

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA  
DE FLAPS DEL AVIÓN.**

**POR:**

**ROBALINO BONILLA DARWIN VLADIMIR**

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

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA.**

**2003**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Darwin Vladimir Robalino Bonilla, como requisito parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

---

TLGO. CHÁVEZ JOSÉ

Subs. Tèc. Avc.

5 de diciembre del 2003

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado al Creador por permitirme con cada día más de vida trepar un escalón y así haber llegado hasta la culminación de este proyecto, a mis padres como prueba de agradecimiento por haberme guiado por el camino del bien, ya que sin el apoyo de ellos esto no se lo hubiese podido hacer posible, y mi esposa que siempre me apoyado en los momentos más difíciles de mi vida, a quienes dedico mi triunfo y trabajo.

**Vladimir Robalino.**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco en especial a Dios, a mis padres, quienes han sido un pilar muy importante en mi vida, al INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO por haberme brindado la oportunidad de estudiar en tan prestigiosa institución. Así como a todas aquellas personas e instituciones que de una u otra forma colaboraron para la realización de este proyecto en especial a TAO, y a mi esposa que siempre ha sido un gran apoyo moral.

**Vladimir Robalino.**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>Pag.</b>
Carátula.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice de contenidos.....	V
Resumen.....	1
Introducción.....	2
Definición del problema.....	2
Definición del problema.....	2
Objetivos.....	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	2
Alcance.....	3
Justificación.....	3

## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES

1.1. Descripción del ala.....	4
1.1.1 Alerones.....	5
1.1.2 Spoilers.....	6
1.1.3. Alerón de trimado.....	7

1.14. Los flaps o alerones de compensación.....	7
1.1.4.1 Flaps del borde de salida.....	10
1.1.4.2 Flaps del borde de salida.....	11
1.14.2.1 Flap sencillo.....	11
1.14.2.2 Flap de intrados.....	12
1.14.2.3 Flap zap.....	12
1.14.2.4 Flap fower.....	12
1.14.2.5 Flap ranurado.....	12
1.14.2.6 Flap krueger.....	13
1.2 Electricidad del sistema de flaps.....	13
1.2.1 Tipos de indicadores eléctricos del ángulo de flap.....	13
1.2.1.1 Indicador tipo Iaf 11938.....	14
1.2.1.2 Indicador tipo Iaf 11919.....	14
1.3 Sistema mecánico del sistema de flaps.....	15
1.4 Estructura del sistema de flaps.....	19

## **CAPÍTULO II**

### **ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS**

2.1 Definición de alternativas.....	20
2.2.1 Aspectos generales.....	20
2.2 Planteamiento de alternativas.....	20
2.2.1 Primera alternativa.....	21
2.2.2 Segunda alternativa.....	21
2.2.3 Estudio técnico.....	22
2.2.4 Variable de entrada.....	22

2.25. Variable de salida.....	23
2.2.6 Variables de solución.....	23
2.27 Restricciones.....	23
2.28 Análisis de factibilidad de cada alternativa.....	24
2.2.8.1 Primera alternativa.....	24
2.2.8.2 Segunda alternativa.....	24
2.3 Parámetros de evaluación.....	25
2.5 Selección de la mejor alternativa.....	29

## **CAPÍTULO III**

### **CONSTRUCCIÓN**

3.1 Informacion general.....	30
3.2 Construcción de la maqueta.....	30
3.2.1 Listado de materiales y herramientas.....	31
3.3 Diagramas de procesos.....	34
3.3.1 Diagrama de proceso de elaboración de un mamparo.....	35
3.3.2 Diagrama de proceso de preparación del revestimiento.....	36
3.3.3 Diagrama de proceso de construcción de las platinas.....	37
3.3.4 Diagrama de proceso de pintura del flap.....	38
3.3.5 Diagrama de proceso de construcción de la bancada.....	39
3.3.6 Diagrama de proceso de construcción de los ejes para el tubo de movimiento recíproco.....	40
3.3.7. Diagrama de proceso de construcción del tubo de movimiento recíproco.....	41
3.3.8 Diagrama de proceso de adecuación del tornillo sin fin.....	42

3.3.9 Diagrama de proceso de construcción del tornillo acoplador entre el flap y el mecanismo.....	43
3.4 Diagrama de ensamble.....	44
3.4.1 Diagrama de ensamble de la maqueta del sistema de flaps.....	45
3.4.2 Diagrama de ensamble de la parte eléctrica.....	46
3.5 Pruebas de funcionalidad.....	47
3.6 Cálculos.....	49

## **CAPÍTULO IV**

### **ELABORACIÓN DE MANUALES Y HOJAS DE REGISTRO**

4.1 Manual de procedimientos.....	50
Manual de mantenimiento.....	52
Manual de verificación .....	53
Manual de operación .....	54
Hoja de registro de mantenimiento.....	55
Hoja de registro de funcionamiento.....	56

## **CAPÍTULO V**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

5.1 Presupuesto.....	57
5.2 Análisis económico.....	57
5.2.1 Materiales.....	57
5.2.2 Elementos mecánicos.....	58
5.2.3 Mano de obra.....	59



5.2.4 Otros.....	59
------------------	----

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.....	62
6.2 Recomendaciones.....	63

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

Anexo A planos generales

Anexo B fotos

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Partes de un ala.....	4
Figura 1.2. Funcionamiento de los alerones.....	6
Figura 1.3. Ubicación de los spiolers.....	6
Figura 1.4. Ubicación de la aleta compensadora.....	7
Figura 1.5. Con los flaps ligeramente desplegados se conoce por flaps de combate.....	8
Figura 1.6. Con los flaps en posición media se conoce por flaps de despegue o takeoff.....	8
Figura 1.7. Con los flaps totalmente desplegados se conoce por flaps de aterrizaje.....	9
Figura 1.8. Flaps y ángulos de extensión.....	10
Figura 1.9. Flaps de borde de ataque.....	11
Figura 1.10. Tipos de flaps de borde de salida.....	13
Figura 1.11. Indicador del ángulo de flap tipo IAF 11938.....	14
Figura 1.12. Indicador del ángulo de flap tipo IAF 11919.....	15
Figura 1.13. Ubicación de los flaps en el avión T-33 A.....	16
Figura 1.14. Indicación mecánica del ángulo de flap.....	17
Figura 1.15. Elementos mecánicos del sistema de flaps.....	18
Figura 1.16. Estaciones estructurales del flap de un avión T-33 A.....	19
Figura 2.1. Opción de la primera alternativa de construcción.....	21
Figura 2.2. Opción de la segunda alternativa de construcción.....	22

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Matriz de evaluación.....	28
Tabla 2.2 Matriz de desición.....	28
Tabla 3.1 Materiales a utilizarse.....	32
Tabla 3.2 Herramientas a utilizarse.....	33
Tabla 3.3 Tiempo de operación de los diferentes sistemas en las máquinas y herramientas.....	34
Tabla 3.5.1 Estado de los elementos de la estructura.....	47
Tabla 3.5.2 Estado de los elementos del mecanismo de accionamiento.....	47
Tabla 3.5.3 Características de funcionabilidad.....	48
Tabla 4.1 Codificación de los procedimientos de ensayo de la maqueta didáctica del sistema de flaps del avión.....	50
Tabla 5.1 Lista de materiales usados para la construcción de la maqueta.....	58
Tabla 5.2 Lista de elementos mecánicos usados para la construcción de la maqueta.....	58
Tabla 5.3 Lista de gastos que surgieron para la construcción de la maqueta.....	58
Tabla 5.2.4 Lista de gastos imprevistos que surgieron para la construcción de la maqueta.....	59
Tabla 5.2.5 Costo total de la construcción de la maqueta.....	59
Tabla 5.2.5 Costo de la maqueta similar adquirida.....	60

## RESUMEN

El presente trabajo de construcción de la maqueta didáctica del sistema de flaps del avión, nace de la necesidad de contar en el instituto con un medio que permita comprender de una forma fácil y sencilla el funcionamiento de los flaps del avión enfocado a facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje de los alumnos.

En la primera parte de este trabajo, se plantea el objetivo que es el de crear una maqueta que permita la visualización del funcionamiento de un sistema de flaps, para lo cual se empezó una investigación con la finalidad de encontrar un mecanismo que se ajuste a la necesidad que se plantea.

Encontrado este mecanismo, se planteó dos alternativas para luego evaluarlas y seleccionar la mejor alternativa.

Realizado un estudio de parámetros de funcionamiento, se procedió a la construcción y montaje de la maqueta, haciendo uso de materiales condenados de aviación.

Se implementaron manuales de Mantenimiento, verificación y operación, con el fin de llevar un mejor control de la maqueta y así alargar la vida útil de la misma.

Concluida la construcción, se realizó las pruebas de funcionamiento y operabilidad, con el propósito de observar el comportamiento de la máquina, la misma que arrojó resultados satisfactorios, lo que implica la Justificación de este proyecto.

# INTRODUCCIÓN

## **Planteamiento del problema:**

La falta de una maqueta didáctica para mostrar el funcionamiento del sistema de Flaps del avión y de no disponer de una herramienta útil para entender el funcionamiento del sistema plantea la investigación del siguiente proyecto.

Además de una difícil comprensión en el avión en cuanto al sistema genera confusión al estudiante en su aprendizaje, por lo que en esta maqueta se despejaron múltiples dudas debido a la facilidad de acceso y demostración directa

La falta de equipo de apoyo en tierra no disponible para el avión dificulta aún más poder llegar a concretar prácticas que sería mucho más fácil con el desarrollo del proyecto por medio de la construcción de una maqueta.

## **Objetivos:**

### **a) General**

- Construir una maqueta didáctica de operación del sistema de FLAPS del avión , para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de los alumnos.

### **b) Específicos**

- Describir la operación y el funcionamiento del sistema de Flaps del avión.

- Analizar las alternativas de construcción de acuerdo con la existencia de materiales en el mercado local
- Implementar la maqueta del sistema de Flaps del avión al material didáctico de la escuela de mecánica.

### **Alcance.**

El instituto contará con un medio didáctico que principalmente tendrá como objetivo facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje dentro de el mismo sobre el funcionamiento del Sistema de Flaps del avión.

### **Justificación.**

El uso de material didáctico en el proceso de enseñanza aprendizaje es una herramienta muy eficaz para facilitar la captación de los conocimientos por parte de los alumnos de una forma sencilla clara y a la vez muy ilustrativa, lo cual plantea la investigación de este proyecto.

# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

### 1.1 Descripción del ala

La presente cita tomada del manual de mantenimiento del avión T-33 A. Será una referencia que permitirá al lector tener una concepción clara sobre los elementos constitutivos del ala de un avión, para de esta forma conocer las partes móviles que se hallan ubicadas en esta y tener un conocimiento previo sobre cada uno de ellos y así adentrarse en este trabajo de investigación sobre los flaps.

“El ala es una estructura de viga completamente voladiza, hecha de aleación de aluminio y con un revestimiento cargado formada en si por una sola unidad a excepción de los bordes de ataque, las puntas de ala, los alerones y los flaps que son desmontables ver Fig. 1.1

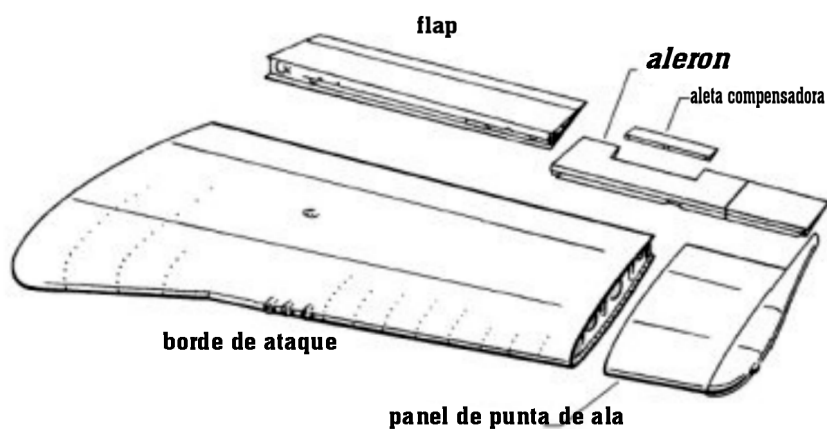


Figura 1.1. Partes de un ala

En el alerón izquierdo se encuentra ubicada una aleta de compensación operada eléctricamente que esta situada en el extremo interior del mismo. Además consta de un Flap del tipo dividido que esta montado en la parte interior de cada alerón el cual forma una continuación del borde de salida del ala”. *Tomado del manual de mantenimiento Avión T-33 A Pág 8, 129 tomo I.*

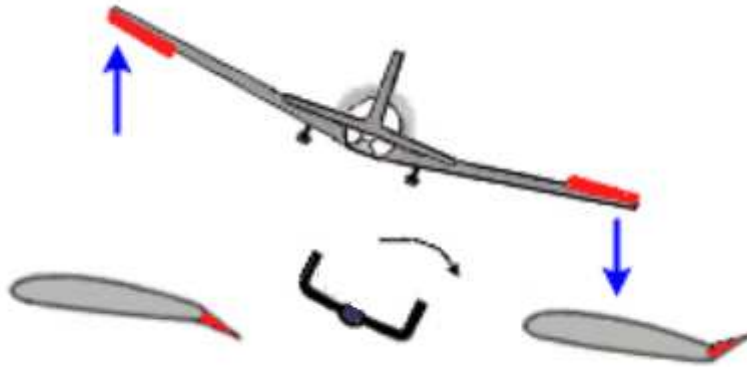
En la sección del borde de salida del ala de un avión es donde se encuentra la mayor parte de elementos móviles como son: el alerón, flap, aleta compensadora y dependiendo del tipo de avión los spoilers, los cuales cumplen una labor específica en la aeronave, a continuación se dará un concepto corto sobre cada uno de estos elementos para así tener clara la función que desempeñan.

### **1.1.1. Alerones.**

Palabra de origen latino que significa "ala pequeña", son unas superficies móviles, situadas en la parte posterior del extremo de cada ala, cuyo accionamiento provoca el movimiento de alabeo del avión sobre su eje longitudinal. El piloto acciona los alerones girando el volante de control o la palanca de mando a la izquierda o la derecha.

Los alerones tienen un movimiento asimétrico, el cual es transmitido desde la cabrilla o el volante de control ubicado en la cabina por medio de sistemas mecánicos a base de cables, varillas o mixtos que llevan este movimiento hasta el alerón, cuando la cabrilla o el volante de mando gira hacia un lado, el alerón del ala de ese lado sube y el del ala contraria baja, en la siguiente figura se demuestra claramente lo explicado en el párrafo anterior. Ver Fig. 1.2.





**Figura 1.2. Funcionamiento de los alerones**

### 1.1.2 Spoilers.

El objetivo de estos es disminuir la sustentación del avión. Se emplean sobre todo en reactores que desarrollan altas velocidades existiendo dos tipos de estas superficies así:

1. las que funcionan en vuelo
2. las que funcionan el momento del aterrizaje

Básicamente esta superficie en forma se parece al flap al cual se refiere este trabajo de investigación. A continuación se muestra la ubicación de los spiolers en el ala del avión.



**Figura 1.3. Ubicación de los spoilers**

### 1.1.3 El Alerón De Trimado(Alerones Compensadores).

Es una pieza que marca un grado de alabeo predefinido sin que el piloto tenga que ejercer una fuerza continuamente. Por ejemplo, sería como que el volante del coche estuviera siempre girado 30 grados a la derecha.



**Figura 1.4. Ubicación de la aleta compensadora en el ala**

### 1.1.4 Los flaps o alerones de sustentación

El siguiente párrafo se refiere al tema a tratarse en este proyecto, se indicará la información necesaria sobre los tipos de flaps que existen y permitirá que el lector reconozca que tipo de flap se hallan en los aviones.

Flaps son piezas que pueden moverse hacia abajo. Alterando la forma en que el aire circula por el ala, sirven para modificar la forma del ala y proporcionar una mayor sustentación, basándose en el incremento del coeficiente de sustentación y de acuerdo con los elementos que intervienen como son:

$$\mathcal{L} = P_d * c_l * S \quad (1.1)$$

De donde:  $\mathcal{L}$  es la sustentación

$P_d$ , la presión dinámica

$c_l$ , coeficiente de sustentación

$S$ , la superficie alar.

Si se altera la forma del ala, se alteran sus propiedades de sustentación. El correcto uso de los flaps permiten lograr incrementos en mayor escala con un alto rendimiento para los despegues y aterrizajes de los aviones. Por ejemplo este uso de los flaps es una de las diferencias fundamentales entre un piloto novato y un experto ya que la experiencia recomienda usar estos a una velocidad moderada no muy alta e ahí la diferencia, la frase "meter flaps" hace referencia a mover esta sub.-ala para conseguir el efecto deseado. Si se intenta usar flaps a alta velocidad (más de 400km/h) estos se dañarán y se quedarán adentro.

A continuación las siguientes figuras detallan la posición de los flaps de un avión y se indica la función que cumplen en distintas posiciones que se encuentren.



**Figura 1.5. Con los Flaps ligeramente desplegados. Se conocen por Flaps de combate.**



**Figura 1.6. Con los Flaps en posición media. Se conocen por Flaps de despegue o takeoff.**

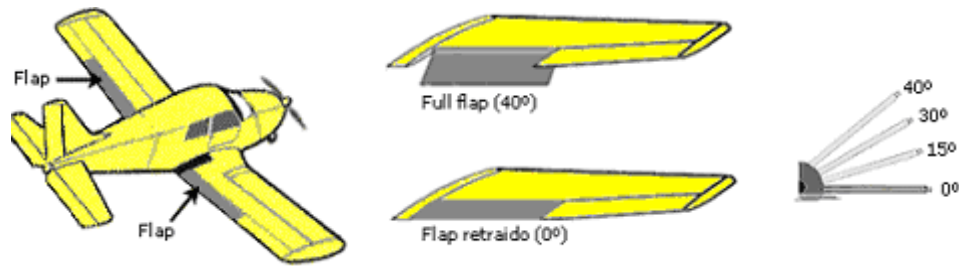


**Figura 1.7. Con los Flaps totalmente desplegados. Se conocen por Flaps de aterrizaje o landing.**

La forma de los flaps que cada avión posee es distinta, ya que existen algunos tipos que son usados según el tipo de aeronave, la velocidad de crucero entre otros factores son los cuales han sido tomando en cuenta por los diseñadores para decidir el tipo ideal de flap que se utilizará. Cabe mencionar que no todos los modelos de flaps que se pueden utilizar tienen un mismo recorrido, e inclusive algunos aviones como los biplanos no disponen de estos o tienen una posición fija.

Se accionan desde la cabina, bien por una palanca, por un sistema eléctrico, o cualquier otro sistema, con varios grados de calaje ( $10^\circ$ ,  $15^\circ$ , etc.), Correspondientes a distintas posiciones de la palanca o interruptor eléctrico, y no bajan o suben en todo su calaje de una vez, sino gradualmente.

Los flaps en aviones ligeros tienen normalmente tres calajes distintos, 10 a 15 grados, 20 a 25 grados y 40 a 50 grados, cuando existan en la pista condiciones de fuerte viento racheado o cizalladura con turbulencia, se debe evitar el último calaje, como muestra la siguiente Figura.



**Figura 1.8. Flaps y ángulos de extensión**

En el despegue necesitamos conseguir equilibrar el peso a la menor velocidad posible, lo que implicará la utilización de los Flaps, consiguiendo ángulos de ataque pronunciados para obtener un ángulo de ascenso mayor..

En el aterrizaje el efecto es análogo y se consigue aumentar la pendiente de la trayectoria de descenso.

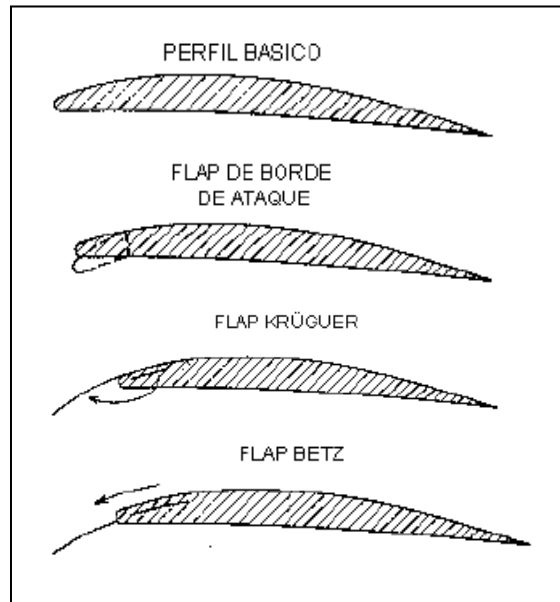
Se emplean siempre valores de ángulo de deflexión de flaps superiores en el aterrizaje que en el despegue. La anotación anterior fue tomada desde una Pág. Web. [www.educesna.com](http://www.educesna.com) .

Esta referencia anterior, permite diferenciar dos tipos de funcionamiento de los Flaps en donde su movimiento puede ser controlado en grados o solamente en posición arriba o abajo.

#### **1.1.4.1. Flaps del borde de ataque**

No es muy frecuente el encontrar flaps en el borde de ataque del ala de un avión

pero es necesario conocer los más comunes encontrados en aeronaves actualmente. A continuación indicaremos los tipos de flaps de borde de ataque.



**Figura 1.9. Flaps de borde de ataque**

#### **1.1.4.2 Flaps del borde de salida**

A continuación se describirán los tipos más importantes de flaps que se hallan localizados en el borde de salida del ala de un avión, dependiendo del tipo al cual pertenezca este sistema:

##### **1.1.4.2.1 Flap sencillo.**

Es el más utilizado en aviación ligera. Es una prolongación del ala y su efecto es aumentar la sustentación al aumentar la curvatura del plano.

#### **1.1.4.2.2 Flap de intrados.**

Situado en la parte inferior del ala (intrados) su efecto es menor dado que solo afecta a la curvatura del intrados. Es parecido al anterior no llega al extradós del ala por lo que solo varía la curvatura del intradós. Este ofrece una resistencia aerodinámica.

#### **1.1.4.2.3 Flap zap.**

Similar al de intrados, al deflectarse se desplaza hacia el extremo del ala, aumentando la superficie, además de la curvatura. Pero con la diferencia que este se desplaza hacia atrás al mismo tiempo que se defleca aumentando la superficie del ala.

#### **1.1.4.2.4 Flap fowler.**

Idéntico al flap zap, se desplaza totalmente hasta el extremo del ala, aumentando enormemente la curvatura y la superficie alar. Cabe recalcar que este se puede desplazar hasta el borde de salida por lo que aumenta mucho la superficie sustentadora.

#### **1.1.4.2.5 Flap ranurado.**

Se distingue de los anteriores, en que al ser deflectado deja una o más ranuras que comunican el intrados y el extradós, produciendo una gran curvatura a la vez que crea una corriente de aire que elimina la resistencia de otros tipos de flaps.

### 1.1.4.2.6 Flap krueger.

Situado en el borde de ataque en vez del borde de salida.



**Figura 1.10. Tipos de flaps de borde de salida**

## 1.2 Electricidad del sistema de flaps.

Para tener una concepción de lo que abarca entre algunos aspectos generales en el sistema eléctrico, se tiene que permite el accionamiento según el tipo de flap, da una indicación del ángulo al cual se halla, permite controlar el recorrido mediante micro-interruptores, etc.

“Este sistema de flaps es accionando mediante un motor eléctrico energizado con 28 VCC. La cual es tomada de la barra colectora de la caja de interruptores.” *Tomado del manual de mantenimiento del avión T-33 A, tomo I Pág. 54*

### 1.2.1 Tipos de indicadores eléctricos del ángulo de Posición del flap.

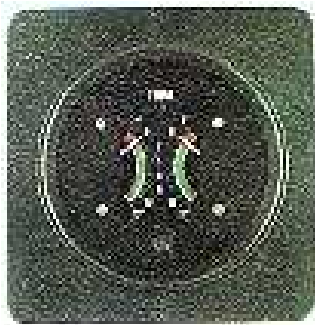
En vuelo es muy importante para el piloto tener alguna referencia visual sobre la



posición a la cual se hallan los flaps, para esto se han dispuesto de algunos indicadores como los que a continuación se describen brevemente, detallando algunas de sus características y de esta manera aportar con una breve idea que guiará al lector sobre como se muestra la información de la posición del ángulo al cual se halla el flap.

#### **1.2.1.1 Indicador tipo Iaf 11938**

Este tipo de indicador que es usado en algunos tipos de aviones es del tipo doble indicador ángulo de flap. Escala  $-2/+12^{\circ}$  cualquiera a petición. Se puede acoplar a varios tipos de transductores y según las exigencias del constructor.



**Figura 1.11. Indicador del ángulo de flap tipo IAF 11938.**

#### **1.2.1.2 Indicador tipo Iaf 11919**

Doble indicador de ángulo de flaps diámetro.80mm, encaje. Escala a  $90^{\circ}$  graduación  $-2/+12^{\circ}$ , 12/24 Vcc Precisión  $\pm 1,5\%$ .



**Figura 1.12. Indicador del ángulo de flap tipo IAF 11919**

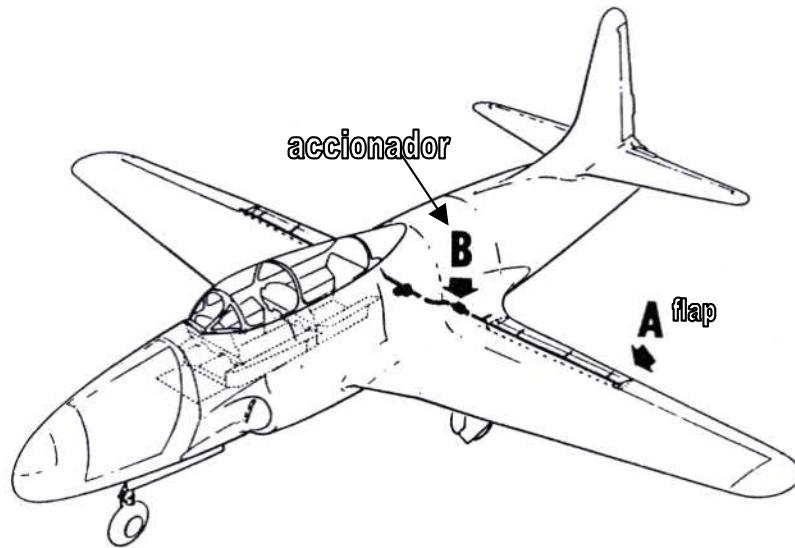
### **1.3 Sistema mecánico de los flaps**

La presente cita tomada del manual de mantenimiento del avión *T-33 A Tomo I Pág. 211,215*, la cual hace referencia a la parte mecánica del sistema de flaps de este avión, permitiendo así al lector comprender brevemente el accionamiento de este sistema.

“Los flaps del avión T-33 A siendo del tipo dividido o de intrados, los cuales están montados en bisagras del tipo piano ubicadas en la parte inferior del borde de salida de cada ala. Los cuales se extienden desde el fuselaje hasta los alerones.

Cada uno de estos Flaps es operado mediante una barra de articulación, la cual va conectada a un tubo de movimiento reciproco, el cual a su vez esta conectado a un motor eléctrico de 28 VCC del tipo de movimiento lineal.

Estos motores pueden estar ubicados en cualquiera de los dos lados del fuselaje cerca del borde exterior y se extienden a través de unas aberturas que hay en el revestimiento del fuselaje y en el ala. Como se aprecia en la figura 1.13..



**Figura 1.13. Ubicación de los flaps en el avión T-33 A**

Los accionadores están interconectados por medio de un eje flexible a un conjunto impulsor en “H”. Véase la Fig. 1.15.

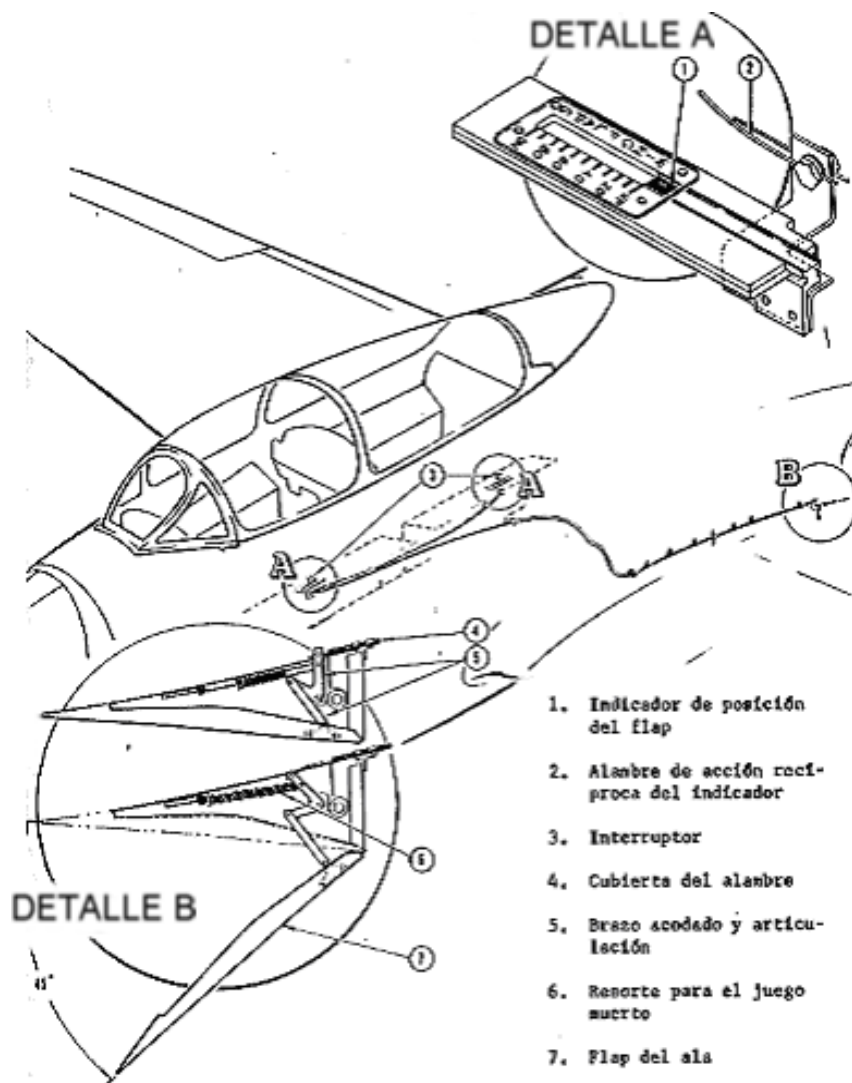
Para la indicación del ángulo al cual se halla el Flap se a dispuesto ya sea de un indicador mecánico de posición (como se muestra en la figura 1.14.), el cual consiste en un Cable Bowden que se conecta a una articulación que se encuentra en el extremo interior del Flap izquierdo y a un indicador que se encuentra en la repisa izquierda de cada una de las cabinas.

Otra forma para poder indicar la posición de los Flaps en este tipo de avión utilizando un sistema Indicador de posición Selsyn operado eléctricamente.

Al entrar en funcionamiento el motor accionador de los Flaps para extenderlos, este procede a halar el tubo de movimiento recíproco del Flap hacia adentro y forza las articulaciones a moverse en la dirección de atrás y hacia abajo con esta serie de

movimientos de los mecanismos conlleva a que los Flaps se extiendan. El recorrido máximo de los Flaps hacia abajo o hacia arriba se determina mediante interruptores limitadores.

Cabe recalcar que los Flaps se pueden detener en cualquier posición intermedia soltando el interruptor de control”.



**Figura 1.14. Indicación mecánica del ángulo de Flap.**

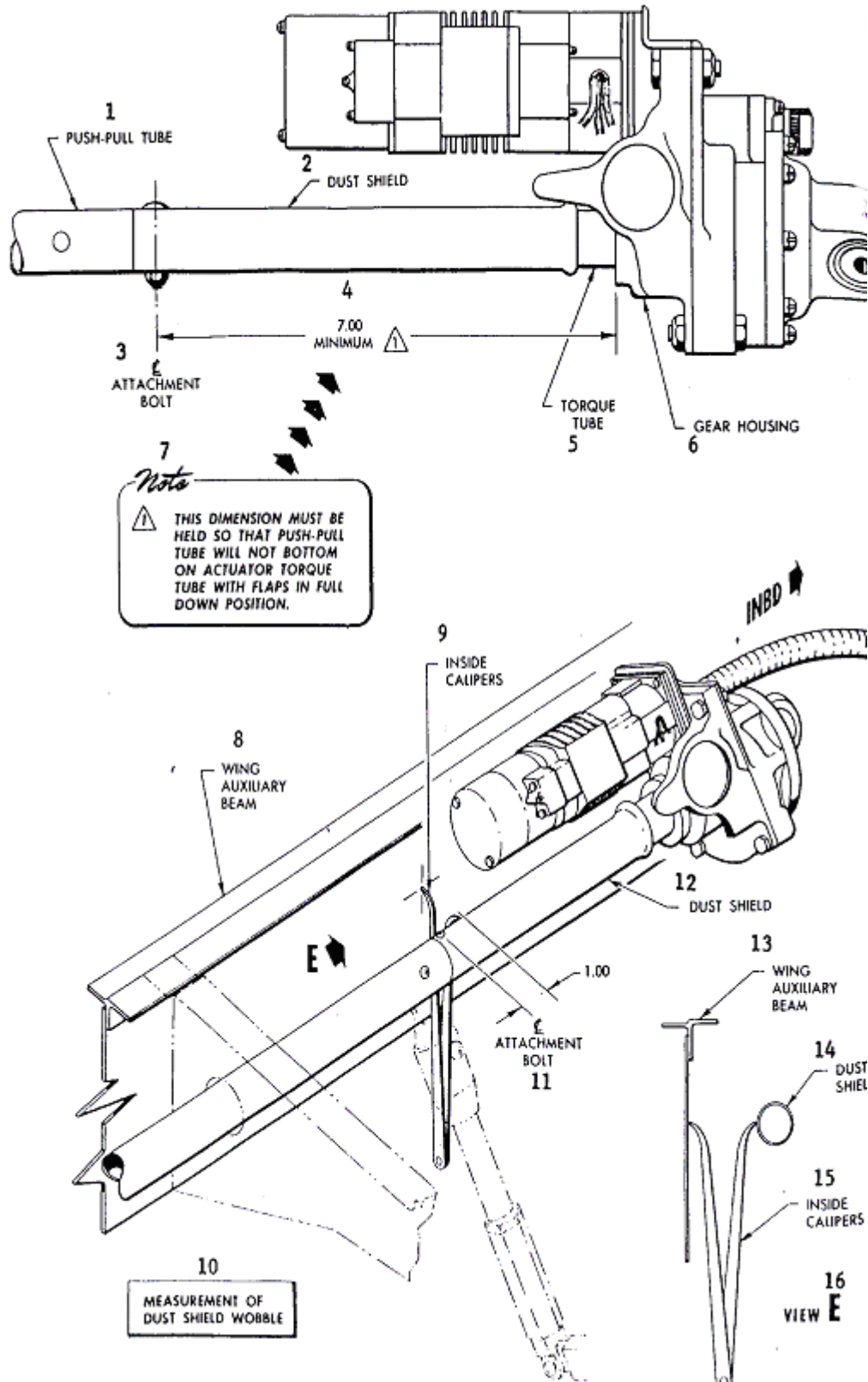


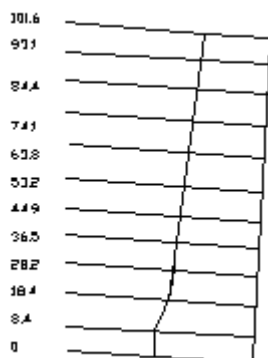
Figura 1.15. Elementos mecánicos del sistema de Flaps

### Descripción de los elementos de la figura 1.15.

- 1 tubo de movimiento recíproco
- 2 protección contra el polvo
- 3 perno de sujeción
- 4 distancia mínima de la protección contra polvo
- 5 tubo de torque
- 6 conjunto de engranajes
- 7 esta dimensión puede ayudar a regular el recorrido del tubo de movimiento recíproco
- 8 viga auxiliar del ala
- 9 sujetadores internos
- 10 medida de la protección contra el polvo
- 11 perno de sujeción
- 12 protección contra el polvo
- 13 viga auxiliar del ala
- 14 protección contra el polvo
- 15 sujetadores

### 1.4 Estructura del sistema de flaps.

Como se habló con anterioridad que el tipo de flap que dispone el avión T-33 A es del tipo dividido el cual consta de las siguientes estaciones estructurales como se puede apreciar en la Fig. 1.16.



**Figura 1.16. Estaciones estructurales del flap de un avión T-33 A.**

Construido de aleación de aluminio 2024 esta montado en el ala mediante una bisagra del tipo piano que está sujeta al otro extremo a la viga posterior del ala, mediante la bisagra y el sistema de accionamiento hace eje para su movimiento de trabajo.

## CAPÍTULO II

### ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

#### **2.1 Definición de alternativas**

##### **2.1.1. Aspectos generales.**

Previa a la construcción de la Maqueta Didáctica del Sistema de Flaps del avión se tiene que seleccionar de entre una de las alternativas que se plantearán, tomando en cuenta factores esenciales como son:

- Técnicos
- Económicos
- Complementarios

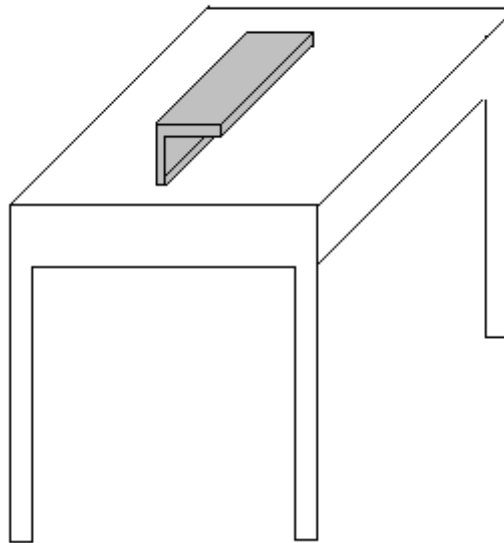
Cabe recalcar que los factores nombrados anteriormente a su vez tienen una serie de sub-alternativas, las cuales se plantearán en el análisis técnico de carácter individual.

#### **2.2. Planteamiento de alternativas.**

Se plantean las siguientes alternativas:

### **2.2.1. Alternativa 1.**

Construcción de la maqueta didáctica del sistema de flaps del avión, con estructura de perfiles de Al, revestimiento de aluminio, operación mecánico eléctrico y una bancada similar a la de la figura 2.1.

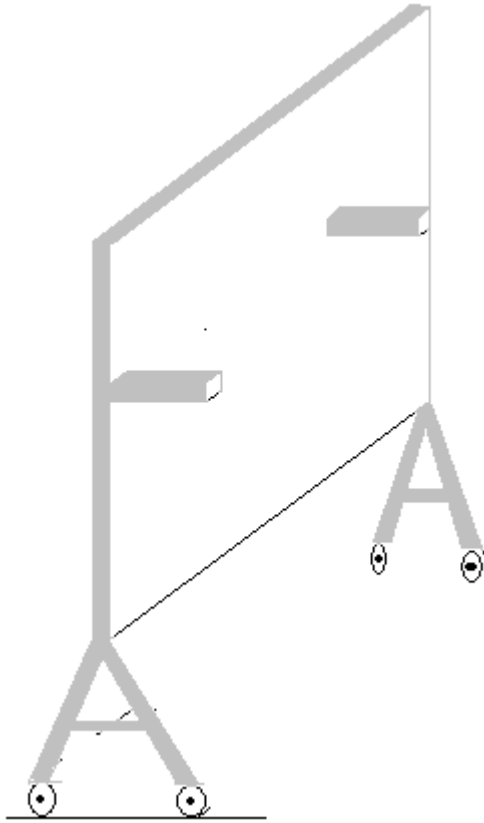


**Fig. 2.1. Opción de la primera alternativa de construcción.**

### **2.2.2 Alternativa 2.**

Construcción de la maqueta didáctica del sistema de flaps del avión, con partes y elementos de aviación, con un accionamiento electro-mecánico y una bancada similar a la de la figura 2.2.





**Fig. 2.2. Opción de la segunda alternativa de construcción.**

### **2.2.3 Estudio técnico.**

Para el estudio técnico se hará una descripción de cada alternativa planteada, dando a conocer aspectos generales que se presenten en ellas así como las ventajas y desventajas que cada una de las alternativas presentan respectivamente.

### **2.2.4 Variable de entrada.**

Se considera como una variable general de entrada la necesidad de contar con un equipo que facilite el aprendizaje de la operación de un sistema de flaps en un avión.

### **2.2.5 Variable de salida.**

Como variable de salida previo a un estudio de alternativas se podrá contar con dicha maqueta que brinde una ayuda pedagógica de manera visual y real.

### **2.2.6 Variables de solución.**

El tamaño y la forma del equipo, métodos de accionamiento, fuente de energía y los materiales usados para la construcción, constituyen parte de las variables de solución.

### **2.2.7 Restricciones.**

En este punto se observa la necesidad de establecer límites para la construcción de la maqueta didáctica del sistema de flaps del avión teniendo como referencia las ventajas y desventajas que presentan cada una de las alternativas anteriormente citadas para la construcción de dicha maqueta y de acuerdo a esto seleccionaremos la mejor alternativa de construcción. En una forma general se puede mencionar una serie de restricciones a parte de las que se pueden presentar en cada una de las alternativas como son:

- La longitud total: no mayor a  $1.00 \pm 0.10$  metros.
- Ancho total: alrededor de  $0.50 \pm 0.05$  metros.
- Disponer de un sistema de accionamiento que facilite la puesta en marcha el Flap.
- La posibilidad de observar el recorrido del flap.
- El factor económico.

## **2.2.8 Análisis de factibilidad de cada alternativa**

### **2.2.8.1 Primera alternativa.**

Construcción de la maqueta didáctica del sistema de flaps del avión con estructura de aluminio, revestimiento de aluminio laminado, con un sistema de operación mecánico-eléctrico.

#### a) Ventajas

- Su mantenimiento y operación son económicos.
- Poco peso de la maqueta.
- La construcción de la maqueta tiene un costo accesible.
- Facilidad para la transportación de la misma.
- Facilidad de maquinado del revestimiento por ser aluminio.

#### b) Desventajas.

- Se limita al uso de remaches para la construcción del Flap.
- Mayor vibración por parte del accionador.
- Fragilidad del Flap

### **2.2.8.2 Segunda alternativa**

Construcción de la maqueta didáctica del sistema de flaps del avión, con partes y elementos de aviación, con un accionamiento electro-mecánico.

a) Ventajas

- Poco peso de la maqueta.
- La reconstrucción del flap tiene un costo accesible.
- Facilidad para la transportación de la misma.
- Su mantenimiento y operación son económicos

b) Desventajas.

- Se limita al uso de remaches pop para la reconstrucción del Flap.
- Mayor vibración por parte del accionador.
- Necesariamente se utilizará aluminio para reconstrucción

### **2.3 Parámetros de evaluación**

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

La asignación de los valores ( $x$ ) dependerá de la importancia del parámetro y su valor varía entre  $0 < x \leq 1$  según la importancia que este parámetro tenga en el proyecto, esta calificación se la hará tomando en cuenta las ventajas y desventajas de cada uno de los factores. La alternativa que obtenga el valor más alto en la calificación de parámetros será el seleccionado para ser construido.

Los parámetros de selección que se han tomado en cuenta, son los siguientes, los mismos que están divididos en cuatro aspectos (técnico, económico y complementario)

**Aspecto técnico:**

- Peso
- Mantenimiento
- Materiales
- Proceso de Construcción
- Funcionabilidad
- Operación

**Aspecto Económico:**

- Costo de Fabricación
- Costo de Operación

**Aspecto Complementario:**

- Tamaño
- Forma

A continuación se define los parámetros anteriormente mencionados los cuales influirán las alternativas, estas permitirán observar los requerimientos necesarios para la maqueta del presente proyecto a realizar.

**Peso.-** Hace referencia a que la maqueta debe lo más liviana posible ya que entre menor sea su peso la potencia de accionamiento también disminuye, por ende se le asigna un valor de 0.8.

**Mantenimiento.-** Es importante para que la maqueta se halle con un funcionamiento optimo. Tomando en cuenta lo anterior se le da un valor de 0.7.

**Materiales.-** Este aspecto se refiere al tipo de material a utilizarse y su facilidad de adquisición. De acuerdo a esto tiene un valor de 0.5.

**Procesos de Construcción.-** Las alternativas planteadas, requieren de piezas, las mismas que para ser construidas, es necesario la utilización de maquinaria adecuada, por lo que se da a este parámetro un valor de 0.6.

**Funcionabilidad.-** Trata acerca de las características de la maqueta y hace que la misma cumpla con los fines para la que fue construida. Por la importancia de este parámetro se da un valor de 0.8.

**Operación.-** La operación de la maqueta tiene que ser fácil y sencilla permitiendo así al usuario la operación de la misma, a este aspecto se le da un valor de 0.8.

**Costo de Fabricación.-** Tiene una gran importancia para la toma de una adecuada decisión, se trata de buscar la alternativa más económica y su parámetro tiene un valor de 0,6.

**Costo de Operación:** Una vez construida la maqueta, se busca economizar la energía utilizada en el proceso de operación. Su valor es de 0.6

**Tamaño:** Se refiere al volumen físico que ocupa la maqueta. El valor de este criterio es de 0.4.

**Forma:** Trata de la estética de cada uno de los dispositivos. También se le asigna un valor de 0.7.

En la tabla 3.1 se muestra los valores numéricos que cada uno de los aspectos anteriormente mencionados conllevara a la toma de la decisión adecuada.

**Tabla 2.1 Matriz de Evaluación**

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Valor de (x)	ALTERNATIVAS	
		1	2
Peso	0.8	0.7	0.8
Mantenimiento	0.7	0.7	0.7
Materiales.	0.5	0.6	0.7
Procesos de construcción	0.6	0.5	0.6
Funcionabilidad.	0.8	0.6	0.7
Operación	0.8	0.7	0.7
Costo de operación	0.6	0.5	0.6
Costo de fabricación	0.6	0.5	0.6
Tamaño	0.4	0.3	0.4
Forma	0.7	0.5	0.7

**Tabla 2.2. Matriz de decisión**

#	(x) (#1)	(x) (#2)
1	0.56	0.64
2	0.49	0.49
3	0.30	0.35
4	0.30	0.36
5	0.48	0.56
6	0.56	0.56
7	0.30	0.36
8	0.30	0.30
9	0.12	0.16
10	0.35	0.49
<b>TOTAL</b>	<b>3.76</b>	<b>4.27</b>

## **2.5 Selección de la mejor alternativa.**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla anterior y después de haber realizado un análisis técnico, el análisis de cada alternativa y la evaluación de parámetros, se determina que la segunda alternativa es la más idónea para la realización de la maqueta didáctica del sistema de flaps del avión.



## CAPÍTULO III

# CONSTRUCCIÓN

### **3.1 Información general**

Cabe mencionar que de acuerdo al estudio de alternativas y en función a la alternativa ganadora, la maqueta didáctica del sistema de flaps será construida utilizando una sección de flap de una avioneta Cessna 206, el cual será reconstruido y adecuado con fines didácticos, para la reconstrucción se utilizará aluminio 2024 para el revestimiento y perfiles de aluminio para reforzar la estructura, además las guías por donde recorrerán los rodamientos que permitirán que la maqueta se mueva son parte del material condenado de una avioneta Cessna 206, en cuanto se refiere al mecanismo de accionamiento este utilizará un motor de un taladro de 500 W de potencia, unido a un tornillo sin fin el cual a su vez está unido mediante un perno a un tubo, el objetivo de este mecanismo es transformar el movimiento rotativo del taladro en lineal, para que este empuje o hale al tubo el cual corre por unas guías, es necesario aclarar que este proyecto se limita a la construcción de la maqueta en base de una sección de flap el cual será reconstruido, aquí no se ha procedido al diseño de la misma tan solo se ha optado por un acondicionamiento con fines didácticos.

### **3.2 Construcción de la maqueta**

La construcción de la maqueta se la realizó por etapas con el fin de aprovechar

los recursos y el tiempo de una mejor forma. A continuación se detalla el procedimiento que se siguió para la construcción:

#### **Orden de Construcción:**

- Reconstrucción del flap
  - Estructura
  - Revestimiento
  
- Bancada
  
- Sistema accionamiento
  
- Pintura y lubricación de la maqueta

Para la obtención de los distintos elementos de la máquina, se emplearon varias máquinas, herramientas y materiales.

#### **3.2.1 Listado los materiales y herramientas**

A continuación se describen todas las herramientas y materiales que se utilizan para la construcción de la maqueta.

**Tabla 3.1. Materiales A Utilizarse**

<b>Orden</b>	<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>
1	Plancha de aluminio 2024 plegada(90 X 40 cm)	2
2	Plancha de aluminio 2024 sin plegar(90 X 35)	1
3	Riel de AL anodizado en “U” (5 X 2 cm)	1 m
4	Remaches ciegos de 1/8 de diámetro	200
5	Masilla automotriz con silicona	1 litro
6	Pintura automotriz blanca	1 litro
7	Tiner acrílico	1 litro
8	Lija # 400 y 180	1 de c/u
9	Tornillo sin fin de 13mm de diámetro y 300mm de largo	1
10	Motor eléctrico de 500 W de potencia	1
11	Rieles guías de la avioneta cessna 206 condenados	2
12	Limitadores de carrera	4
13	Cable 18 y 14	4m, 5m
14	Luces indicadoras 110V	2
15	Reles de 110V (14 plugs)	4
16	Interruptor tres posiciones	1
17	Tuvo galvanizado de ½ in (50 cm)	1
18 19	Bancada para el sistema (se la mando a construir según especificaciones)	1
20	Elementos para extensión del flap	2
21	Tornillos, arandelas, bocines, tuercas	4 de c/u
22	Limitadores de carrera	4 de c/u
23	Transformador de 12 V	1

24	Puente rectificador de un amperio	1
25	Condensador de 1000 $\mu$ f a 35 V	1

**Tabla 3.2. Herramientas a utilizarse**

<b>Orden</b>	<b>Detalle</b>	<b>Características</b>
1	Remachadora	Manual para remaches de 1/8 de diámetro
2	Tijera para aluminio	Corte de izquierda
3	Cierra de arco	Cierra de 30cm de largo, diente fino
4	Taladro power tools y brocas	Eléctrico, con brocas para acero
5	Accesorio para pintura	Neumático
6	Espátula	De 3 in de diámetro
7	Limas	Circular de ¼ de diámetro, y plana de ¼
8	Flexo metro	Longitud de la cinta 3m
9	Prensa	Manual
10	Cinta aislante	Color negro
11	Torno	Distancia entre puntos 0.60 m
12	Esmeril General Electric	1/2 H.P, 1700 rpm
13	Soldadora Lincoln Electric	Eléctrica 220 V, 55A

La fabricación de las diferentes partes y piezas de la maqueta han consumido el siguiente número de horas de máquinas, herramientas las cuales se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 3.3. Tiempo de operación de los diferentes sistemas en las máquinas y herramientas**

ELEMENTO	OPERACIÓN [hr]							Total
	A	B	C	D	E	F	G	
Reconstrucción	1	1	3	-	2	-	1	8
Bancada	1	2	2	1	3	1	1	11
Sistema accionamiento	-	1	1	1	1	1	1	6
<b>Total por operación</b>	2	4	6	2	6	2	3	25

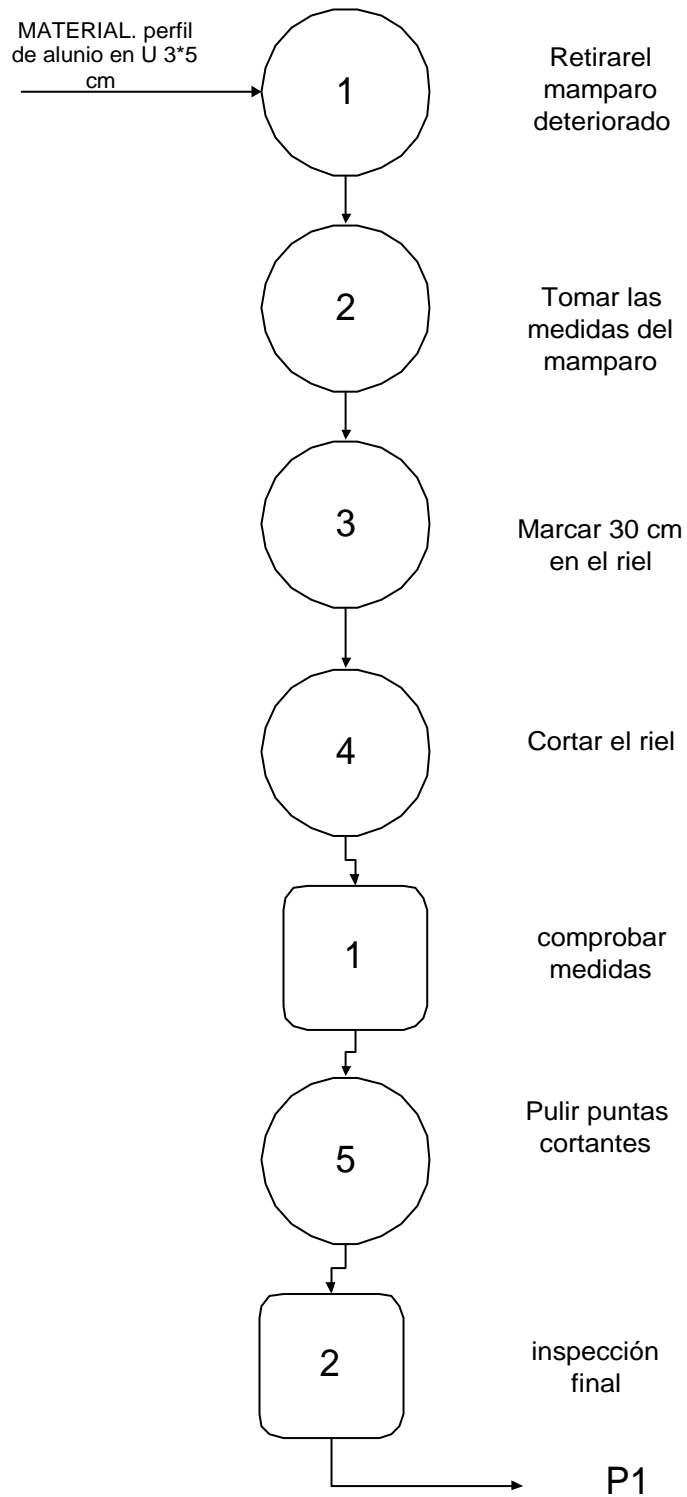
Simbología :

- A : Taladrado
- B : Aserrado
- C : Remachado
- D : Soldadura
- E : Comprobación
- F : Lubricación
- G : Pintura

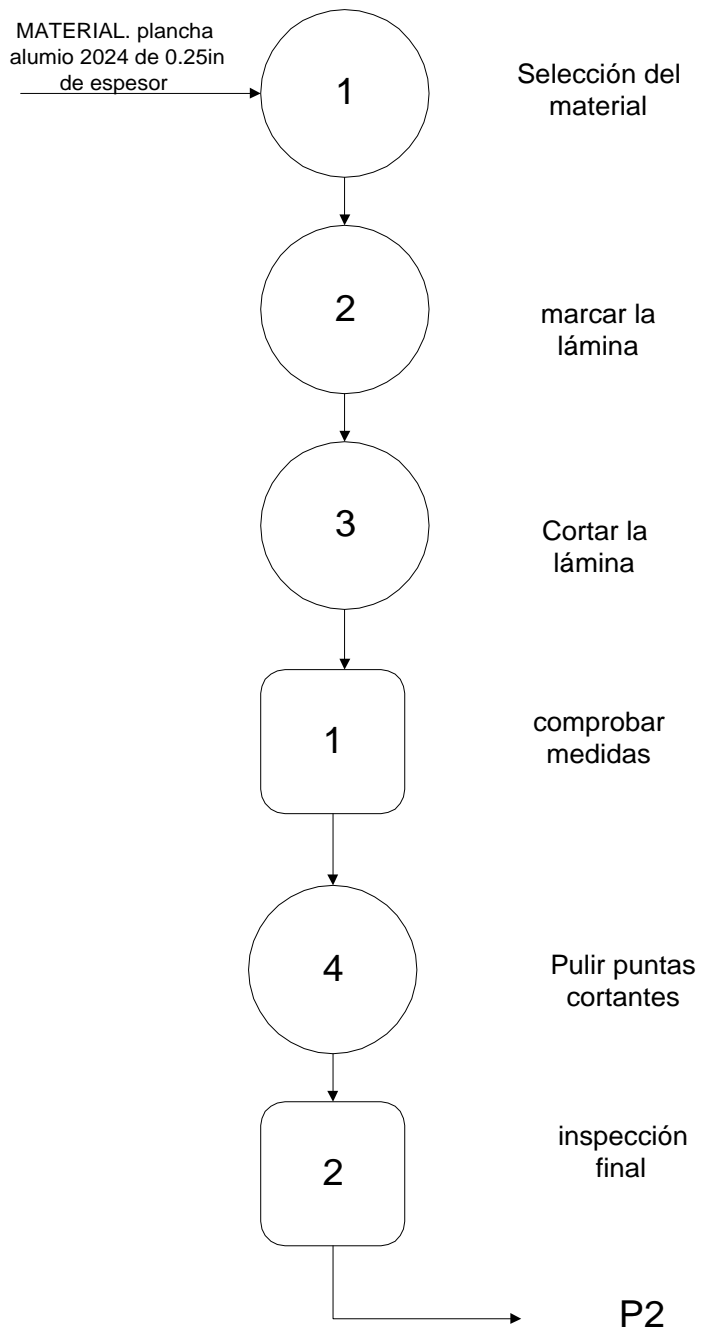
### 3.3 Diagramas de procesos.

A continuación se presentan los diagramas en los que se siguieron para la construcción.

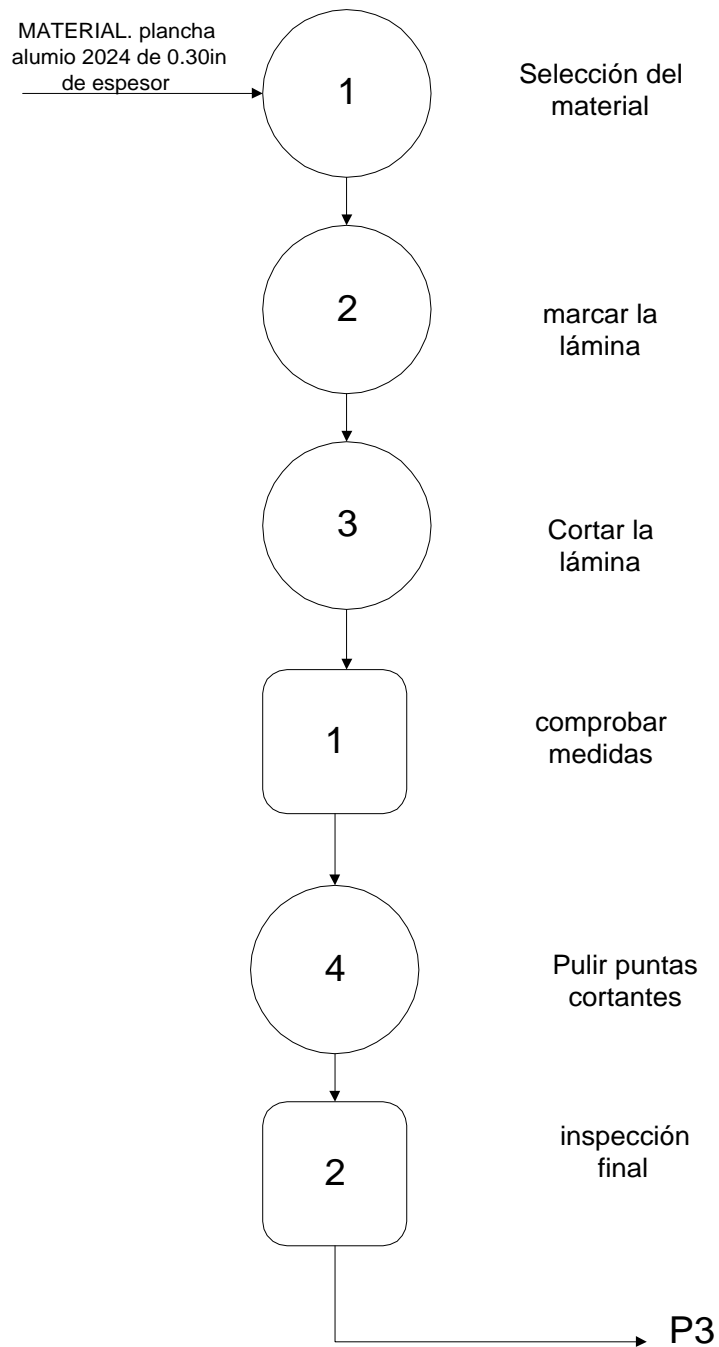
### 3.3.1. Diagrama de proceso de elaboración de un mamparo del flap, según plano de construcción #1



### 3.3.2. Diagrama de proceso de preparación del revestimiento del flap según plantilla de la lamina a cambiar

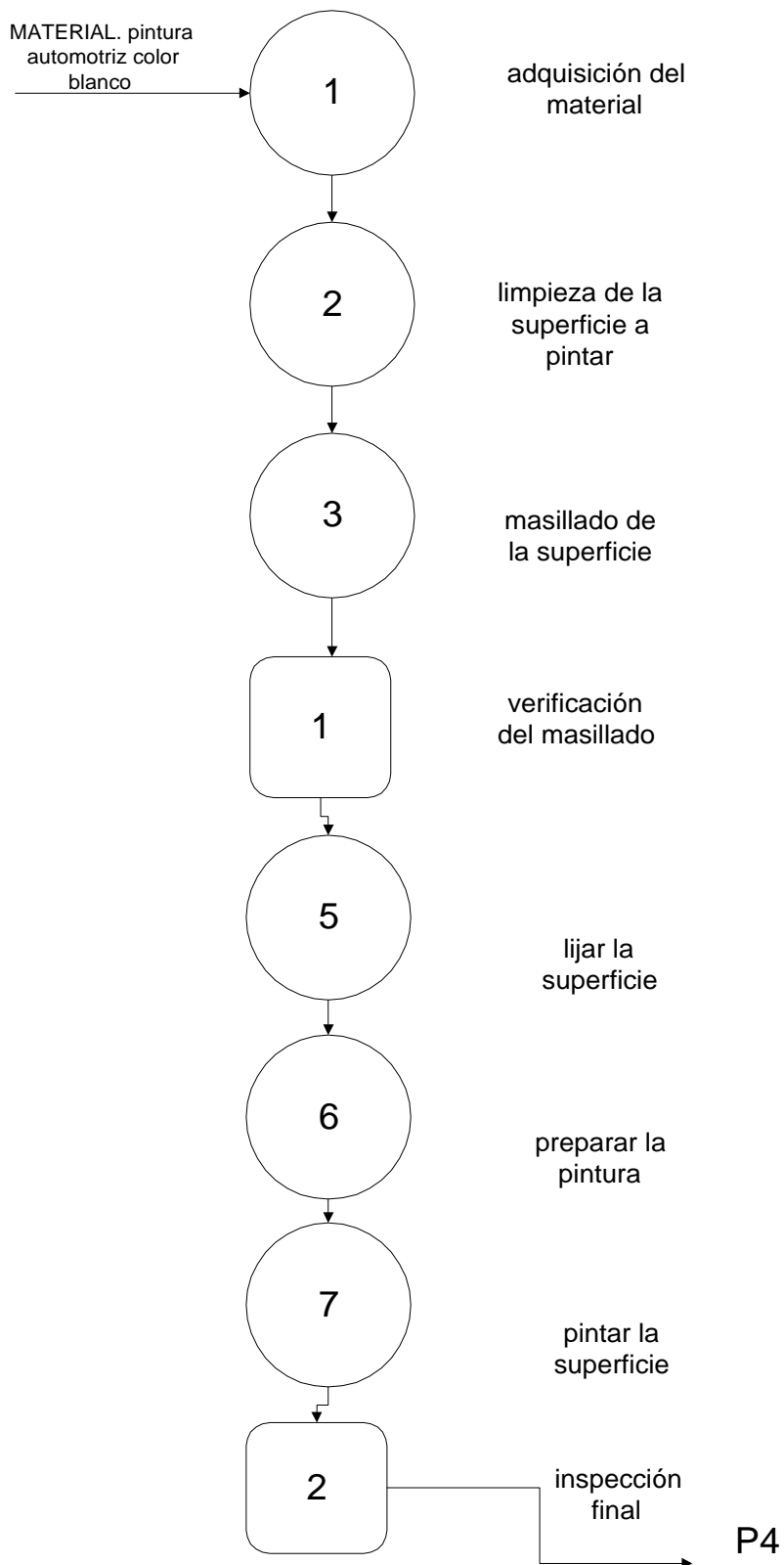


### 3.3.3. Diagrama de proceso de construcción de las platinas para aseguramiento a las guías del flap según plano de construcción #2.

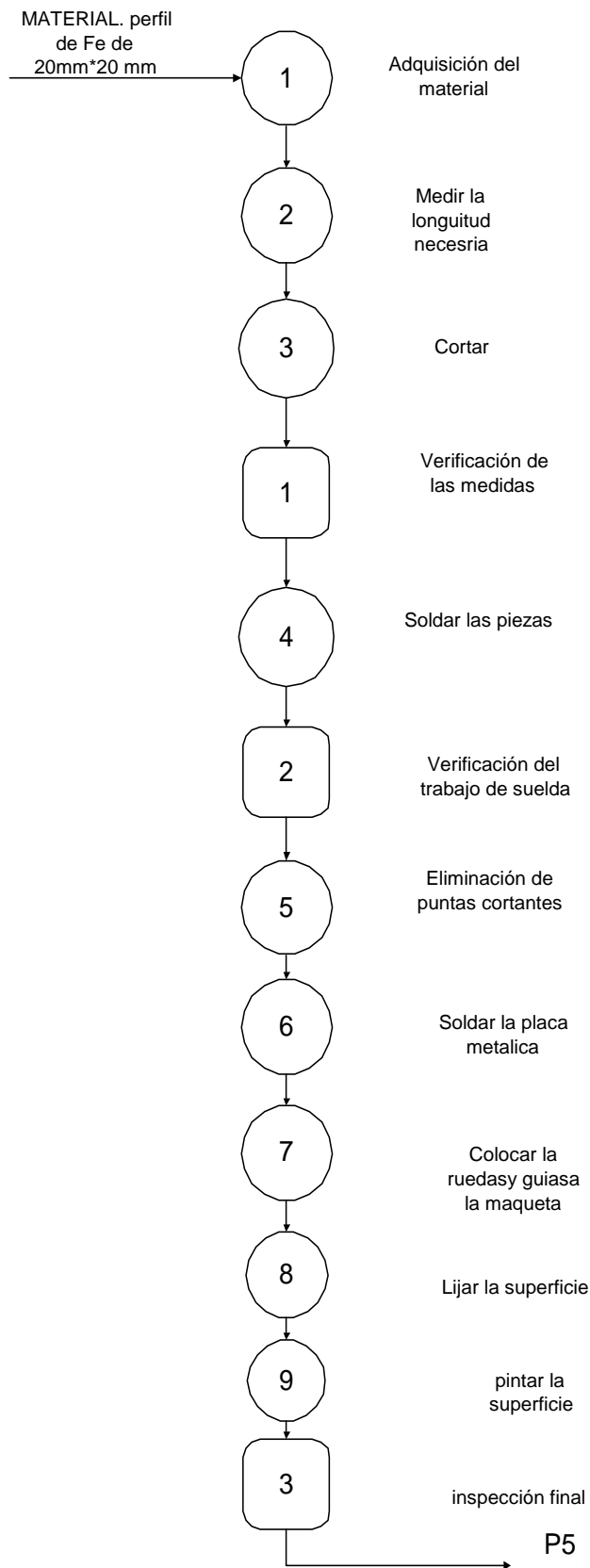




### 3.3.4. Diagrama de proceso de pintura del flap.

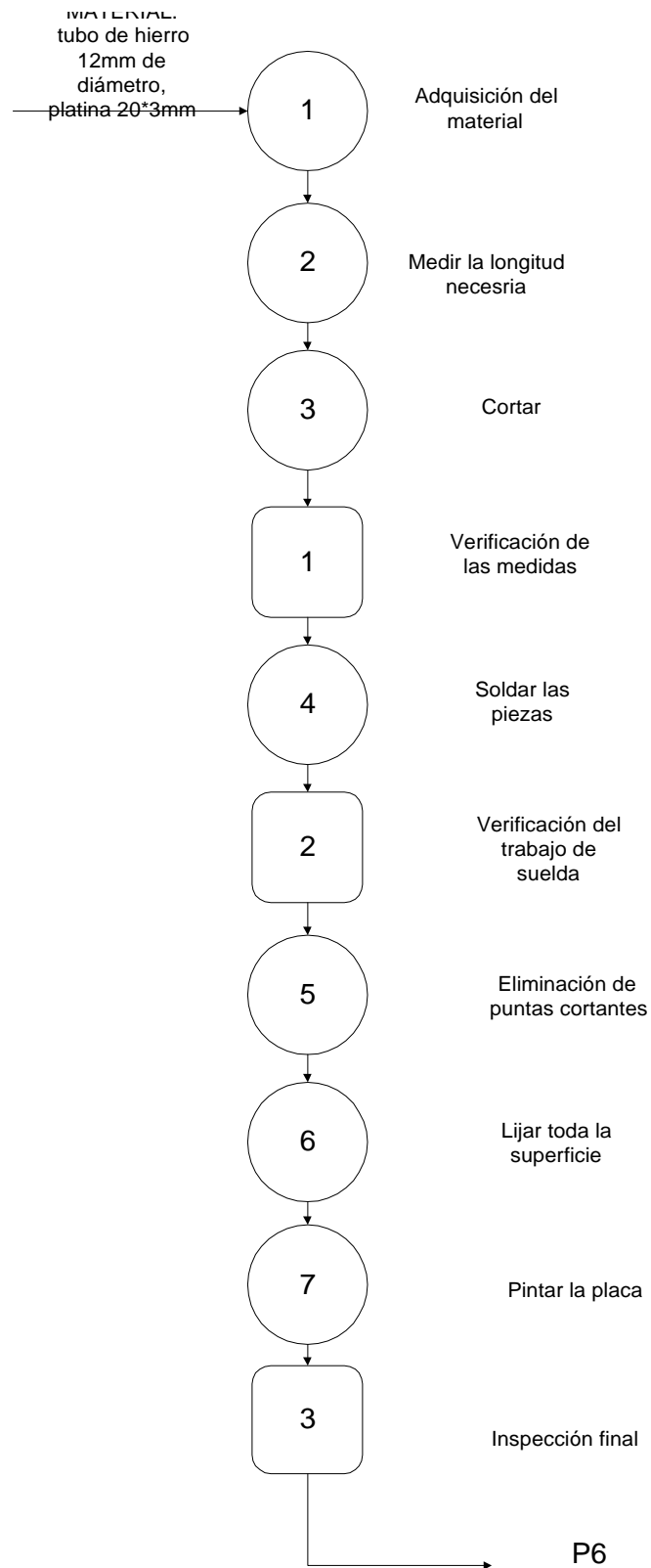


### 3.3.5. Diagrama de proceso de construcción de la bancada del sistema de flap según plano de construcción #3.

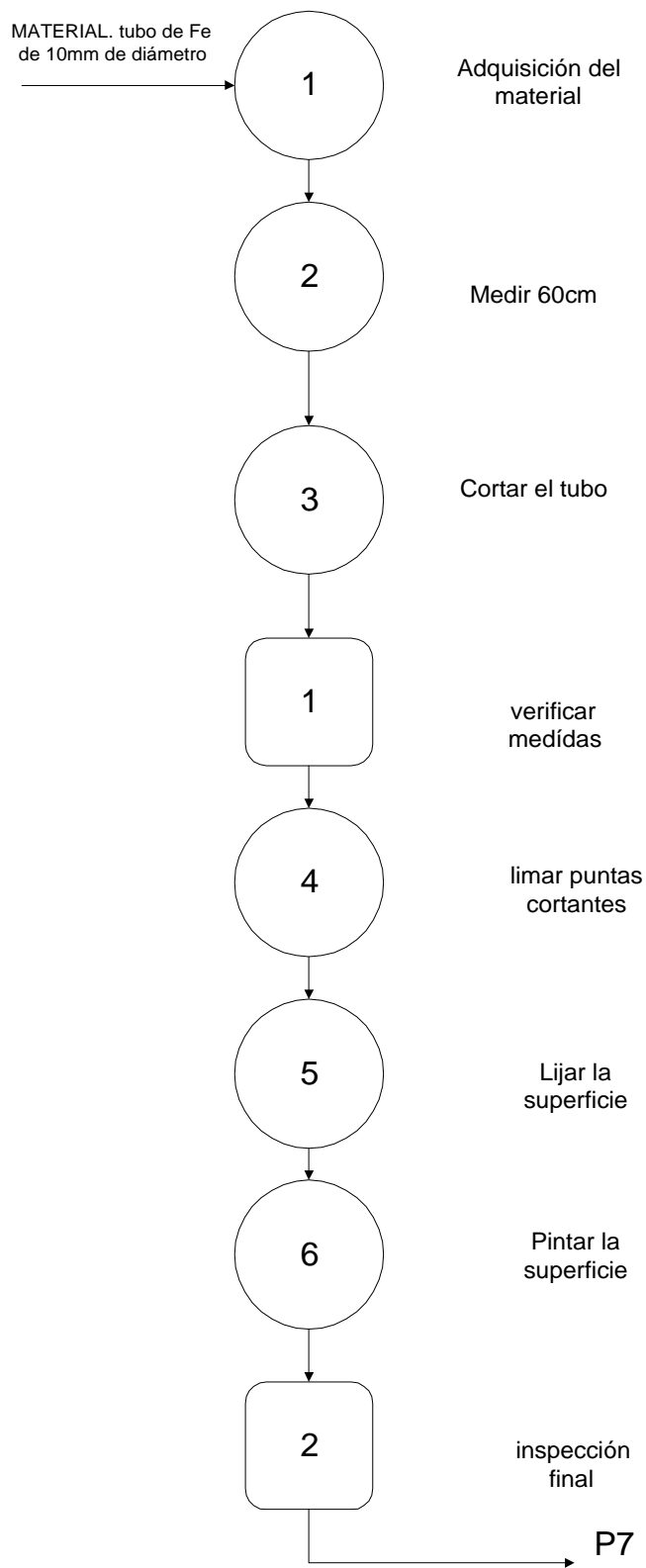


### 3.3.6. Diagrama de proceso de construcción de los ejes para tubo de movimiento

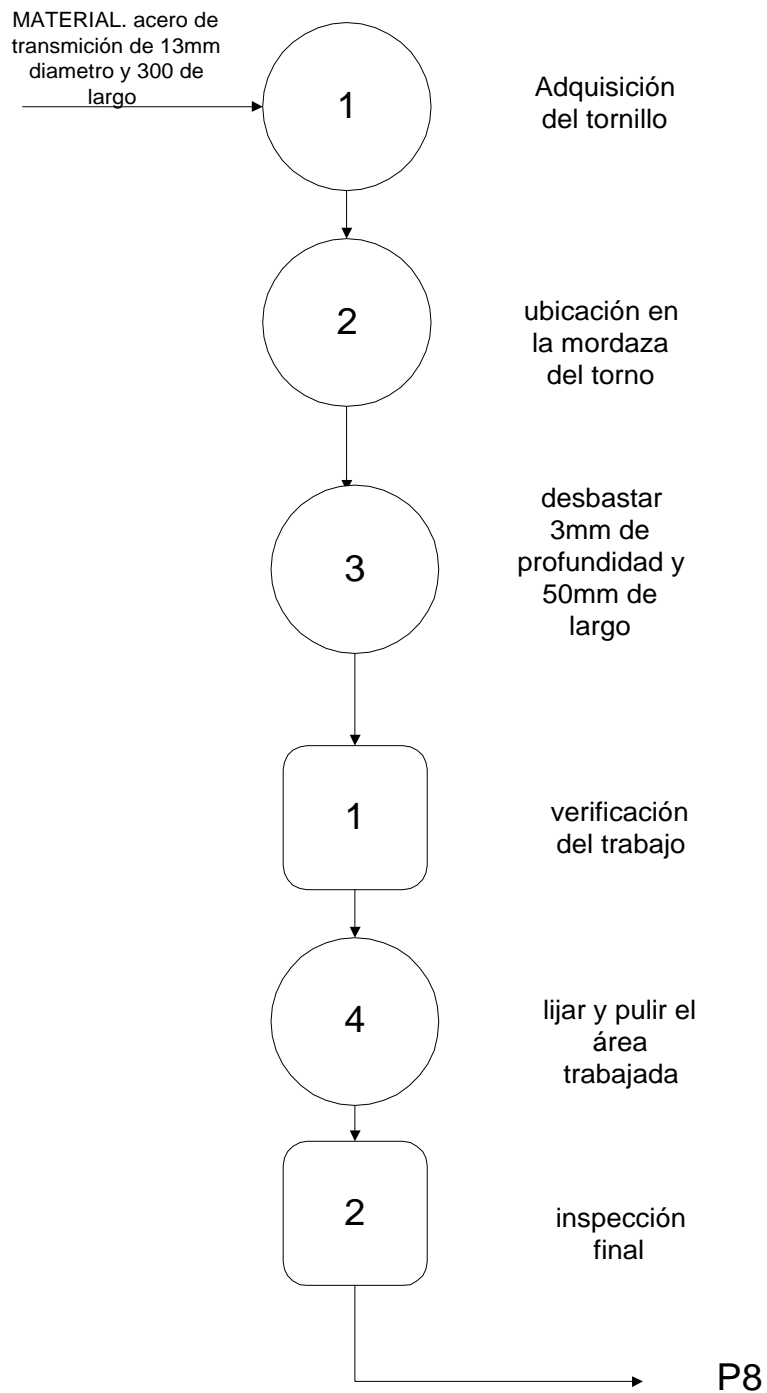
recíproco según plano de construcción #4.



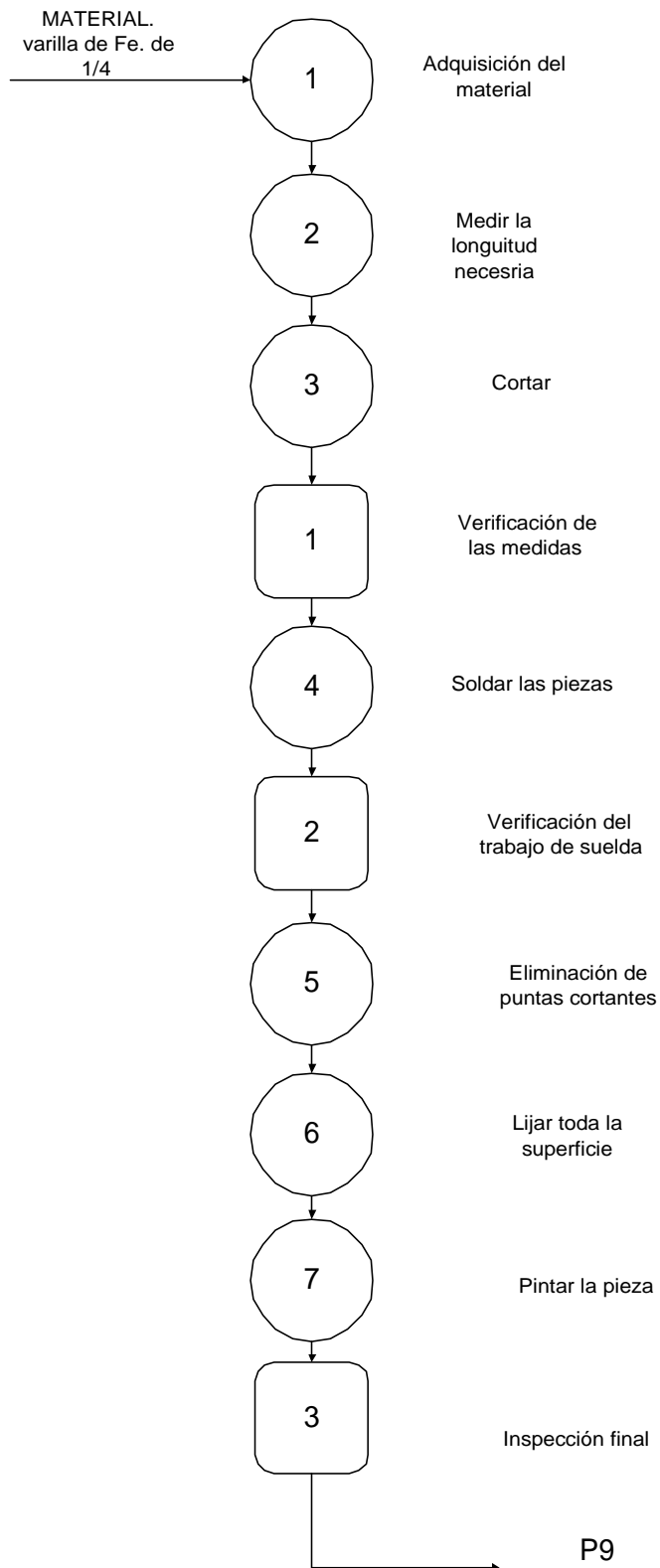
### 3.3.7. Diagrama de proceso de construcción tubo de movimiento recíproco según plano de construcción #5.



### 3.3.8. Diagrama de proceso adecuación de un tornillo sin fin.



**3.3.9. Diagrama de proceso de construcción del tornillo acoplador entre el flap y el tubo de movimiento reciproco según plano de construcción # 5.**



### **3.4. Diagramas de ensamble.**

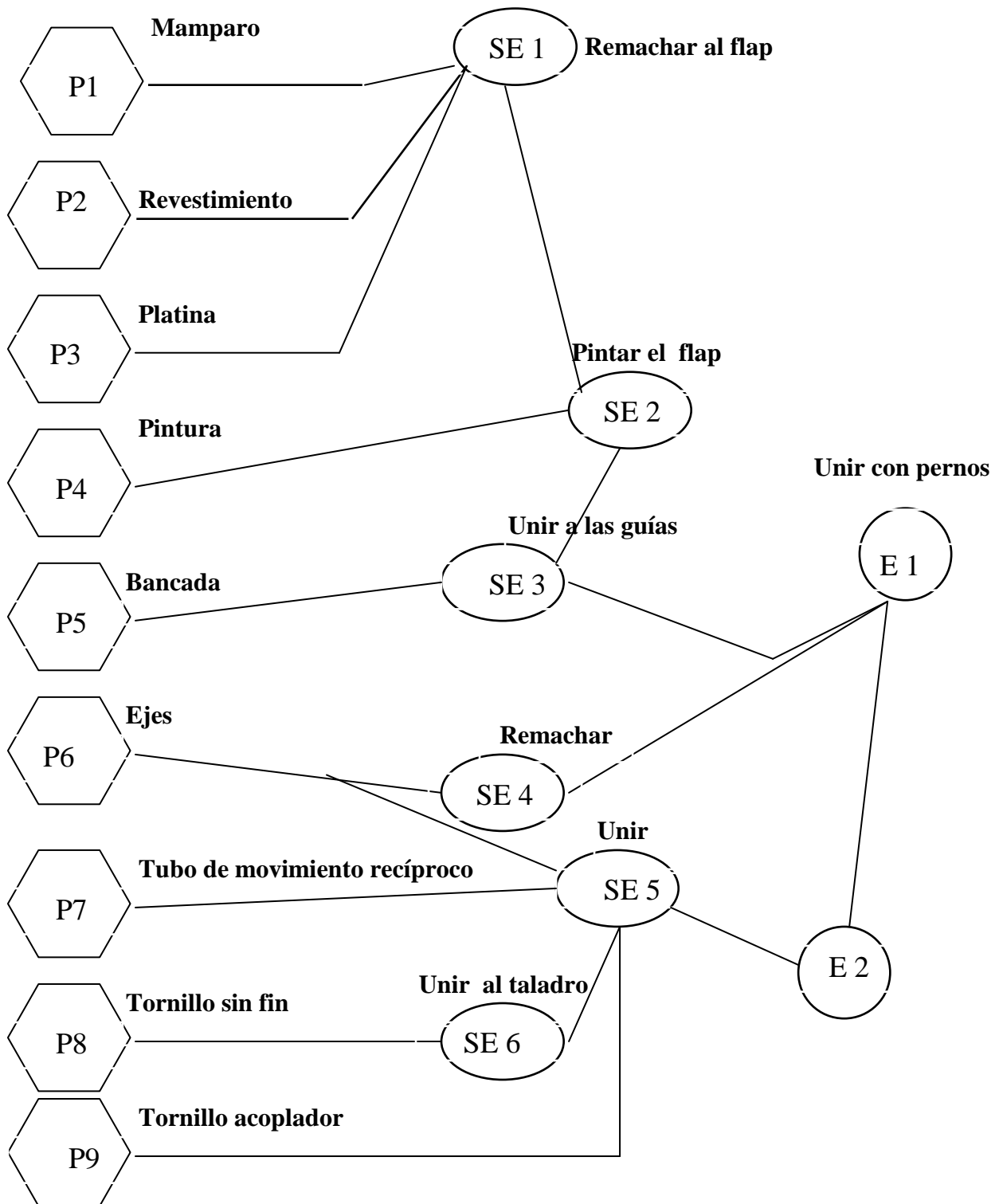
Para el ensamble de las diferentes partes que conformarán la maqueta, así como de los sistemas mecánicos se tendrá en cuenta algunas partes de la maqueta son móviles, por lo que debe existir un nivel de lubricación para evitar el rozamiento y desgaste entre las mismas.

Con respecto al ensamble del sistema de elevación del flap, es muy sencillo por lo que se requiere de herramientas básicas las cuales se detallan a continuación:

- Aceitero
- Desarmadores, plano y estrella
- Playo y pinzas
- Juego de copas y rache.

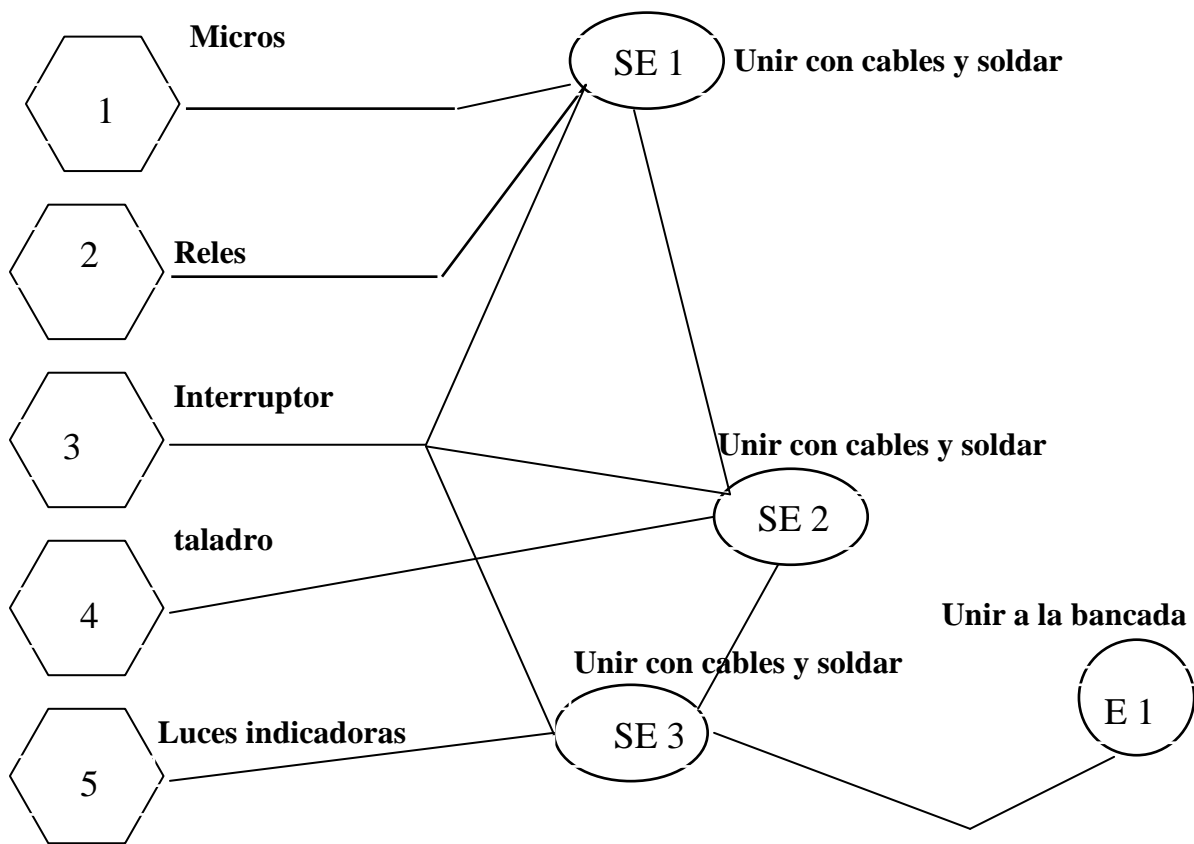
A continuación se presenta los diagramas de ensamble de los diferentes sistemas y elementos de la maqueta.

**3.4.1. Diagrama de ensamble de la maqueta del sistema de flap.**





### 3.4.2 Diagrama de ensamble de la parte eléctrica del sistema



### 3.5. Pruebas de funcionalidad.

Una vez realizado el ensamble de cada uno de los componentes de la maqueta, se ejecutara una verificación de las características de cada uno de los mismos.

#### Estructura de la maqueta.

A continuación tabularemos el estado de los elementos de la estructura de la maqueta.

**Tabla 3.5.1 Estado de los elementos de la estructura la maqueta.**

Elemento	Cumple su función	Ensamble óptimo
Ruedas	✓	✓
Brazos para las guías	✓	✓
Bancada	✓	✓

#### Mecanismos de accionamiento

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

**Tabla 3.5.2 Estado de los elementos del mecanismo de accionamiento de la maqueta.**

Elemento	Cumple tolerancias	Ensamble óptimo
Impulsor	✓	✓
Tuvo de movimiento reciproco	✓	✓
Guías del tuvo de movimiento reciproco	✓	✓
Acople y sin fin	✓	✓
Taladro	✓	✓

Guías por donde recorre el flap	✓	✓
---------------------------------	---	---

Con respecto al funcionamiento global de la maqueta del sistema de flaps y de los componentes mecánicos que permiten su movimiento se encuentran en perfectas condiciones y funciona óptimamente.

A continuación se presenta la maqueta construida y en condiciones de funcionamiento.

**Tabla 3.5.3. características de funcionabilidad de la maqueta**

Acción	funcionabilidad
Bajar flap	✓
Subir	✓

### 3.6. Cálculos.

Momento de inercia ha romper en el taladro

$$P = L * w \quad (3.1)$$

Potencia = Momento por la velocidad angular

$$w = \frac{\Theta}{t} \quad (3.2)$$

$$w = \frac{3090 \text{ rad}}{10 \text{ s}} \Rightarrow 309 \text{ rad/s}$$

De la fórmula 3.1 se despeja el momento ya que se tiene como dato de entrada la potencia del accionador que es 500W y la velocidad angular.

$$L = \frac{P}{w} \quad (3.3)$$

$$L = \frac{500W}{309 \text{ rad/s}} \Rightarrow 1.618 \text{ Nw.m}$$

$$W = L * \Theta \quad (3.4)$$

Trabajo = momento por el desplazamiento angular(rpm)

$$W = 1.618 \text{ Nw.m} \times 500 \text{ rpm} \Rightarrow 809.06 \text{ Julios}$$

$$L = I * \alpha \quad (3.5)$$

Despejando I en la fórmula 3.5 tenemos

$$I = \frac{L}{\alpha} \quad (3.6.)$$

$$I = \frac{1.618 \text{ Nw.m}}{30.9 \text{ rad/s}^2}$$

$$I = 5.2 \times 10^{-2} \text{ Kg.m}^2$$

## CAPÍTULO IV

### ELABORACIÓN DE MANUALES Y HOJAS DE REGISTRO

#### 4.1 Manual de Procedimientos

En este capítulo, se establece los distintos procedimientos de operación, verificación y mantenimiento de la maqueta, además de instructivos, formatos de registro con su respectiva implementación de la maqueta didáctica del sistema de flaps del avión.


Los procedimientos y formatos que a continuación se detallan, nos permitirán conseguir una mejor utilización y conservación de la maqueta, además que de esta manera podemos obtener practicas de calidad que conllevaran al alumnado a obtener mejores conocimientos teóricos- prácticos.

La codificación de la máquina y los procedimientos de ensayo se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 4.1: Codificación de los procedimientos de ensayo de la maqueta didáctica del sistema de flaps del avión.**

Procedimiento	Código
Maqueta didáctica del sistema de flaps	MSF-EMA-01
Mantenimiento de la Maqueta didáctica del sistema de flaps	MSF-EMA-P1
Verificación de la maqueta del sistema de flaps del flap	MSF-EMA-P2
Operación de la Maqueta didáctica del sistema de flaps	MSF-EMA-P3
Registro de Mantenimiento de la Maqueta didáctica del sistema de	MSF-EMA-R1

flaps	
Registro de Funcionamiento de Maqueta didáctica del sistema de flaps	MSF-EMA-R2

 <b>ITSA</b> <b>ESC.</b> <b>MECÁNICA</b>	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>		<b>Pág. :</b> 1 de 1
	<b>MANTENIMIENTO DE LA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA DE FLAPS DEL AVIÓN</b>		<b>Código:</b> MSF-EMA-P1
	<b>Elaborado por:</b> A/C Darwin Robalino		<b>Revisión No. :</b> 1
	<b>Aprobado por:</b> Subs. Joselo Chávez	<b>Fecha :</b> 2003-12-01	<b>Fecha :</b> 2003-12-01

## 1.0 OBJETIVO

Documentar el procedimiento para el mantenimiento de la maqueta didáctica del sistema de flaps

## 2.0 ALCANCE

Contempla a la maqueta didáctica del sistema de flaps del avión; ubicado en el laboratorio de mecánica del ITSA.

## 3.0 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

N/A

## 4.0 DEFINICIONES

4.1 Limpieza general: eliminación de suciedades superficiales de la maqueta

## 5.0 PROCEDIMIENTO

El usuario a cargo de la maqueta realiza los siguientes tipos de mantenimiento

### 5.1 Mantenimiento mensual

5.1.1. lubricar las guías por donde recorre el flap

### 5.2 Mantenimiento semestral

5.2.1. Limpieza exterior del flap utiliza cera pulidora

5.2.2. Lubricar el tornillo sin fin

5.2.3. Revisar llantas de la maqueta y lubricarlas


### 5.3 Mantenimiento anual

5.3.1. Revisar visualmente la estructura de la maqueta, remaches, los puntos de soldadura

5.3.2. Dar pintura a la maqueta

5.3.3. Revisar toda la parte eléctrica del sistema

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

 <b>ESC. MECÁNICA</b>	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>		<b>Pág. :</b> 1 de 1
	<b>VERIFICACIÓN DE LA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA DE FLAPS DEL AVIÓN</b>		<b>Código:</b> MSF-EMA-P2
	<b>Elaborado por:</b> A/C Darwin Robalino		<b>Revisión No. :</b> 1
	<b>Aprobado por:</b> Subs. Joselo Chávez	<b>Fecha :</b> 2003-12-01	<b>Fecha :</b> 2003-12-01

### **1.0 OBJETIVO**

Documentar el procedimiento para la verificación de la maqueta didáctica del sistema de flaps

### **2.0 ALCANCE**

Contempla a la maqueta didáctica del sistema de flaps del avión; ubicado en el laboratorio de mecánica del ITSA.

### **3.0 DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

N/A

### **4.0 DEFINICIONES**

N/A

### **5.0 PROCEDIMIENTO**


5.1 El usuario realiza la verificación de esta maqueta cada seis meses.

5.2 Verifique el recorrido del flap.

5.3 Verifique el funcionamiento de los limitadores de carrera.

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



 <b>ITSA</b>	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>		<b>Pág. :</b> 1 de 1
	<b>OPERACIÓN DE LA MAQUETA  DIDÁCTICA DEL SISTEMA DE FLAPS DEL  AVIÓN</b>		<b>Código:</b> MSF-EMA-P1
<b>ESC. MECÁNICA</b>	<b>Elaborado por:</b> A/C Darwin Robalino		<b>Revisión No. :</b> 1
	<b>Aprobado por:</b> Subs. Joselo Chávez	<b>Fecha :</b> 2003-12-01	<b>Fecha :</b> 2003-12-01

## 1.0 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

N/A

## 2.0 CÓDIGO DEL EQUIPO: MEC-R1

## 3.0 UBICACIÓN DEL EQUIPO: No determinado

## 4.0 MARCA DEL EQUIPO: MSF-EMA-01

## 5.0 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

5.1. VOLTAJE: 110 V

5.2. FASES: 1

5.3. PESO: 25 Lb.

5.4. CAPACIDAD MÁXIMA DE CARGA: N/A

5.5. COMBUSTIBLES: N/A

5.6. REFRIGERANTE: N/A

5.7. TIPO DE MOTOR: MONOFÁSICO REVERSIBLE.

5.8. POTENCIA DEL MOTOR: 500 W

5.9. VELOCIDAD MÁXIMA DEL MOTOR: 1250 rpm

5.10. INCLINACIÓN DEL FLAP.\*\*\*\*\*

## 6.0. NORMAS PARA SU FUNCIONAMIENTO:

6.1. Prepare la maqueta del sistema de flaps cerca de una fuente de 110V A/C.

6.2. Mueva el interruptor hacia la posición 'down' para bajar el flap y hacia 'up' para subirlo

## 7.0. PRECAUCIONES:

7.1. Verifique que no existan objetos extraños cerca de las partes móviles de la maqueta

7.2. Utilice el voltaje adecuado para el funcionamiento de la maqueta


7.3. Evite topar el flap mientras esta en funcionamiento

## 8.0. NOMBRE DEL TRABAJO


8.1. practica sobre el movimiento de un flap.

## 9.0 TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PRACTICA

9.1 No mayor a 30 min. consecutivamente

<b>ITSA</b>  <b>Esc. Mecánica</b>	<b>REGISTRO</b>		Código MSF-EMA-R1
	<b>MANTENIMIENTO</b>		Registro #.....

#	FECHA		Trabajo realizado	Material repuesto usado	Responsable	Observaciones
	Inicio	Finalización				

<p>ITSA</p>  <p>Esc. Mecánica</p>	<b>REGISTRO</b>	Código MSF-EMA-R2
	<b>DE FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUETA DEL SISTEMA DE FLAPS</b>	Registro #

Fecha	Horas de funcionamiento	Observaciones

Responsable.....

## CAPÍTULO V

### ESTUDIO ECONÓMICO

#### **5.1.Presupuesto**

La realización del proyecto para el estudio económico de acuerdo a las necesidades para la reconstrucción, habitación, es autofinanciado en la compra de todo lo utilizado, se detalla más adelante. En el momento que se realizó el estudio antes de concretar el proyecto se pudo llegar a la conclusión que la construcción de la maqueta tenía un costo aproximado de 350 USD.

#### **5.2.Análisis financiero**

Se presentan en cuatro rubros que son los principales en la construcción de la maqueta y se lo detalla a continuación.

1. Materiales
2. Elementos mecánicos
3. Mano de obra
4. Otros

##### **5.2.1 Materiales.**

Este rubro comprende todos los materiales que adquirimos para la construcción de la maqueta didáctica del sistema de flaps del avión.

**Tabla 5.2.1 Lista de materiales usados para la construcción de la maqueta**

<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR USD</b>
Tiner acrílico	1 litro	2 USD
Pintura automotriz	1 litro	5 USD
Limitadores de carrera	4	1 USD
Cable #18	5 metros	1.5 USD
Luces indicadores	2	0.5 USD
Rele	2	8 USD
Estaño	1 metro	2 USD
Grasa liviana	5 onz	0.25 USD
Taladro 500 w	1	45 USD
Bancada	1	75 USD
Plancha de AL 2024	1(40*95)	30 USD
Riel de AL un U	1	5 USD
Remaches 1/8	100	1 USD
Flap condensado	1	30 USD
	<b>TOTAL</b>	<b>216.25 USD</b>

**5.2.2 Elementos mecánicos.**

Este rubro comprende todos los materiales que adquirimos para la construcción de la maqueta didáctica del sistema de flaps del avión.

**Tabla 5.2.2 Lista de elementos mecánicos usados para la construcción de la maqueta**

<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR USD</b>
Ejes	2	2 USD
Tubo movimiento reciproco	1	1 USD
Tornillo sin fin	1	5 USD
Rieles guías	2	3 USD
	<b>TOTAL</b>	<b>11 USD</b>

### 5.2.3 Mano de obra.

La mano de obra esta comprendida principalmente por la colocación de los elementos mecánicos

**Tabla 5.2.3 Lista de gastos que surgieron para la construcción de la maqueta**

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR USD</b>
Instalación mecánica	30 USD
Estalación eléctrica	15 USD
<b>TOTAL</b>	<b>45 USD</b>

### 5.2.4. Otros

Este rubro comprende todos aquellos gastos que surgieron de impreviso en la realización del proyecto.

**Tabla 5.2.4 Lista de Gastos imprevistos que surgieron para la construcción de la maqueta**

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR USD</b>
S/N	90 USD
<b>TOTAL</b>	<b>90 USD</b>

**Tabla 5.2.5 Costo total de la construcción de la maqueta**

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR USD</b>
Materiales	216.25 USD
Elementos mecánicos	11 USD
Mano de obra	45 USD

Otros	90 USD
<b>TOTAL</b>	<b>362.25 USD</b>

### 5.3.1 Comparación entre la maqueta construida y una de similares características comprada en el mercado.

Se debe aclarar que esta maqueta es única y no existe en el mercado un aparato exactamente igual. A continuación se presenta el costo de una maqueta similar correspondiente al sistema de alerones del avioneta Cessna 172

**Tabla 5.3.1. Costo de una maqueta similar adquirida.**

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR USD.</b>
Costo de la maqueta	450.00
Costo de importación	95.00
<b>TOTAL</b>	<b>545.00</b>

El objetivo de esta comparación es concluir si es o no conveniente desde el punto de vista económico, el construir la maqueta con nuestros medios. Cabe recalcar que el poder satisfacer una necesidad social no podría ser evaluado o comparado, pero con fines didácticos se realizará esta comparación.

Costo del Mecanismo Construido: 362.25 USD.

Costo de la Máquina comprada: 545.00 USD.

Tenemos una diferencia de costos de 182.75 USD. a favor de la máquina construida.

Se podría expresar esta diferencia porcentualmente, entonces se tiene:

$$\frac{545-362.25}{545} * 100 = 33.43\%$$

545

Una diferencia de 33.43% es justificable para concluir en lo beneficioso que sería construir la maqueta para tenerla en los laboratorios y no comprarla.



## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

- A lo largo de la investigación para el desarrollo de este trabajo se incrementó los conocimientos sobre los diferentes tipos de flaps que existen.
- Se adquirió conocimientos sobre el funcionamiento del sistema de flaps, y de esta manera tener clara la función que estos cumplen en los aviones.
- Esta maqueta se enfoca a facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje de los alumnos del ITSA, ya que estos pueden apreciar visualmente el movimiento de un flap.
- La maqueta didáctica del sistema de flaps del avión, luego de los ensayos realizados, cumple todos los objetivos creados al inicio del proyecto.
- Este trabajo permitió aclarar una duda que un flap actúa aumentando la sustentación más no funciona como un aerofreno, ya que el flap aumenta la sustentación pero no produce un efecto de frenado directamente como es en el caso de un spoiler.

## **6.2. Recomendaciones**

- Utilizar y cumplir con las normas especificadas en el manual que se ha elaborado en este proyecto.
- Que la información necesaria para la operación este siempre disponible.
- Cuando la maqueta no se la este utilizando es mejor desconectarla de la fuente de energía eléctrica.
- Durante el accionamiento no tope el flap ya que esto conllevaría a forzar los mecanismos.
- Revise periódicamente la lubricación de todos los elementos rotativos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Manual de mantenimiento del avión T-33 A, tomo I y IV
- Manual de mantenimiento de la avioneta Cessna 206.

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**ELABORADO POR:**

**Aluno. Robalino Darwin**

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

**Ing. Guillermo Trujillo**