



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Ensamblaje del borde de ataque de la aeronave experimental RV10, aplicando información técnica especificada en el manual estructural de la aeronave RV10, para la carrera mecánica aeronáutica de la Universidad de las fuerzas armadas Espe-L.

Guallichico Gutiérrez, Luis Santiago

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Aeronáutica

Ing. Bautista Zurita, Rodrigo Cristóbal

Latacunga, 20 de Agosto 2021



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AERONÁUTICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“Ensamblaje del borde de ataque de la aeronave experimental RV10, aplicando información técnica especificada en el manual estructural de la aeronave RV10, para la carrera mecánica aeronáutica de la Universidad de las fuerzas armadas Espe-L.”**, fue realizado por el señor Guallichico Gutiérrez Luis Santiago el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 20 de Agosto del 2021

Firma:



Firmado electrónicamente por:
RODRIGO
CRISTOBAL
BAUTISTA ZURITA

Ing. Bautista Zurita, Rodrigo Cristóbal

C.C.: 1720240991

REPORTE DE VERIFICACIÓN



Document Information

Analyzed document	TRABAJO DE TITULACION LUIS GUALLICHICO.pdf (D111435412)
Submitted	8/18/2021 8:37:00 PM
Submitted by	
Submitter email	lsguallichico@espe.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	rcbautista.espe@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	CHUQUIANA CHICAIZA ITALO EFRAIN.pdf Document CHUQUIANA CHICAIZA ITALO EFRAIN.pdf (D63152629)		1
W	URL: https://avia-es.com/blog/vans-rv-10-tehnicasie-harakteristiki-foto Fetched: 8/18/2021 8:38:00 PM		2
W	URL: https://docplayer.es/54627299-Capitulo-i-el-tema-antecedentes.html Fetched: 5/31/2020 2:19:11 AM		1
W	URL: https://manualvuelo.es/1pbav/14_avion.html Fetched: 10/20/2020 2:01:37 PM		3
W	URL: https://aviaciongeneral15.blogspot.com/2011/04/principios-basicos.html Fetched: 10/10/2020 8:38:17 PM		1
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Tesis Andres Wladimir Hidalgo Ponce.pdf Document Tesis Andres Wladimir Hidalgo Ponce.pdf (D54673374) Submitted by: sherlay1992@hotmail.com Receiver: maarellano3.espe@analysis.orkund.com		1



Firmado electrónicamente por:
RODRIGO
CRISTOBAL
BAUTISTA ZURITA

Ing. Bautista Zurita, Rodrigo Cristóbal

C.C.: 1720240991



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AERONÁUTICA

AUTORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, señor **Guallichico Gutiérrez, Luis Santiago**, con cedula de ciudadanía n° 172512856-3 declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Ensamblaje del borde de ataque de la aeronave experimental RV10, aplicando información técnica especificada en el manual estructural de la aeronave RV10, para la carrera mecánica aeronáutica de la Universidad de las fuerzas armadas Espe-L.”** Es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 20 de Agosto del 2021



Guallichico Gutiérrez, Luis Santiago

C.C.: 1725128563



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AERONÁUTICA
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Guallichico Gutiérrez, Luis Santiago** con cédula de ciudadanía n° 172512856-3 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE a publicar la monografía: **“Ensamblaje del borde de ataque de la aeronave experimental RV10, aplicando información técnica especificada en el manual estructural de la aeronave RV10, para la carrera mecánica aeronáutica de la Universidad de las fuerzas armadas Espe-L.”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 20 de Agosto del 2021

Guallichico Gutiérrez, Luis Santiago

C.C.: 1725128563

DEDICATORIA

Mi presente proyecto de titulación lo dedico de manera muy especial a mi padre Luis Oswaldo quien me impulso a realizar mis estudios de tercer nivel enseñándome el valor de la responsabilidad, puntualidad y honestidad, sé que desde el cielo estará muy orgulloso al saber que culmine mi carrera de Tecnólogo Superior en Mecánica Aeronáutica.

A toda mi familia y amigos en especial a mi madre y a mis hermanas que en los momentos más difíciles siempre me apoyaron a no rendirme para seguir adelante con mis estudios.

Finalmente, a los docentes de la honorable universidad de las Fuerzas Armadas Espe-L por sus conocimientos impartidos en cada una de las materias, por sus palabras de aliento de continuar hasta poder finalizar como un buen profesional.

Guallichico Gutiérrez, Luis Santiago

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios y a mis padres por darme esta enorme oportunidad de realizar mis estudios de tercer nivel, todo lo que logre es gracias a su apoyo incondicional que me brindaban diariamente con una llamada o mensaje cuando llegaban días de exámenes, es lo que me motiva a seguir adelante y no rendirme.

A mi padre Luis Oswaldo un hombre de admiración para toda su familia, un hombre fuerte que toda su vida lucho, trabajo y se esforzó por sacar a su familia adelante, por ser más que un padre un amigo, confidente y un apoyo absoluto de todos los días.

A mis compañeros amigos y docentes que formaron parte fundamental de esta carrera tan maravillosa que es Mecánica Aeronáutica, por sus conocimientos en la parte de aviación, sus experiencias vividas que a lo largo me servirán para ser un buen profesional, como nos indicaron en aviación no existen los errores.

Guallichico Gutiérrez, Luis Santiago

Tabla de contenido

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Reporte de verificación.....	3
Autoria de responsabilidad.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Tabla de contenido.....	8
Índice de tablas	11
Índice de figura.....	12
Resumen.....	14
Abstract.....	15
Planteamiento del problema de investigación.....	16
Antecedentes.....	16
Planteamiento del problema	17
Justificación e importancia	18
Objetivos	19
<i>General</i>	19
<i>Específicos</i>	19
Alcance.....	20
Marco teórico.....	21
Historia de la aeronave RV10.....	21
Características generales de la aeronave RV10	21
Sistemas y partes de la aeronave RV10	23
<i>Fuselaje</i>	23
<i>Alas</i>	23
<i>Borde de ataque</i>	24
<i>Tanque de combustible</i>	25
<i>Estabilizador vertical</i>	26
<i>Estabilizador horizontal</i>	27

<i>Alerones</i>	28
<i>Elevadores</i>	30
<i>Rudder</i>	31
<i>Tren de aterrizaje</i>	32
Componentes estructurales del ala y perfiles aerodinámicos	33
<i>Largueros (longerous)</i>	33
<i>Larguerillos (stringers stiffeners)</i>	33
<i>Costillas y cuadernas (ribs y frames)</i>	34
<i>Revestimiento (skin)</i>	34
<i>Perfil</i>	34
<i>Borde de ataque</i>	35
<i>Borde de salida</i>	35
<i>Intradós</i>	35
<i>Extradós</i>	35
<i>Espesor</i>	35
<i>Cuerda</i>	36
<i>Cuerda media</i>	36
<i>Línea del 25% de cuerda</i>	36
<i>Curvatura</i>	36
<i>Curvatura superior</i>	36
<i>Curvatura inferior</i>	36
<i>Curvatura media</i>	36
<i>Cuperficie alar</i>	36
<i>Envergadura</i>	36
Materiales utilizados en aviación	37
<i>Aleaciones férreas</i>	37
<i>Aleaciones de aluminio</i>	37
<i>Aleación de titanio</i>	38
<i>Aleaciones de magnesio</i>	38
<i>Materiales compuestos</i>	38
Controles de vuelo	39
<i>Controles mecánicos</i>	39

<i>Control hidráulico- mecánico</i>	39
Sistema de luces	40
<i>Luces de navegación</i>	40
<i>Luces de aterrizaje</i>	41
Desarrollo del tema	42
Preliminares	42
Información técnica	42
Equipo de protección personal (E.P.P)	43
Área de trabajo.....	44
Materiales, herramientas y equipos utilizados en el ensamblaje del borde de ataque.	44
Ensamblaje del molde del borde de ataque	46
Ensamblaje del borde de ataque.....	51
Pintura y diseño del borde de ataque.....	60
Comprobacion del ensamblaje y pintura para el funcionamiento del borde de ataque.	68
Conclusiones y recomendaciones	70
Conclusiones	70
Recomendaciones	70
Bibliografía	72
Anexos	73

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Especificaciones de Van RV10</i>	22
Tabla 2 <i>Materiales, Herramientas y Equipos</i>	45
Tabla 3 <i>Medidas del molde de ataque</i>	49
Tabla 4 <i>Valoración del ensamblaje del borde de ataque</i>	68
Tabla 5 <i>Valoración de la aplicación de pintura del borde de ataque</i>	69

Índice de figuras

Figura 1 <i>Cono de cola</i>	23
Figura 2 <i>Costillas del Ala</i>	24
Figura 3 <i>Borde de Ataque</i>	25
Figura 4 <i>Tanque de Combustible</i>	26
Figura 5 <i>Estabilizador Vertical</i>	27
Figura 6 <i>Estabilizador Horizontal</i>	28
Figura 7 <i>Alerón</i>	29
Figura 8 <i>Flaps</i>	30
Figura 9 <i>Elevadores</i>	31
Figura 10 <i>Rudder</i>	32
Figura 11 <i>Tren de Aterrizaje</i>	33
Figura 12 <i>Terminología del ala</i>	35
Figura 13 <i>Luces de Punta de Ala</i>	40
Figura 14 <i>Documentación de la aeronave</i>	43
Figura 15 <i>Equipos de protección personal</i>	44
Figura 16 <i>Costillas W-1008-R Y W-1009-L</i>	47
Figura 17 <i>Pieza del molde del borde de ataque</i>	48
Figura 18 <i>Costillas W-1009 -1L, W-1009-2L, W-1009-1R y W-1009-2R</i>	49
Figura 19 <i>Molde del borde de ataque</i>	50
Figura 20 <i>Tira de unión W-1019 -L</i>	51
Figura 21 <i>Retiro del protector del vinilo</i>	51
Figura 22 <i>Borde de ataque y molde</i>	52
Figura 23 <i>Limpieza de Agujeros</i>	53
Figura 24 <i>Clecos numero 40</i>	54
Figura 25 <i>Avellanado</i>	54
Figura 26 <i>Tira de Refuerzo W-1026</i>	55
Figura 27 <i>Limpieza de costillas con scotch brite</i>	56
Figura 28 <i>Aplicación de Primer</i>	56
Figura 29 <i>Aplicación de primer en el interior de la lámina</i>	57
Figura 30 <i>Corte del protector de vinilo</i>	58

Figura 31 <i>Remachado de la tira de refuerzo</i>	58
Figura 32 <i>Tira de unión del borde de ataque</i>	59
Figura 33 <i>Remachado de costillas</i>	60
Figura 34 <i>Retiro del protector de vinilo</i>	60
Figura 35 <i>Limpieza con el cepillo de bronce</i>	61
Figura 36 <i>Limpieza con scotch brite</i>	61
Figura 37 <i>Aplicación de wash primer</i>	62
Figura 38 <i>Aplicación de tinte azul</i>	63
Figura 39 <i>Control de Lijado</i>	63
Figura 40 <i>Limpieza con toalla de microfibra</i>	64
Figura 41 <i>Aplicación del color blanco</i>	65
Figura 42 <i>Aplicación del color verde</i>	65
Figura 43 <i>Colocación de stickers</i>	66
Figura 44 <i>Productos PPG</i>	67

Resumen

El presente proyecto de titulación con el tema ensamblaje del borde de ataque de la aeronave experimental RV10 tiene como objetivo contribuir al mejoramiento de la enseñanza teórica práctica impartida por los Docentes de la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica, desarrollado en IV capítulos que se detallan a continuación: Capítulo I.- En el presente capítulo se describe los antecedentes, planteamiento del problema, justificación, alcance al igual que los objetivos a cumplirse para el desarrollo del presente proyecto. Capítulo II. – En el presente capítulo se describe las funciones, historia, características, sistemas y partes de la aeronave experimental RV10. Capítulo III.- El presente capítulo incluye un adecuado ensamblaje del borde ataque describiendo cada material y herramientas a utilizar de forma adecuada, con los respectivos equipos de protección (EPP), así como una parte del manual estructural (SRM) con los términos técnicos utilizados, materiales que servirán como fuente de información y consulta. Capítulo IV.- Finalmente se describe las conclusiones y recomendaciones del presente proyecto de titulación.

Palabras clave:

- Aeronave RV10
- Ensamblaje
- Borde de ataque

Abstract

The objective of this degree project with the subject of leading edge assembly of the RV10 experimental aircraft is to contribute to the improvement of the theoretical and practical teaching given by the teachers of the Aeronautical Mechanics Technology Career, developed in IV chapters that are detailed as follows: Chapter I.- This chapter describes the background, problem statement, justification, scope as well as the objectives to be achieved for the development of this project. Chapter II.- This chapter describes the functions, history, characteristics, systems and parts of the experimental aircraft RV10. Chapter III.- This chapter includes an adequate assembly of the leading edge describing each material and tools to be used in an adequate way, with the respective protection equipment (PPE), as well as a part of the structural manual (SRM) with the technical terms used, materials that will serve as a source of information and consultation. Chapter IV.- Finally, the conclusions and recommendations of the present degree project are described.

Key words:

- Aircraft RV10
- Assembly
- Outboard leading edge

CAPÍTULO I

1. Planteamiento del problema de investigación

1.1 Antecedentes

La Universidad de las Fuerzas ESPE-L, en el campus Gral. Guillermo Rodríguez Lara en la actualidad cuenta con áreas verdes donde se encuentra material aeronáutico y laboratorios altamente calificados para facilitar el aprendizaje teórico-práctico a los estudiantes de la Carrera Mecánica Aeronáutica.

Para el presente proyecto se ha realizado el ensamblaje de un borde de ataque de la aeronave experimental RV10, lo cual está relacionado como una parte fundamental de la aeronáutica y de las aeronaves en general.

El ensamblaje del borde de ataque consta de materiales básicos para su construcción entre los primordiales se tiene el aluminio que ha sido un importante material estructural aeronáutico en el desarrollo de las estructuras de los aviones en cuanto a peso-eficiencia desde 1930. En comparación con otros materiales como el magnesio, titanio, acero, materiales compuestos, etc.; que empezó a desarrollarse fuertemente en los años 90. Los respectivos componentes se utilizan para realizar diferentes combinaciones poco usuales de rigidez, resistencia, peso, rendimiento a altas temperaturas, resistencia a la corrosión, dureza o conductividad. (Ruiz, Junio 2016)

1.2 Planteamiento del Problema

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L está enfocada en brindar un excelente nivel académico, por lo cual cuenta con personal altamente capacitado, talleres debidamente equipados en donde los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica pueden realizar prácticas en las diferentes aeronaves con las que cuenta la institución experimentando diversos procedimientos aplicados al mantenimiento aeronáutico en base a la documentación técnica prescrita.

Al realizar las tareas de mantenimiento en componentes reales y funcionales en varias ocasiones se suscitan confusiones en las partes que conforman dichos componentes produciendo retardos en las tareas e inclusive provocando daños al no ser manipulados correctamente los mecanismos que forman el componente.

Una parte de las alas que están sometidas a grandes esfuerzos son los bordes de ataque, son los que reciben el impacto del aire para ser distribuido tanto en el intradós como en el extradós finalizando en el borde de salida, además es el lugar donde se realiza el sistema anti-Ice por lo cual el mantenimiento en dicha parte debe realizarse rigurosamente con herramientas y personal calificado, a fin de solventar alguna discrepancia encontrada en su funcionamiento.

Por lo expuesto es trascendente que la carrera de Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga cuente con equipos, herramientas y elementos que permitan una instrucción acorde a las exigencias de la nueva tecnología en el campo aeronáutico.

1.3 Justificación e Importancia

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L brinda servicios de carácter académico formando profesionales de tercer nivel, particularmente Tecnólogos en Mecánica Aeronáutica, misma que está certificada por el ente regulador de la aviación en el Ecuador (DGAC), bajo la RDAC 147, y es reconocida como un centro de instrucción aeronáutica civil para la formación de mecánicos de mantenimiento de aeronaves.

El ensamblaje de piezas o partes en aviación menor se ha convertido en una fuente de trabajo para varios establecimientos en Ecuador y en el mundo por lo que el presente proyecto técnico tiene como finalidad de contribuir con los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica a que ejecuten prácticas en el borde de ataque que se encuentra en la sección del ala siguiendo procedimientos adecuados como se detallan en la documentación técnica del fabricante.

1.4 Objetivos

1.4.1 General:

Ensamblar el borde de ataque de la aeronave experimental RV10, aplicando información técnica especificada en el manual de reparación estructural, para la carrera mecánica aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L.

1.4.2 Específicos:

- Recopilar información técnica de las especificaciones y el funcionamiento del borde de ataque de la aeronave RV10.
- Adquirir herramientas y equipos para el proceso de ensamblaje del borde de ataque de la aeronave experimental RV10.
- Realizar el ensamblaje del borde de ataque de la aeronave experimental RV10.
- Realizar pruebas de funcionamiento del borde de ataque de la aeronave experimental RV10

1.5 Alcance

El presente proyecto de titulación se centra en el ensamblaje del borde de ataque de un avión experimental RV10, mismo que permitirá el desarrollo de habilidades y destrezas de los estudiantes de la Carrera de Tecnología Superior Mecánica Aeronáutica así como también apoyo al proceso de enseñanza por parte de los docentes.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

2.1 Historia de la aeronave RV10

Van's Aircraft Inc. es una fabricante de aeronaves experimentales Estadounidense, fundada por Richard "Van" VanGrunsven en 1973.

Las aeronaves Van's RV, van desde el monomotor RV-3 hasta el más actual RV-14. Son monomotores de aluminio y ala baja. La serie de aviones RV ha sido extremadamente exitosa, tanto que a noviembre de 2019, aproximadamente 10,600 RV kits habían sido completados y volados, y miles más están actualmente en construcción.

Presentan controles amigables, buena economía de combustible y velocidad. En diciembre de 2017 la compañía informó que su aeronave número 10,000 estaba volando, un RV-7 construido en Martinsburg, Virginia Occidental. La fábrica de Van's Aircraft está localizada en Aurora, Oregón. (AIRCRAFT, 2013)

La construcción de la aeronave experimenta RV10 fue en el año 2001, por personal aeronáutico estadounidense que se basaron en la serie de los modelos anteriores al RV10, en este caso tiene similitud con la aeronave RV9 por sus parámetros técnicos.

2.2 Características generales de la aeronave RV10

La aeronave experimental RV10 tuvo su primer vuelo el 29 de Mayo del 2003, cumple con todos los comandos e indicadores de vuelo para mejorar los requisitos de clientes a nivel mundial por lo cual la cabina de la aeronave cuenta con espacio para 4 personas que son: 3 pasajero y el piloto al mando. La siguiente tabla nos indica las especificaciones en general de la aeronave:

Tabla 1*Especificaciones de van RV10*

Características	Especificaciones
Piloto	1 persona
Pasajeros	3 personas
Longitud de las aeronaves	7,44 m
Envergadura	9,68 m
Altura del plano	2,64 m
Peso de la aeronave vacío	689 Kg. (De acuerdo a la configuración)
Carga útil	536 Kg. (De acuerdo a la configuración)
Peso máximo de despegue	1225 Kg. (De acuerdo a la configuración)
Velocidad de crucero	305 Km/h. (De acuerdo a la configuración)
La velocidad máxima de vuelo	370 Km/h. (De acuerdo a la configuración)
Distancia máxima de vuelo	1600 Km
La altura máxima de vuelo	6100 m
Tipo de motor de avión	Un pistón
Planta motriz	Lycoming O-540 (Según su configuración)
Potencia	210 CV (Según su Configuración)

Nota: Características y Especificaciones de la aeronave RV10. Tomado de (AVIA.PRO, 2016)

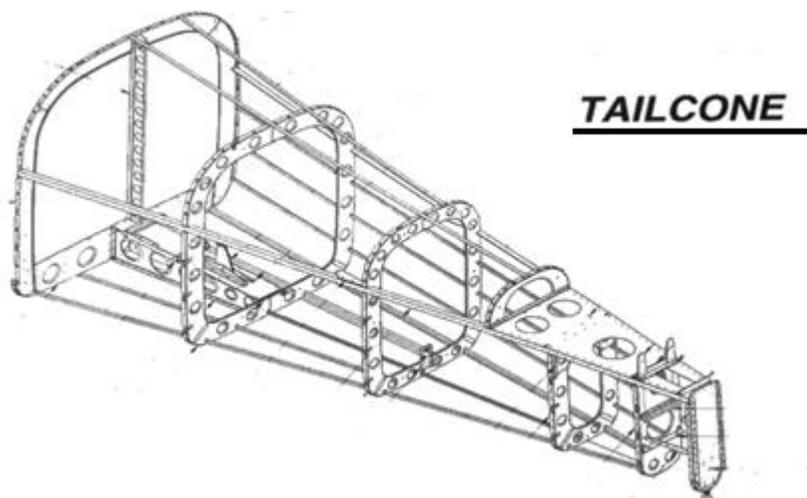
2.3 Sistemas y Partes de la aeronave RV10

2.3.1 Fuselaje

Una de las partes más esenciales dentro de la infraestructura de una aeronave es el fuselaje, en él se ubican varias partes externas de la aeronave por ser parte de la estructura central. En la figura 2.1 se muestra detenidamente la estructura del fuselaje (RV-10); adicionalmente el fuselaje tiene un par de puertas en el lado derecho e izquierdo para que los pasajeros y pilotos ingresen a la aeronave, de igual manera al compartimiento de carga.

Figura 1

Cono de cola



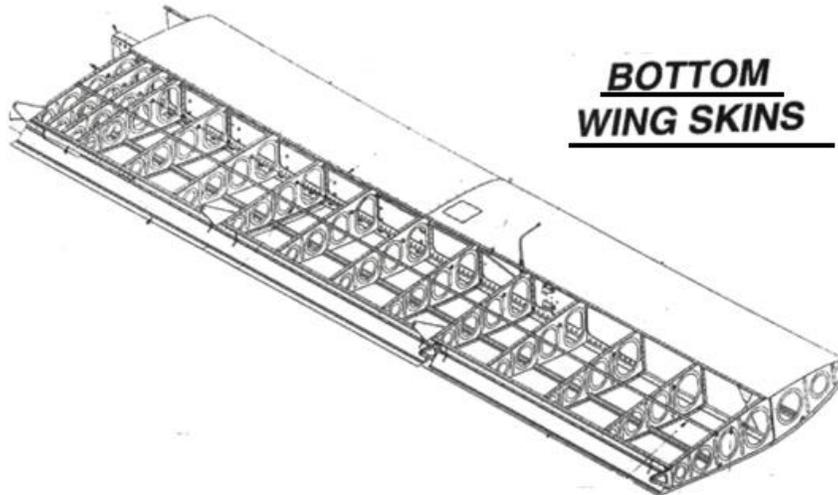
Nota: El gráfico representa las partes internas del cono de cola del fuselaje. Tomado de (Aircraft, 2008).

2.3.2 Alas

Los principales sustentos que permiten a la aeronave permanecer en el aire, luego de realizar el despegue son las alas. En la figura 2.1 indica el interior del ala, donde por lo general se sitúa el tanque de combustible, el RV-10 utiliza un perfil aerodinámico bajo en su diseño.

Figura 2

Costillas del Ala



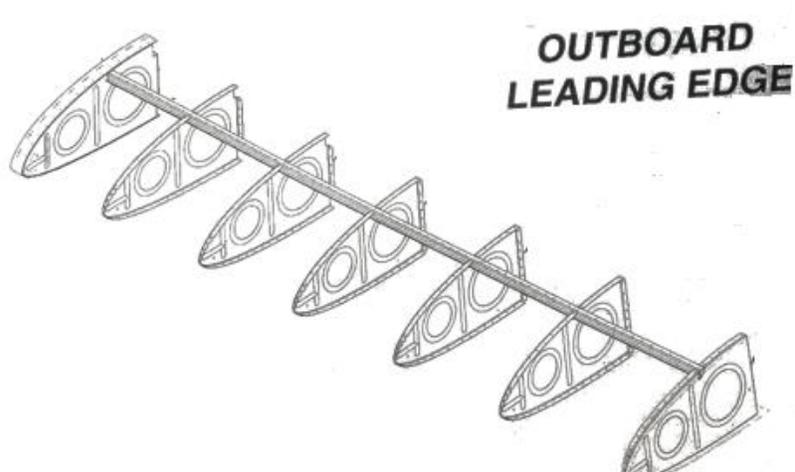
Nota: El gráfico representa las costillas internas del ala de la aeronave RV10. Tomado de (Aircraft, 2008)

2.3.3 Borde de ataque

El borde de ataque es una parte esencial de la construcción del ala por lo que su función principal es que tenga un vuelo recto y nivelado en el aire, de la misma manera el borde de ataque es el primero en recibir el aire de impacto para enviarlos por dos flujos de aire que son el intradós y extradós.

Figura 3

Borde de Ataque



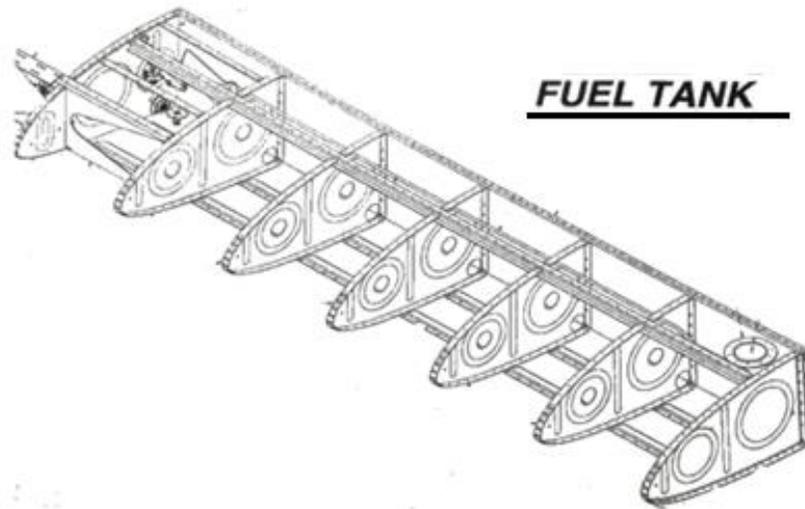
Nota: El gráfico representa la parte interna del borde de ataque. Tomado de (Aircraft, 2008).

2.3.4 Tanque de Combustible

El tanque de combustible es el componente más esencial de la aeronave se encuentra en la parte delantera de cada ala, en el RV10 el sistema de cañerías de combustible cuenta con una bomba mecánica ya que las alas están ubicadas por debajo del nivel.

Figura 4

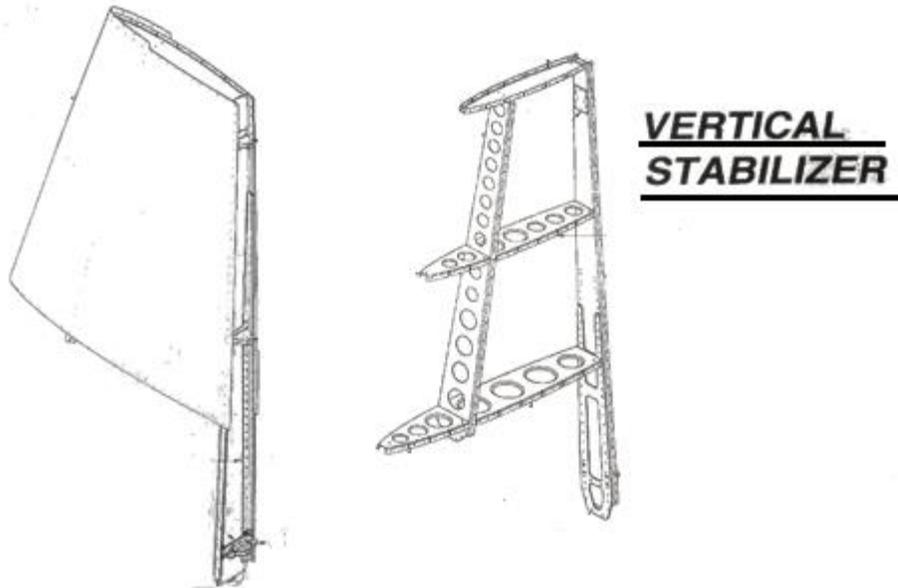
Tanque de Combustible



Nota: El gráfico representa la parte interna del borde de ataque. Tomado de (Aircraft, 2008)

2.3.5 Estabilizador Vertical

El estabilizador vertical, también conocido como aleta, está ubicado en la parte trasera del fuselaje y está diseñado para minimizar el deslizamiento lateral aerodinámico.

Figura 5*Estabilizador Vertical*

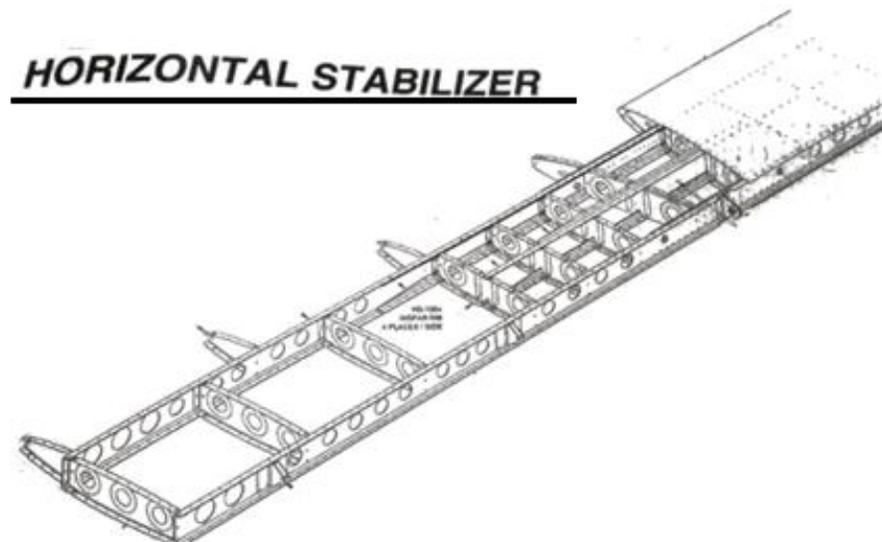
Nota: En el gráfico representa la parte interna del estabilizador vertical. Tomado de (Aircraft, 2008).

2.3.6 Estabilizador Horizontal

El estabilizador horizontal es similar a los elevadores pero en pequeña longitud, las mismas que se ubican en las aeronaves de aviación menor. Hay casos, en especial en aviones militares y raramente en los civiles, en los cuales el estabilizador se encuentra situado por delante del ala.

Figura 6

Estabilizador Horizontal

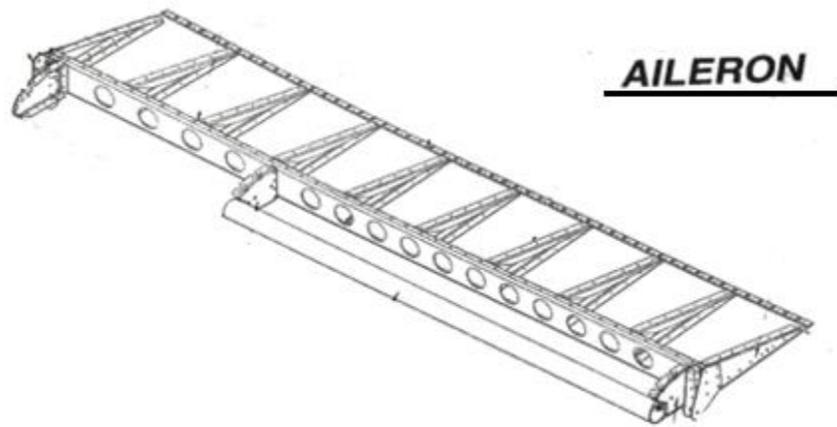


Nota: En el gráfico representa la forma del estabilizador horizontal internamente.

Tomado de (Aircraft, 2008)

2.3.7 Alerones

Dispositivo del ala que se encuentra ubicada en la parte trasera del mismo, posterior de los flaps, es el encargado de dominar el movimiento de balance y los alerones se encargan de girar la aeronave a lo largo de eje longitudinal o lateralmente.

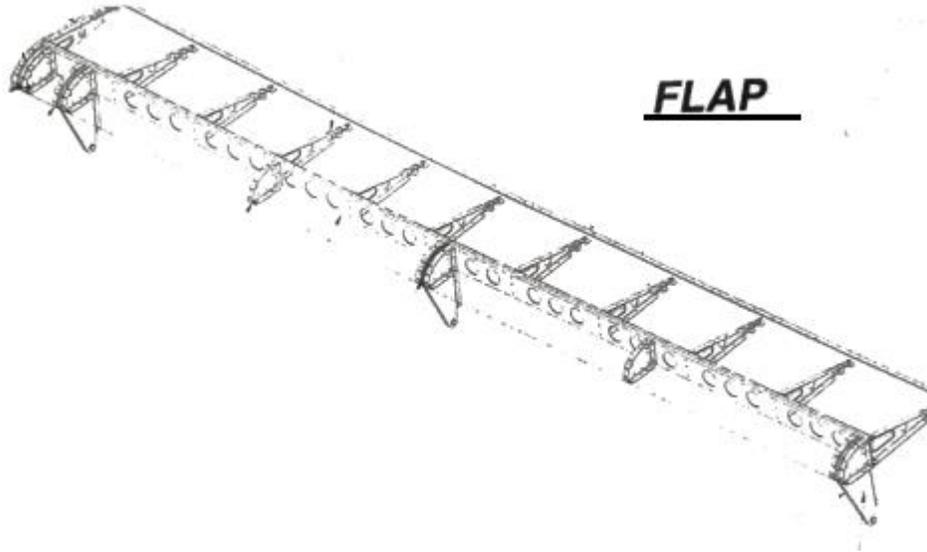
Figura 7*Alerón*

Nota: El gráfico representa la sección del alerón con sus respectivos componentes.

Tomado de (Aircraft, 2008).

Flaps

Dispositivo ubicado en los bordes interiores de las 2 alas de la aeronave, además actúa como un hipersustentador y sirve como una especie de freno. La figura 2.8 muestra los Flaps del RV-10.

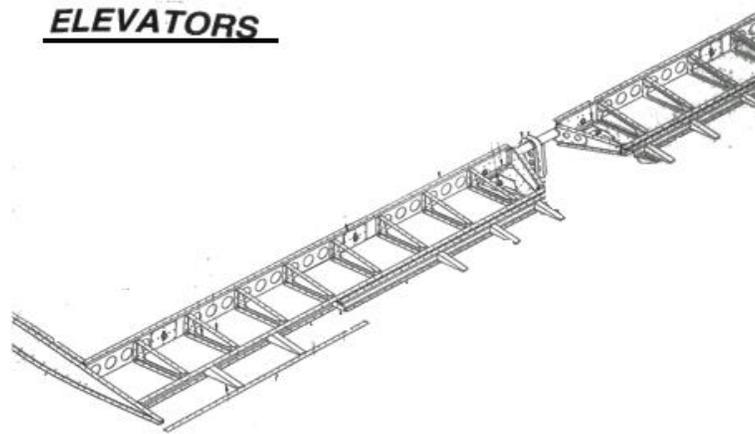
Figura 8*Flaps*

Nota: El gráfico representa la forma del alerón con sus respectivos componentes.

Tomado de (Aircraft, 2008).

2.3.8 Elevadores

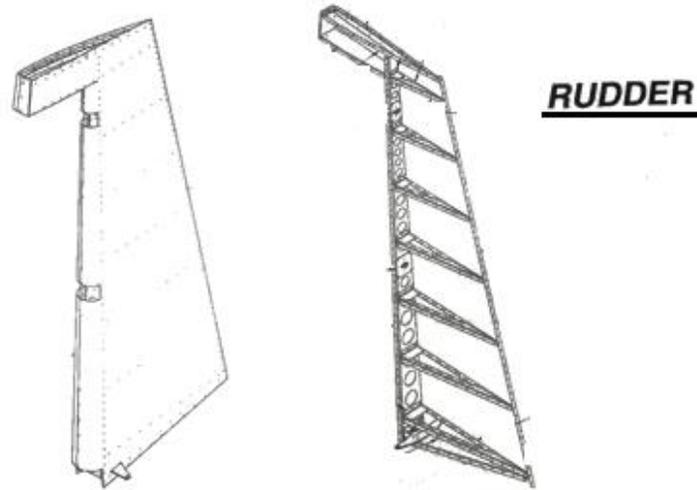
Los elevadores en la aeronave se encuentran en el eje lateral, el piloto al momento de jalar el control hacia atrás la nariz de la aeronave se levanta y cuando el piloto empuja el control la nariz de baja, esto permite que la aeronave ascienda o descienda con estos movimientos.

Figura 9*Elevadores*

Nota: El gráfico representa la forma estructural interna de los elevadores. Tomado de (Aircraft, 2008).

2.3.9 Rudder

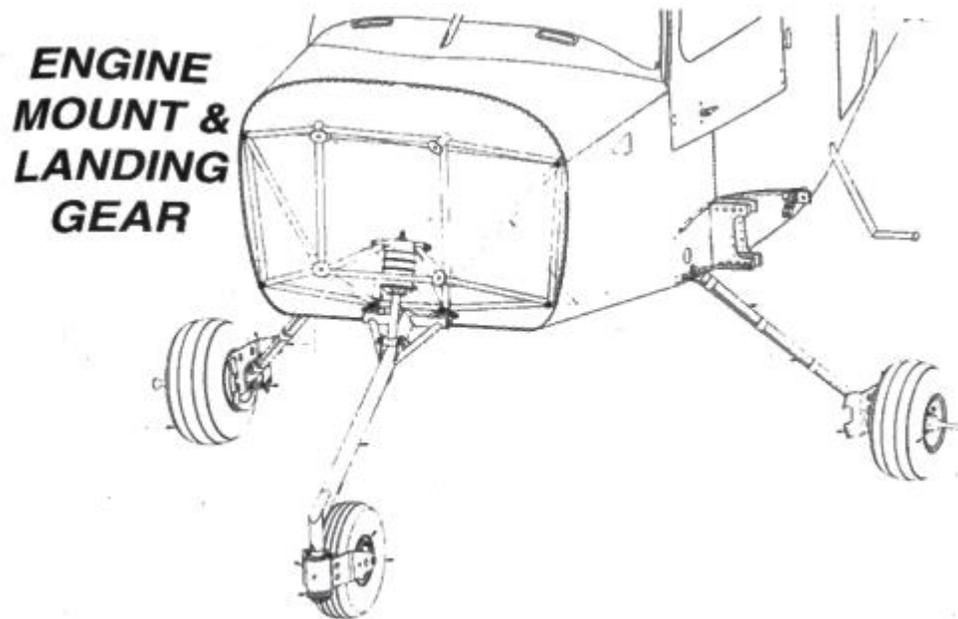
El Rudder está ubicado en la parte posterior de la aeronave, se encuentra en el eje vertical, es perpendicular a los ejes transversal y longitudinal, el movimiento que realiza el avión alrededor de este eje se denomina guiñada, está contenido en un plano que pasa por el morro y la cola que comúnmente divide a este en 2 piezas simétricas.

Figura 10*Rudder*

Nota: El gráfico representa la forma estructural interna del Rudder. Tomado de (Aircraft, 2008).

2.3.10 Tren de aterrizaje

Parte primordial de la aeronave que amortigua toda la energía cinética al momento del aterrizaje en otras palabras el contacto que realiza la aeronave con la pista, se ubica en la parte inferior de la cabina del piloto de la aeronave RV-10 bajo la puerta derecha e izquierda junto de la pared de fuego.

Figura 11*Tren de Aterrizaje*

Nota: El gráfico representa la ubicación correcta del tren de aterrizaje de la aeronave RV10. Tomado de (Aircraft, 2008).

2.4 Componentes Estructurales del Ala y Perfiles Aerodinámicos

2.4.1 Largueros (Longerous)

Los largueros son los principales componentes estructurales del ala que recorren todo el eje longitudinal de punta de ala a punta de ala además son los que soportan cargas distribuidas en la aeronave. Son concisos igual o similar a una viga que están elaborados con aluminio de máxima resistencia (Reche, 2009).

2.4.2 Larguerillos (stringers stiffeners)

Los larguerillos son aquellos que refuerzan toda la estructura de la aeronave, el mismo que está ubicado en el eje longitudinal a través de las costillas que absorben las tensiones normales en el revestimiento generadas por la fuerza normal, el momento flector y la aplicación de presión (Reche, 2009).

2.4.3 Costillas y cuadernas (ribs y frames)

Reciben el nombre de costillas las que van situadas transversalmente en alas y timones y cuadernas (o mamparos si son ciegos) del fuselaje. Cumplen dos funciones: dar forma y curvatura al contorno del ala, rigidez y resistencia. Hay dos formas de construir las costillas: chapa o mecanizadas. Las costillas de chapa se construyen con un grosor no muy grande y se utilizan a menudo en la aviación ligera. Los mecanizados se fabrican en máquinas a partir de grandes láminas de material y su uso está enfocado a la aviación mayor. La resistencia mecánica que requiere una aeronave pesada no permite chapas, sino grandes placas de ocho o más centímetros de espesor. A menudo se cortan agujeros grandes tanto en los largueros como en las costillas para reducir el peso. Como la placa es muy gruesa, no se hacen agujeros en las costillas mecanizadas, pero el material se baja en algunos lugares (Reche, 2009).

2.4.4 Revestimiento (skin)

El revestimiento son aquellas que están ensambladas generalmente de material de aluminio a diferentes partes de la aeronave y son aquellas que soportan todas las cargas impuestas de la aeronave cuando se encuentra en el aire como fuerzas por momentos reflectores o fuerzas auxiliares.

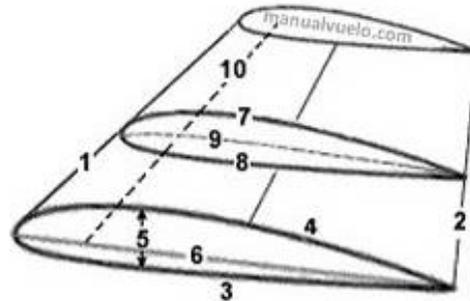
2.4.5 Perfil

Un perfil aerodinámico puede atravesar el aire de manera más eficiente además tiene una mayor resistencia estructura en diferentes partes de la aeronave como son las alas, hélices, alabes de turbinas, estabilizadores y superficies de control.

Figura 12

Terminología del ala

- 1 - Borde de ataque.
- 2 - Borde de salida.
- 3 - Intradós.
- 4 - Extradós.
- 5 - Espesor.
- 6 - Cuerda.
- 7 - Curvatura superior.
- 8 - Curvatura inferior.
- 9 - Curvatura media.
- 10 - Línea 25% de la cuerda.
- 11 - Cuerda media.
- 12 - Envergadura.



Nota: En el gráfico representa la terminología de un perfil alar. Tomado de (Navarro, s.f.)

2.4.6 Borde de ataque

El borde de ataque, son los que reciben el impacto del aire para ser distribuido tanto en el intradós como en el extradós finalizando en el borde de salida, además es el lugar donde se realiza el sistema anti-Ice.

2.4.7 Borde de Salida

Este es el borde trasero del ala, es decir la línea que une la parte posterior de todos los perfiles del ala, o lo que equivale a lo mismo: la parte del ala por donde el flujo de aire perturbado por el ala retorna la corriente de aire. (Navarro, s.f.)

2.4.8 Intradós

Parte inferior del perfil alar.

2.4.9 Extradós

Parte superior del perfil aerodinámico.

2.4.10 Espesor

Recorrido entre el extradós y el intradós, variable a lo largo de la cuerda.

2.4.11 Cuerda

Es la línea recta imaginaria perfilada entre los bordes de ataque hasta el borde fuga denotando los puntos medios entre cada borde.

2.4.12 Cuerda Media

Como los perfiles aerodinámicos no suelen ser iguales, sino que van reduciéndose hacia los extremos, lo mismo sucede con la cuerda de cada uno. Por tanto, al tener cada perfil una cuerda distinta, lo normal es hablar de cuerda media (Navarro, s.f.).

2.4.13 Línea del 25% de Cuerda

Línea imaginaria que se obtendrá al unir todos los puntos situados a una distancia del 25% de la longitud de la cuerda de cada perfil (Navarro, s.f.).

2.4.14 Curvatura

La curvatura comienza desde el borde de ataque al borde de salida.

2.4.15 Curvatura superior

Se refiere a la superficie superior (extradós).

2.4.16 Curvatura inferior

Se refiere a la superficie inferior (intradós).

2.4.17 Curvatura media

Es la aquella que se encuentra equidistante a ambas superficies. Aunque se puede dar en cifra absoluta, lo normal es que se exprese en porcentaje de la cuerda (Navarro, s.f.).

2.4.18 Superficie Alar

Superficie total correspondiente a las alas.

2.4.19 Envergadura

Proyección longitudinal que va desde punta de ala a punta de ala.

2.5 Materiales Utilizados en Aviación

En la elaboración de partes fundamentales de la aeronave se debe tener en cuenta los materiales a utilizar, los mismos que soportan las cargas y esfuerzos expuestos al momento que la aeronave se encuentre en el aire. Los cuatro principales grupos de materiales para uso aeronáutico son las aleaciones ferrosas (con hierro), aleaciones ligeras (Aluminio, Titanio o Magnesio), materiales compuestos y materiales auxiliares (Reche, 2009).

2.5.1 Aleaciones Férrreas

El material menos utilizado en aviación moderna es la aleación ferrosa con un dos por ciento en toda la estructura de la aeronave, el mismo que sustituye a la madera para la construcción de fuselajes de aviación menor como los tubulares y reticulares por su resistencia a la humedad. Un defecto que tiene la aleación ferrosa es su peso, su utilización principal es para ciertas partes de la aeronave como son el tren de aterrizaje, elementos de fijación y sujetadores de equipos (Reche, 2009).

2.5.2 Aleaciones de Aluminio

Las aleaciones de aluminio son las más utilizadas en la aviación en general, son la combinación del material de aluminio con otros metales como el magnesio, zinc, e l cobre y manganeso. Tiene dos características fundamentales que son su peso y su resistencia, sin embargo las aleaciones de la misma presentan un problema que es la corrosión. En el ensamblaje de aeronaves el uso del Alclad que es una aleación recubierta de aluminio puro y resistente a la corrosión en cambio que los largueros y cuadernas y otros componentes son fabricados de zinc o aleaciones más fuertes (Reche, 2009).

2.5.3 Aleación de Titanio

La aleación de titanio es relativamente ligera pero considerablemente resistente a la corrosión a temperaturas moderadas, su mayor defecto es su alto costo y su manipulación, en el mercado comparado con el aluminio, el titanio cuesta 8 veces más, por lo general el material es muy utilizado en ciertas partes del turborreactor (Reche, 2009).

2.5.4 Aleaciones de Magnesio

Las aleaciones de magnesio son las más ligeras en aviación, el motivo es porque pesa cuatro veces menos que el acero, además que contiene una excelente resistencia, peso y su buena maniobrabilidad. Sus usos en aviación son para ciertas partes de la aeronave como son los asientos, cinturones de seguridad, en la carrocería del tren y rotores de helicópteros, en modernidad está siendo reemplazados por problemas de corrosión e inflamabilidad (Reche, 2009).

2.5.5 Materiales Compuestos

Los materiales compuestos están formados por dos elementos estructurales: las fibras y el material aglutinante. El material de unión se llama "matriz" y las fibras se tejen en esta matriz. Las fibras tienen alta resistencia utilizando materiales como el boro o el carbono; la matriz es generalmente de plástico (resinas, poliésteres) aunque en ocasiones es metálica para soportar altas temperaturas (en turborreactores y naves espaciales). La estructura del material consta de capas. En cada capa las fibras están aglomeradas en la matriz y tienen la misma disposición. El material es la suma de las capas que parece un músculo humano o un "sándwich". La orientación de las fibras no es arbitraria, sino que está definida por la tensión o cargas a las que estará sometido el material. De esta forma se dará la resistencia mecánica del material por la dirección de las fibras o tejidos que forman. Se pueden encontrar estructuras compuestas más

resistentes a cargas perpendiculares que otras estructuras diseñadas, por ejemplo, para cargas longitudinales, etc. Las propiedades mecánicas de estos materiales son especialmente superiores a las de las aleaciones ligeras. Sin embargo, resultan ser más frágiles que estos, incluso utilizando fibras de carbono y boro, siendo su complejo reparador. Por este motivo, no es aplicable por ley a las alas y el fuselaje, ya que son estructuras primarias y de gran importancia. En cuanto a la matriz, las resinas “epoxi” son las que presentan mejor adherencia de la fibra, aunque su uso está prohibido en cabinas, ya que genera demasiado humo al quemarse (Reche, 2009).

2.6 Controles de Vuelo

Los controles de la aeronave se basan en sus tres ejes; donde actúa el elevador, el rudder y los alerones, con sus respectivos movimientos que son alabeo, guiñada y cabeceo. Para ejercer estos controles, se dispone de piezas mecánicas y móviles. Esto permitirá que piloto tenga un despegue, aterrizaje y un vuelo recto y nivelado, además que facilitará la acción de ciertas maniobras, es decir, el sistema de control se puede automatizar de forma que la aeronave este en el aire.

2.6.1 Controles Mecánicos

El control mecánico es utilizado en aviación menor se basa en el accionamiento de poleas, cables, tubos de torsión y varillas de vaivén los mismos que realizan la movilidad a las superficies de control primarias y secundarias según el control del piloto.

2.6.2 Control Hidráulico- Mecánico

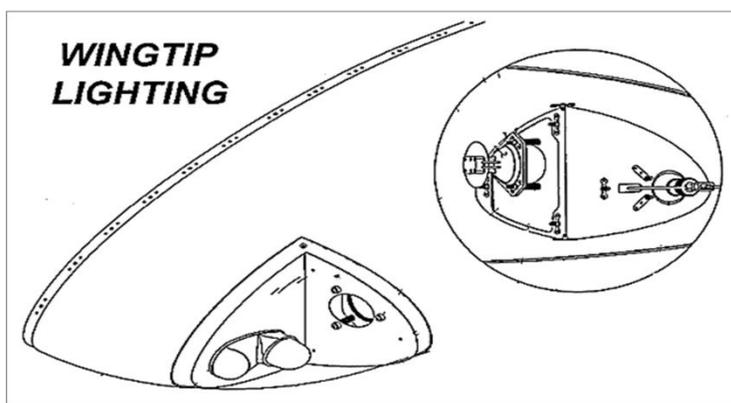
El control hidráulico mecánico se manifiesta en la actualidad por poseer aeronaves más sofisticadas por su velocidad y complejidad que contienen, los sistemas de cables y poleas se conectan a los controles de vuelo del sistema hidráulico, esto mediante servos y actuadores que son mecanizados por una presión en psi, las mismas que dan movimiento a las superficies de control, tren de aterrizaje entre otros.

2.7 Sistema de Luces

El sistema de iluminación de un avión cumple dos funciones principales; la iluminación exterior e interior del avión. Es decir, se puede iluminar los instrumentos, equipos, cabina de pilotaje, etc. Además se usan las luces para aterrizar, para seguridad y posicionamiento. Se puede observar en la figura 13, la ubicación de las distintas luces externas del RV-10.

Figura 13

Luces de Punta de Ala



Nota: El gráfico representa la ubicación correcta del sistema de luces de la aeronave RV10. Tomado de (Aircraft, 2008)

2.7.1 Luces de Navegación

También llamado luz de cruce, el color de los faros es rojo o verde. Situadas en la parte delantera de la aeronave, paralelas entre sí, de manera que la aeronave ocupaba la posición de vuelo normal. Luz verde: un indicador en el lado derecho de la aeronave, rojo: izquierda. Su uso habitual se utiliza por la noche en rutas comerciales, como elemento de seguridad.

2.7.2 Luces de Aterrizaje

Generalmente montado en las alas; sin embargo, su posición varía según el modelo de aeronave en cuestión. Estas luces, que son las más potentes del avión y son de color blanco, se utilizan durante los despegues y aterrizajes con visibilidad limitada. En caso de despegue, se encienden al ingresar a la pista y ya no es necesario su uso desde los 10,000 pies; y en caso de aterrizaje, se encienden desde 10,000 pies y se apagan al salir de la pista.

Por normas, estas luces tienen los siguientes colores y ubicación en el avión.

- *Roja, externa del ala izquierda, abertura de 110°.*
- *Verde, externa del ala derecha, abertura de 110°.*
- *Blanca, cola, abertura 140°.*

El propósito de las luces de aterrizaje es iluminar la pista durante un aterrizaje nocturno.

CAPÍTULO III

3. Desarrollo del tema

En el presente proyecto de titulación se realiza el ensamblaje de un borde de ataque de la aeronave RV10 para la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes de la carrera mecánica aeronáutica.

3.1 Preliminares

En este capítulo se detallará los procedimientos que se realizó para el ensamblaje del borde de ataque de la aeronave RV10, que es una parte fundamental del ala por lo cual la aeronave pueda realizar un vuelo recto y nivelado, teniendo en cuenta las normas de seguridad que se debe asumir para este tipo de trabajos.

Como primer punto se facilitará información técnica acerca del borde de ataque de la aeronave RV10, con el propósito de que el público en general tenga conocimiento de las características y funcionamiento de la pieza a ensamblar. De acuerdo al Manual de Reparación Estructural (SRM), en la cual se realiza las medidas correspondientes con la finalidad que el ensamblaje no tenga fallas y afecten al ala de la aeronave, es por ello que este proyecto tiene como objetivo ensamblar correctamente el borde de ataque para la eficacia de la aeronave.

3.2 Información Técnica

Una vez conseguida la autorización para poder utilizar los manuales de la aeronave Rv10 los cuales son emitidos por el fabricante VAN'S AIRCRAFT INC, se procedió a realizar el ensamblaje del borde de ataque, así como la documentación respectiva de la sección a ensamblar.

Figura 14

Documentación de la aeronave



Nota: En el gráfico se identifica claramente los manuales de la aeronave RV10.

3.3 Equipo de protección personal (E.P.P)

Se trata de materiales complementarios, diseñados y fabricados para proteger a los trabajadores de los riesgos presentes en el trabajo y que puedan amenazar su seguridad y salud. Entre los más importantes son protección auditiva (orejeras), protección para la cabeza (casco), protección visual (gafas transparentes), protección respiratoria (mascarilla), protección para las manos (guantes), protección pies (botas con punta de acero), ropa de protección (overoles).

Figura 15*Equipos de protección personal*

Nota: En el gráfico se identifica claramente los equipos de protección.

3.4 Área de trabajo

Para realizar el ensamblaje del borde de ataque se debe poseer la virtud de tener limpia el aérea de trabajo así como las herramientas que tienen su respectiva ubicación para poder realizar un trabajo conciso, de esta forma, se labora con más tranquilidad y seguridad.

3.5 Materiales, herramientas y equipos utilizados en el ensamblaje del borde de ataque.

Es de suma importancia conocer las herramientas a utilizar en el trabajo de ensamblaje del borde de ataque de la aeronave RV10. En la siguiente tabla se detallara cada una de los materiales, herramientas y equipos a utilizar:

Tabla 2*Materiales, herramientas y equipos*

Ítems	Descripción
01	Alclad 2024-13
02	Clecos
03	Remaches
04	Destornillador
05	Avellanador
06	Compresor de Aire
07	Brocas
08	Taladro de mano
09	Sujetadores de Clecos
10	Alicates
11	Remachadora Automática
12	Bucking Bar
13	Cepillo de hierro

Ítems	Descripción
14	Martillo de Goma
15	Scotch Brite
16	Limas
17	Pistola de Pintura
18	Pintura

Nota: En esta tabla se proporciona la información de los materiales que utilizaran en el proceso.

3.6 Ensamblaje del molde del borde de ataque

Una vez adquirido los materiales y con el empleo de las herramientas apropiadas se procedió al ensamblaje del molde del borde de ataque, alcanzando los siguientes pasos de acuerdo al Manual Estructural:

- Se debe realizar un canal o ranura cóncava para luego, enderezar y ajustar todos los ángulos de brida de todas las costillas con una pinza de sujeción.

Figura 16

Costillas W-1008-R Y W-1009-L



Nota: En el gráfico se identifica claramente las costillas a enderezar.

- Se debe fabricar el refuerzo en J del borde de ataque W-1026 para los conjuntos de ala izquierda y derecha cortando dos piezas de canal en J, cada una de 76 1/8 pulgadas de largo para luego dibujar una línea central en la brida de cada refuerzo en J además se debe dejar un refuerzo en J a un lado para usarlo en el conjunto del borde de ataque exterior derecho.

Figura 17

Pieza del molde del borde de ataque



Nota: En el gráfico se identifica claramente el refuerzo a cortar para el borde de ataque.

- A continuación se modifico dos W -1009-L para el ensamblaje del ala izquierda y dos costillas del borde de ataque W-1009-R para el ensamblaje del ala derecha según las dimensiones dadas en la Tabla 3(**ANEXO B**). Esto creará W-1009 -1L, W-1009-2L, W-1009-1R y W-1009-2R. Las costillas deben tener muescas para encajar alrededor de las barras del larguero y las cabezas de los remaches en el conjunto del larguero principal. Debido a que las barras del larguero principal están escalonadas (cambios de espesor) se requerirán dos costillas modificadas diferentes, se debe revisar la vista isométrica remitida en el manual.

Tabla 3*Medidas del molde de ataque*

	X1	Y1	X2	Y2
W -1009-1L/R	13/32	1 11/16	9/32	1 21/32
W -1009-2L/R	11/32	1 11/16	5/32	1 1/16

Nota: En la tabla 2 nos indica las medidas para el molde del borde de ataque.

Figura 18

Costillas W-1009 -1L, W-1009-2L, W-1009-1R y W-1009-2R



Nota: En el gráfico se identifica claramente las costillas a utilizar para las medidas del molde.

- Se debe crear un soporte para mantener los conjuntos del borde de ataque y del tanque de combustible durante el montaje. En primer lugar, se retira el material indicado por la zona sombreada de los bloques en V del borde delantero del ala VB-11 (costilla derecha para del molde del borde de ataque)(**ANEXO B**). Se debe almacenar el material retirado, mismo que se utilizará en la elaboración del soporte de la solapa. A continuación se debe realizar rieles de 57 1/2 pulgadas

de largo para conectar los bloques en V para ensamblar la base y forrar la cara interior de la base con cinta adhesiva o burlete como se muestra en la Figura 3.19.

Figura 19

Molde del borde de ataque



Nota: En el gráfico se identifica claramente el molde ensamblado para el borde de ataque.

- Se debe retirar las tiras de unión W-1019 -L y W-1019 -R de las cubiertas de los tanques de combustible T-1001-L y T-1001-R. El uso cuidadoso de una amoladora de matrices funciona bien. Se debe limar el material restante de la pestaña además se debe desbastar todos los bordes de las piezas del ensamblaje del borde de ataque y alisar el borde interior de los revestimientos del tanque de combustible T-1001-L y T -1001-R.

Figura 20

Tira de unión W-1019 -L



Nota: En el gráfico se identifica claramente la tira unión W-1019-L a retirar.

3.7 Ensamblaje del Borde de Ataque

- Se retiro el revestimiento del protector de vinilo de la superficie interior de los revestimientos de borde delantero W-1001-L.

Figura 21

Retiro del protector del vinilo



Nota: En el gráfico se identifica claramente el retiro de vinilo.

- A continuación se insertó el revestimiento del W-1001-L en la base para luego limpiar las costillas W-1009-L / R, W -1009-1L y W -1009-2L a la piel del borde de ataque y luego insertar la tira de empalme W-2019-L en el extremo interior del revestimiento del borde delantero, además de insertar la costilla de empalme W-1008-R y cortar la costillas, la tira de unión y el revestimiento del borde delantero juntos **(ANEXO C)**.

Figura 22

Borde de ataque y molde



Nota: El gráfico muestra la manera correcta de colocar la lámina de alclad en el molde de borde de ataque.

- Se debe insertar el refuerzo en J del borde de ataque W-1026 en el ensamblaje como se muestra en el manual para después colocar el borde exterior del estabilizador en J alineado a la cara exterior de la costilla del borde de ataque W-1009-R. Se debe visualizar la vista isométrica de la figura 2.3. Para luego alinear la línea central dibujada en el reborde del refuerzo en J con los orificios en la piel del borde delantero, a continuación se debe taladrar y limpiar el refuerzo en J sobre la piel.

Figura 23*Limpieza de Agujeros*

Nota: En el gráfico se observa la utilización limpiador de agujeros en la lámina de alclad.

- Se debe taladrar al final con un broca # 40 en todas las costillas y la tira de unión hasta el revestimiento. Pasar una broca # 40 a través de la fila de principal de los orificios de unión del larguero principal en la parte inferior y superior del revestimiento del borde de ataque W-1001-L, además se debe pasar la broca antes mencionada a través de los orificios de fijación de la placa de unión W-1019-L para luego agrandar todos los orificios con tornillos en la tira de unión W-1019 -L hasta el # 19.

Figura 24

Clecos numero 40



Nota: En el gráfico se identifica claramente los agujeros a expandir.

- Se debe desmontar el borde de ataque para luego avellanar con un avellanador de guía los orificios de fijación # 40 en la tira de unión W-1019-L para la cabeza de un remache AN426AD3 además desbaste todos los agujeros en todas las partes con el limpiador de filos.

Figura 25

Avellanado



Nota: En el gráfico se identifica claramente el avellanado de los agujeros del borde de ataque.

- Se debe realizar puntos en los orificios de acoplamiento para los tornillos de la tira de refuerzo, con un tornillo No. 8, además se debe realizar puntos en los orificios restantes en todas las partes según sea necesario (incluidas las filas de orificios superior e inferior en el revestimiento del borde de ataque W-1001-L).

Figura 26

Tira de Refuerzo W-1026



Nota: En el gráfico se identifica claramente los hoyuelos realizados en la tira de refuerzo.

- Se debe retirar los clecos del borde de ataque y las costillas que se encuentran en su interior para comenzar su limpieza con scotch brite de la misma manera se realiza la parte interna del borde de ataque, la tira de unión, y el refuerzo.

Figura 27

Limpieza de costillas con scotch brite



Nota: En el gráfico se identifica claramente la limpieza de las costillas con scotch brite.

- Una vez culminada la limpieza, se aplicó el primer en todas las piezas incluido la parte interior del borde de ataque esto es una base o fondo que ayudara a visualizar los defectos de las piezas fácilmente, la preparación del fondo de protección es poliuretano en dos componentes, de excelente poder de relleno, rápido secamiento y lijable en húmedo o en seco.

Figura 28

Aplicación de Primer



Nota: En el gráfico se identifica la colocación del primer en las costillas del borde de ataque.

- Una vez realizado el avellanado de los agujeros, se debe colocar el primer en el interior del borde de ataque.

Figura 29

Aplicación de primer en el interior de la lámina



Nota: En el gráfico se identifica la colocación del primer en el interior de la lámina del borde de ataque.

- Se deja secar el primer para colocar nuevamente todas las piezas en el interior del borde de ataque que son las costillas, la tira de unión, y el refuerzo además se realizó cortes del protector de vinilo de la parte exterior de los agujeros donde van las costillas, el refuerzo y la tira de unión para remachar las placas de tuerca (nutples) en la tira de empalme W-1019-L.

Figura 30

Corte del protector de vinilo



Nota: En el gráfico se identifica los cortes realizados en el protector de vinilo de las partes exteriores del borde de ataque.

- Se debe remachar los dos orificios de guía de la ranura de advertencia de bloqueo en el revestimiento del borde delantero W-1001-R con remaches AN426AD3-3.

Figura 31

Remachado de la tira de refuerzo.

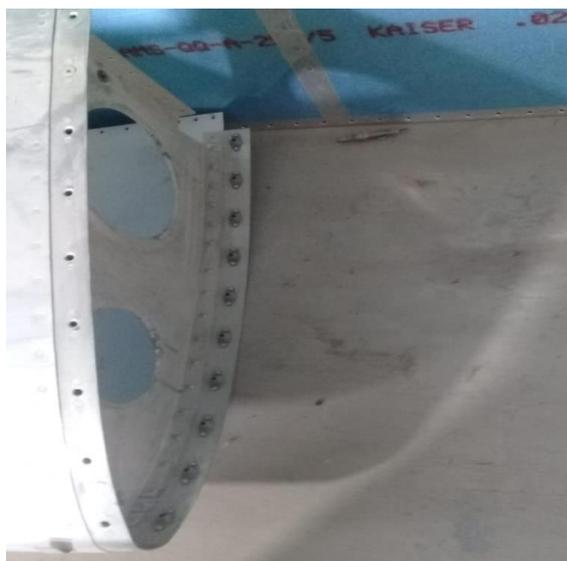


Nota: En el gráfico se identifica claramente el remachado de la tira de refuerzo.

- A continuación se debe ensamblar las piezas para remachar el conjunto de acuerdo con las indicaciones de los remaches dadas en el manual (**ANEXO D**). Para luego comenzar el remachando a los dos orificios posteriores en las costillas del borde de ataque superior e inferior (**ANEXO C**), para continuación remachar todas las piezas juntas progresivamente trabajando hacia el borde de ataque.

Figura 32

Tira de unión del borde de ataque.



Nota: En el gráfico se identifica claramente la tira unión del borde de ataque.

- Para realizar el remachado del borde de ataque se utilizó una remachadora neumática con una buterola cónica lisa, remaches de vástagos solidos que en este caso son AN426AD3-3, y un bucking bar (aguantador). Se debe ingresar el remache en el agujero y al otro lado poner la bucking bar, con la remachadora neumática de buterola cónica lisa se debe realizar dos disparos de 45 a 50 psi al remache para que este quede al mismo ras de la lámina de alclad.

Figura 33

Remachado de costillas



Nota: En el gráfico se identifica claramente el remachado de las costillas.

3.8 Pintura y Diseño del Borde de Ataque

- Como primer paso se debe retirar el protector de vinilo de la parte exterior del borde de ataque y se limpia la superficie exterior para que no contenga contaminantes o algún tipo de grasa.

Figura 34

Retiro del protector de vinilo



Nota: En el gráfico se identifica claramente el retiro del protector de vinilo.

- Con scotch brite y cepillo fino de bronce que se utiliza para la parte de los remaches, se debe realizar la limpieza, esto hace que la pieza obtenga una buena adherencia en el proceso hacia la base primer que se va aplicar.

Figura 35

Limpieza con el cepillo de bronce



Nota: En el gráfico se identifica claramente la limpieza con el cepillo de bronce hacia los remaches.

Figura 36

Limpieza con scotch brite.



Nota: En el gráfico se identifica claramente la limpieza con el lustre a la superficie externa del borde de ataque.

- Se debe proceder a desengrasar y verificar que no tenga contaminantes en la superficie ya que es importante para obtener un buen agarre del producto wash primer o impresión fosfatante (**ANEXO E**), que se recomienda especialmente para su aplicación sobre láminas desnudas o piezas nuevas.

Figura 37

Aplicación de wash primer

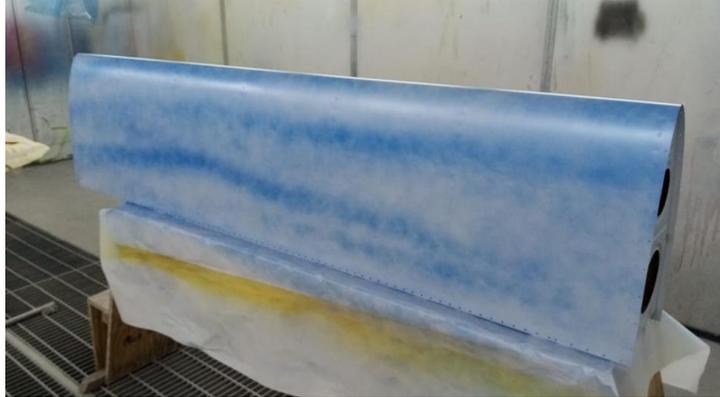


Nota: En el gráfico se identifica claramente la aplicación de wash primer en la superficie exterior del borde de ataque.

- Después de 15 minutos se debe aplicar un fondo gris de protección y adherencia a la pintura esperando tener un secado adecuado mínimo de 2 horas para aplicar un tinte que sirve como control de lijado.

Figura 38

Aplicación de tinte azul



Nota: En el gráfico se identifica claramente la aplicación del tinte para el control de lijado.

- Se debe realizar el lijado del fondo protector con una lija 400 la cual permite retirar el tinte de control y quedando un lijado en perfectas condiciones para aplicación de pintura.

Figura 39

Control de Lijado



Nota: En el gráfico se identifica claramente el lijado para el proceso de pintura.

- Se debe limpiar nuevamente con toallas que no tenga pelusa en general de microfibra y se limpia nuevamente con desengrasante D837.

Figura 40

Limpieza con toalla de microfibra



Nota: En el gráfico se identifica claramente el wash primer en la superficie exterior del borde de ataque.

- Se procede al aérea de aplicación de pintura con su respectivo diseño que en este caso son blanco y verde procedentes de la institución ESPE. Como primer color se aplicó el fondo blanco D839 (**ANEXO F**), que se puede utilizar como relleno, protector y húmedo que va directo al metal y su catalizador D803 en proporciones 1:1.

Figura 41

Aplicación del color blanco



Nota: En el gráfico se identifica claramente la aplicación del color blanco.

- Se procede a enmascarar y trazar líneas con masking según el diseño asignado, para aplicación del segundo color que en este caso es verde que de igual manera su proporción es 1:1.

Figura 42

Aplicación del color verde



Nota: En el gráfico se identifica claramente el enmascarado y aplicación del color verde.

- Hay que esperar que la pintura se seque por completo de 25 a 30 minutos para retirar el enmascarado y masking quedando dichas pinturas secas y listas para colocar los stickers que en este caso es el logo de la universidad de las Fuerzas Armadas Espe. Una vez culminado el proceso de pintura y colocación de stickers se limpia con un paño tacrag la contaminación que se pueda presentar, para aplicación de dos manos de barniz D800 (brillo) y diluyente D807 de evaporación media y se debe utilizar entre los 18 y 25 grados centígrados con 15 minutos de espera para trasmano.

Figura 43

Colocación de stickers



Nota: En el gráfico se identifica claramente la colocación de stickers y aplicación de barniz.

- En este caso se utilizó todos productos de la marca PPG en la línea Deltron por lo que dicha marca nos presta una excelente garantía al momento de aplicar la pintura.

Figura 44

Productos PPG



Nota: En el gráfico se identifica claramente los productos PPG.

3.9 Comprobación del ensamblaje y pintura para el funcionamiento del borde de ataque.

Tabla 4

Valoración del ensamblaje del borde de ataque

Borde de ataque RV10	ENSAMBLAJE DEL BORDE DE ATAQUE				
	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
Materiales	X				
Herramientas	X				
Equipo de protección	X				
Manuales	X				
Área de trabajo		X			
Lamina de alclad	X				
Costillas		X			
Tira unión	X				
Refuerzo del borde de ataque		X			

Nota: En la tabla 4 nos indica las la valoración del ensamblaje del borde de ataque.

Tabla 5

Valoración de la aplicación de pintura del borde de ataque

Borde de ataque RV10	Aplicación de Pintura en el Borde de Ataque				
	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo
Materiales	X				
Herramientas	X				
Equipo de Protección	X				
Manual	X				
Área de Trabajo	X				
Aplicación de color blanco	X				
Aplicación de color verde	X				
Stickers	X				
Barniz	X				

Nota: En la tabla 5 nos indica las la valoración de la aplicación de pintura para el borde de ataque.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La información que se empleó en este proyecto de titulación se obtuvo del Manual de Reparación Estructural (SRM), además se adquirió información de la guía de aplicación de pintura aeronáutica, para alcanzar el objetivo planteado.
- Se adquirió las herramientas y equipos adecuados para el proceso de ensamblaje del borde de ataque, esto permite que sea el punto de partida para el reconocimiento estructural de la zona del ala de la aeronave RV10, cabe recalcar que el borde de ataque realizado corresponde aviación menor.
- Se realizó el ensamblaje con el equipo de protección adecuado y con el conocimiento de funcionamiento general y estructural del borde de ataque de la aeronave RV10, por lo cual necesita que el ensamblaje sea efectivo y comprobado.
- Se realizó las pruebas de funcionamiento del borde de ataque, verificando que todas las piezas o componentes se encuentren correctamente ensambladas.

4.2 Recomendaciones

- Asegurarse de realizar una inspección minuciosa de los daños o deterioros que pueda tener las zonas a ensamblar, pues existen desperfectos que podrían afectar el buen funcionamiento de las aeronaves e incluso poner en riesgo al momento de que la aeronave salga a pruebas de vuelo.
- El técnico deberá contar con conocimientos de todas las herramientas, equipos y materiales de calidad que certifiquen el ensamblaje y buen funcionamiento en la aeronave

- Se recomienda realizar un proyecto para la elaboración de un manual de aplicación de pintura para las zonas de la aeronave RV10 además que una vez que culmine el proceso de pintura dar el tratamiento adecuado en lavado y encerado a su respectivo tiempo, no aplicar ninguna clase de combustibles o químicos que pueden opacar el brillo, dañar la pintura y el aluminio.

BIBLIOGRAFÍA

Aircraft, V. (2008). *RV10 Installation Guide*.

AIRCRAFT, V. (16 de 06 de 2013). *VAN'S AIRCRAFT TOTAL PERFORMANCE* .

Recuperado el 2021, de <https://www.vansaircraft.com/company/>

Añez, A. (2015). *Pinterest* . Recuperado el 30 de 06 de 2021, de

<https://www.pinterest.com/pin/443534263303111327/>

AVIA.PRO. (08 de 04 de 2016). *RV-10 de Van. Especificaciones.Foto*. Recuperado el

02 de 06 de 2021, de [Entrada de Blog]: <https://avia-es.com/blog/vans-rv-10-tehnicas-harakteristiki-foto>

Giménez, N. P. (2005). *Representación de instrumentos básicos de vuelo*. Barcelona, España.

MORALES, Á. A. (2014). *DISEÑO DE UN AVIÓN ULTRALIVIANO CON BASE EN LAS NORMAS*. Colombia .

Navarro, M. A. (s.f.). *Manual de Vuelo*. Recuperado el 30 de Junio de 2021, de

<https://www.manualvuelo.es/biblio.html>

Perceval, C. D. (2016). *blogspot*. Recuperado el 21 de 06 de 2021, de [blogspot:](http://elvueloporinstrumentos.blogspot.com/2015/05/comprar-manual.html)

<http://elvueloporinstrumentos.blogspot.com/2015/05/comprar-manual.html>

Reche, A. (22 de 04 de 2009). *Estructuras Principales del Avion*. Recuperado el 18 de

08 de 2021, de Archivo PDF: [file:///G:/Tercer%20semestre/ESTRUCTURAS%20DE%20LA%20AERONAVE/Estructuras%20principales%20del%20avi%C3%B3n%20\(1\).pdf](file:///G:/Tercer%20semestre/ESTRUCTURAS%20DE%20LA%20AERONAVE/Estructuras%20principales%20del%20avi%C3%B3n%20(1).pdf)

Ruiz, A. J. (Junio 2016). *DISEÑO DE UN ALA DE AVIÓN MEDIANTE TÉCNICAS NUMÉRICAS (FEM)*. MADRID .

ANEXOS