



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
AVIONES**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
AVIONES**

**“ELABORACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL
SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LOS FLAPS DEL AVIÓN
SABRELINER PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LOS
ESTUDIANTES DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE
TECNOLOGÍAS.”**

**AUTOR: CBOS. TEC. AVC. DAMACELA TOAPANTA JOSÉ
DAVID**

DIRECTOR: TLGO. PROAÑO ALEJANDRO

LATACUNGA

2015

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

CERTIFICACIÓN

Tlgo. Alejandro Proaño

CERTIFICA

Que el trabajo titulado “Elaboración de una maqueta didáctica del sistema de funcionamiento de los flaps del avión Sabreliner para la enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías. Realizado por CBOS. DAMACELA TOAPANTA JOSÉ DAVID con C.I. 050221089-1 ha sido revisado y guiado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE en el reglamento de estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de acrobat (PDF).

Autoriza a Cbos. Damacela Toapanta José David que lo entregue a la Ing. Lucía Guerrero Rodríguez en calidad de Directora de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

Latacunga, Mayo 2015

Tlgo. Alejandro Proaño
DIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

CBOS. DAMACELA TOAPANTA JOSÉ DAVID

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “Elaboración de una maqueta didáctica del sistema de funcionamiento de los flaps del avión Sabreliner para la enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.” Ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme a las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de este proyecto de grado en mención.

Latacunga, Mayo 2015

Cbos. Damacela Toapanta José David
C.I. 050221089-1

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS****AUTORIZACIÓN**

YO, DAMACELA TOAPANTA JOSÉ DAVID.

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas, la publicación en la biblioteca virtual de la institución, del trabajo “Elaboración de una maqueta didáctica del sistema de funcionamiento de los flaps del avión Sabreliner para la enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías. Cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y criterio.

Latacunga, Mayo 2015

DAMACELA TOAPANTA JOSÉ DAVID

050221089-1

DEDICATORIA

Este proyecto de graduación está dedicado **A MI FAMILIA** que con su apoyo han sido un pilar fundamental en mi formación profesional los cuales me han inculcado valores morales para ser una persona útil para mi país y la sociedad.

DAMACELA TOAPANTA JOSÉ DAVID

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a todos los docentes de La Unidad De Gestión De Tecnologías Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE que me han inculcado sus conocimientos y han permitido que me forme como profesional.

También agradezco a mis padres y a Dios por darme la vida y enseñarme a luchar día a día para alcanzar mis objetivos.

Agradezco especialmente al señor Tlgo. Alejandro Proaño, por haberme ayudado con su asesoramiento para la realización de este proyecto de graduación.

DAMACELA TOAPANTA JOSÉ DAVID

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I	
EL TEMA	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema.	2
1.3 Justificación e importancia.....	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.5 Alcance.....	3
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1 Introducción.....	4
2.2 Controles de vuelo.....	5
2.2.1 Descripción del ala.....	6
2.2.2 Alerones.....	7
2.2.3 Slats.....	8
2.2.4 Flaps.....	8
2.2.5 Flaps de borde de ataque.....	9
2.2.6 Flaps de borde de salida.....	10
2.2.7 Sistema eléctrico de los flaps.....	11
2.2.8 Transmisor de posición de los flaps.....	12
2.2.9 Indicador de la posición de los flaps	12
2.2.10 Switch de los flaps	13
2.2.11 Remoción de los flaps.....	14
2.2.12 Instalación de los flaps.....	14

2.2.13 Chequeo del Sistema de Flaps.	15
CAPÍTULO III	
DESARROLLO DEL PROYECTO	
3.1 Introducción.	17
3.2 Análisis del material que se va a utilizar en la elaboración de la maqueta.	18
3.3 Aspectos generales.....	18
3.4 Parámetro de elaboración de la maqueta.	18
3.5 Estudio técnico de la elaboración de la maqueta.....	19
3.6 Análisis de la elaboración de la maqueta.....	19
3.7 Parámetros de evaluación	20
3.8 Elaboración de la maqueta	21
3.9 Listado de herramientas y materiales para la elaboración de la maqueta.	22
3.10 Diagramas de procesos.	24
3.10.1 Diagrama de proceso de elaboración del flap.....	25
Explicación del diagrama de proceso de elaboración del flap.....	26
3.10.3 Diagrama de proceso de las platinas guías del flap.....	29
3.10.4 Diagrama de proceso de pintura del flap	31
Explicación del diagrama de proceso de la bancada.....	34
3.11 Ensamblaje	35
3.11.1 Diagrama de elaboración de la maqueta	36
3.12 Pruebas de funcionamiento y de operatividad.	39
3.12.1 Estructura de la Maqueta.....	39
3.12.2 Elementos del mecanismo de accionamiento.....	39
3.13 Manual de procedimientos.....	40
3.14 Análisis Económico.....	40
3.15 Aspecto Legal.	42
CAPÍTULO IV	
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
4.1 CONCLUSIONES	43
4.2 RECOMENDACIONES.....	44
GLOSARIO DE TÉRMINOS	45
BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales a utilizarse.	23
Tabla 2. Herramientas a utilizarse.	24
Tabla 3. Elementos estructurales de la maqueta	39
Tabla 4. Cuadro de los elementos del mecanismo de accionamiento de la maqueta.	39
Tabla 5. Características de funcionalidad de la maqueta.....	40
Tabla 6. Materiales utilizados para la elaboración de la maqueta.....	41
Tabla 7. Listado de elementos mecánicos utilizados para la elaboración de la maqueta.....	42
Tabla 8. Lista de gastos imprevistos para la elaboración de la maqueta.....	42
Tabla 9. Costo total de la elaboración de la maqueta didáctica.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Llegada del avión Sabreliner al Ecuador.	4
Figura 2. Ejes del Avión y movimientos sobre ellos.	6
Figura 3. Descripción del ala.....	6
Figura 4. Funcionamiento de los alerones.	7
Figura 5. Ubicación de los slats.	8
Figura 6. Flap y ángulos de extensión.	9
Figura 7. Flaps de borde de ataque.	9
Figura 8. Tipos de flaps de borde de salida.	10
Figura 9. Actuadores Electromecánicos.....	11
Figura 10. Transmisor de posición de los flaps.....	12
Figura 11. Indicador de posición de los flaps.....	13
Figura 12. Switch de los flaps.	13
Figura 13. Fases elaboración de Maqueta.....	17
Figura 14. Bancada para la elaboración de la maqueta.....	19
Figura 15. Imagen lateral del flap.....	26
Figura 16. Revestimiento del flap.....	28
Figura 17. Flap con la capa de fondo plomo.	32
Figura 18. Maqueta Didáctica.....	38

RESUMEN

El presente trabajo de elaboración de una maqueta didáctica del sistema de funcionamiento de los flaps del avión Sabreliner surge a partir de la necesidad de contar en la Unidad de Gestión de Tecnologías, con un medio que permita comprender de una manera sencilla y eficiente acerca del funcionamiento de los flaps del avión, enfocado a facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes.

En este trabajo se plantea el objetivo de elaborar una maqueta didáctica que permita la visualización del funcionamiento del sistema de flaps, en lo cual se realizó una investigación recolectando la información necesaria mediante manuales, libros e internet la cual nos permitiría encontrar un mecanismo que se ajuste a la necesidad planteada, realizando un estudio de parámetros y de funcionamientos. Posteriormente se procedió a la elaboración de la maqueta, haciendo uso de varios materiales similares a los utilizados en el avión Sabreliner, concluida la elaboración se realizó las pruebas de funcionamiento y operatividad con la finalidad de observar el comportamiento de la máquina, la misma que cumplió con las expectativas y nos dio resultados satisfactorios, lo que implica que este proyecto es Justificado.

PALABRAS CLAVE:

- **FLAP**
- **AVIÓN**
- **ELABORAR**
- **MANUALES**
- **MAQUETA**

ABSTRACT

The present job based on the elaboration of a didactic model of the operating system of the flaps in the Sabreliner airplane arises from the need of the Unidad de Gestión de Tecnologías -ESPE to have a mean which enables to understand the airplane flaps operation easy and efficiently. It also focuses to help student in their teaching-learning process. This word aims to develop a didactic model than allows the visualization of the operation of flaps system. This job made an investigation collecting the necessary information in manuals, books and internet which allows to find a mechanism that fits to the presented necessity a parameter and operating study. Then it was necessary to elaborate the model, using several and similar materials to use in the Sabreliner plane. After, the elaboration of the model it was essential to do a performance and operability test in order to observe the behaviors of the machine. At the end, the machine fulfilled the expectations and gave satisfactory results, which permits to mention that this project is justified.

KEYWORDS:

- **FLAP**
- **AIRPLANE**
- **DEVELOP**
- **MANUALS**
- **MODEL**

Legalized by: Lcdo. Diego Granja

CAPÍTULO I

EL TEMA

“ELABORACIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LOS FLAPS DEL AVIÓN SABRELINER PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS.

1.1 Antecedentes.

Previo al análisis se logró constatar que en la UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE FUERZAS ARMADAS ESPE no se han realizado proyectos parecidos o de índole relacionada con el diseño y elaboración de una maqueta del sistema de funcionamiento de los flaps del avión Sabreliner el cual es muy importantes para mejorar la enseñanza-aprendizaje de los alumnos de la institución, por tal motivo es sumamente importante la elaboración de dicho proyecto ya que facilitará un mejor entendimiento de las materias impartidas en el instituto y además esto me ayudara personalmente para poner a prueba todos los conocimientos adquiridos en las aulas de clases.

En la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE se dispone de maquetas de aviones y no de una maqueta del sistema de flaps del avión Sabreliner por lo cual un problema para el aprendizaje de los alumnos es no contar con material didáctico necesario para un mejor entendimiento de las materias impartidas en el instituto.

Esto ha ocasionado que en el Instituto por la falta de material didáctico los conocimientos no se han cubiertos en su totalidad de una forma satisfactoria, por esta razón la elaboración de esta maqueta nos ayudara en el proceso de enseñanza-aprendizaje para el personal de alumnos de la carrera de mecánica.

Como conclusión de los antecedentes se puede mencionar que la elaboración de esta maqueta generara una ayuda al momento de impartir clases ayudando en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

1.2 Planteamiento del problema.

El material didáctico es para enseñar el funcionamiento de los flaps del avión Sabreliner y se dispondrá de una herramienta eficaz para comprender el funcionamiento del sistema y plantea la investigación del siguiente proyecto.

Esto lleva a una mejor comprensión en el avión, en cuanto al sistema produce ayuda al estudiante en su aprendizaje, por lo tanto con esta maqueta se logrará fortalecer los conocimientos adquiridos en las aulas de clases de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

Se ha utilizado varios tipos de materiales como diapositivas para la explicación de los sistemas de flaps, con la maqueta se llegara a complementar los conocimientos de este sistema y esto ayudara aún más para poder llegar a concretar la enseñanza práctica la cual se realizaría de una manera más fácil con el desarrollo del proyecto por medio de la elaboración de la maqueta.

1.3 Justificación e importancia.

La Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de Fuerzas Armadas-ESPE va a contar con un material didáctico que tendrá como objetivo principal facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje acerca del funcionamiento del sistema de flaps del avión Sabreliner.

La implementación de un material didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje es una herramienta fundamental y eficaz al momento de la captación de conocimientos por parte de los alumnos de una forma clara eficiente y de una manera muy ilustrativa, por lo cual se plantea la elaboración e investigación de

este proyecto. Los beneficiarios con la implementación de esta maqueta, son los alumnos de la carrera de mecánica aeronáutica de la Unidad De Gestión De Tecnologías De La Universidad De Fuerzas Armadas ESPE.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo General.

Diseñar y construir una maqueta didáctica de operación del sistema de funcionamiento de los flaps del avión Sabreliner para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos de la Unidad de Gestión de Tecnologías, mediante los conocimientos adquiridos en las aulas de la Unidad y con información técnica recopilada de la aeronave.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Recolectar información necesaria referente al sistema de flaps y del tipo de flaps del avión Sabreliner.
- Analizar la mejor alternativa de materiales para el diseño y construcción de la maqueta.
- Elaboración de la maqueta didáctica utilizando los materiales que son seleccionados de acuerdo al funcionamiento de cada uno de ellos.
- Implementar la maqueta del sistema de flaps del avión Sabreliner al material didáctico del departamento de mecánica de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

1.5 Alcance.

Mediante este proyecto se diseñará y se construirá una maqueta del sistema de funcionamiento de los flaps del avión Sabreliner que servirá para el proceso de enseñanza-aprendizaje en La Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de Fuerzas Armadas-ESPE.

Además con la construcción de la maqueta se realizará un manual de procedimientos que irán acorde con el funcionamiento de la maqueta.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción.

A través de los tiempos, el hombre se ha visto en la necesidad de evolucionar tecnológicamente para mejorar su estilo de vida, y así poder trasladarse de un lugar a otro con facilidad, creando así varios medios para transportarse, el que más evolución ha tenido es el transporte aéreo es decir los aviones, los cuales han evolucionado de una forma notable en los últimos siglos.

El milenarismo sueño de volar tuvo múltiples precursores, desde el mítico vuelo de Dédalo y su hijo Ícaro en la antigua Grecia, pasando por los visionarios bosquejos de máquinas volantes de Leonardo Da Vinci, hasta llegar a la feliz aventura del primer vuelo en globo por los hermanos Montgolfier en 1783, y por supuesto el inicio formal de la aviación moderna 17 de diciembre de 1903, con el vuelo de los hermanos Orville y Wilbur Wright. La historia de la aviación, da fe de los inmensurables esfuerzos de la raza humana por elevarse hacia el firmamento.



Figura 1. Llegada del avión Sabreliner al Ecuador.

Dado que esta investigación, no está enfocada en dar a conocer la historia de la aviación en general, ni la de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, por ello solo se mencionara que el trabajo a continuación expuesto busca mostrar de forma

efectiva los conocimientos relevantes y que llevaron a la ejecución de esta búsqueda, porque como se especificó en el capítulo I busca dar solución a una necesidad en la Unidad de Gestión de Tecnologías.

Según (FAE, 2010), al Ecuador llegaría el primer avión Sabreliner FAE 043 el 20 de Febrero de 1987. El 15 de Mayo del mismo año llegó el Sabreliner FAE 068 y en 1989 arribó el FAE 045. Estas entregas se complementaron con la llegada al país del FAE 047 y el FAE 049 en 1991. El Sabreliner es un avión que se caracteriza por su gran versatilidad ya que cumple funciones de reconocimiento estratégico y táctico, puede también ser utilizado para vuelos presidenciales, vuelo VIP, entrenamiento de tripulaciones.

2.2 Controles de vuelo.

Según (Muños, 2010), los controles de vuelo son todos aquellos mecanismos integrados en una aeronave cuyo objetivo es el de accionar las superficies de mando, variando así la orientación y posición. Cualquier aeronave será capaz de realizar 3 posibles giros alrededor de 3 ejes perpendiculares entre sí cuyo punto de intersección está situado sobre el centro de gravedad del avión. Estos 3 ejes son: eje lateral, longitudinal o vertical, y las maniobras se llaman cabeceo, alabeo y guiñada.

Eje longitudinal. Es el eje imaginario que va desde el morro hasta la cola del avión. El movimiento alrededor de este eje (levantar un ala bajando la otra) se denomina alabeo (en inglés "roll"). También se le denomina eje de alabeo, nombre que parece más lógico pues cuando se hace referencia a la estabilidad sobre este eje, es menos confuso hablar de estabilidad de alabeo que de estabilidad "transversal".

Eje transversal o lateral. Eje imaginario que va desde el extremo de un ala al extremo de la otra. El movimiento alrededor de este eje (morro arriba o morro abajo) se denomina cabeceo ("pitch" en inglés). También denominado eje de cabeceo, por las mismas razones que en el caso anterior.

Eje vertical. Eje imaginario que atraviesa el centro del avión. El movimiento en torno a este eje (morro virando a la izquierda o la derecha) se llama guiñada ("yaw" en inglés). Denominado igualmente eje de guiñada.

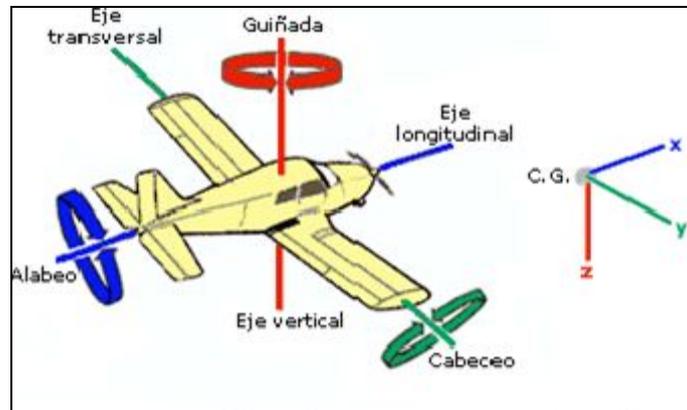


Figura 2. Ejes del Avión y movimientos sobre ellos.

Fuente: (Manual de vuelo, Muñoz, 2010)

2.2.1 Descripción del ala.

Según (Sabreliner, 1989), el ala es una estructura de viga completamente voladiza que tiene mide 19ft de largo, hecha de aleaciones de aluminio y con un revestimiento cargado formada en si por una sola unidad a excepción de los bordes de ataque de ala, los alerones y los flaps que son desmontables.

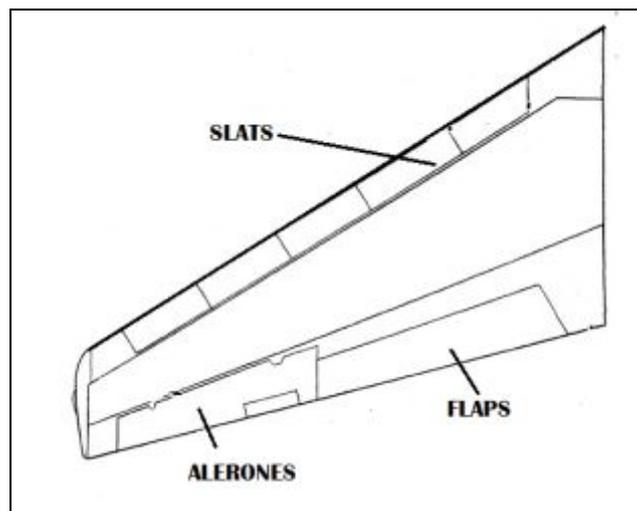


Figura 3. Descripción del ala.

En el alerón izquierdo se encuentra ubicada una aleta de compensación operada eléctricamente que está situada en el extremo interior del mismo.

Además consta de un Flap del tipo dividido que está montado en la parte interior de cada alerón el cual forma una continuación del borde de salida del ala. 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 breve sobre cada uno de estos elementos para así tener clara la función que desempeña.

2.2.2 Alerones.

Según (Sabreliner, 1989), 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. Su ubicación en el extremo del ala se debe a que en esta parte es mayor el par de fuerza ejercido.

El piloto acciona los alerones girando el volante de control a la izquierda o la derecha, o en algunos aviones moviendo la palanca de mando a la izquierda o la derecha.

Los alerones tienen un movimiento asimétrico. Al girar el volante hacia un lado, el alerón del ala de ese lado sube y el del ala contraria baja, ambos en un ángulo de deflexión proporcional a la cantidad de giro dado al volante. El alerón arriba en el ala hacia donde se mueve el volante implica menor curvatura en esa parte del ala y por tanto menor sustentación, lo cual provoca que esa ala baje; el alerón abajo del ala contraria supone mayor curvatura y sustentación lo que hace que esa ala suba. Esta combinación de efectos contrarios es lo que produce el movimiento de alabeo hacia el ala que desciende.

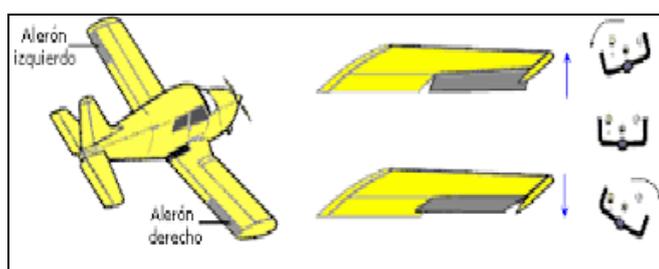


Figura 4. Funcionamiento de los alerones.

Fuente: (Manual de vuelo, Muñoz, 2010).

2.2.3 Slats.

Según (Muños, 2010), son superficies flexibles aerodinámicas auxiliares situadas en el borde delantero o de ataque del ala, que funcionan automáticamente en algunos aviones o controlados por el piloto en otros. La función de los slats, al igual que los flaps, es alterar momentáneamente la forma del ala durante el despegue y el aterrizaje para aumentar la sustentación, además de facilitar el control del movimiento lateral del avión.

Cuando el ángulo de ataque de las alas se incrementa, los slats se mueven hacia fuera del borde. Ese movimiento provoca que el ángulo de ataque del flujo de aire disminuya con relación al área total de las alas. De esa forma el aire que se mueve por encima del ala se suaviza reduciendo las turbulencias de los remolinos que se forman sobre su superficie durante el vuelo.

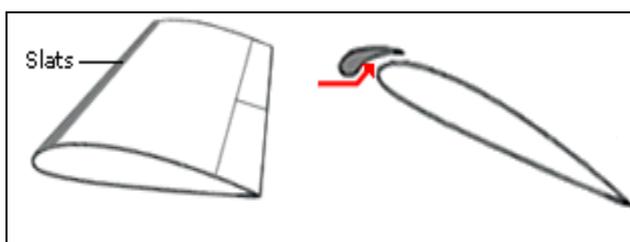


Figura 5. Ubicación de los slats.

Fuente: (Manual de vuelo, Muñoz, 2010).

2.2.4 Flaps.

Según (Muños, 2010), los flaps son dispositivos hipersustentadores, cuya función es la de aumentar la sustentación del avión cuando este vuela a velocidades inferiores a aquellas para las cuales se ha diseñado el ala. Situados en la parte interior trasera de las alas, se deflectan hacia abajo de forma simétrica (ambos a la vez), en uno o más ángulos, con lo cual cambian la curvatura del perfil del ala (más pronunciada en el extrados y menos pronunciada en el intrados), la superficie alar (en algunos tipos de flap) y el ángulo de incidencia, todo lo cual aumenta la sustentación (y también la resistencia).

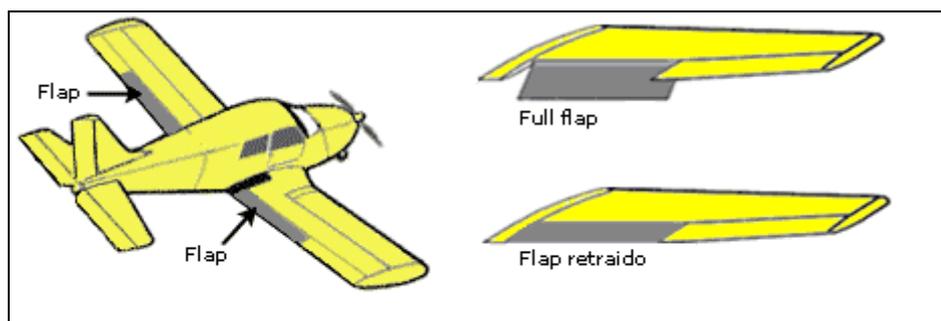


Figura 6. Flap y ángulos de extensión.

Fuente: (Manual de vuelo, Muñoz, 2010).

Se accionan desde la cabina, bien por una palanca, por un sistema eléctrico, o cualquier otro sistema, con varios grados de calaje (10° , 15° , etc.) correspondientes a distintas posiciones de la palanca o interruptor eléctrico, y no se bajan o suben en todo su calaje de una vez, sino gradualmente. En general, deflexiones de flaps de hasta unos 15° aumentan la sustentación con poca resistencia adicional, pero deflexiones mayores incrementan la resistencia en mayor proporción que la sustentación.

En la figura se representan unas posiciones y grados de calaje de flaps como ejemplo, pues el número de posiciones de flaps así como los grados que corresponden a cada una de ellas varía de un avión a otro.

2.2.5 Flaps de borde de ataque.

No es muy frecuente 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.

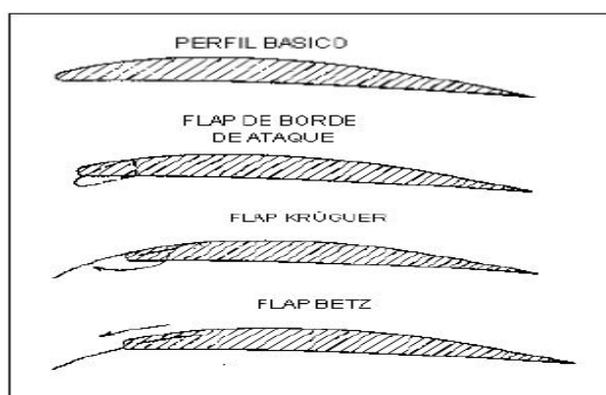


Figura 7. Flaps de borde de ataque.

2.2.6 Flaps de borde de salida.

Hay varios tipos de flaps:

- **Flap Sencillo.** Es el más utilizado en aviación ligera. Es una porción de la parte posterior del ala.
- **Flap De Intrados.** Situado en la parte inferior del ala (intrados) su efecto es menor dado que solo afecta a la curvatura del intrados.
- **Flap Zap.** Similar al de intrados, al deflektarse se desplaza hacia el extremo del ala, aumentando la superficie del ala además de la curvatura.
- **Flap Fowler.** Idéntico al flap zap, se desplaza totalmente hasta el extremo del ala, aumentando enormemente la curvatura y la superficie alar.
- **Flap Ranurado.** Se distingue de los anteriores, en que al ser deflektado deja una o más ranuras que comunican el intrados y el extrados, produciendo una gran curvatura a la vez que crea una corriente de aire que elimina la resistencia de otros tipos de flaps.
- **Flap Krueger.** Como los anteriores, pero situado en el borde de ataque en vez del borde de salida.

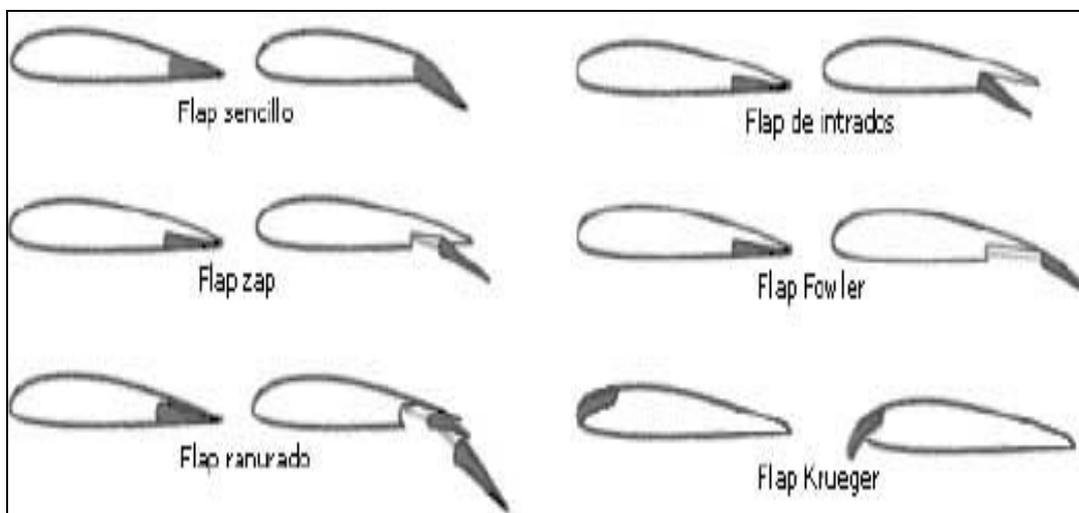


Figura 8. Tipos de flaps de borde de salida.

Fuente: (Manual de vuelo, Muñoz, 2010).

Los flaps únicamente deben emplearse en las maniobras de despegue, aproximación y aterrizaje, o en cualquier otra circunstancia en la que sea necesario volar a velocidades más bajas que con el avión "limpio".

Los efectos que producen los flaps son:

- Aumento de la sustentación.
- Aumento de la resistencia.
- Posibilidad de volar a velocidades más bajas sin entrar en pérdida.
- Se necesita menor longitud de pista en despegues y aterrizajes.
- La senda de aproximación se hace más pronunciada.
- Crean una tendencia a picar.
- En el momento de su deflexión el avión tiende a ascender y perder velocidad.

2.2.7 Sistema eléctrico de los flaps.

Según (Sabreliner, 1989), para la operación de los flaps se lo realiza por medio de actuadores electromecánicos que son alimentados por 28 voltios de corriente continua tomados de la barra esencial, existe un actuador en cada ala estos están conectados por un cable teleflex, para garantizar un recorrido sincronizado de los flaps. Los actuadores están incorporados por topes mecánicos para resistir el desplazamiento en caso de existir una falla en el final del recorrido de los flaps. Cada actuador tiene dos interruptores de límite que sirven para detener las aletas en la posición intermedia.

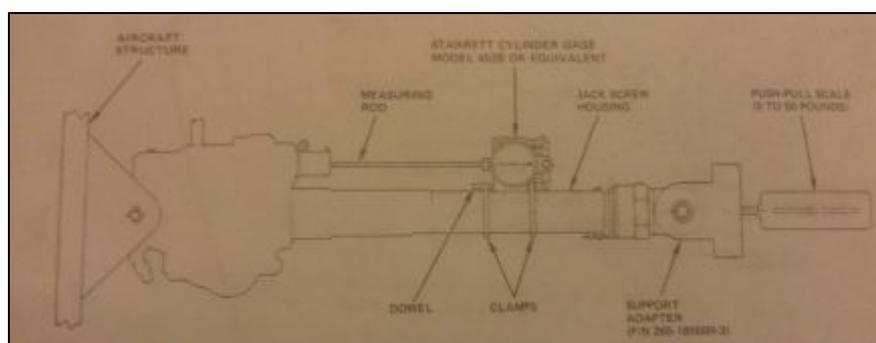


Figura 9. Actuadores Electromecánicos.

Fuente: (Manual Maintenance, Sabreliner, 1989).

2.2.8 Transmisor de posición de los flaps.

Según (Sabreliner, 1989), el transmisor de posición de los flaps se encuentra en el borde de salida del ala izquierda, el indicador de posición de flaps opera eléctricamente, la transmisión se conecta mecánicamente por una varilla a la costilla hacia el interior cerca del borde de ataque hacia delante de la aleta. El movimiento de la aleta opera el transmisor, el transmisor envía una señal al indicador en la cabina. Al retraer el flap hacia la posición A (arriba) B (intermedia) C (abajo) es la dirección de rotación de la escobilla en el interior del transmisor.

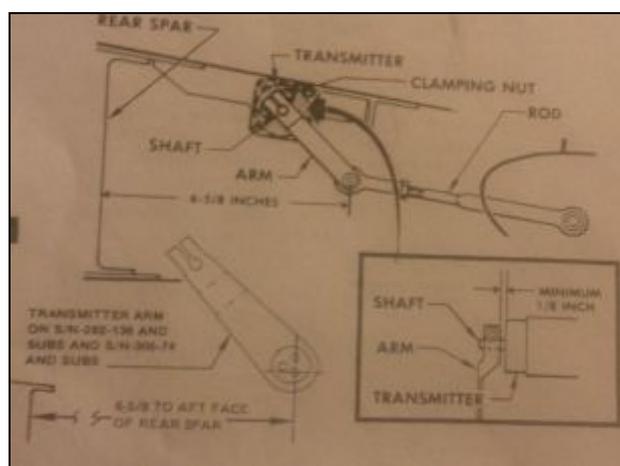


Figura 10. Transmisor de posición de los flaps.

Fuente: (Manual Maintenance, Sabreliner, 1989).

2.2.9 Indicador de la posición de los flaps.

Según (Sabreliner, 1989), el indicador de posición de los flaps está cerca de la parte inferior del panel central de instrumentos. Un puntero de rotación indica la posición de las aletas en porcentaje arriba o hacia abajo. El indicador se coloca eléctricamente mediante un transmisor de posición de flaps. El instrumento está calibrado en porcentaje del flap extendido y se lee de arriba (0) a abajo (100) en incrementos de 10 por ciento. Recorrido completo del flap abajo es de 25 grados (100 por ciento), 20 grados flap posición intermedia (80 por ciento) y 0 grados flap arriba (0 por ciento). Este indicador facilita la selección de posición de los flaps intermedios.



Figura 11. Indicador de posición de los flaps.

2.2.10 Switch de los flaps.

Según (Sabreliner, 1989), el switch de los flaps, es empotrado en el pedestal central para evitar la operación inadvertida. Es alimentado por la barra esencial de corriente continua y se mueve en un cuadrante marcado “Arriba” “Intermedia” “Abajo”. Para posicionar las aletas completa hacia arriba o hacia abajo completo, el interruptor de aleta se mueve a la posición correspondiente y se deja allí. (El poder se elimina automáticamente de los actuadores cuando las aletas llegan a la posición extrema). La posición intermedia del flap puede seleccionarse durante el funcionamiento de los flaps colocando el interruptor del flap de retención cuando se alcanza la posición de la aleta deseada.



Figura 12. Switch de los flaps.

2.2.11 Remoción de los flaps.

Según (Sabreliner, 1989), los procedimientos de remoción de los flaps izquierdo y derecho son los mismos:

- Conectar la fuente de alimentación de 28 VCD al avión y chequee que el circuit breakers del flap izquierdo y el flap derecho este adentro. Cuando los flaps lleguen a la posición completamente abajo apague la fuente de alimentación.
- Desconecte las tierras del flap que está unido a la estructura del ala.
- Desconecte la varilla del transmisor de posición del flap del extremo interior del flap izquierdo (El flap derecho no tiene un transmisor)
- Remueva los tornillos de tope del final de las pistas.
- Con el flap apoyado, desconecte el extremo del actuador quitando los dos tornillos de la parte superior del flap para liberar el actuador, entonces guiar hacia afuera de la pista.
- El flap está siendo removido.

2.2.12 Instalación de los flaps.

Según (Sabreliner, 1989), los procedimientos de instalación para el flap izquierdo y el flap derecho son los mismos:

- Compruebe que el actuador es adecuadamente instalado.
- Desconecte la interconexión de los flaps
- Comprobar que el clevis esté instalado correctamente en el extremo del actuador y el actuador este totalmente extendido.
- Guie en las pistas del flap y conecte el actuador instalando los dos tornillos en la parte superior del actuador conectando al actuador con el clevis.
- Instale los tornillos de tope en los flap track.
- Conecte la interconexión de los flaps.
- Chequee la operatividad de los flaps.

2.2.13 Chequeo del Sistema de Flaps.

Según (Sabreliner, 1989), antes de realizar en chequeo, el sistema de flaps debe ser instalado y ajustado correctamente.

- Conecte 28 voltios DC, de la fuente de energía del avión.
- Empuje los siguientes circuit breakers en la consola izquierda del panel de circuit breakers.
 - “LH FLAP”
 - “RH FLAP”
 - “FLAP POS IND”
- Mueva el interruptor de los flaps, en el pedestal centra, a la posición abajo. El flap debe extenderse por completo y el actuador debe apagarse automáticamente. El indicador de posición de los flaps debe leer flap extendido 100(+3) por ciento. Los bordes de salida de los flaps deben ser de 25 (+ ½) grados
 - Nota: Para evitar el sobrecalentamiento en los actuadores, durante el procedimiento de chequeo, los actuadores pueden ser operados por un ciclo completo luego se los debe apagar por un intervalo de 2 minutos.
- Mueva el interruptor de los flaps, en el pedestal centra, a la posición arriba. El flap debe retraerse por completo y el actuador debe apagarse automáticamente. El indicador de posición de los flaps debe leer flap retraído 0(+3) por ciento.
- Para el chequeo del actuador del flap izquierdo se debe realizar:
 - En la consola izquierda del panel de circuit breakers extraiga el circuit breakers “RH Flap”.
 - Mueva el interruptor de flaps hacia la posición “Abajo”, los dos flaps deben extenderse.
- Para el chequeo del actuador del flap derecho se debe realizar:
 - En la consola izquierda del panel de circuit breakers empuje el circuit breakers “RH Flap” y extraiga el circuit breakers “LH Flap”
 - Mueva el interruptor de flaps hacia la posición “Arriba”, los dos flaps deben retraerse.

- Empuje los circuit breakers “LH Y RH FLAPS” para comprobar el movimiento de los actuadores. Los flaps deben extenderse completamente a los 8 segundos. Los flaps deben extraerse completamente a los 10 segundos.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Introducción.

Para la elaboración de una maqueta didáctica del sistema de funcionamiento de los flaps del avión Sabreliner para la enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de Fuerzas Armadas-ESPE, se procedió a dividir en fases que van a permitir realizar el desarrollo de este capítulo, las fases que se siguieron fueron las siguientes:

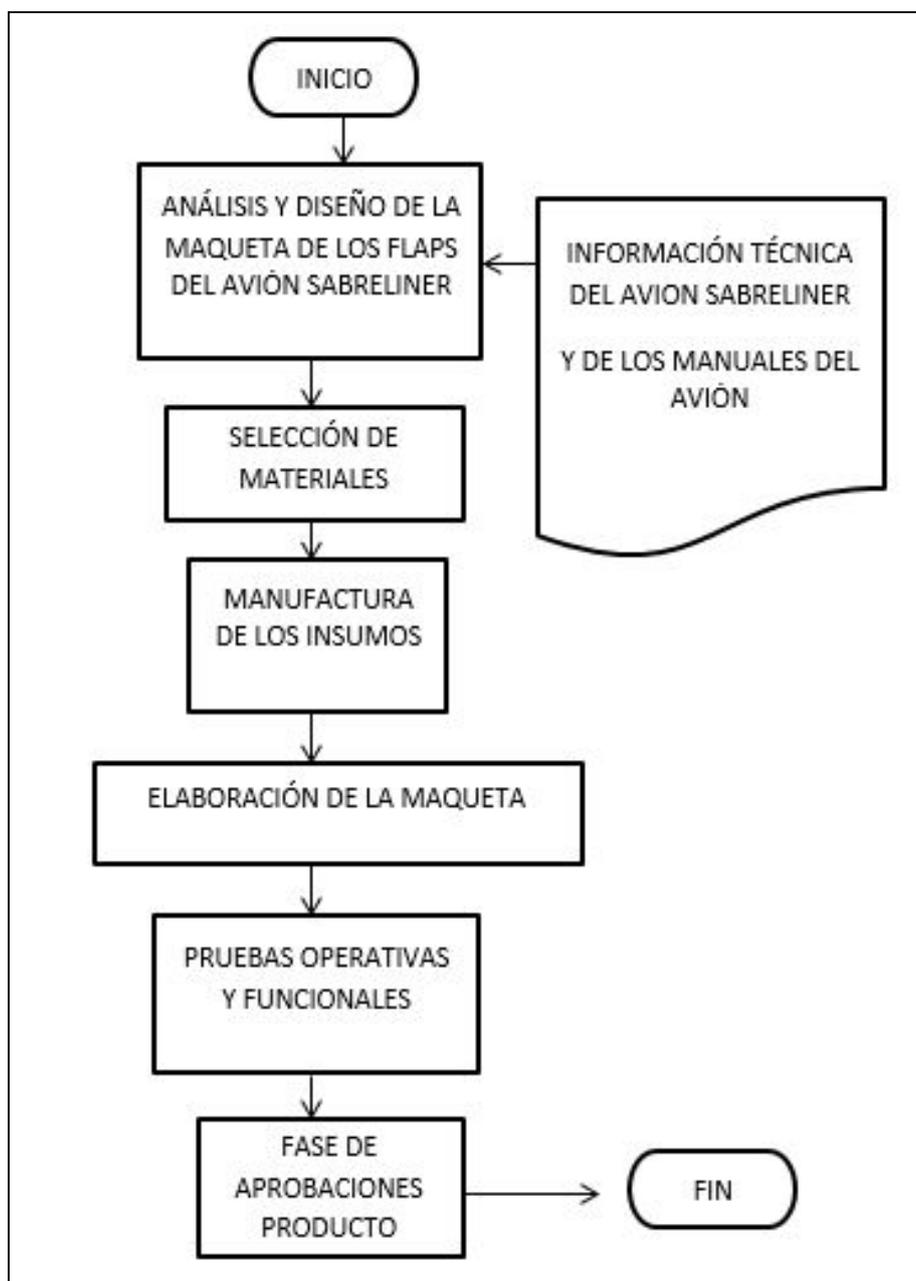


Figura 13. Fases elaboración de Maqueta.

3.2 Análisis del material que se va a utilizar en la elaboración de la maqueta.

Se estudió la alternativa del material para realizar el proyecto y se determinó que el material a ser utilizado es la madera y fibra de vidrio ya que como técnico del avión Sabreliner he trabajado con estos materiales los cuales son fáciles de conseguir, son fáciles de manipular, no tienen un costo muy elevado y además que al utilizar estos materiales se conseguirá que la maqueta tenga poco peso. La maqueta contara con un sistema electromecánico en el cual estos materiales facilitaran que al momento de ser accionada no producirá mucho esfuerzo.

3.3 Aspectos generales.

Para la elaboración de la maqueta didáctica del sistema de funcionamiento de los flaps del avión Sabreliner se ha tenido en cuenta factores como:

- Técnicos y
- Económicos.

Los factores serán analizados de carácter individual.

3.4 Parámetro de elaboración de la maqueta.

Para la elaboración de la maqueta didáctica del sistema de funcionamiento de los flaps del avión Sabreliner se realizará con materiales y elementos utilizados en aviones a escala y en el aeromodelismo de esta manera se tendrá un funcionamiento similar al del avión real, además se utilizara una bancada similar al de la figura 14 la cual va ayudar a sostener el ala en la que va a estar sujeto el flap y en donde se va a tener el funcionamiento del sistema de flaps de la avión Sabreliner.

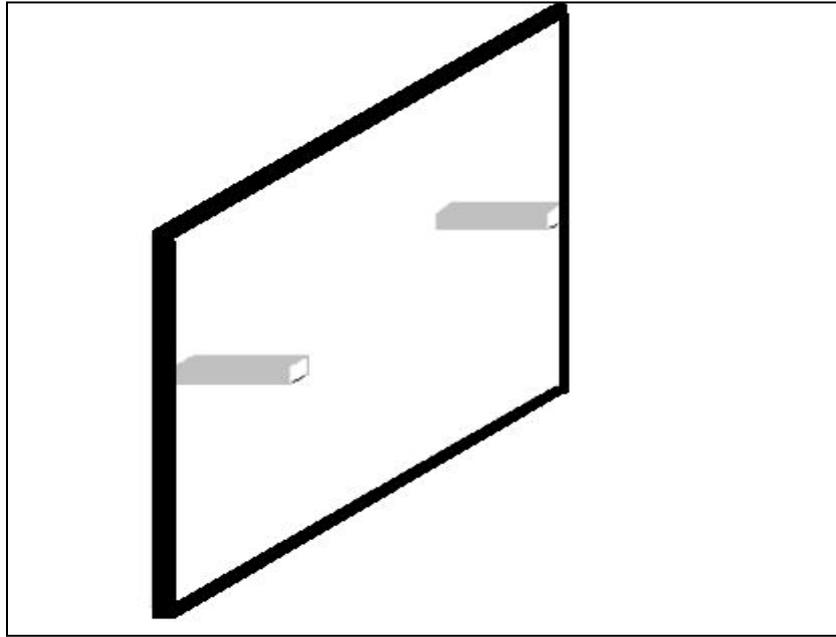


Figura 14. Bancada para la elaboración de la maqueta

3.5 Estudio técnico de la elaboración de la maqueta.

En el estudio técnico de la elaboración de la maqueta se describirá la alternativa planteada, en la cual se dará a conocer aspectos generales, ventajas y desventajas.

3.6 Análisis de la elaboración de la maqueta.

Para la elaboración de una maqueta didáctica del sistema de funcionamiento de los flaps del avión Sabreliner utilizando materiales y elementos de aviones a escala se ha tomado en cuenta las ventajas y desventajas:

a) Ventajas

- Poco peso de la maqueta.
- La elaboración de la maqueta es accesible.
- Fácil de transportar
- Su operación es fácil

b) Desventajas

- Vibración al momento del accionamiento.
- Fragilidad del flap.
- El mantenimiento poco complejo.

3.7 Parámetros de evaluación.

En los parámetros de evaluación que se han tomado en cuenta los siguientes aspectos: aspecto técnico y aspecto económicos.

a) Aspecto Técnico

- Peso
- Mantenimiento
- Materiales
- Proceso de elaboración
- Funcionalidad
- Operación

b) Aspecto Económico

- Costo de los materiales para la elaboración
- Costo de operatividad

A continuación se definirá cada uno de los aspectos mencionados los cuales ayudarán a observar los requerimientos necesarios para la elaboración de la maqueta del presente trabajo a realizar.

Peso.- La maqueta debe ser lo más liviana posible porque mientras menor sea el peso menor será el poder de accionamiento a utilizar, la fibra de vidrio que se va a utilizar ayudará a obtener el peso adecuado para la elaboración y el funcionamiento de la maqueta.

Mantenimiento.- El mantenimiento de la maqueta es muy importante para que

su funcionamiento se encuentre en óptimas condiciones de igual manera se determinará cada que tiempo se deberá dar un mantenimiento para poder conservar en un buen estado los componentes de la maqueta.

Materiales.- En este tipo de aspecto se hace referencia al tipo de materiales a utilizarse y la facilidad con la que se los puede adquirir, la fibra de vidrio y el aluminio son materiales se los puede conseguir en las ferreterías a precios razonables.

Proceso de elaboración.- Las alternativas planeadas en el proceso de elaboración son tomadas en cuenta por el requerimiento de partes, por la maquinaria que se empleara en la elaboración de la maqueta.

Funcionalidad.- La funcionalidad está basada en los requerimientos y características de la maqueta y hace que la misma cumpla con la función para la cual fue elaborada.

Operación.- Para la operación de la maqueta se ha tomado en cuenta que debe ser de una manera fácil y sencilla permitiendo a los usuarios la comprensión del funcionamiento de la maqueta.

Costo de los materiales para la elaboración.- El costo de los materiales para la elaboración de la maqueta es muy importante para buscar la alternativa más económica.

Costo de operatividad.- Una vez concluida con la elaboración de la maqueta se busca economizar la energía utilizada para la operatividad de la maqueta.

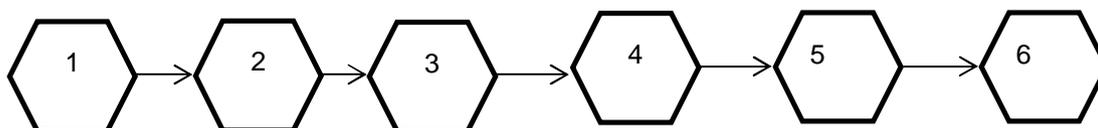
3.8 Elaboración de la maqueta.

La elaboración de la maqueta se realizará de acuerdo a las especificaciones previas del diseño realizado, esto con el fin de optimizar el tiempo así como el material que se va a utilizar. Para la construcción se utilizará un orden lógico de

avance el cual está representado por elementos y figuras que tiene un significado que se especifica a continuación.

- **Circunferencia.-** Significa un procedimiento que se sigue en la elaboración de las partes que conforman la maqueta.
- **Cuadrado.-** Significa un proceso de verificación de las medidas y de la inspección final del producto.
- **Hexágono.-** Significa el producto primario que va a ser unido en la maqueta con el resto de productos.

FLUJO DE CONSTRUCCIÓN



1. Adquisición del material.
2. Medidas y corte del material.
3. Elaboración del ala y del flap.
4. Bancada.
5. Sistema de accionamiento.
6. Pintura de la maqueta.

Para obtener las diferentes partes que van a ser utilizadas en la maqueta se necesita emplear varias máquinas, herramientas y materiales.

3.9 Listado de herramientas y materiales para la elaboración de la maqueta.

A continuación se detalla un listado de las herramientas y materiales que van a ser utilizados para la elaboración de la maqueta didáctica.

Tabla 1.
Materiales a utilizarse

ORDEN	MATERIAL	CANTIDAD
1	Resina	2 litros
2	Riel de AL anodizado en "U" (5x2cm)	1m
3	Masilla automotriz con silicona	2 litros
4	Pintura poliuretano blanca	2 litros
5	Thiner acrílico	1 litro
6	Lija de 200	7
7	Fibra de carbón	4 metros
8	Radio control 4 canales	1
9	Limitadores de carrera	2
10	Cable 18	2 metros
11	Cable 13	2 metros
12	Luces indicadoras	2
13	Receptor de 4 canales	1
14	Interruptor de tres posiciones	1
15	Bancada (según especificaciones)	1
16	Servos	2
17	Tornillos	6
18	Arandelas	6
19	Batería	1
20	Tuercas	6
21	Remaches	9

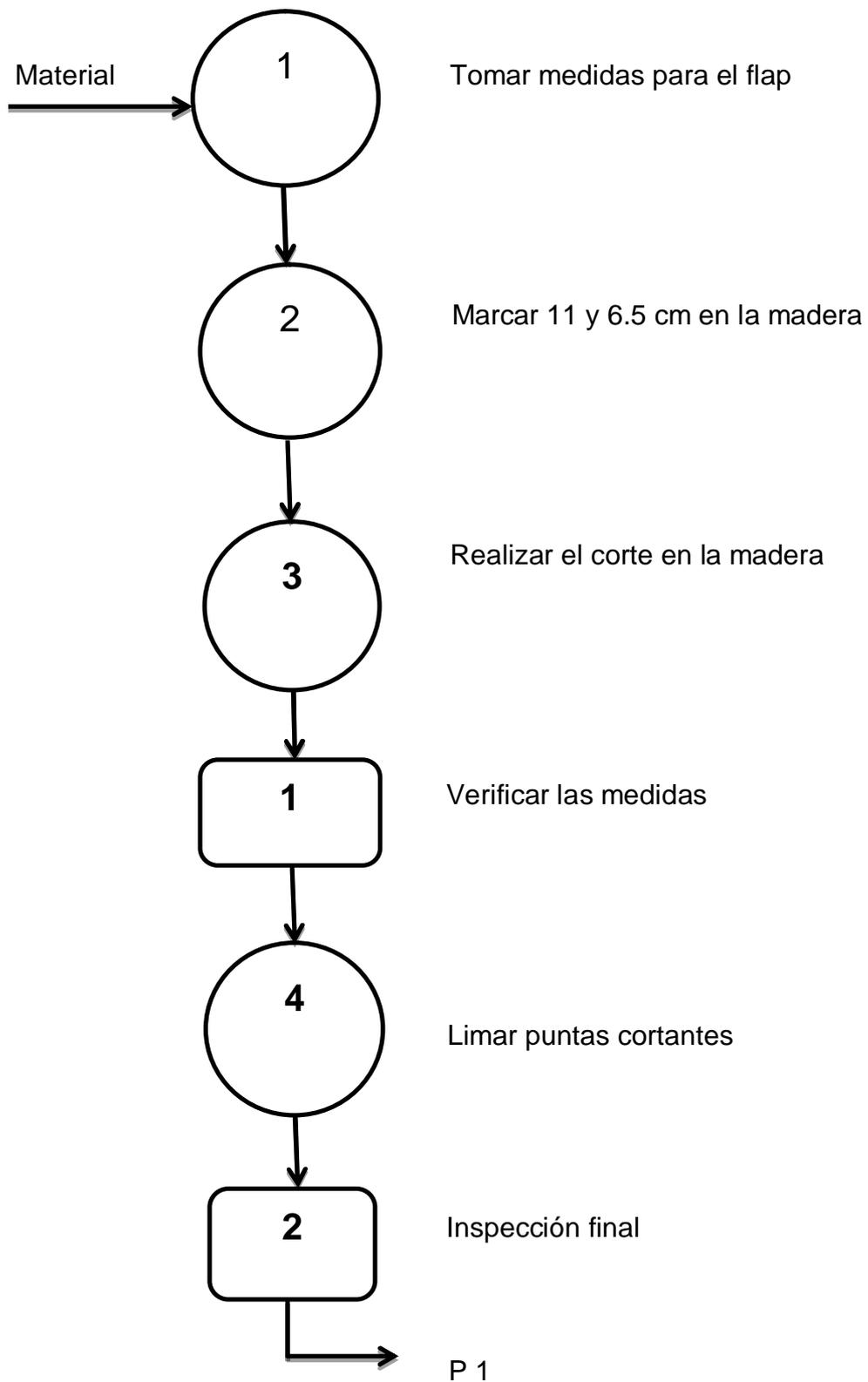
Tabla 2.
Herramientas a utilizarse.

ORDEN	DETALLE	CARACTERÍSTICAS
1	Tijera	Realizar corte en láminas
2	Cierra de arco	30 cm de largo y diente fino
3	Taladro	Eléctrico
4	Brocas	Para Acero
5	Accesorios para pintura	Neumático
6	Espátula	2 in de diámetro
7	Limas	Plana de 1/4 y Redonda de 1/4 de diámetro
8	Flexómetro	Longitud de la cinta 3 m
9	Prensa	Manual
10	Cinta Aislante	Color Negro
11	Torno	Distancia entre puntos 0.50 cm
12	Esmeril	1/2 HP y 1500 RPM
13	Soldadora Lincoln Electric	Eléctrica 210V, 55 ^a

3.10 Diagramas de procesos.

A continuación se presenta los diagramas que se siguieron para la elaboración de la maqueta didáctica.

3.10.1 Diagrama de proceso de elaboración del flap.



Explicación del diagrama de proceso de elaboración del flap.

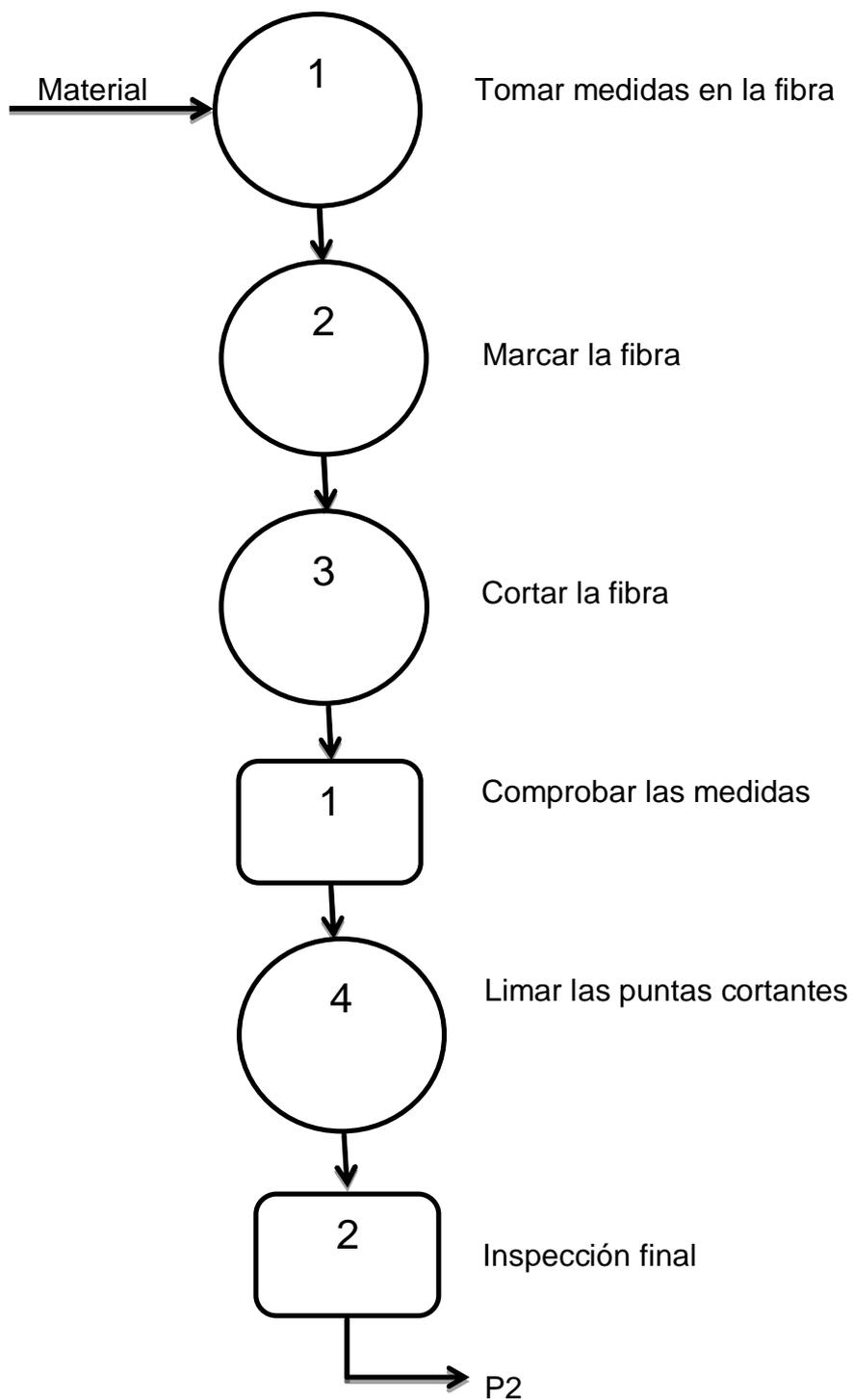
PASOS:

- En el material asignado para el flap tenemos la madera en este material vamos a tomar las medidas para la elaboración del flap ya que nos ayudará a dar la forma que se requiere.
- Se realizó las mediciones en el material y asignamos 11 cm para el extremo que va junto al fuselaje del avión y 6.5 para el extremo que va junto al alerón, se asignó esas medidas al flap ya que el tamaño es importante para la elaboración de la maqueta porque nos ayudará al momento de ser accionado el sistema para que tenga una facilidad al momento de subir y bajar el flap.
- Se realizó el corte del material siguiendo las líneas de las medidas que fueron tomadas.
- Se verificó las medidas del producto que fue cortado.
- Se procedió a limar las puntas del material que fue cortado para que no produzca lesiones humanas y en el material.
- Se realizó una inspección final en el producto para verificar medidas y que la forma sea la requerida.



Figura 15. Imagen lateral del flap.

3.10.2 Diagrama de proceso de revestimiento del flap.



Explicación del diagrama del proceso de revestimiento del flap.

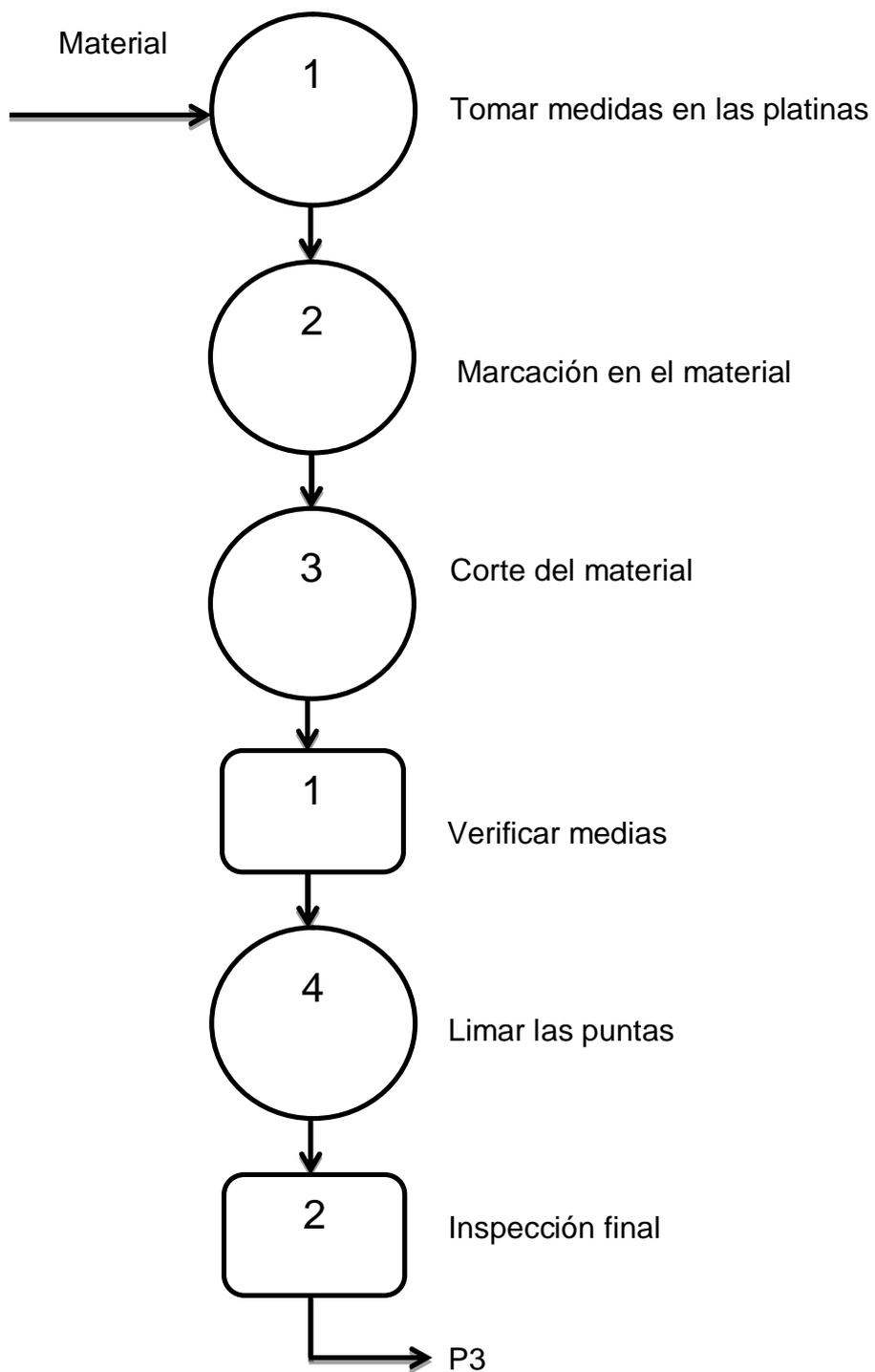
Pasos:

- El material que se utilizara para el revestimiento del flap es la fibra de vidrio y la resina que es la que ayudara a dar la forma al flap.
- Se realizó el trazado de las medidas que se requiere para el revestimiento del flap.
- Se procedió a realizar el corte en la fibra de vidrio.
- Se verificó las medidas.
- Se cubrió al aluminio con la fibra de vidrio y la resina.
- Se dejó secar la resina.
- Se procedió a realizar el lijado de las puntas cortantes para evitar daños humanos y materiales.
- Se realizó una inspección final para verificar que cumpla con las expectativas requeridas para la maqueta.



Figura 16. Revestimiento del flap.

3.10.3 Diagrama de proceso de las platinas guías del flap.

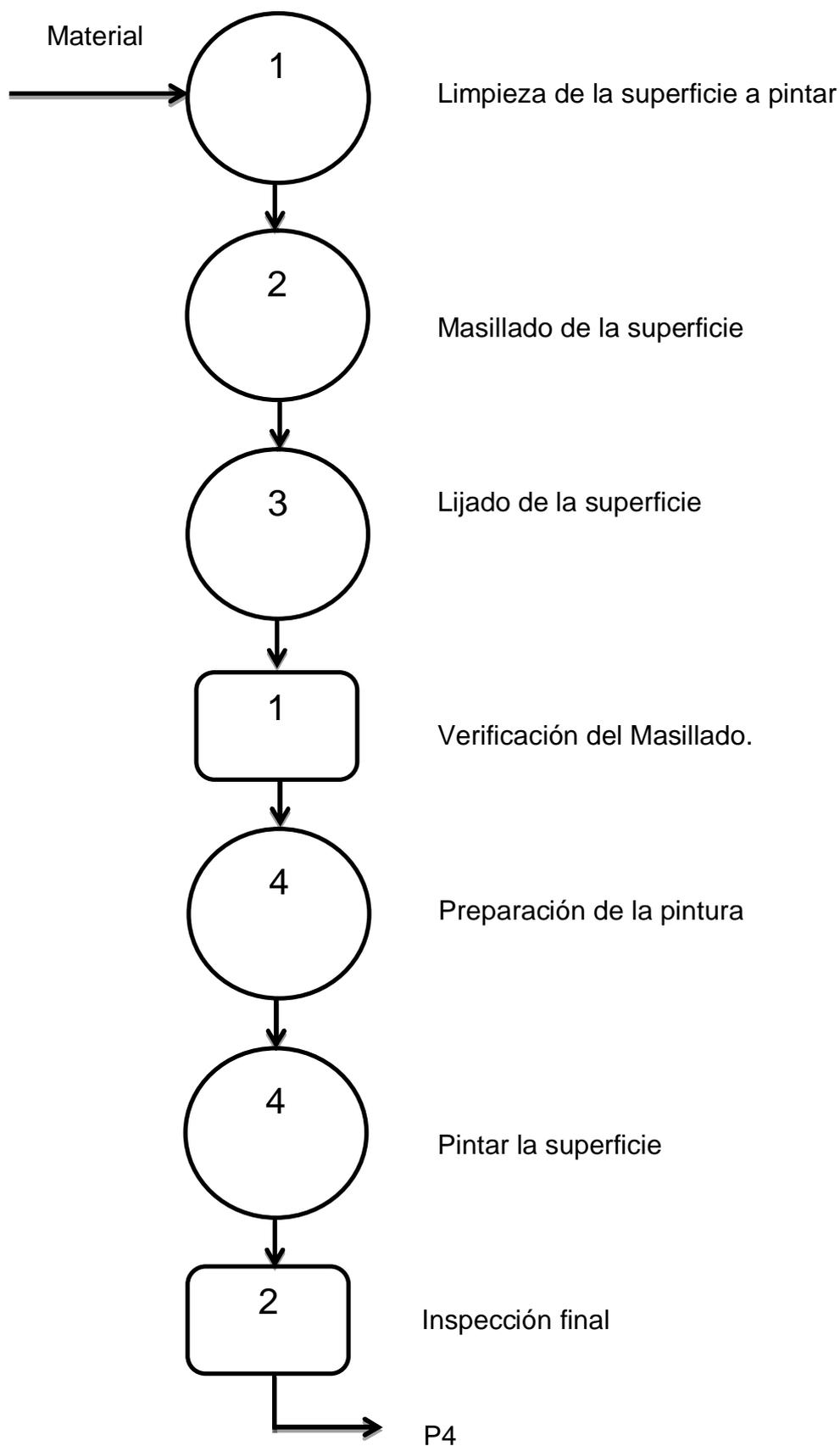


Explicación del diagrama de proceso de las platinas guías del flap.

Pasos:

- El material que se va a utilizar es la platina la mismas que ayudará en el movimiento que realizará el flap.
- Se tomó las medidas en las platinas que son de 5cm.
- Se realizó el corte de las platinas.
- Se realizó una inspección del corte para verificar las medidas que son requeridas ya que son muy importantes por que ayudará a definir el recorrido del flap.
- Se realizó el lijado de las puntas cortantes del material para evitar daños humanos y daños materiales.
- Se realizó la inspección final para verificar medidas y que el material cumpla con las especificaciones requeridas.

3.10.4 Diagrama de proceso de pintura del flap



Explicación del diagrama de proceso de pintura del flap.

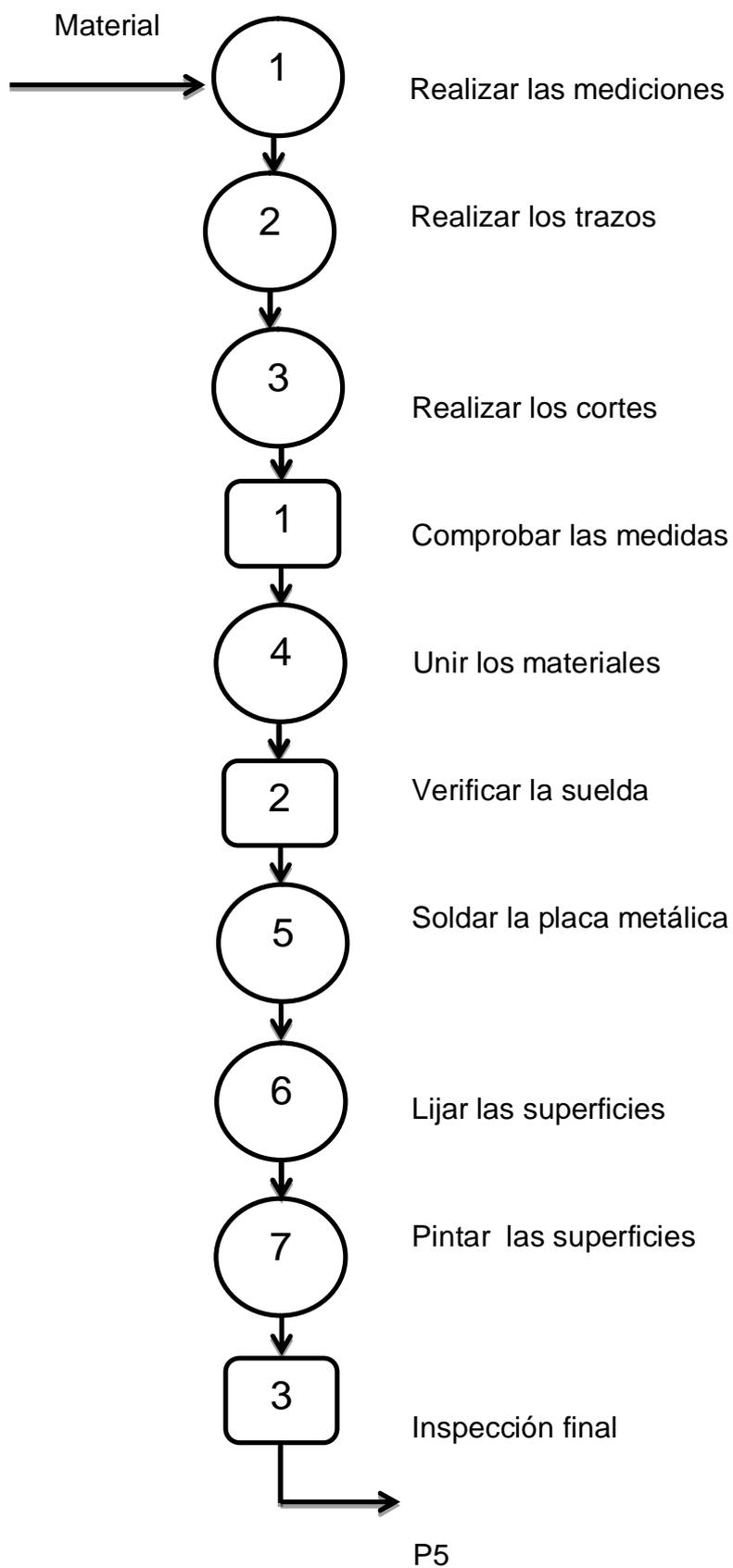
Pasos:

- El material que se va a utilizar en este proceso es la pintura de color blanco y la pintura de color plomo.
- Se procedió a limpiar el flap con thinner y con un wipe cloth.
- Se procedió a poner masilla en las partes defectuosas del flap o que se pueden haber dañado en el secado de la resina con la fibra de vidrio.
- Se realizó el lijado de la superficie para que quede lisa y se pueda tener un pintado excelente.
- Se prepara la pintura ploma que es con la que se va dar el fondo al flap.
- Se procede a realizar el pintado de color blanco luego que se seque la pintura ploma de esta manera definimos el color del flap.
- Se realiza un proceso de verificación del pintado viendo que este en buenas condiciones y que cubra con las expectativas necesarias para la maqueta.



Figura 17. Flap con la capa de fondo plomo.

3.10.5 Diagrama de proceso de la bancada.



Explicación del diagrama de proceso de la bancada.

Pasos:

- El material utilizado para la bancada es madera MDF la cual era sujeta con varillas la misma que nos ayudaran a unir el ala con la bancada.
- Se tomó las medidas en los materiales.
- Se realizó los trazos necesarios para la elaboración de la bancada.
- Se cortó la madera.
- Se verifica que las medidas sean las correctas.
- Se procede a unir la madera con las varillas.
- Se realizó el lijado de las partes cortantes y de la madera para que quede liza y en el proceso de pintura esta de adhiera de mejor manera.
- Se procede a realizar el pintado de la bancada de color plomo que es fondo para posteriormente luego del secado procedemos a pintar de color amarillo siendo el color que se definió como color principal.
- Se realizó una inspección final para verificar que sea la bancada requerida para la maqueta.

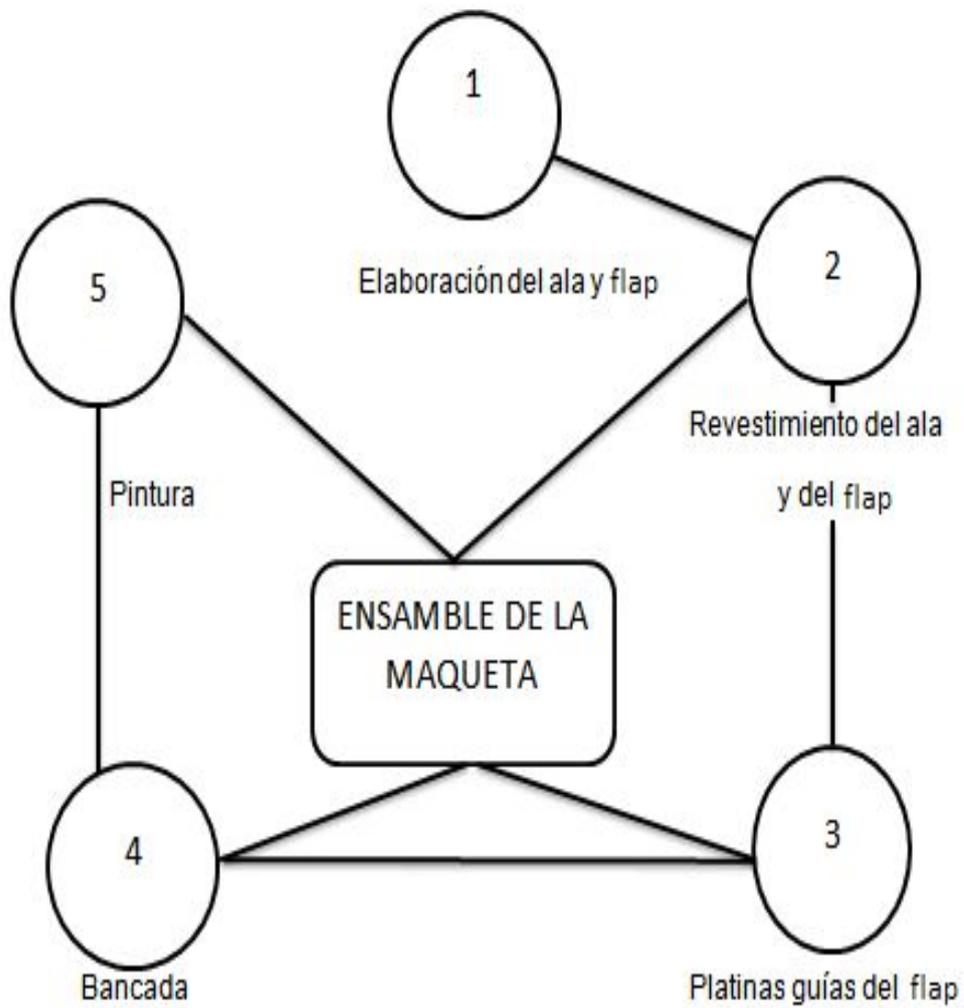
3.11 Ensamblaje

En el ensamblaje de las diferentes partes en la maqueta se tomó en cuenta que existen partes móviles por lo que se debe plantear un nivel de lubricación para evitar el rozamiento y desgaste de estas partes.

Para el ensamblaje del sistema de flaps es muy sencillo y para lo cual se va a utilizar las diferentes herramientas que se van a detallar:

- Aceitero
- Destornillador (plano y estrella)
- Compas
- Rachas
- Pinzas
- Playos

3.11.1 Diagrama de elaboración de la maqueta.



3.11.2 Sistema eléctrico de la maqueta

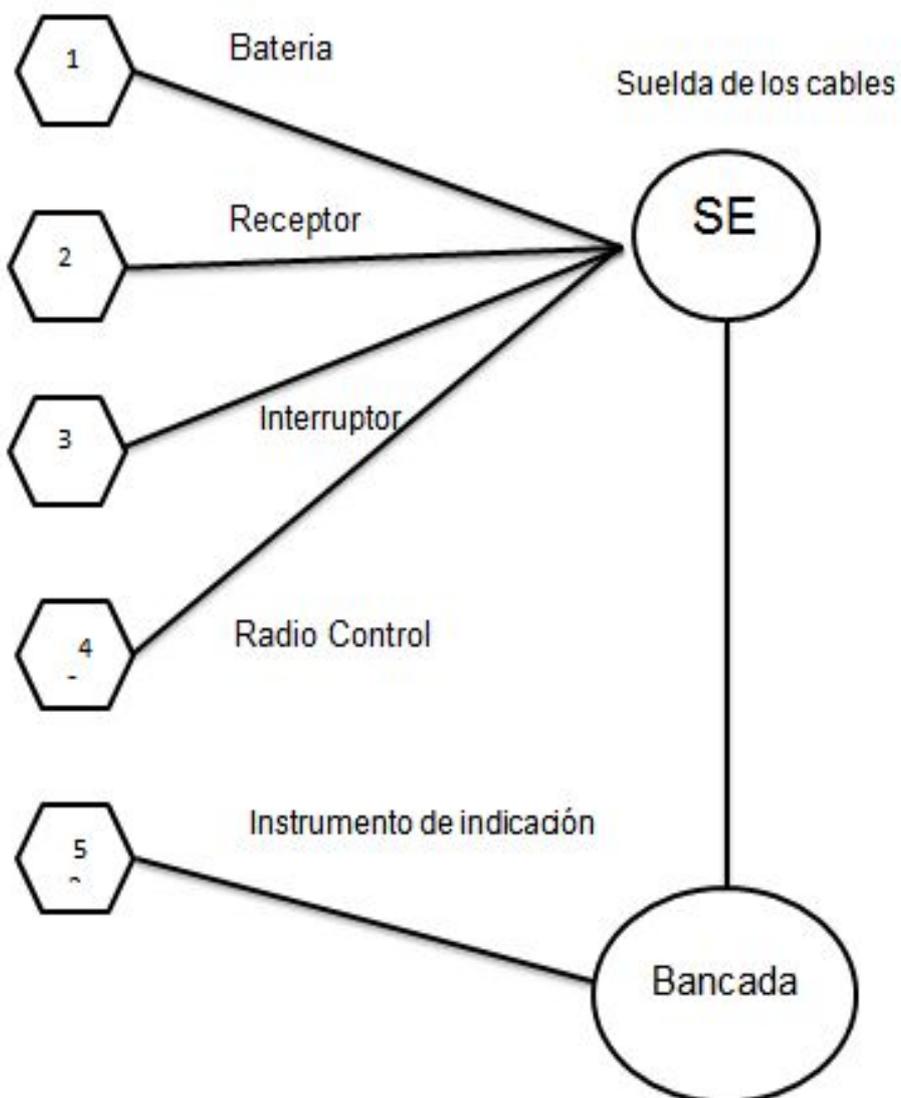




Figura18. Maqueta Didáctica.

3.12 Pruebas de funcionamiento y de operatividad.

Estas pruebas tienen lugar posterior a la construcción y todo lo que ello conlleva, además estas pruebas son de tipo práctico y buscan determinar si la maqueta cumple con todos los parámetros trazados para su funcionamiento y si es idónea para la principal función que fue diseñada, para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

3.12.1 Estructura de la Maqueta.

A continuación se realizó una tabulación de la maqueta en general comprobando el estado de los materiales:

Tabla 3.
Elementos estructurales de la maqueta

ELEMENTO	CUMPLE SU FUNCIÓN		ENSAMBLAJE ÓPTIMO	
	SI	NO	SI	NO
ALA	X		X	
BANCADA	X		X	
RADIO CONTROL	X		X	

3.12.2 Elementos del mecanismo de accionamiento.

A continuación se detalló si los mecanismos de accionamiento de la maqueta están funcionando:

Tabla 4.
Cuadro de los elementos del mecanismo de accionamiento de la maqueta.

ELEMENTO	CUMPLE TOLERANCIA		ENSAMBLAJE ÓPTIMO	
	SI	NO	SI	NO
BATERIA	X		X	
SERVO	X		X	
INSTRUMENTO	X		X	
GUÍAS DEL FLAP	X		X	

Con respecto al funcionamiento de la maqueta del sistema de funcionamiento de los flaps del avión Sabreliner, los elementos mecánicos y eléctricos que permiten los movimientos, se encuentran en perfectas condiciones y funcionan óptimamente.

A continuación se muestra las características del funcionamiento de la maqueta:

Tabla 5.
Características de funcionalidad de la maqueta

ACCIÓN	FUNCIONALIDAD	
	SI	NO
BAJAR FLAP	X	
FLAP INTERMEDIO	X	
SUBIR FLAP	X	

3.13 Manual de procedimientos.

En el manual de procedimientos se estableció los distintos procedimientos de operación, verificación y mantenimiento de la maqueta también se contará con un instructivo, formato de registro con la respectiva implementación de la maqueta didáctica del sistema de funcionamiento de los flaps del avión Sabreliner.

Los procedimientos y registros que van a ser detallados en el Anexo 3, permitirán conseguir una mejor conservación y un mejor empleo de la maqueta, también se considera que de esta manera obtendremos una mejor calidad en las prácticas lo cual ayudará a tener un mejor proceso de enseñanza-aprendizaje en los alumnos de la Unidad de Gestión de Tecnologías de las Fuerzas Armadas ESPE.

3.14 Análisis Económico.

Para el análisis económico de este proyecto se analizó todos los materiales y herramientas que fueron utilizados para la elaboración de la maqueta didáctica. Al momento de realizar el estudio antes de concretar la elaboración de la maqueta se pudo llegar a la conclusión que se necesita aproximadamente 515 dólares.

Se presenta tres rubros que son tomados para el análisis económico:

- **Materiales.**-En este rubro se tomó en cuenta todos los materiales que necesitamos para la elaboración de la maqueta didáctica del sistema de flaps del avión Sabreliner.
- **Elementos mecánicos.**- En este rubro se tomó en cuenta los elementos mecánicos los cuales nos ayudaron a dar movimientos en la maqueta didáctica del sistema de flaps del avión Sabreliner.
- **Otros.**- En este rubro se considera todos los gastos imprevistos que se presentan en la elaboración de la maqueta didáctica del sistema de flaps del avión Sabreliner.

Tabla 6.
Materiales utilizados para la elaboración de la maqueta.

DETALLES	CANTIDAD	VALOR
Tinher acrílico	2 litros	\$ 5
Pintura automotriz	2 litros	\$10
Limitadores de carrera	4	\$10
Cable	8 metros	\$11
Luces indicadoras	3	\$1
Relé	3	\$15
Estaño	2 metros	\$5
Bancada	1	\$100
Riel	2	\$10
Radio control	1	\$200
Tornillo	10	\$ 8
Pegamento	1 litro	\$5
	TOTAL	380

Tabla 7.

Listado de elementos mecánicos utilizados para la elaboración de la maqueta.

DETALLE	CANTIDAD	VALOR
Ejes	2	\$5
Servos	2	\$50
Rieles Guías	2	\$20
	TOTAL	\$75

Tabla 8.

Lista de gastos imprevistos para la elaboración de la maqueta.

DETALLE	VALOR
Sin definir	100
TOTAL	100

Tabla 9.

Costo total de la elaboración de la maqueta didáctica.

DETALLE	VALOR
Materiales	\$380
Elementos mecánicos	\$75
Otros	\$100
TOTAL	\$555

3.15 Aspecto Legal.

Como respaldo legal que sustente el correcto funcionamiento de la maqueta del sistema de flaps y la entrega del mismo a la Unidad de Gestión de Tecnologías de las Fuerzas Armadas ESPE.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES.

- Luego de haber recolectado la información del sistema de flaps del avión Sabreliner se elaboró el proyecto que ayudarán a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos de la Unidad de Gestión de Tecnologías de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Se determinó los materiales con los que se elaborara la maqueta didáctica mismos que son utilizados en aeromodelismo con los que conseguiremos un movimiento del flap similar al del avión.
- La maqueta didáctica del sistema de flaps del avión Sabreliner luego de realizar las pruebas funcionales, los materiales utilizados cumplen con el objetivo que se enfoca a facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- El presente trabajo permitió aumentar los conocimientos acerca de la función que cumplen los flaps ya que en la maqueta didáctica se puede apreciar visualmente el movimiento de un flap.

4.2 RECOMENDACIONES.

- Tomar en cuenta todas las recomendaciones descritas en el proyecto para que los alumnos y profesores realicen un proceso de mantenimiento de la maqueta del sistema de flaps del avión Sabreliner.
- Proveer la información necesaria para operación de la maqueta y siempre esté disponible.
- Verificar que los pasos a seguir en el listado de procedimientos se los realice adecuadamente para que en un futuro no se dañe la maqueta didáctica.
- Durante el funcionamiento de la maqueta no topar el flap por que se puede producir un sobre esfuerzo en los mecanismos que la accionan.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Análisis: Estudio minucioso de un asunto u obra.

Acoples: Son elementos de máquinas que permiten unir o acoplar una máquina para su funcionamiento.

C

Construcción: Es la elaboración de un elemento determinado.

D

Diseño: Es creación de un elemento mediante el dibujo gráfico del elemento.

Dispositivos: Se utiliza como sinónimo de aparato. Se utiliza para referirse a los componentes de una máquina. Además, es algo que establece una disposición.

M

Manual: Libro que recoge lo esencial de un tema.

L

Listado de procedimientos: Es un listado de pasos a seguir para utilizar una maquina o herramientas.

R

Resistencia: la resistencia que posee un determinado material ya sea al calor o los efectos de la presión.

S

Sistema: Dispositivo que forma parte de un conjunto de dispositivos que hacen mover o trabajar una máquina.

Suelda: es una máquina herramienta que une los metales utilizando electrodos u otro material para soldar dependiendo el tipo de suelda.

Sistema: Es un conjunto de elementos cuyas propiedades se interrelacionan e interactúan de forma armónica.

V

VDC: Voltaje de Corriente Directa.

VCA: Voltaje de Corriente Alterna.

BIBLIOGRAFÍA

- Sabreliner Corporation. (1989). *Manual Maintenance*. Copyright. E.E.U.U
- Sabreliner Corporation. (1989). *Wiring Diagram Manual*. Copyright. E.E.U.U
- Sabreliner Corporation. (1989). *Illustrated Parts Catalog*. Copyright. E.E.U.U
- Miguel Muñoz. (s.f.). *Controles de vuelo*. Obtenido de
<http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV15.html>
- Wikipedia*. (s.f.). Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Dispositivo_hipersustentador

ANEXOS

