de los 60 días de realizado el tratamiento térmico, la Empresa no asume ningún tipo de responsabilidad por las piezas que no hayan sido retiradas de la planta, en cuyo caso se procede según disposiciones legales. La suscripción de la presente orden por el cliente implica la aceptación plena de los presentes condiciones de trabajo.

Valor por kilo \$ 4,41 Subtotal \$ 882 Dcto. \$ \_\_\_\_\_ IVA \$ 127 Total \$ 989

ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A.

59351

[Signature]  
PRIMA CLIENTE

**PRESCRIPCIÓN PARA TALLER DE TEMPLE:  
DUREZA FINAL:**

Tratamiento	Homo N°.	Temperatura	Tiempo de espera	ENFRIAMIENTO		Dureza H.R.C.	Observaciones
				agua/aceite	Baño Temp. °C.		
Distensionado	4	500°	60°				<u>60-6/11/2010</u>
Precalentamiento	4	500°	60°				
Cementación	3	930°	3h	→	aire		
Temple	3	820	2h	→	aire		
Revenido	3	200	2h.				
2 Revenido							
3 Revenido							

Gráficas Peñole - Telf.: 2562 - 605 - Impresión Octubre 2002 - De 15001 al 16000

[Signature]  
CONTROL



**BÖHLER** Grupo BÖHLER UDDEHOLM  
**ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A. BOEHLER**  
 MATRIZ QUITO: De las Avellanas E1-112 y Panamericana Norte Km. 5 1/2  
 Telfs: 247 3080 - 247 3081 - 280 7936 - 280 7937 - 247 8415 - 247 6138  
 Fax: 247 7918 • Casilla: 17-06-08456  
 Cel: 09 983 0546

SUCURSAL GUAYAQUIL: Km. 7 1/2 Vía a Daule s/n y Calle Cuarta  
 Telfax: 229 2922 - 229 1170 - 229 2921 - 229 7352 - 229 0282  
 Cel: 09 983 0549  
 www.bohlercuador.com

FACTURA N°: 0059351  
 CÓD. CLIENTE: 9  
 NOMBRE: WILLIAMS CAYO 0502270275  
 DIRECCIÓN: LATACUNGA 098250784  
 TELÉFONO:  
 CIUDAD: QUITO

FACTURA N° 001-001- **0059351**

Autorización SRI N° 1086311298  
 RUC 1791304667001  
 GUÍA DE REMISIÓN: 000000000  
 FECHA EMISIÓN: 02/09/2004  
 N. PEDIDO N°: STK 83096  
 CÓD. VENDEDOR: 799

CONTRIBUYENTE ESPECIAL  
 Resolución 194 - Diciembre 10 - 1999

CÓDIGO DEL ARTÍCULO	NOMBRE DEL ARTÍCULO	CANTIDAD	% DESC.	P. UNITARIO	TOTAL
SBT101R01RG	SERV. BOEHLER TRAT. TERMICO TEMPLE 800 - 900 GRAD RANGO KIL0.0.01KGx 1KG	1.00	0.00	4.54	4.54
SBT30R03RG	SERV. BOEHLER TRAT. TERMICO CEMENTACION 0.7 - 1.0 MM RANGO K 1.01KGx 2KG	2.00	0.00	4.41	8.82

Impreso por POLIGRAFICA C.A. Telfs: (02) 2504164, Quito - (04) 2566733, Guayaquil • RUC 0990158436001 • Aut.1122 • SP. • 12.500 U. • 0056001 - 0068500 • 06/05/2004 • Valido para su emision hasta Mayo del 2005

CONDICIONES DE PAGO:  
 NC Vence Cuota  
 01 02/09/2004 14.96

DES-PACHADO POR RECIBI CONFORME  
 Estimado Cliente:  
 Sólo se dará por cancelada esta factura mediante la presentación del Recibo de Caja emitido y suscrito por ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR.  
 Sírvase cancelar con cheque cruzado a la orden de ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A.

12.00%  
 SUBTOTAL 13.36  
 IVA 1.60  
 TOTAL 14.96

CLIENTE

**BÖHLER** Grupo BÖHLER UDDEHOLM  
**ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A. BOEHLER**  
 MATRIZ QUITO: De las Avellanas E1-112 y Panamericana Norte Km. 5 1/2  
 Telfs: 247 3080 - 247 3081 - 280 7936 - 280 7937 - 247 8415 - 247 6138  
 Fax: 247 7918 • Casilla: 17-06-08456  
 Cel: 09 983 0546

SUCURSAL GUAYAQUIL: Km. 7 1/2 Vía a Daule s/n y Calle Cuarta  
 Telfax: 229 2922 - 229 1170 - 229 2921 - 229 7352 - 229 0282  
 Cel: 09 983 0549  
 www.bohlercuador.com

FACTURA N°: 0059812  
 CÓD. CLIENTE: 9  
 NOMBRE: WILLIAN CAYO  
 DIRECCIÓN: LATACUNGA  
 TELÉFONO:  
 CIUDAD: QUITO

FACTURA N° 001-001- **0059812**

Autorización SRI N° 1086311298  
 RUC 1791304667001  
 GUÍA DE REMISIÓN: 000000000  
 FECHA EMISIÓN: 17/09/2004  
 N. PEDIDO N°: STK 83591  
 CÓD. VENDEDOR: 799

CONTRIBUYENTE ESPECIAL  
 Resolución 194 - Diciembre 10 - 1999

CÓDIGO DEL ARTÍCULO	NOMBRE DEL ARTÍCULO	CANTIDAD	% DESC.	P. UNITARIO	TOTAL
SBT30R03RG	SERV. BOEHLER TRAT. TERMICO CEMENTACION 0.7 - 1.0 MM RANGO K 0.01KGx 1KG	1.00	0.00	4.41	4.41

Impreso por POLIGRAFICA C.A. Telfs: (02) 2504164, Quito - (04) 2566733, Guayaquil • RUC 0990158436001 • Aut.1122 • SP. • 12.500 U. • 0056001 - 0068500 • 06/05/2004 • Valido para su emision hasta Mayo del 2005

CONDICIONES DE PAGO:  
 NC Vence Cuota  
 01 17/09/2004 4.94

DES-PACHADO POR RECIBI CONFORME  
 Estimado Cliente:  
 Sólo se dará por cancelada esta factura mediante la presentación del Recibo de Caja emitido y suscrito por ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR.  
 Sírvase cancelar con cheque cruzado a la orden de ACEROS BOEHLER DEL ECUADOR S.A.

12.00%  
 SUBTOTAL 4.41  
 IVA 0.53  
 TOTAL 4.94

CLIENTE

Aceros Bohler del Ecuador  
 CONTROL INTERNO  
 WILLIAMS CAYO  
 Fecha: 2004/09/17  
 Firma:

Anexo “C”

**PROPIEDADES  
DE LOS ACEROS**

Material	Peso específico lb/pulg <sup>3</sup>	Resistencia última			Fluencia <sup>2</sup>		Módulo de Elasticidad 10 <sup>6</sup> psi	Módulo de Rigidez 10 <sup>6</sup> psi	Coeficiente de expansión térmica 10 <sup>-6</sup> /°F	Ductilidad, porcentaje de elongación en 2 pulg
		Tensión ksi	Compresión <sup>2</sup> , ksi	Cortante ksi	Tensión ksi	Cortante ksi				
<b>ACERO:</b>										
(ASTM-A36) Estructural Alta resistencia	0.284	58			36	21	29	11.2	6.5	23
ASTM-A242	0.284	70			50	30	29	11.2	6.5	22
ASTM-A441	0.284	67			46		29	11.2	6.5	21
ASTM-A572	0.284	60			42		29	11.2	6.5	24
Templado										
ASTM A-514	0.284	110			100	55	29	11.2	6.5	18
<b>AISI 302 Inoxidable</b>										
Laminado en frío	0.286	125			75		28	10.8	9.6	12
Recocido	0.286	95			38	22	28	10.8	9.6	50
<b>Acero de refuerzo</b>										
Resistencia media	0.283	70			40		29	11	6.5	
Alta resistencia	0.283	90			60		29	11	6.5	
<b>FUNDICIÓN:</b>										
Fundición gris										
4.5% C, ASTM A-48	0.260	25	95	35			10	4.1	6.7	0.5
Hierro fundido										
2% C, 1% Si, ASTM A-47	0.264	50	90	48	33		24	9.3	6.7	10
<b>ALUMINIO:</b>										
Aleación 1100-H14 (99% Al)	0.098	16		10	14	8	10.1	3.7	13.1	9
Aleación 2014-T6	0.101	66		40	58	33	10.9	3.9	12.8	13
Aleación 2024-T4	0.101	68		41	47		10.6		12.9	19
Aleación 5456-H116	0.095	46		27	33	19	10.4		13.3	16
Aleación 6061-T6	0.098	38		24	35	20	10.1	3.7	13.1	17
Aleación 7075-T6	0.101	83		48	73		10.4	4	13.1	11
<b>COBRE</b>										
Libre de oxígeno (99.9% Cu)										
Recocido	0.322	32		22	10		17	6.4	9.4	45
Endurecido	0.322	57		29	53		17	6.4	9.4	4
<b>Latón amarillo (65% Cu, 35% Zn)</b>										
Laminado en frío	0.306	74		43	60	36	15	5.6	11.6	8
Recocido	0.306	46		32	15	9	15	5.6	11.6	65
<b>Latón rojo (85% Cu, 15% Zn)</b>										
Laminado en frío	0.316	85		46	63		17	6.4	10.4	3
Recocido	0.316	39		31	10		17	6.4	10.4	48
<b>Estaño bronce (88 Cu, 8Sn, 4Zn)</b>										
	0.318	45			21		14		10	30
<b>Manganeso bronce (63 Cu, 25 Zn, 6 Al, 3 Mn, 3 Fe)</b>										
	0.302	95			48		15		12	20
<b>Aluminio bronce (81 Cu, 4 Ni, 4 Fe, 11 Al)</b>										
	0.301	90	130		40		16	6.1	9	6

Anexo “D”  
ACEROS  
ESPECIALES.



Marca BÖHLER	Composición química (valores promedio)										Normas comparables			Descripción, aplicaciones	Tratamiento térmico				
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W	Co	UNE	AISI	DIN	Recoque		Dureza H <sub>R</sub> máx. (Recoque)	Temple °C enfriamiento rápido	Revenido °C	Dureza después del revenido HRC	

ACEROS RAPIDOS													Recoque °C	Dureza H <sub>R</sub> máx. (Recoque)	Temple °C enfriamiento rápido	Revenido °C	Dureza después del revenido HRC	
	<b>S 390</b> SOMATEL PA	1.60	0.30	0.30	4.80	2.00	0.30 Máx.	5.00	10.50	8.00	-	-	-	770-840	300	1050-1250 O, AB, S	520-550	63-65
	<b>S 600</b>	0.90	0.25	0.30	4.10	5.00	-	1.80	6.40	-	F 5601	A2	1.3143 S 6.6.2	770-840	280	1090-1210 O, AB, S	540-570	64-66
	<b>S 690</b> SOMATEL PA	1.33	0.35	0.30	4.30	4.90	0.30 Máx.	4.10	5.90	-	-	A4	-	770-840	280	1150-1200 O, AB, S	540-570	64-66

ACEROS PARA TRABAJOS EN CALIENTE													Recoque °C	Dureza H <sub>R</sub> máx. (Recoque)	Temple °C enfriamiento rápido	Dureza ultrablanda HRC	Dureza HRC promedio después del revenido a °C								
																	100	200	300	400	500	600	650	700	
	<b>W 302</b> SOMATEL 280	0.39	1.00	0.40	5.10	1.30	-	0.95	-	-	F 5318	H12	1.2344 S42CrMo5.3	750-800	275 (245)	1020-1080 O, S	52-56	-	-	54	55	54	50	40	32
	<b>W 320</b> SOMATEL 380	0.31	0.30	0.35	2.90	2.80	-	0.50	-	-	F 5313	H10	1.2345 S32CrMoV5.3	750-800	229 (205)	1010-1040 O, S	52-56	-	-	50	51	52	50	45	34
	<b>W 321</b>	0.39	0.30	0.35	2.90	2.80	-	0.50	-	2.90	F 5314	-	1.2380 S32CrMoV5.3	750-800	229 (205)	1000-1070 O, S	52-56	-	-	50	52	53	50	47	34
	<b>W 500</b>	0.55	0.25	0.75	1.10	0.50	1.70	0.10	-	-	F 5307	46	1.2711 S45CrMoV4	650-700	248	830-870/O 870-900/A	52-58	44-50	-	48	44	41	28	25	

ACEROS PARA TRABAJOS EN FRIO													Recoque °C	Dureza H <sub>R</sub> máx. (Recoque)	Temple °C enfriamiento rápido	Revenido °C	Dureza después del revenido HRC								
	<b>K 100</b>	2.00	0.20	0.30	11.5	-	-	-	-	-	F 5212	D3	1.2080 X2100-12	800-850	350	940-970/O, S, A, AB	63-65	64	62	59	57	-	-	-	
	<b>K 107</b>	2.10	0.30	0.30	11.50	-	-	-	0.70	-	F 5213	D6	1.2426 X2100-12	800-850	350	950-980 O, S, AB, S	63-66	65	63	61	60	-	-	-	
	<b>K 110</b>	1.55	0.25	0.30	11.8	0.75	-	0.85	-	-	F 5211	D2	1.2379 X130CrNi12.1	800-850	330	1020-1040/O, S, A, AB	63-65	64	61	59	58	-	-	-	
	<b>K 190</b> SOMATEL 19	2.30	0.40	0.40	12.5	1.10	-	4.00	-	-	-	-	1.2380 X230CrNi13.4	800-850	360	1050-1150/O, S, A, AB	63-67	65	61	60	61	55	-	-	
	<b>K 329</b>	0.52	0.90	0.40	7.50	1.40	-	0.35	-	-	-	-	-	800-850	240	1000-1020 O, S, A, AB	63-65 O 60-67 AB, A	62	58	58	58	57	47	35	30
	<b>K 340</b> SOMATEL 34	1.10	0.90	0.40	8.30	2.10	-	0.50	-	-	-	-	-	800-850	230	61-63 O, A, AB, S	1040-1080	63	61	59	60	62	61	-	-
	<b>K 455</b>	0.65	0.60	0.30	1.10	-	-	0.18	2.00	-	F 5242	S1	1.2552 S40CrV7	710-750	225	870-900 O	63-65	60	59	56	55	-	-	-	
	<b>K 460</b>	0.95	0.30	1.20	0.55	-	-	0.12	0.55	-	O1A	O1	1.2510 S20CrMo1	710-750	225	780-820/O, S (-20mm)	63-65	64	62	58	52	-	-	-	
	<b>K 605</b>	0.53	0.35	0.45	1.00	0.20	3.10	-	-	-	S100A	-	1.2331 S30Cr12	610-650	262	840-870/A 840-870/O	64-68	59	56	52	48	-	-	-	

ACEROS PARA MOLDES PLASTICOS													Recoque °C	Dureza H <sub>R</sub> máx. (Recoque)	Temple °C enfriamiento rápido	Revenido °C	Dureza después del revenido HRC								
	<b>M 201</b> SOMATEL 20	0.40	0.30	1.50	2.00	0.20	-	-	-	-	F 5303	P20	1.2311 X20CrNi17	720-740	230	840-840/O 840-850/A	53	54	53	51	47	43	-	35	27
	<b>M 238</b> SOMATEL 23	0.38	0.30	1.50	2.00	0.20	1.10	-	-	-	-	-	1.2334 X20CrNi18	720-740	240	840-840/O 840-850/O	54	54	52	51	47	42	38	35	28

ACEROS INOXIDABLES													Recoque °C	Temple °C enfriamiento rápido	Revenido °C	Dámetro mm	Límite de elasticidad N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la tracción N/mm <sup>2</sup>	Alargamiento 56.5, milímetros	Resiliencia ISOV J/ft-lb, mínimo					
	<b>A200</b>	Máx. 0.03	0.50	1.40	17.00	2.20	11.50	-	-	-	S16L	1.484 X20CrNi17.2	1020-1050 N/A	-	160	590	570	475-490	40	-	23	18	15	11	
	<b>A 604</b>	Máx. 0.03	0.50	1.40	16.50	-	9.50	-	-	-	S04L	1.4308 X20CrNi16.5	1020-1050 N/A	-	160	590	570	475-490	45	-	40	32	25	19	
	<b>H 525</b>	0.08	1.70	1.20	24.80	-	19.80	-	-	-	S14	1.486 X20CrNi29	1020-1050 N/A	-	160	-	570	550-600	50	72	-	-	-	-	
	<b>N 335</b>	0.38	0.40	0.65	16.00	1.00	0.80	-	-	-	F 5257	-	1.4327 X21CrNi17	1020-1050 N/A	-	160	-	570	550-600	12	10	10	201	-	-

ACEROS DE CONSTRUCCION MECANICA													Normas comparables			Descripción	Tratamiento térmico				Características mecánicas				
													ASTM	AISI	DIN		Recoque °C	Temple °C enfriamiento rápido	Revenido °C	Brinell	Resiliencia	Tensión y límite elástico			
	<b>CHRONIT</b>	0.14	0.28	1.25	0.020	0.024	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>8620</b> SOMATEL 86	0.17	0.30	1.20	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4140</b> SOMATEL 41	0.41	0.30	0.70	1.10	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4340</b> SOMATEL 43	0.34	0.30	0.50	1.50	0.20	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>1045</b> SOMATEL 10	0.45	0.30	0.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

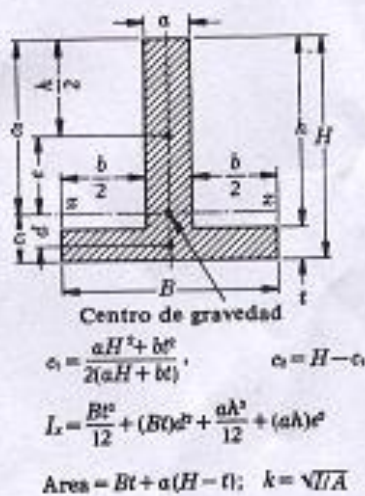
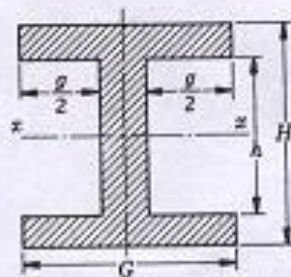
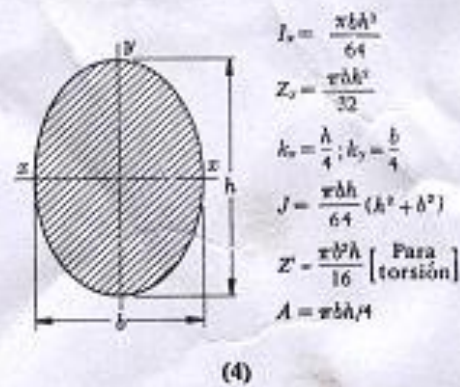
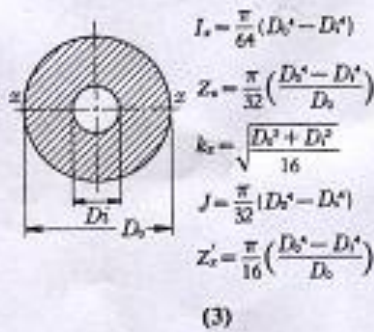
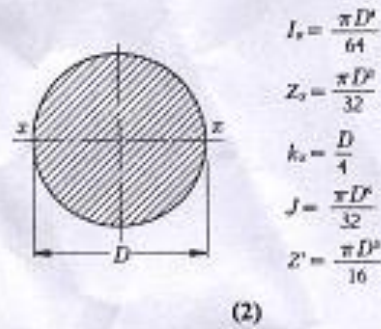
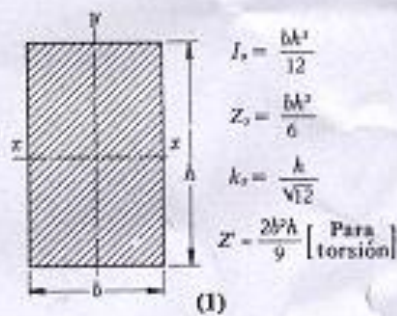
S = Enfriamiento rápido en baños de sales W = Enfriamiento rápido en agua O = Enfriamiento rápido en aceite AS = Enfriamiento rápido por corriente de aire A = Enfriamiento por aire

Anexo “E”

**PROPIEDADES DE  
LAS SECCIONES  
TRANSVERSALES  
SIMPLES**

TABLA AT 1 PROPIEDADES DE SECCIONES TRANSVERSALES SIMPLES

$I_x$  = momento de inercia respecto al eje  $x-x$ ;  $J$  = momento polar de inercia respecto al eje que pasa por el centro de gravedad o eje centroidal;  $Z = I/c$  = módulo rectangular de sección o módulo resistente respecto a  $x-x$ ;  $Z' = J/c$  = módulo polar de la sección,  $k = \sqrt{I/\text{área}}$  = radio de giro.



Anexo “F”  
CARACTERÍSTICAS  
DE LOS  
ELECTRODOS



## ESPECIFICACIONES TECNICAS DE ELECTRODOS UTILIZADOS EN SOLDADURA.

(AWS - E6011)

PARA SOLDAR EN CUALQUIER POSICION CON CA O CC APROBADO ANUALMENTE POR ABS (AMERICAN BUREAU OF SHIPPING) De todos los electrodos que hasta la fecha se han formulado, el AC-1 (pinta azul) es indispensablemente el que tiene más aplicaciones. Su revestimiento de óptima calidad produce un arco suave y estable, dejando un depósito de excelentes propiedades mecánicas, que satisface ampliamente las exigencias de la norma AWS.

### APLICACIONES TÍPICAS

Construcción de embarcaciones, tuberías (piping), maquinarias, estructuras metálicas en general, estufas y calderas, muebles, automóviles, reparación de maquinaria agrícola.

<b>POLARIDAD</b>	<b>CA-CC</b>
<b>IDENTIFICACION</b>	
<b>REVESTIMIENTO</b>	<b>GRIS CLARO</b>
<b>COLOR SECUNDARIO (PUNTO)</b>	<b>AZUL</b>
<b>ROTULACION</b>	<b>M&amp;H AC-1 E6011</b>
<b>PROPIEDADES MECANICAS</b>	
<b>RESISTENCIA A LA TRACCION</b>	<b>4.570 A 5.270 kg./cm<sup>2</sup></b> <b>(65.000 a 75.000 lb/pulg<sup>2</sup>)</b>
<b>ALARGAMIENTO EN 50 mm</b>	<b>28% A 34%</b>

### COMPOSICION QUIMICA DEL METAL DEPOSITADO

C 0,09 Mn 0,26 Si 0,20 P 0,02 S 0,0






Anexo “G”  
TABLAS PARA  
SELECCIÓN DE  
RUEDAS.

# GUÍA PARA SELECCIONAR UNA RUEDA

Recomendable    
  No recomendable    
  Consultar con nuestro Departamento

Tipo de Rueda	Capacidad de carga Kg.	Superficie de trabajo										Condiciones				
		Almac. corrugada	Alambres	Alcance	Aluminio	Chapa	Concreto	Ladrillo	Verdadero	Acero	Papel	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Concreto	Concreto	Grasas
<b>AR</b> Filo troquelado banda de caucho	40-200	X	?	X	?	?	?	?	?	?	?	X	?	X	X	
<b>ACTIV</b> Filo troquelado banda de caucho UHMW	200-250	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	X	?	X	X	
<b>AF</b> Filo troquelado banda de caucho reducido	150-200	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	X	?	X	X	
<b>BA</b> Módulo	50-300	?	X	?	X	X	?	X	X	X	?	X	?	?		
<b>BF</b> Filo troquelado banda de caucho	65-150	X	?	X	?	?	?	?	?	?	X	?	X	X		
<b>CA</b> Caucho macizo	40-50	X	?	X	?	?	?	?	?	?	X	?	X	X		
<b>DA</b> Polipropileno	40	X	?	X	?	?	?	X	?	?	X	X	X	?		
<b>DE</b> Filo troquelado banda normal	100-150	?	?	?	?	?	?	?	?	?	X	?	X	X		
<b>NILOX</b> Nylon	40-500	X	?	?	?	X	?	?	X	X	?	X	?	?		
<b>PE</b> Filo troquelado banda de polietileno	20-300	?	?	?	?	?	?	?	?	?	X	?	?	?		
<b>PE</b> Filo troquelado banda de polietileno	50-500	X	?	?	?	X	?	?	X	?	?	X	?	?		
<b>PEL</b> Filo troquelado banda de polietileno	30-500	X	?	?	?	?	?	?	?	?	?	X	?	?		
<b>SC</b> Filo troquelado banda de caucho	100-1.000	?	?	?	?	?	?	?	?	X	?	X	?	?		

### Capacidad de carga entre 55 y 500 Kg/rueda

 DIAMETRO Pulg.	 ANCHO DE BANDA Pulg.	 ANCHO DEL BOCIN Pulg.	 CAPACIDAD Kg.	 DIAMETRO DEL EJE Pulg.
3	1	1 9/64	55	1/2
4	1	1 9/64	65	1/2
4	1 1/2	1 31/32	80	3/4
5	1	1 3/8	80	1/2
5	1 1/2	2	110	3/4
6	1 1/2	2	150	3/4
6	2	2 21/64	180	3/4
8	1	2 5/64	100	5/16
8	2	2 5/64	200	1
10	2 1/16	2 7/16	230	1
3	1	1 3/16	75	1/2
4	1	1 9/64	100	1/2
4	1 1/2	1 31/32	200	3/4
5	2	2 7/16	250	3/4
6	1 3/4	1 31/32	300	3/4
6	2	2 21/64	400	3/4
8	2	2 23/64	500	1
3	1	1 9/64	75	1/2
4	1	1 9/64	100	1/2
4	1 1/2	1 31/32	200	3/4
5	2	2 7/16	250	3/4
6	2	2 21/64	400	3/4
6	1 3/4	1 31/32	300	3/4
8	2	2 23/64	500	1

## HOJA DE DATOS PERSONALES

### DATOS PERSONALES



**APELLIDOS:** Cayo Chiluisa  
**NOMBRES:** Willams Fabián  
**FECHA DE NACIMIENTO:** 01 de Julio de 1982.  
**EDAD:** 22 años.  
**ESTADO CIVIL:** Soltero.  
**NACIONALIDAD:** Ecuatoriana.  
**CEDULA DE IDENTIDAD:** 050227027-5  
**TIPO DE SANGRE:** ORH+

### ESTUDIOS REALIZADOS

**PRIMARIOS:** Escuela “Simón Bolívar”.

**SECUNDARIOS:** Instituto Técnico Superior Industrial “Ramón Barba Naranjo”

**SUPERIORES:** Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**ELABORADO POR**

---

**CAYO CHILUISA WILLAMS FABIAN**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA.**

---

**ING. GUILLERMO TRUJILLO**

**Latacunga, Octubre del 2004**