

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

MENCIÓN AVIONES

**“CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO ESTRUCTURAL DE ALA
PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”**

POR:

BALCÁZAR QUIZHPE ANDRÉS ALEXANDER

Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del

Título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

MENCIÓN AVIONES

2010

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el SR. BALCÁZAR QUIZHPE ANDRÉS ALEXANDER, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA - AVIONES.

Ing. Félix Manjarrés
DIRECTOR DEL PROYECTO

Subp. Guillermo Rivera
CODIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga, 09 de Febrero del 2010

DEDICATORIA

A mis queridos padres Rigoberto y Martha por ayudarme en los momentos más difíciles de mi vida y darme su apoyo incondicional en cada momento e instante de mi vida y así poder culminar mis estudios superiores y llegar a ser un profesional íntegro.

A mis primos Carlos, Marco y mi prima Zaida por ser un ejemplo a seguir ya que me han demostrado que con dedicación y esfuerzo se puede lograr todo lo que uno se propone y sobre todo por darme el orgullo de ser unas excelentes personas. A mi primo Daniel por ser siempre mi amigo y compartir experiencias desde niños y demostrarme el sentido de valentía y espíritu de solidaridad.

A mi tía Jenny por ser muy comprensiva y acogerme en su hogar y brindarme su apoyo en una época de mi vida estudiantil.

A mis hermanos que con su cariño me han dado las fuerzas para seguir adelante en mis estudios ya que la distancia es una barrera muy difícil de superarla.

A todos mis amigos con los que compartí; Paúl, Henry, Luis, David, Andrés, Juan, Richard, Fernando, Paúl, Emanuel.

ANDRÉS ALEXANDER BALCÁZAR QUIZHPE

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por haberme dado salud, vida y sobre todo la capacidad de poder haber llegado a culminar mi carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones y así sentirme orgulloso de haber escalado un peldaño más en mi vida, ya que poco a poco voy logrando mis objetivos propuestos.

Quiero dar gracias a mis padres por ser participes de este gran proyecto ya que sin su ayuda tanto económica como moral nunca lo hubiera podido lograr y hacer realidad mi deseo de ser Tecnólogo.

Mi eterna gratitud a mis tutores Ing. Félix Manjarrés y Subp. Guillermo Rivera y Sgts. Kléver Shulca, ya que el aporte con sus grandes conocimientos fue fundamental para poder hacer realidad este gran proyecto, a mis amigos que colaboraron de alguna u otra manera a sacar adelante el proyecto.

ANDRÉS ALEXANDER BALCÁZAR QUIZHPE

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Páginas
CARÁTULA	I
CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIV
RESUMEN.....	XV
SUMARY.....	XVI

CAPÍTULO I

EL TEMA

1. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación e importancia	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 General	4
1.3.2 Específicos.....	4
1.4 Alcance	4

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1	Introducción	5
2.2	Evolución histórica de las estructuras de aviones.....	6
2.3	Principios Aerodinámicos.....	6
2.3.1	Teorema de Bernoulli.....	7
2.3.2	Efecto Venturi	8
2.3.3	Tercera ley del movimiento de Newton	8
2.3.4	Por qué vuelan los aviones	8
2.4	Partes del Ala.....	10
2.4.1	Winglets	10
2.4.2	Alerones.....	10
2.4.3	Dispositivos hipersustentadores	11
2.4.4	Flap.....	11
2.4.5	Spoilers	11
2.5	Estructura del Avión	11
2.5.1	Generalidades.....	11
2.5.2	Componentes estructurales del ala.....	12
2.5.3	Larguero.....	13
2.5.4	Costilla	13
2.5.5	Revestimiento	13
2.5.6	Herraje	13
2.5.7	Larguerillo	13

2.5.8	Placa o alma	14
2.6	Función de los componentes estructurales.....	14
2.6.1	Largueros.....	14
2.6.2	Costillas	14
2.7	Clasificación por su función	15
2.7.1	Costillas de compresión.....	15
2.7.2	Costillas Maestras.....	15
2.7.3	Costillas Comunes	15
2.7.4	Falsas costillas.....	15
2.7.5	Partes de la costilla	15
2.7.6	Ubicación de las costillas.....	16
2.7.7	Revestimiento	17
2.7.8	Revestimiento resistente o activo	17
2.8	Geometría de las alas.....	17
2.8.1	Perfil alar.....	18
2.8.2	Borde de ataque	18
2.8.3	Borde de salida	18
2.8.4	Extrados.....	18
2.8.5	Intrados	18
2.8.6	Espesor.....	18
2.9.7	Cuerda	18
2.8.8	Cuerda media	18
2.8.9	Línea del 25% de la cuerda	19

2.8.10	Curvatura	19
2.8.11	Superficie alar	19
2.8.12	Envergadura	19
2.8.13	Alargamiento.....	19
2.8.14	Flecha	20
2.8.15	Diedro	21
2.8.16	Forma.....	21
2.9	Tipos de ala por su forma	23
2.9.1	Rectangular ó recta.....	23
2.9.2	Trapezoidal	24
2.9.3	Elíptica	24
2.9.4	Flecha	25
2.9.5	Delta.....	26
2.9.6	Ojival.....	27

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1	Preliminares.....	28
3.1.1	Estudio de alternativas.....	28
3.1.2	Estudio técnico.....	30
3.1.3	Taladro de Pedestal.....	30
3.1.4	Cizalla Manual.....	34
3.1.5	Sierra para cortar contornos de metal.....	34

3.1.6	Transportador de ángulos.....	38
3.1.7	Gramil.....	39
3.1.8	Cizalla de corte a escuadra hidráulica.....	40
3.1.9	Limas.....	45
3.1.10	Dobladora de cornisas.....	49
3.1.11	Dobladora de caja.....	52
3.1.12	Maceta.....	54
3.1.13	Taladros Neumáticos.....	55
3.1.14	Los sujetadores cleco.....	58
3.1.15	Uso de los sujetadores cleco.....	59
3.1.16	Cortadora de remaches.....	61
3.1.17	Buterolas.....	62
3.1.18	Pistolas Remachadoras.....	63
3.1.19	Barras cotrarremachadoras.....	65
3.1.20	Lijadora eléctrica.....	67
3.1.21	Mangueras de presión.....	68
3.1.22	Mesa de trabajo.....	69
3.1.23	Regla en pulgadas.....	70
3.1.24	Estudio legal.....	70
3.1.25	Estudio económico.....	70
3.2	Diseño y construcción del prototipo alar	72
3.2.1	Cálculo de fórmulas para el diseño del ala.....	72
3.2.2	Dobleces con radio.....	73

3.2.3	Tolerancia de doblamiento.....	75
3.2.4	Retroceso.....	76
3.2.5	Ángulo de dobléz.....	77
3.2.6	Línea guía o de mira.....	80
3.3	Trazado sobre el papel.....	82
3.3.1	Equipo.....	82
3.4	Trazado sobre el metal.....	84
3.4.1	Equipo.....	84
3.5	Fabricación de las partes del prototipo estructural del ala.....	85
3.5.1	Equipo.....	85
3.5.2	Fabricación de la viga del borde de salida.....	87
3.5.3	Fabricación de la viga del borde de ataque.....	91
3.5.4	Fabricación de los larguerillos extruidos.....	95
3.5.5	Recortar los revestimientos superior e inferior.....	102
3.5.6	Fabricación de las costillas.....	107
3.6	Patrones de remachado.....	137
3.6.1	Tamaño de los remaches.....	139
3.6.2	Tipos de patrones de remachado.....	140
3.7	Técnicas de taladrado.....	141
3.8	Taladrado del prototipo estructural de ala.....	143
3.8.1	Equipo.....	143
3.9	Tratamientos de corrosión del aluminio.....	161
3.9.1	Recubrimiento de la superficie.....	162

3.9.2	Imprimador de cromato de zinc.....	162
3.9.3	Aplicación de los imprimadores.....	163
3.10	Instalación de los remaches.....	165
3.10.1	Limpieza de las láminas.....	165
3.10.2	Selección de la pistola remachadora y la buterola.....	166
3.10.3	Ajuste de la pistola remachadora.....	166
3.10.4	Selección de la barra contra-remachadora.....	167
3.10.5	Remachado.....	168
3.10.6	Los Remaches.....	170
3.10.7	Remoción de los remaches.....	173
3.10.8	Identificación de remaches.....	176
3.11	Ensamblaje de las partes estructurales del prototipo alar.....	182
9.1	Equipo.....	182
3.12	Haga que el docente revise su prototipo estructural del ala.....	189
3.13	Proceso de construcción del prototipo alar.....	190

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	Conclusiones.....	200
4.2	Recomendaciones.....	201
	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	202
	ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	205
	BIBLIOGRAFÍA.....	206

ANEXOS.....	207
HOJA DE VIDA.....	274
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS.....	276
HOJA DE CESIÓN DE DERECHOS.....	277

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS DEL TEMA

	Páginas
Tabla N° 3.1	29
Tabla N° 3.2	63
Tabla N° 3.3	66
Tabla N° 3.4	71
Tabla N° 3.5	71
Tabla N° 3.6	80
Tabla N° 3.7	82
Tabla N° 3.8	87
Tabla N° 3.9	92
Tabla N° 3.10	96
Tabla N° 3.11	108
Tabla N° 3.12	108
Tabla N° 3.13	108
Tabla N° 3.14	136
Tabla N° 3.15	136
Tabla N° 3.16	141
Tabla N° 3.17	166
Tabla N° 3.18	168

TABLAS DE ANTEPROYECTO

Tabla N° 1	214
Tabla N° 1.1	229
Tabla N° 1.2	229
Tabla N° 1.3	230
Tabla N° 1.4	232
Tabla N° 1.5	233
Tabla N° 1.6	235
Tabla N° 1.7	236
Tabla N° 1.8	237
Tabla N° 1.9	239
Tabla N° 2.0	240
Tabla N° 2.1	244
Tabla N° 2.2	246
Tabla N° 2.3	257
Tabla N° 2.4	258

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1	7
Figura 2	9
Figura 3	10
Figura 4	12
Figura 5	13
Figura 6	16
Figura 7	20
Figura 8	20

Figura 9	21
Figura 10	21
Figura 11	22
Figura 12	23
Figura 13	24
Figura 14	25
Figura 15	26
Figura 16	27
Figura 17	27

ÍNDICE DE ANEXOS

	Páginas
ANEXO A: Formato fortalezas y debilidades.....	260
ANEXO B: Fotografías de la investigación de campo.....	261
ANEXO C: Formato de encuesta.....	266
ANEXO D: Formato de entrevista.....	271
ANEXO E: Fotografías de la elaboración del prototipo.....	273
ANEXO F: Anteproyecto.....	208

RESUMEN

Este trabajo tiene el propósito de ayudar a los estudiantes a tener una mejor visualización de los componentes básicos de los cuales se constituye el ala de un avión, además pretende ser un gran aporte en la enseñanza teórico-práctico ya que reforzará los conocimientos que adquieran los alumnos permitiendo el contacto directo con el ala y la visualización de sus partes internas. Con este tipo de proyectos se pretende incentivar a la construcción de otras partes estructurales de las aeronaves, con la finalidad de que en el futuro se pueda quizá construir una aeronave con componentes básicos. Todos los pasos y herramientas utilizados en este proyecto se los detalla en el mismo.

El marco teórico brinda la posibilidad de adentrarse de manera profunda en el conocimiento de las partes estructurales que conforman el ala, así como también el comportamiento de las fuerzas y cargas que las mismas soportan cuando se encuentran en el aire, comprendiendo su importancia y su aerodinámica.

La construcción del prototipo estructural de ala, permite conocer e identificar cuáles son las partes que ensamblan un perfil alar, por lo que ha sido de gran importancia realizar una maqueta didáctica.

El estudio económico determinó el monto invertido en la elaboración del prototipo estructural de ala.

SUMMARY

This work has the intention to help the students to have one better visualization of the basic components of which the wing of an airplane is constituted, in addition it tries to be a great contribution in theoretical-practical education since it will reinforce the knowledge that acquire the students allowing the direct bonding with the wing and the visualization of their internal parts. With this type of projects it is tried to stimulate to the construction of other structural parts of the airships, for the purposes of which in the future an airship with basic components can perhaps be constructed. All the steps and tools used in this project detail them in the same.

The theoretical frame offers the possibility of entering itself of deep way in the knowledge of the structural parts that conform the wing, as well as the behavior of the forces and loads that the same support when their importance and its aerodynamics are in the air, including/understanding.

The construction of the structural prototype of wing, allows to know and to identify which are the parts that assemble a profile eave, reason why has been of great importance of realising a didactic scale model.

The economic study determined the amount inverted in the elaboration of the structural prototype of wing.

CAPÍTULO I

CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO ESTRUCTURAL DE ALA PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

1 Introducción

1.1 Antecedentes

Tomando en cuenta los resultados del anteproyecto anexado en la parte “F”, se llegó a evidenciar aspectos que son de necesidad complementar en la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones, así es el caso de mejorar o integrar la enseñanza teórica práctica en el área de Estructuras, con la construcción de un prototipo estructural de ala, el mismo que será de gran ayuda tanto para el docente de la materia de prácticas tutoriadas de estructuras como para los estudiantes, este prototipo estará construido con los mismos materiales utilizados en la aviación, para que así los estudiantes tengan una mejor interacción y entendimiento de lo materiales con los que se trabaja en aviación, el prototipo es una mini ala, la misma que contiene las especificaciones técnicas y todos los componentes básicos que contiene una real. Para su construcción se realizó un previo análisis de factibilidad técnica, legal, operacional y económica, con el fin de localizar aspectos positivos o negativos que faciliten la ejecución del tema propuesto, lo que proporcionó los siguientes resultados:

- Los estudiantes que cursan los tres últimos niveles de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones; se encuentran en un nivel de enseñanza teórico óptimo para desempeñar proyectos que requieran

mayor desenvolvimiento en el manejo de herramientas y equipos con los que cuenta el Laboratorio de Estructuras del ITSA.

- Los fundamentos legales que regula el tema de proyecto de grado es el ATA 57 la cual habla acerca de alas.
- La construcción de un prototipo de ala como maqueta no tiene ninguna restricción ni dificultad que impida a los estudiantes poder fabricarla ya que la maqueta elaborada les servirá como guía.
- Se tomó en cuenta los principios básicos de seguridad dentro de un taller de mantenimiento para la manipulación de las herramientas.
- El Laboratorio de Estructuras del ITSA cuenta con un conjunto de herramientas que se las detalla a continuación:
 - Dobladora de cañerías.
 - Formadora de ángulos.
 - Prensa hidráulica.
 - Torno paralelo.
 - Sierra circular.
 - 2 esmeriles.
 - Cizalla de ángulos.
 - Baroladora manual.
 - Dobladora de cajón.
 - Cizalla de pedal.
 - Cizalla hidráulica.
 - Baroladora eléctrica.
 - Horno de tratamiento térmico.
 - Máquina sandblasting.
 - 3 estaciones de soldadura.
 - 3 taladros de pedestal.
 - 28 entenallas.
 - 7 mesas de trabajo
 - 2 taburetes.

Al contar con estas herramientas el laboratorio de estructuras brinda la facilidad y factibilidad para realizar este proyecto.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico dispone de un grupo de docentes especializados en estructuras, que tienen una gran trayectoria en la aviación comercial y militar; experiencia necesaria para dirigir proyectos a gran escala, además cuenta con un Laboratorio de Estructuras equipado con gran parte de herramientas utilizadas en la reparación estructural de aeronaves. Además los entes que conforman la Institución están en búsqueda del mejoramiento continuo de la enseñanza teórico-práctico que beneficie a todos y logre formar profesionales capaces y responsables de sus actos que les permita surgir en su vida profesional.

Lo mencionado justifica la construcción de un prototipo de ala el mismo que aporte con experiencia a los estudiantes en su formación profesional, y a su vez que esto sea una motivación el cual les permita emprender y desarrollar proyectos a gran escala y porque no, a construir algún día no muy lejano un avión, sabiendo que tenemos la capacitación y los instructores especializados. Así también cumplir con las normativas para operación de talleres de mantenimiento aeronáutico dictadas por las RDAC parte 145, que en forma general manifiestan que los talleres de mantenimiento aeronáutico deben poseer las herramientas y/o equipos para su correcta operación.

La construcción del prototipo de ala, servirá como una maqueta didáctica en la cual los estudiantes tendrán una ayuda para la mejor comprensión en el estudio de estructuras de aviación, también ayudará a dar una mejor imagen al instituto en los eventos que este participe y seguirá siendo un buen referente para quienes hemos transcurrido por sus aulas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

“Construir un prototipo estructural de ala para el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, el mismo que servirá como guía para el docente y estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones”.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información concerniente al tema.
- Organizar la información obtenida.
- Recopilar información de los distintos tipos de alas y su construcción.
- Investigar sobre los materiales con los cuales están construidas las alas y utilizar los más apropiados en su construcción.
- Extraer conclusiones sobre el proyecto que sirvan como referencias a futuro.

1.4 ALCANCE

La construcción del prototipo estructural de ala, pretende aportar a la formación profesional de los estudiantes de la Carrera de Mecánica mención Aviones, así como respaldar los conocimientos impartidos por de los docentes y motivar a utilizar con mayor frecuencia el laboratorio de estructuras, para que de esta los estudiantes tengan más práctica y pericia en el Área de Aviones.

El presente trabajo aportará al Instituto y ayudará a los estudiantes a realizar trabajos en estructuras de aviación en cualquier circunstancia de su vida profesional ya que su formación como Tecnólogos Aeronáuticos les permitirá desenvolverse de la manera más idónea.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN

No cabe duda que el vuelo de las aves inspiró al ser humano para la construcción de la mayoría de los aparatos que, a lo largo de la historia han surcado los cielos, y a pesar de las disparidades en pesos y tamaños es realmente llamativo que muchas de las soluciones adoptadas en los aviones tengan su paralelismo con las aves, y que son posibles de identificar en éstos mecanismos que mejoran la seguridad en vuelo y que en las aeronaves se perciben como elementos de tecnología avanzada. Por otra parte, la descripción de los fenómenos de la naturaleza resulta más sencilla de entender cuando se formulan modelos matemáticos que se ajusten en mayor o menor grado a la realidad. Esto permite encontrar soluciones, posteriormente contrastables con la evidencia experimental, e incluso deducir comportamientos o efectos difícilmente observables o no percibidos con anterioridad.

En este sentido la aerodinámica es la rama de la mecánica de fluidos especializada en el cálculo de las acciones que aparecen sobre los cuerpos sólidos cuando existe un movimiento relativo entre estos y el aire, y dentro de ella se puede hablar de la aeronáutica y que hace referencia a las aeronaves, y a las aves.

Con este texto se pretende explicar, obviando los desarrollos matemáticos, las ideas físicas básicas que gobiernan el comportamiento aerodinámico de los perfiles y alas, y ofrecer argumentos explicativos sobre la aerodinámica de los cuerpos voladores, de forma que se comprenda el porqué de este hecho tan fascinante que es el vuelo.

2.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA ESTRUCTURA DE AVIONES

- Comienzos de la aviación: El objetivo del diseñador era soportar las cargas estructurales y aerodinámicas. No había tecnología para abordar un avión mono ala. Los perfiles eran de sección delgada.
- Las estructuras exteriores inicialmente sólo servían de revestimiento procurando disminuir la resistencia aerodinámica.
- Intentos fallidos de estructuras monocasco.
- Tercera fase: Se incorporan los fuselados a la estructura. se opta por las estructuras semimonocasco como solución.

2.3 PRINCIPIOS AERODINÁMICOS

La Aerodinámica es la parte de la mecánica de fluidos que estudia los gases en movimiento y las fuerzas o reacciones a las que están sometidos los cuerpos que se hallan en su seno. A la importancia propia de la aerodinámica hay que añadir el valor de su aportación a la aeronáutica. De acuerdo con el número de Mach o velocidad relativa de un móvil con respecto al aire, la aerodinámica se divide en subsónica y supersónica según que dicho número sea inferior o superior a la unidad.

Hay ciertas leyes de la aerodinámica, aplicables a cualquier objeto moviéndose a través del aire, que explican el vuelo de objetos más pesados que el aire. Para el estudio del vuelo, es lo mismo considerar que es el objeto el que se mueve a través del aire, como que este objeto esté inmóvil y es el aire el que se mueve (de esta última forma se prueban en los túneles de viento prototipos de aviones).

Es importante que el piloto obtenga el mejor conocimiento posible de estas leyes y principios para entender, analizar y predecir el rendimiento de un aeroplano en cualesquiera condiciones de operación. Los aquí dados son suficientes para este

nivel elemental, no pretendiéndose una explicación ni exhaustiva ni detallada de las complejidades de la aerodinámica.

2.3.1 Teorema de Bernoulli.

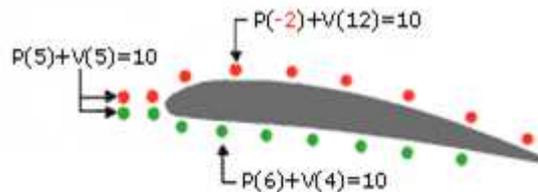


Fig. 1 Teorema de Bernoulli

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV12.html>

Daniel Bernoulli comprobó experimentalmente que "la presión interna de un fluido (líquido o gas) decrece en la medida que la velocidad del fluido se incrementa", o dicho de otra forma "en un fluido en movimiento, la suma de la presión y la velocidad en un punto cualquiera permanece "constante", es decir que $p + v = k$. Para que se mantenga esta constante k , si una partícula aumenta su velocidad v será a costa de disminuir su presión p , y a la inversa.

El teorema de Bernoulli se suele expresar en la forma $p + 1/2dv^2 = constante$, denominándose al factor p presión estática y al factor $1/2dv^2$ presión dinámica.

$$p + 1/2 dv^2 = k; \quad 1/2 dv^2 = pd$$

p = presión en un punto dado d = densidad del fluido.

v = velocidad en dicho punto pd = presión dinámica

Se puede considerar el teorema de Bernoulli como una derivación de la ley de conservación de la energía¹. El aire está dotado de presión p , y este aire con una densidad d fluyendo a una velocidad v contiene energía cinética lo mismo que cualquier otro objeto en movimiento ($1/2 mv^2$ =energía cinética). Según la ley de la conservación de la energía, la suma de ambas es una constante: $p + (1/2dv^2) = constante$. A la vista de esta ecuación, para una misma densidad (asumimos

¹ La ley de la conservación de la energía afirma que la energía no puede crearse ni destruirse, sólo se puede cambiar de una forma a otra.

que las partículas de aire alrededor del avión tienen igual densidad) si aumenta la velocidad v disminuirá la presión p y viceversa.

Enfocando este teorema desde otro punto de vista, se puede afirmar que en un fluido en movimiento la suma de la presión estática " p_e " (la p del párrafo anterior) más la presión dinámica " p_d ", denominada presión total " p_t " es constante: $p_t = p_e + p_d = k$; de donde se infiere que si la presión dinámica (velocidad del fluido) se incrementa, la presión estática disminuye.

En resumen, que si las partículas de aire aumentan su velocidad será a costa de disminuir su presión y a la inversa, o lo que es lo mismo: para cualquier parcela de aire, alta velocidad implica baja presión y baja velocidad supone alta presión. Esto ocurre a velocidades inferiores a la del sonido pues a partir de esta ocurren otros fenómenos que afectan de forma importante a esta relación.

2.3.2 Efecto Venturi

Otro científico, Giovanni Battista Venturi, comprobó experimentalmente que al pasar por un estrechamiento las partículas de un fluido aumentan su velocidad con lo cual disminuye su presión.

2.3.3 Tercera ley del movimiento de Newton

Para cada fuerza de acción hay una fuerza de reacción igual en intensidad pero de sentido contrario.

2.3.4 Por qué vuelan los aviones

Un objeto plano, colocado un poco inclinado hacia arriba contra el viento, produce sustentación; por ejemplo una cometa. Un perfil aerodinámico, es un cuerpo que tiene un diseño determinado para aprovechar al máximo las fuerzas que se originan por la variación de velocidad y presión cuando este perfil se sitúa en una corriente de aire. Un ala es un ejemplo de diseño avanzado de perfil aerodinámico.

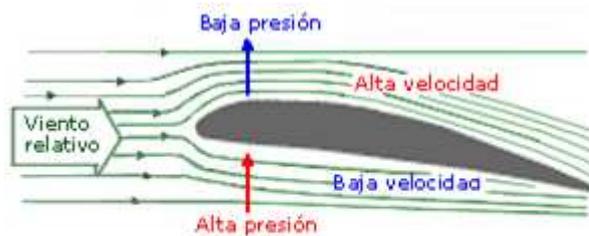


Fig. 2 Presión vs. Velocidad.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV12.html>

Veamos que sucede cuando un aparato dotado de perfiles aerodinámicos (alas) se mueve en el aire (dotado de presión atmosférica y velocidad), a una cierta velocidad y con determinada colocación hacia arriba (ángulo de ataque), de acuerdo con las leyes explicadas.

El ala produce un flujo de aire en proporción a su ángulo de ataque (a mayor ángulo de ataque mayor es el estrechamiento en la parte superior del ala) y a la velocidad con que el ala se mueve respecto a la masa de aire que la rodea; de este flujo de aire, el que discurre por la parte superior del perfil tendrá una velocidad mayor (efecto Venturi) que el que discurre por la parte inferior. Esa mayor velocidad implica menor presión (teorema de Bernoulli).

Tenemos pues que la superficie superior del ala soporta menos presión que la superficie inferior. Esta diferencia de presiones produce una fuerza aerodinámica que empuja al ala de la zona de mayor presión (abajo) a la zona de menor presión (arriba), conforme a la Tercera Ley del Movimiento de Newton.

Pero además, la corriente de aire que fluye a mayor velocidad por encima del ala, al confluir con la que fluye por debajo deflecta a esta última hacia abajo, produciéndose una fuerza de reacción adicional hacia arriba. La suma de estas dos fuerzas es lo que se conoce por fuerza de sustentación, que es la que mantiene al avión en el aire.

Como hemos visto, la producción de sustentación es un proceso continuo en el cual cada uno de los principios enumerados explica una parte distinta de este proceso. Esta producción de sustentación no es infinita, sino que como veremos en capítulos posteriores (relación con otros ángulos) tiene un límite.

(<http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV12.html>, 2009)

2.4 PARTES DEL ALA

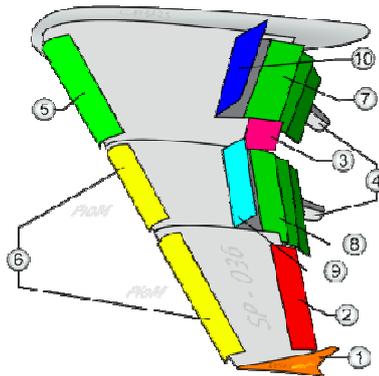


Figura 3. Partes del Ala.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_%28aeron%C3%A1utica%29

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. Punta de ala (Winglet) | 6. Slats |
| 2. Alerón de baja velocidad. | 7. Flap de 3 series interior |
| 3. Alerón de alta velocidad. | 8. Flap de 3 series exterior |
| 4. Aleta de flaps. | 9. Spoilers |
| 5. Kruger flap. | 10. Spoilers-Frenos de aire. |

2.4.1 Winglet : su misión es reducir la resistencia inducida del ala ya que evita la conexión entre intrados y extrados. La distribución de sustentación a lo largo del ala no es uniforme y se produce un fenómeno de barrido hacia la punta del ala, esto provoca la formación de los torbellinos de punta de ala, lo que al final es que el aire da energía cinética al aire gastando energía en este proceso. Los winglets o aletas reducen este fenómeno, pero en contra generan un elevado momento de flexión en el encastre del ala.

2.4.2 Alerones: se encarga de controlar el movimiento de balance del avión, con la deflexión de manera asimétrica (un alerón hacia arriba y otro hacia abajo) se consigue que el avión gire sobre su eje longitudinal. De esta forma el avión puede hacer giros laterales.

2.4.3 Dispositivos hipersustentadores: son usados durante el despegue o el aterrizaje. La misión de estos elementos es aumentar la superficie de ala o el coeficiente de sustentación del ala, de esta forma se incrementa la fuerza total de sustentación pudiendo aterrizar a una menor velocidad. La deflexión de estos dispositivos incrementa la resistencia del avión.

2.4.4 Flap (Aleta): es un dispositivo hipersustentador pasivo. Superficie hipersustentadora de borde de salida. Están diseñados para aumentar la sustentación del ala, están situados junto al encastre y actúan a la vez en ambas semialas.

2.4.5 Spoilers: son unos elementos usados para destruir la sustentación del ala. Son usados durante el aterrizaje, una vez que el avión toca suelo con las ruedas se despliegan estos dispositivos que evita que el avión vuelva al aire de nuevo, a su vez también son usados en caso de descompresión en cabina, al romper la sustentación el avión baja rápidamente a un nivel de vuelo donde la presión sea la adecuada. Son también llamados aerofrenos.

([http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_\(aeron%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ala_(aeron%C3%A1utica)),2009)

2.5 ESTRUCTURA DEL AVIÓN

En los subcapítulos anteriores se han descrito algunos aspectos del mundo en que se mueve el avión (la atmósfera), las leyes que explican el vuelo, las fuerzas que actúan sobre un avión en vuelo, etc.

En este capítulo se especifican de una forma general cuales son los componentes estructurales de un avión y su nomenclatura, poniendo especial énfasis en su elemento distintivo: las alas.

2.5.1 Generalidades

Alas, son el elemento primordial de cualquier aeroplano. En ellas es donde se originan las fuerzas que hacen posible el vuelo. En su diseño se tienen en cuenta numerosos aspectos: peso máximo a soportar, resistencias generadas, comportamiento en la pérdida, etc. O sea, todos aquellos factores que

proporcionen el rendimiento óptimo para compaginar la mejor velocidad con el mayor alcance y el menor consumo de combustible posibles.

2.5.2 Componentes Estructurales del Ala

De acuerdo con la función de cada componente se lo denomina principal o secundario.

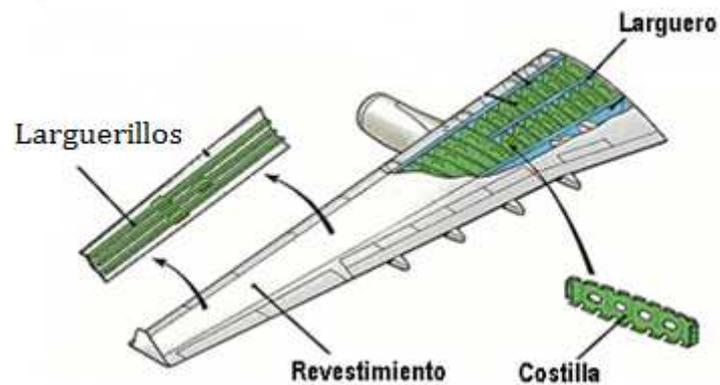


Figura 4. Componentes del Ala.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/BUENOS_AIRES/62/tecnolog/estruc.htm

Componentes principales:

- Largueros
- Costillas
- Revestimiento
- Herrajes

Componentes secundarios:

- Falsas costillas
- Larguerillos
- Refuerzos

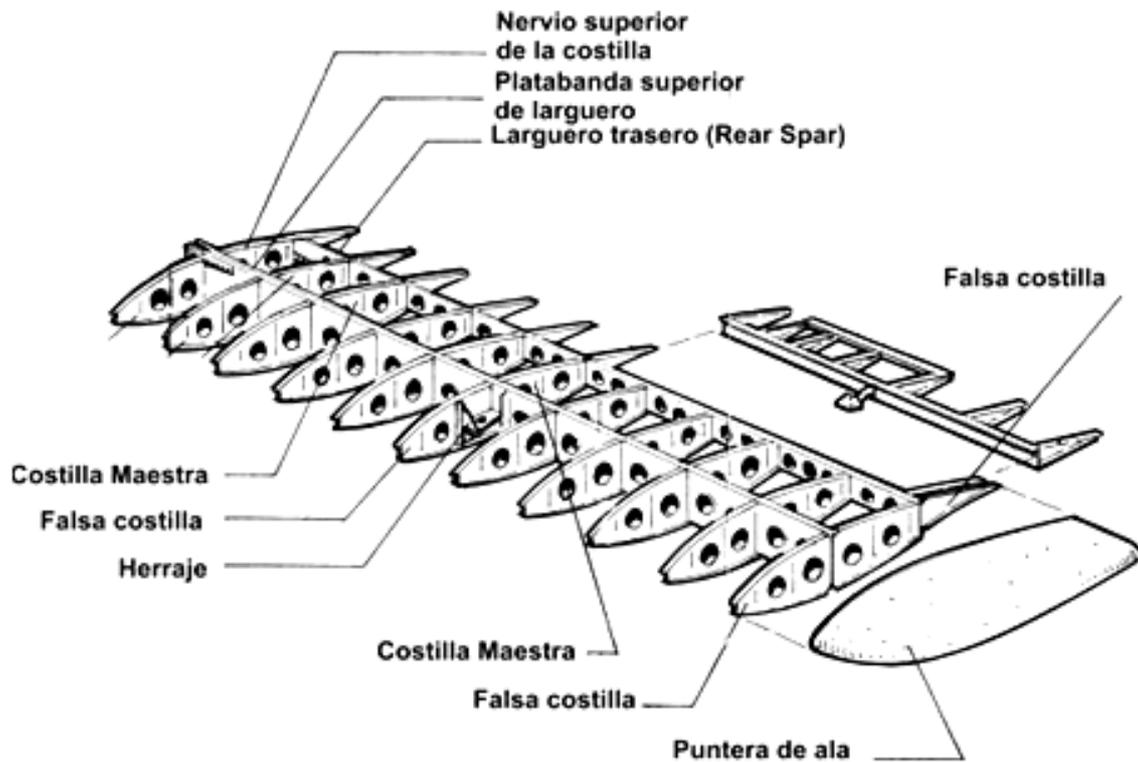


Figura 5. Componentes Principales y Secundarios

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/BUENOS_AIRES/62/tecnolog/estruc.htm

2.5.3 Larguero (Spar): Viga que se extiende a lo largo del ala. Es el componente principal de soporte de la estructura. Soporta los esfuerzos de flexión y torsión.

2.5.4 Costilla (Rib): Miembro delantero y posterior de la estructura del ala, da forma al perfil y transmite la carga del revestimiento a los largueros.

2.5.5 Revestimiento (Skin): Su función es la de dar y mantener la forma aerodinámica del ala, pudiendo contribuir también en su resistencia estructural.

2.5.6 Herrajes (Fitting): Son componentes de metal empleados para unir determinadas secciones del ala. De su cálculo depende buena parte de la resistencia estructural del ala. Resisten esfuerzos, vibraciones y deflexiones.

2.5.7 Larguerillos (Stringer): Son miembros longitudinales de las alas a lo largo de las mismas que transmiten la carga soportada por el recubrimiento a las costillas del ala.

2.5.8 Placa o Alma (Web): Es una placa delgada que soportada por ángulos de refuerzo y estructura, suministra gran resistencia al corte.

La función del ala es producir sustentación y soportar cargas, por lo tanto, su forma y estructura desde el punto de vista estructural se deberá comportar como una viga capaz de resistir esfuerzos, y entre ellos:

- Cargas aerodinámicas. (sustentación y resistencia).
- Cargas debidas al empuje o tracción del motor.
- Reacción debida al tren de aterrizaje.
- Esfuerzos debidos a la deflexión de las superficies móviles.

2.6 FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES ESTRUCTURALES

2.6.1 Largueros

Las fuerzas que soporta el ala varían a lo largo de la envergadura, por lo cual los largueros pueden ser de sección variable a lo largo de ésta, con lo se consigue disminuir el peso estructural.

Forma de la sección transversal del larguero: Depende de la forma del perfil, su altura, la resistencia exigida y el material empleado.

2.6.2 Costillas

- Sus funciones son:
- 1- Mantener la forma del perfil
 - 2- Transmitir las fuerzas aerodinámicas a los largueros.
 - 3- Distribuir las cargas a los largueros.
 - 4- Estabilizar el ala contra las tensiones.
 - 5- Cerrar las celdas.
 - 6- Mantener la separación de los largueros.

- 7- Proporcionar puntos de unión a otros componentes (tren de aterrizaje).
- 8- Formar barreras de contención en los tanques de combustible.

2.7 CLASIFICACIÓN POR SU FUNCIÓN

2.7.1 Costillas de compresión

Unen los largueros entre sí. Transmiten y distribuyen equitativamente los esfuerzos en los largueros. Se colocan donde se producen esfuerzos locales. No siempre se disponen perpendicularmente, pueden colocarse en diagonal.

2.7.2 Costillas Maestras

Mantienen distanciados los largueros y dan rigidez² a los elementos.

2.7.3 Costillas Comunes

No son tan fuertes. Su tarea es la de mantener la forma del perfil y transmitir las fuerzas interiores a los largueros, distribuyéndolas en varias partes de ellos.

2.7.4 Falsas costillas: Solo sirven para mantener la forma del revestimiento, y se ubican entre el larguero y el borde de ataque o fuga.

2.7.5 Partes de la Costilla

- Nervio superior
- Nervio inferior
- Alma (si es metálica se suele hacer estampada) proporciona rigidez por deformaciones verticales y diagonales.

² En ingeniería, la rigidez es la capacidad de un objeto sólido o elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones.

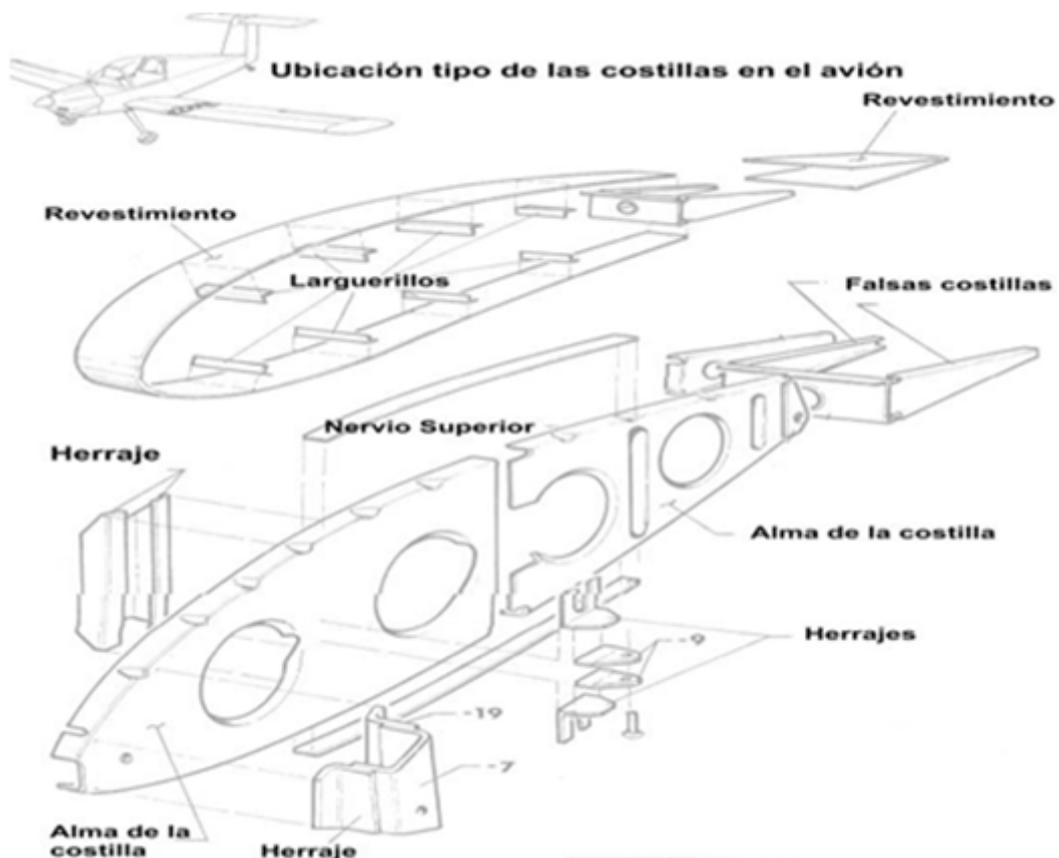


Fig. 6 Partes de la costilla

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/BUENOS_AIRES/62/tecnolog/estruc.htm

2.7.6 Ubicación de las Costillas

Se colocan perpendicularmente al larguero a una distancia de separación entre costillas que depende de los siguientes factores:

- A) Velocidad del avión
- B) Carga alar
- C) Construcción de la costilla
- D) Recubrimiento

E) Tipo de perfil

2.7.7 Revestimiento

El revestimiento de la estructura del ala proporciona a la misma una forma aerodinámica para alcanzar el máximo rendimiento.

Forma parte del ala y se conocen dos tipos de revestimiento:

- No resistente o Pasivo (tela).
- Resistente o Activo (metálico).

2.7.8 Revestimiento Resistente o Activo

Es el revestimiento de ala realizado con chapa metálica, que contribuye a soportar los esfuerzos de tracción, compresión, flexión, torsión y corte. Contribuye a la resistencia estructural y permite eliminar piezas de refuerzos de la estructura del ala obteniéndose estructuras fuertes y livianas.

La contribución del revestimiento a la resistencia de flexión del ala depende su grado de arrugamiento y módulo de elasticidad (es la propiedad que tienen los cuerpos de recuperar su forma primitiva, cuando desaparecen las fuerzas exteriores que le han deformado).

Los esfuerzos de tracción no ofrecen dificultades por más delgadas que sean las chapas. Para resistir la compresión se refuerzan las chapas mediante perfiles Y ó Z, o bien con láminas onduladas que se fijan a la parte inferior de las mismas. Los esfuerzos de corte son resistidos sin deformaciones si la chapa tiene espesor suficiente. El revestimiento se fija sobre la estructura del ala mediante remaches. Estos deben ser de cabeza hundida para ofrecer la mínima resistencia al avance.

(http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/BUENOS_AIRES/62/tecnolog/estruct.htm,2009)

2.8 GEOMETRÍA DE LAS ALAS

Los pioneros de la aviación tratando de emular el vuelo de las aves, construyeron todo tipo de artefactos dotados de alas articuladas que generaban corrientes de

aire. Solo cuando se construyeron máquinas con alas fijas que surcaban el aire en vez de generarlo, fue posible el vuelo de máquinas más pesadas que el aire. Aunque veremos que hay alas de todos los tipos y formas, todas obedecen a los mismos principios explicados con anterioridad.

Por ser la parte más importante de un aeroplano y por ello quizá la más estudiada, es posiblemente también la que más terminología emplee para distinguir las distintas partes de la misma. A continuación se detalla esta terminología.

2.8.1 Perfil, es la forma de la sección del ala, es decir lo que veríamos si cortáramos esta transversalmente "como en rodajas". Salvo en el caso de alas rectangulares en que todos los perfiles ("rodajas") son iguales, lo habitual es que los perfiles que componen un ala sean diferentes; se van haciendo más pequeños y estrechos hacia los extremos del ala.

2.8.2 Borde de ataque, es el borde delantero del ala, o sea la línea que une la parte anterior de todos los perfiles que forman el ala; o dicho de otra forma: la parte del ala que primero toma contacto con el flujo de aire.

2.8.3 Borde de salida, es el borde posterior del ala, es decir la línea que une la parte posterior de todos los perfiles del ala; o dicho de otra forma: la parte del ala por donde el flujo de aire perturbado por el ala retorna a la corriente libre.

2.8.4 Extrados, parte superior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida.

2.8.5 Intrados, parte inferior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida.

2.8.6 Espesor, distancia máxima entre el extrados y el intrados.

2.8.7 Cuerda, es la línea recta imaginaria trazada entre los bordes de ataque y de salida de cada perfil.

2.8.8 Cuerda media, como los perfiles del ala no suelen ser iguales sino que van disminuyendo 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.

2.8.9 Línea del 25% de la cuerda, línea imaginaria que se obtendría al unir todos los puntos situados a una distancia del 25% de la longitud de la cuerda de cada perfil, distancia medida comenzando por el borde de ataque.

2.8.10 Curvatura, del ala desde el borde de ataque al de salida. Curvatura superior se refiere a la de la superficie superior (extrados); inferior a la de la superficie inferior (intrados), y curvatura media a la equidistante a ambas superficies. Aunque se puede dar en cifra absoluta, lo normal es que se exprese en % de la cuerda.

2.8.11 Superficie alar, superficie total correspondiente a las alas.

2.8.12 Envergadura, distancia entre los dos extremos de las alas. Por simple geometría, si multiplicamos la envergadura por la cuerda media debemos obtener la superficie alar.

2.8.13 Alargamiento, cociente entre la envergadura y la cuerda media. Este dato nos dice la relación existente entre la longitud y la anchura del ala (Envergadura/Cuerda media). Por ejemplo; si este cociente fuera 1 estaríamos ante un ala cuadrada de igual longitud que anchura. Obviamente a medida que este valor se hace más elevado el ala es más larga y estrecha.

Este cociente afecta a la resistencia inducida de forma que: *a mayor alargamiento menor resistencia inducida.*

Las alas cortas y anchas son fáciles de construir y muy resistentes pero generan mucha resistencia; por el contrario las alas alargadas y estrechas generan poca resistencia pero son difíciles de construir y presentan problemas estructurales. Normalmente el alargamiento suele estar comprendido entre 5:1 y 10:1

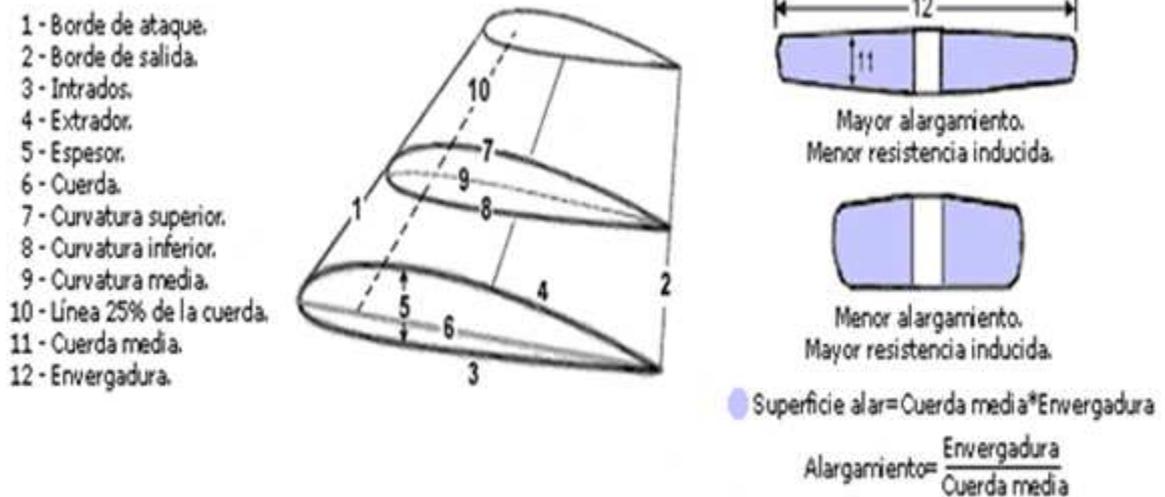


Fig. 7 Terminología general de los elementos del ala

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV12.html>

2.8.14 Flecha, ángulo que forman las alas (más concretamente la línea del 25% de la cuerda) respecto del eje transversal del avión. La flecha puede ser positiva (extremos de las alas orientados hacia atrás respecto a la raíz o encastre, que es lo habitual), neutra, o negativa (extremos adelantados). Para tener una idea más gráfica, pongamos nuestros brazos en cruz como si fueran unas alas; en esta posición tienen flecha nula, si los echamos hacia atrás tienen flecha positiva, y si los echamos hacia delante tienen flecha negativa.



Fig. 8 Flecha de ala

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV12.html>

2.8.15 Diedro, visto el avión de frente, ángulo en forma de "V" que forman las alas con respecto al horizonte.

El ángulo diedro puede ser positivo, neutro, o negativo. Volviendo a nuestros brazos en cruz, en posición normal tenemos diedro neutro, si los subimos tienen diedro positivo y si los bajamos tienen diedro negativo.



Fig. 9 Ángulos diedros

Fuente: Investigación documental.
Tomado de: <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV12.html>

2.8.16 Forma, las alas pueden tener las formas más variadas: estrechándose hacia los extremos (tapered) o recta (straight), en la parte del borde de ataque (leading) o del borde de salida (trailing), o cualquier combinación de estas; en forma de delta, en flecha, etc. Si la velocidad es el factor principal, un ala "tapered" es más eficiente que una rectangular (straight) porque produce menos resistencia; pero un ala "tapered" tiene peores características en la pérdida salvo que tenga torsión (ángulo de incidencia decreciente hacia el borde del ala).

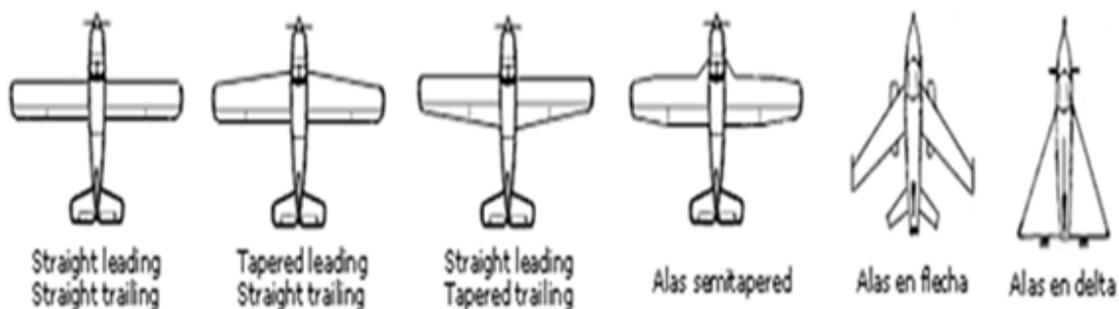


Fig. 10 Algunas formas de alas

Fuente: Investigación documental.
Tomado de: <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV12.html>

Según la colocación de las alas en el fuselaje, los aviones son de plano alto, plano medio, o plano bajo. Así mismo, según el número de pares de alas, los aviones son monoplanos, biplanos, triplanos, etc.

También se distinguen alas de geometría fija (la gran mayoría), de geometría variable (que pueden variar su flecha), y alas de incidencia variable (que pueden variar su ángulo de incidencia). Estos dos últimos tipos son de aplicación casi exclusiva en aviones militares.

Las alas pueden estar fijadas al fuselaje mediante montantes y voladizos, con ayuda de cables, o estar fijadas sin montantes externos ni ayuda de cables (alas cantilever, también llamadas "ala en voladizo" o "ala en ménsula").

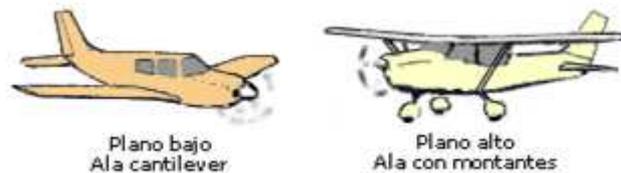


Fig. 11 Colación y sujeción del fuselaje

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV12.html>

Notas

Como es natural, a medida que han ido pasando los años los diseños de las alas han ido sufriendo modificaciones, para adaptarse a nuevas necesidades. Las alas de aeroplanos antiguos tenían el extradado ligeramente curvado y el intrado prácticamente plano, con el máximo espesor en el primer tercio de la cuerda; con el tiempo, ambas superficies, intrados y extradados, experimentaron cambios en su curvatura en mayor o menor medida y el punto de máximo espesor se fue desplazando hacia atrás. Actualmente, los aviones suelen montar alas de flujo laminar. Los aviones supersónicos han sufrido cambios muchos más drásticos en los perfiles del ala, algunos incluso perdiendo la típica forma redondeada, y sus perfiles se han hecho simétricos.

En los diseños de las alas hay invertido mucho tiempo de investigación, de pruebas y errores, pero no existe el ala ideal. Las alas de cada aeroplano son

producto de un compromiso de los diseñadores con las posibles combinaciones de factores (forma, longitud, colocación, etc.). Además de adaptarse a las características, cualidades y uso para el que se diseña el aeroplano, su diseño las hará más o menos sensibles a las pérdidas, a la amortiguación de ráfagas de viento, a la estabilidad/inestabilidad, etc.

(<http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV12.html>, 2009)

2.9 TIPOS DE ALAS POR SU FORMA

A la hora de diseñar un avión la forma en plan determinará principalmente la distribución de carga alar (y por lo tanto los esfuerzo en el encastre), la eficiencia del ala y la resistencia del ala, además hay que tener en cuenta a la hora de elegirla factores como el coste de fabricación, el espacio para los sistemas y las condiciones de vuelo del avión.

Por la forma en planta, las alas se pueden clasificar en:

2.9.1 Rectangular o recta. Es típica de las avionetas, un ala con forma de rectángulo. Muy barata y fácil de construir. Este ala se instala en aviones que realicen vuelos cortos (en tiempo) a baja velocidad y que premien el obtener un avión barato antes que eficiente. Ejemplos de aviones con ala rectangular son el Piper PA-32, el T-18 o bien el Pilatus PC-6

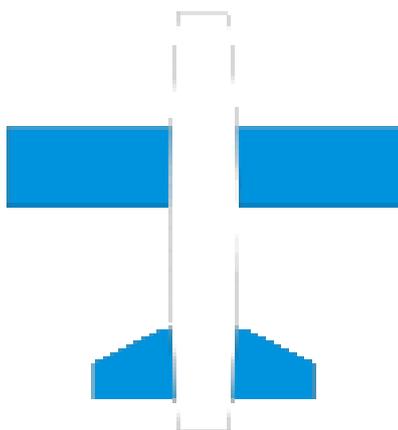


Fig.12 Ala Rectangular
Fuente: Investigación documental.

2.9.2 Trapezoidal. También típica de avionetas, es un ala que su anchura de la raíz a la punta se reduce progresivamente dándole una forma trapezoidal. Es más eficiente que el ala recta dando para una dificultad de construcción no mucho mayor. También es posible encontrar este tipo de ala en los cazas supersónicos. Aviones que usan esta ala son, con un ala muy pequeña, el X-3 Stiletto, o los cazas F-22 Raptor y X-32 .

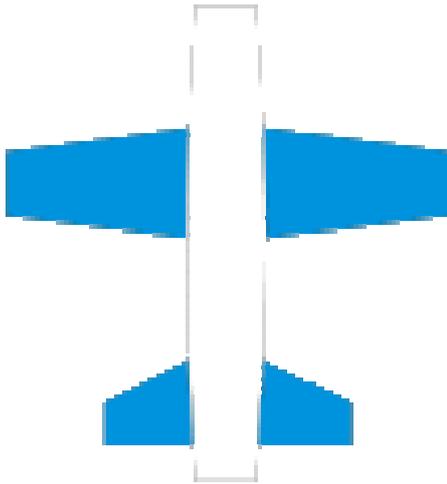


Fig.13 Ala Trapezoidal

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: <http://revxperience.files.wordpress.com/2009/09/f22-raptor.jpg>

2.9.3 Elíptica. Ala que minimiza la resistencia inducida. Típica de algunos cazas de la Segunda Guerra Mundial ya que no utilizaban dispositivos de punta de ala. Bastante complicada de construir, es un ala prácticamente en desuso. Cazas como el Spitfire, algunos modelos del He-111 y el Bäumler Sausewind.

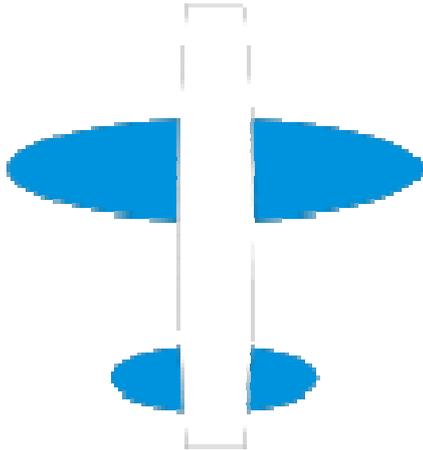
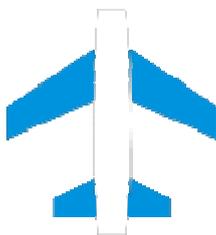


Fig.14 Ala Elíptica

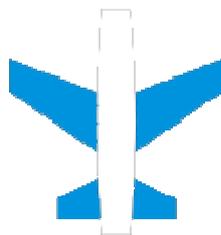
Fuente: Investigación documental.

Tomado de: <http://www.wikiwak.com/image/Supermarine+Spitfire+Mk+XVI+NR.jpg>

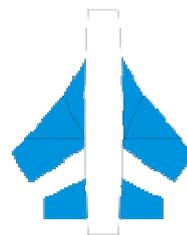
2.9.4 Flecha. El ala forma un ángulo no recto con el fuselaje, de esta forma se consigue engañar al aire que se encuentra el avión reduciendo el número de Mach que ven realmente los perfiles del ala. Son típicas de aviones en vuelo subsónico alto, de esta forma consigue reducir el Mach de divergencia y por lo tanto a una misma potencia motor pueden volar más rápido. También suelen llevar este tipo de ala los cazas supersónicos cuando no usan otras configuraciones. Ejemplos de ala en flecha nos los podemos encontrar en la mayoría de los aviones actuales de transporte de pasajeros, el B-52 (uno de los primeros aviones reactores de serie en servicio), el Su-47 con flecha invertida o el F-14 con ala de flecha variable.



Flecha



Flecha invertida



Flecha variable

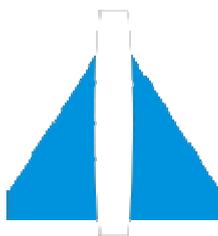


Dobleflecha

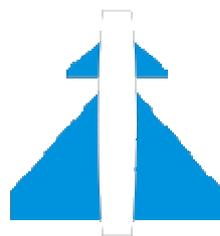


Fig.15 Ala Flecha
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: <http://www.richard-seaman.com/Wallpaper/Aircraft/Naval/RetroF14SlowPass3oClock.jpg>

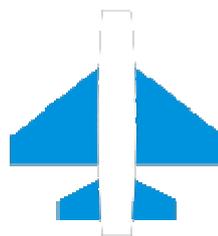
2.9.5 Delta, es el ala generalmente usada para aviones en vuelo supersónico, especialmente en cazas de combate. La gran ventaja de este ala es que consigue que el borde de ataque del ala quede retrasado respecto a la onda de choque generada por la punta del avión. Una gran mayoría de cazas poseen este tipo de ala como el F-106, también usando un canard como el Eurofightertyphoon (cuyo fuselaje además cumple la regla del área)



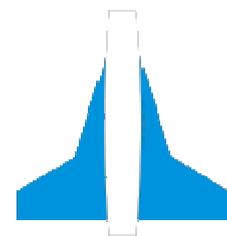
Delta



Delta con canard



Delta con timones



Doble delta



Fig.16 Ala Delta
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: http://www.strategic-air-command.com/aircraft/fighter/images/f106_delta_dart.jpg

2.9.6 Ojival. Es una variación del ala en forma de delta. El avión supersónico Concorde es un claro ejemplo para este tipo de ala.

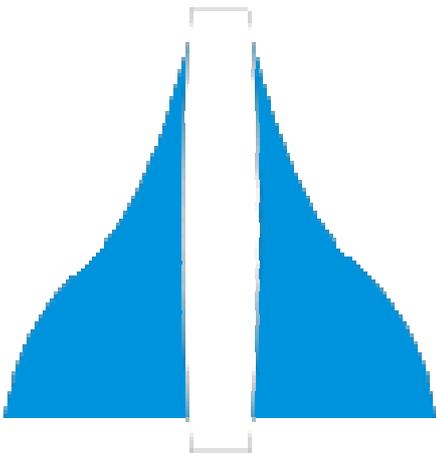


Fig.17 Ala Ojival
Fuente: Investigación documental.

CAPÍTULO III DESARROLLO DEL TEMA

3.1 PRELIMINARES

3.1.1 Estudio de alternativas

Alternativas de selección del material para construir el prototipo alar.

Antes de decidirse por un material determinado, por sencilla y poca importancia que se le conceda a una parte del prototipo alar, se debe seleccionar el que reúna las características técnicas apropiadas, y no por el factor económico que influye notablemente en el costo de la adquisición.

ALUMINIO

Es ligero, tenaz, dúctil y maleable, posee color y brillo similares a los de la plata. Se usa en las industrias eléctrica, aeronáutica, de los transportes, de la construcción y utillaje doméstico.

Aplicaciones del aluminio

La combinación de la ligereza con resistencia y alta conductibilidad eléctrica y térmica es la propiedad que convirtió el aluminio y sus aleaciones en materiales de construcción importantísimos para la construcción de aviones, de automóviles, de máquinas de transporte, para la electrotecnia, la fabricación de motores de combustión interna, etc.

La estructura del Cessna 152 está íntegramente construida en metal, siendo el fuselaje de un solo cuerpo. Principalmente se trata de aleación de aluminio 2024-

T3, aunque algunos componentes tales como los tip de ala son de fibra de vidrio. Los planos de las alas forman con el fuselaje un ángulo diedro positivo de 1 grado.

- Tipo utilitario
- Fabricante: Cessna Aviation Company³
- Primer vuelo: 1976
- Introducido: 1977
- Estado: en servicio
- Producción 1977-1985

El aluminio se utiliza rara vez 100% puro, casi siempre se usa aleado con otros metales.

Tabla 3.1 Materiales más utilizados en la Industria Aeronáutica.

Industria Aeronáutica (A340)	
Materiales	Porcentaje
Aluminio	74%
Acero	9%
Compuestos	11%
Titanio	4%
Otros	2%

MADERA

La madera es una alternativa de las más comunes que han sido elegidas para la construcción de prototipos estructurales de aeronaves en varias compañías de diseño aeronáutico, pero su principal razón por la que fue descartada para la elaboración de este proyecto es porque el adiestramiento que busca brindar el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico sea lo más acorde al campo de la aviación por lo que el aluminio 2024-T3 es el material utilizado en la fabricación de los componentes estructurales de las aeronaves.

³ El desarrollo del Cessna 150 original comenzó a mediados de los 50 con la decisión de Cessna Aircraft de fabricar un sucesor de los populares modelos Cessna 120 y 140, cuya producción había concluido en 1951.

También la madera no tiene la característica de maleabilidad lo que complica trabajar con este material.

MATERIALES COMPUESTOS

Las principales razones por las cuales el prototipo estructural no fue elaborado de este material es que los estudiantes no poseen la experiencia necesaria en el manejo de estos compuestos además el soporte técnico no es lo suficiente consistente para lograr un desenvolvimiento óptimo de los estudiantes al momento de la construcción del prototipo.

3.1.2 Estudio técnico.

Especificaciones técnicas de las herramientas utilizadas para la construcción del prototipo de ala.

3.1.3 TALADRO DE PEDESTAL

DEFINICIÓN

Taladrar significa perforar o hacer un agujero (pasante o ciego) en cualquier material. Es un trabajo muy común en cualquier tarea de bricolaje y muy sencillo si se realiza con las herramientas adecuadas. Lo principal es contar con un taladro decente y una broca apropiada al material a taladrar. En algunos casos será imprescindible la utilización de algún accesorio, como por ejemplo el soporte vertical o los topes de broca.

Estos taladros son de mayor potencia y producen por lo tanto mayor trabajo. Están constituidas por una sólida columna de fundición que forma un eje rígido sobre el cual se desplazan los diferentes elementos de la máquina. Ésta constitución mucho más robusta permite a este tipo de taladros efectuar agujeros de hasta 100 mm de diámetro.



Figura 3.1. Dibujo del taladro pedestal y sus partes
 Fuente: Investigación documental y de campo.
 Editado por: Andrés Balcázar.

UTILIZACIÓN

Esta máquina consiste en un husillo que imparte movimiento rotatorio a la herramienta de taladrar (broca), un mecanismo para alimentar la herramienta al material y un pedestal.

Consiste en producir un agujero en una pieza de trabajo.

Con la adición de las herramientas apropiadas. En forma resumida, son muchas las operaciones de mecanizado que se pueden realizar en un taladro, tales como: escariado, avellanado, refundido, roscado, etc.

ACCESORIOS

➤ Brocas para metales.

Sirven para taladrar metal y algunos otros materiales como plásticos por ejemplo, e incluso madera cuando no requiramos de especial precisión. Están hechas de acero rápido, aunque la calidad varía según la aleación y según el método y calidad de fabricación



Figura 3.2. Broca para metales.

Fuente: Investigación documental.

Tomado por: <http://www.monografias.com/trabajos70/definicion-utilizacion-herramientas/definicion-utilizacion-herramientas2.shtml#brocaa>

➤ **Coronas o brocas de campana.**

Para hacer orificios de gran diámetro, se utilizan las coronas o brocas de campana. Estas brocas las hay para todo tipo de materiales (metales, obra, madera, cristal). Consisten en una corona dentada en cuyo centro suele haber fijada una broca convencional que sirve para el centrado y guía del orificio. La más utilizada en bricolaje es la de la siguiente foto, que incluye variedad de diámetros en una sola corona.



Figura 3.3. Brocas de campana.

Fuente: Investigación de campo y documental.

Editado por: Andrés Balcázar.

➤ **Adaptador para las brocas de campana.**

Para la colocación de las brocas de campana en el taladro de pedestal vienen con un adaptador que le permite ubicar estas de una manera sencilla.



Figura 3.4. Adaptador para la broca de campana.

Fuente: Investigación documental.

Editado por: Luis Calderón.

INSTALACIÓN DE LAS BROCAS DE CAMPANA EN EL TALADRO DE PEDESTAL

Paso 1.- Inserte la broca guía en el adaptador.



Figura 3.5. Insertado de la broca guía en el adaptador.

Fuente: Investigación de campo y documental.

Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 2.- Inserte la broca de campana en el adaptador. (Gire la broca de campana para que se enrosque en el adaptador). Mire la siguiente figura.



Figura 3.6. Insertado de la broca de campana en el conjunto (adaptador y broca).
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 3.- Inserte el conjunto en el taladro de pedestal.



Figura 3.7. Instalación del conjunto de la broca de corona en el taladro de pedestal.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 4. Ajuste el mandril con la llave de mandril.



Figura 3.8. Ajuste con la llave de mandril.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

3.1.4 CIZALLA MANUAL

DEFINICIÓN

La cizalla manual también lleva el nombre de cizalla sin garganta este nombre deriva de la forma en que están construidas. El bastidor de la cizalla nunca obstruye la operación de corte. Esto permite cortar láminas metálicas de cualquier longitud y anchura. El metal que se corta puede virarse en cualquier dirección lo cual permite seguir trazados irregulares y hacer hendiduras.



Figura 3.9. Cizalla manual o sin garganta.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

3.1.5 SIERRA PARA CORTAR CONTORNOS DE METAL

DEFINICIÓN

La sierra para cortar contornos de metal, que se muestra en la siguiente figura, se usa para el corte de contornos de metal y de otros materiales y para otros usos generales en el taller. Corta materiales que son demasiado gruesos para las cizallas o tijeras de hojalatero. La mayoría de las sierras de contornear tienen accesorios que permiten limar, pulir, lijar, hacer cortes circulares y cortes al hilo.

Algunas tienen un dispositivo de soldadura a tope que se usa para soldar las hojas rotas.



Figura 3.10. Sierra para cortar contornos de metal.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

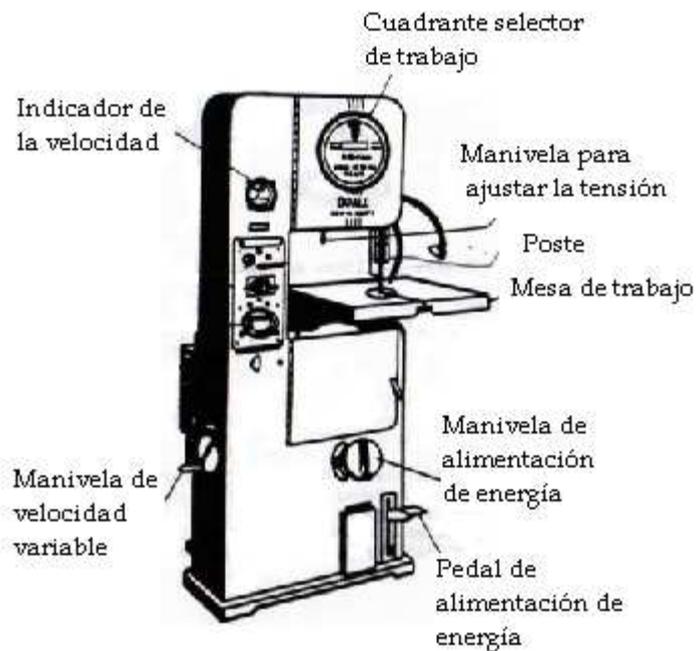


Figura 3.11. Partes de la sierra para cortar contornos de metal.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

1. Indicador de velocidad.
2. Cuadrante selector de trabajo.
3. Cuadrante para ajustar la tensión
4. Mesa de trabajo.
5. Poste.
6. Manivela de alimentación de energía
7. pedal de alimentación de energía

❖ **Indicador de velocidad.**

Cuando se usa una sierra para cortar contornos de metal, la precisión de la operación será determinada por la velocidad de la hoja, el espesor u el tipo de material que se corta. La velocidad de la hoja se expresa en “pies por minuto” y es la distancia que recorre la hoja en un minuto.

Las sierras de contornear que utilizaremos son de velocidad variable. Estas sierras tienen palancas de cambio y manivelas para controlar la velocidad de la hoja, así como indicadores que muestran la velocidad. En la figura pueden ver un indicador de velocidad de una sierra “DO-ALL”; este modelo tiene dos alcances de velocidad, marcados “HIGH” (alta) y “LOW” (baja).



Figura 3.12. Indicador de velocidad.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

❖ **Cuadrante selector de trabajo.**

Este cuadrante sirve como un medio rápido y fácil de operación y para encontrar los ajustes correctos de la sierra. Indica el tipo de hoja y la velocidad de la sierra que se debe usar para cada tipo y espesor de material que se vaya a cortar en la máquina “DO-ALL”. El cuadrante selector de trabajo de esta máquina también indica el radio mínimo que se corta con cada anchura de hoja de la sierra.

El cuadrante exterior del selector de trabajo contiene los nombres de varios tipos de material para usar el selector de trabajo haga girar el cuadrante hasta llegar al tipo de material deseado en la posición inferior.



Figura 3.13. Cuadrante selector de trabajo.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

❖ **Cuadrante para ajustar la tensión.**

La hoja de la sierra se ajusta cuando se instala y debe tener la tensión apropiada para que corte con precisión. Una tensión inadecuada hará que se dañe la hoja y podrá causarles lesiones al operador y a otras personas. Con demasiada tensión en una hoja angosta, se hará que corte una ranura en la porción del calce en la rueda, mientras que con muy poca tensión permitirá que la hoja se resbale cuando se someta a una carga pesada. Al mover la manivela de ajuste de la tensión hacia la derecha, se bajará la rueda superior para permitir la instalación de una nueva hoja. Al invertir la dirección de la manivela, se le aplica tensión a la hoja. Algunas sierras tienen un indicador de tensión, lo cual simplifica la tarea de gradar la tensión. Otras requieren un método de ajuste al tanteo. Una regla práctica consiste en apretar la hoja hasta que produzca un tono metálico bajo cuando se puntea (Como lo haría un instrumento de cuerdas).

❖ **Mesa de trabajo.**

La mesa de trabajo tiene un ajuste de inclinación, el cual se encuentra debajo del borde delantero de la mesa. Vista desde la posición de cortar, la mesa de trabajo se puede inclinar sobre los muñones, a los ángulos siguientes: desde 5° a la izquierda hasta 45° a la derecha del centro. Tienen una escala que muestra este ángulo y una manivela de fijación para mantener la mesa en el ángulo seleccionado.

❖ El Poste.

El poste se extiende desde la parte superior de la máquina y tiene propósitos principales: alojar la hoja para fines de seguridad y sostener firmemente en su lugar las guías superiores de la hoja. El poste se puede mover (hacia arriba y hacia abajo) para mantener las guías, en la parte posterior del armazón superior, se encuentra dos manivelas una sirve para fijar el poste en su lugar y la otra para ajustar. Cuando el poste está debidamente ajustado, no debe haber más de 1/8" sobre la superficie del trabajo.

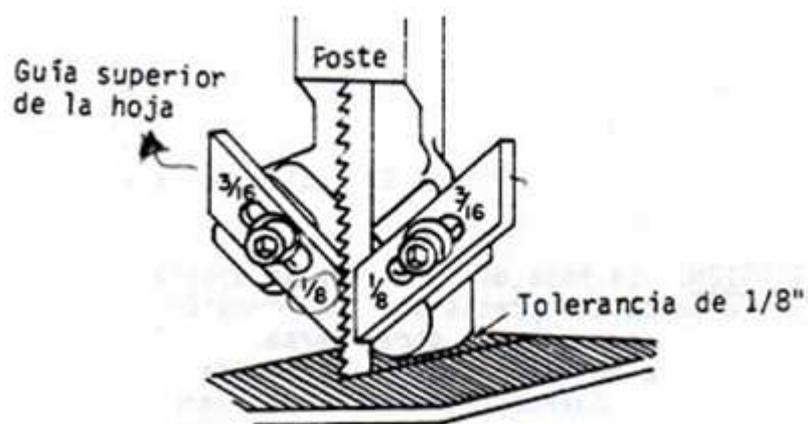


Figura 3.14. El Poste.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

3.1.6 TRANSPORTADOR DE ÁNGULOS

DEFINICIÓN

El transportador de ángulos es un instrumento muy útil cuando tenemos que fabricar algún elemento con ángulos no rectos. También sirve para copiar un ángulo de un determinado sitio y trasladarlo al elemento que estemos fabricando.



Figura 3.15. Transportador de ángulos.

Fuente: Investigación documental.

Tomado por: <http://www.bricotodo.com/medir.htm>.

Cuando es usado con la escala de 12 pulgadas, puede ser usadas para hacer ángulos que no sean de 45 y 90 grados. La cabeza tiene una escala de grados, una marca de referencia, dos tornillos de fijación y un tornillo de agarre.

3.1.7 GRAMIL

DEFINICIÓN

El gramil está diseñado y le sirve al reparador de estructuras de aviones para marcar la línea de corte en el metal. Es de acero de herramienta de 1/8 de pulgada y tiene un largo de 12 pulgadas. Ambos extremos están ahusados⁴ y terminan en una punta aguda con un extremo doblado a un ángulo de 90° para marcar en sitios difíciles de alcanzar.

El gramil⁵ se sostiene en los dedos, lo mismo que el lápiz. Se debe inclinar, manteniendo la punta cerca al borde de la guía, cuando se esté trazando una línea. La punta recta del marcador se usa para rayar una línea. La punta recta en el gramil se usa para trazar líneas en las áreas de fácil acceso. La punta curva se usa para trazar líneas en las áreas de difícil acceso. Cuando trace una línea tire siempre del gramil, no lo empuje nunca. La línea trazada debe ser suficientemente gruesa para que se vea, pero nunca más profunda de lo que sea necesario. Las líneas rayadas sólo se dibujan donde se va a hacer un corte,

⁴ Ahusado.- Que esta afilado, puntiagudo.

⁵ Un gramil es la herramienta usada en carpintería (ebanistería) o metalistería para marcar líneas paralelas de corte en referencia a una orilla.

nunca se usan para otro tipo de líneas. Se debe usar un lápiz o un marcador que no raye, para las líneas que no son líneas de corte. El gramil nunca se debe usar como un punzón.



Figura 3.16 Gramil

Fuente: Investigación documental y campo.
Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

3.1.8 CIZALLA DE CORTE A ESCUADRA HIDRAULICA

DEFINICIÓN

Las cizallas de corte juegan un papel importante en la labor del dibujo. Las cizallas hidráulica, que vemos en la Figura 3.17, proporcionan un medio rápido y conveniente de cortar y poner a escuadra el metal laminado y, por consiguiente simplifica la tarea de dibujo y la hace más exacta. Cuando se gradúa y se usa correctamente, esta máquina cortadora, cortará bordes nítidos, rectos y a escuadra.



Figura 3.17. Cizallas hidráulica de corte a escuadra.

Las cizallas de corte a escuadra tiene una armazón sólida, a la cual están fijadas todas las otras piezas. La mesa está sólidamente fijada con pernos a la armazón y proporciona una mesa donde descansa la lámina de metal. Fijado a la parte posterior de la mesa está una cuchilla fija. Cuando se usa, la cuchilla superior desciende y corta el metal en el punto en que se pasa por la cuchilla fija. La cuchilla superior está sujeta en su lugar a un ángulo leve y produce una acción de corte en forma muy parecida a las tijeras, como se puede apreciar en la Figura 3.17.



Figura 3.18. Movimiento de la Cuchilla.
Fuente: Investigación de campo y documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA y Fotografías.

Se proporciona un dispositivo de sujeción, para evitar que se mueva el metal y que se salga del alineamiento, cuando se corta. Para hacer funcionar este dispositivo de sujeción, las palancas se halan hacia adelante y después hacia abajo, sujetando así al metal en su lugar. En la mayoría de las cizallas de corte a escuadra se le fija una defensa de seguridad a la abrazadera de sujeción. Esta defensa se mueve hacia abajo con la abrazadera y evita así que el operador meta sus dedos debajo de la cuchilla. Úselas con mucho cuidado, ya que este dispositivo de sujeción y la defensa pueden aplastarle los dedos. La seguridad sigue siendo su responsabilidad. Piense en lo que está haciendo y trabaje con seguridad.

Estudie las precauciones siguientes, antes de continuar.

PRECAUCIÓN: NO EXPONGA SUS MANOS Y DEDOS AL PELIGRO: Las abrazaderas de sujeción le aplastarán los dedos, si no tiene cuidado. La cuchilla corta a través del acero. Piense lo que podría hacerle a sus dedos:

PRECAUCIÓN: Cuando suelta las palancas de sujeción, tenga el cuidado de no aplastarse un dedo entre la barra en la cual descansa, cuando queda completamente liberada.

PRECAUCIÓN: PROTEJA SUS COMPAÑEROS DE CLASE. No haga funcionar la cizalla, mientras se encuentre alguno de ellos cerca a la misma.

Mantenga sus dedos completamente a la vista, fuera del peligro. Despeje el área que está alrededor de la cizalla antes de comenzar su operación.

Si usted comprende a cabalidad las precauciones que se le han presentado anteriormente, entonces está preparado para operar la cizalla de corte a escuadra. Infórmele a su docente que usted va a operar la cizalla por primera vez. El vigilará su operación y se cerciorará que está trabajando con seguridad. Después de informar a su docente, vaya a la cizalla de corte a escuadra que esté más cerca y obsérvela bien. En este momento no corte los proyectos de metal.

Haga funcionar las abrazaderas de sujeción, LENTAMENTE y observe la forma en que trabajan. ALEJE SUS DEDOS DEL PELIGRO. Pise el pedal LENTAMENTE y observe como trabajan las hojas cortantes. CUIDE SUS MANOS Y SUS PIES.

Ahora que ha observado detenidamente la cizalla de corte a escuadra, probablemente ha observado muchas otras características que se incorporan a la máquina. Hay graduaciones que están marcadas en la mesa de la cizalla, que ayudan al operador a recortar una pieza de lámina metálica a un tamaño especificado. Hay medidores laterales que ayudan a cortar a escuadra un pedazo de metal. También hay un medidor posterior que se usa para hacer cortes múltiples en una lámina metálica grande. Obsérvese detenidamente la siguiente figura para que conozca donde se encuentran ubicados estos medidores.

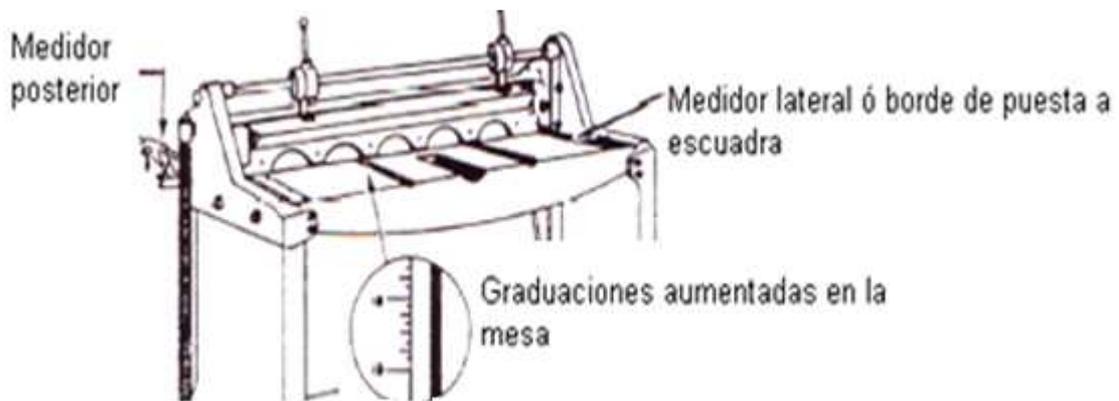


Figura 3.19. Ubicaciones de los Medidores.
 Fuente: Investigación documental.
 Tomado de: Manual de la IAAFA.

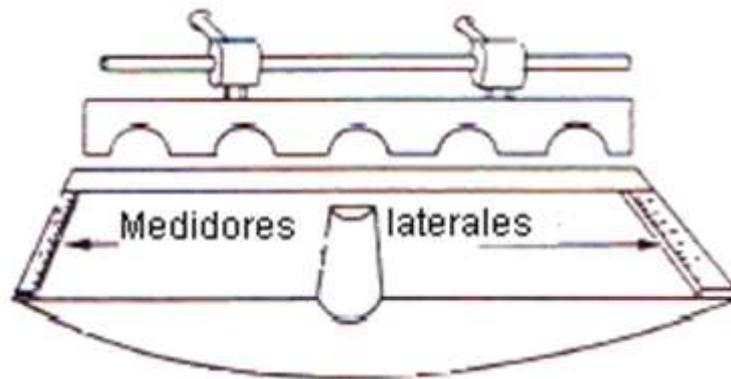


Figura 3.20. Medidores Laterales.
 Fuente: Investigación documental.
 Tomado de: Manual de la IAAFA.

A cada lado de la mesa encontrará un medidor lateral, que se puede ver en la Figura 3.20, que también se llama borde de puesta a escuadra. Estos medidores laterales están ajustados a un ángulo preciso de 90° , desde la hoja y se usan para poner a escuadra una lámina metálica.

Las cizallas de corte a escuadra pueden efectuar tres operaciones diferentes:

- Corte a escuadra.
- Corte en una línea.
- Corte múltiple a un tamaño específico.

OPERACIONES DE CORTE

- **Puesta a escuadra**

La puesta a escuadra de una pieza de metal requiere varios pasos el primero de los cuales es el de recortar uno de los bordes. Esto se hace insertando el metal entre las hojas de las cizallas y cortando entonces. El metal se debe insertar de modo que su borde quede escasamente fuera del borde delantero de la hoja superior a todo lo largo del metal. Ponga a escuadra el resto de los bordes, sosteniendo el borde recortado contra el medidor lateral y haciendo el resto de los cortes de una sola vez. Cada vez que se haga un corte, usted deberá usar la abrazadera de sujeción para asegurarse que el trabajo no se resbale o se vire mientras se está cortando.

- **Corte en una línea**

Cuando se corta en una línea con las cizallas de cortar a escuadra, no se usa el medidor lateral. Sólo se necesita tener un nivel visual. Primero se debe marcar el metal donde intente cortarlo. Entonces parándose frente a las cizallas e inclinándose hacia adelante, usted puede ver hacia abajo, entre la abrazadera de sujeción y la hoja cortante. Mirando directamente hacia abajo a lo largo de la hoja movable, ajuste la lámina metálica hasta que la línea quede exactamente debajo del borde delantero de la hoja. Sujete el trabajo en su lugar con la abrazadera y córtelo.

- **Corte múltiple**

El corte múltiple, a un tamaño específico, se puede hacer rápidamente, usando el medidor posterior. El medidor posterior no es otra cosa que un tope ajustable. Cuando deban hacerse cortes múltiples, el medidor posterior se ajusta para una profundidad específica de corte. El metal se puede empujar entonces en las cizallas hasta que quede en contacto con el tope, se sujeta y, entonces se corta. Este procedimiento se puede repetir una y otra vez, cortando láminas metálicas grandes, en tiras de un tamaño específico, con mucha rapidez.

Para usar el medidor posterior, primero tiene que aflojar el seguro del medidor. Entonces se gradúa la profundidad del corte, haciendo girar la perilla de graduación hasta que aparezca la lectura (indicación) correcta en el indicador. Cuando el metal que se va a cortar debe ser de un tamaño muy exacto, es una buena práctica, verificar la graduación del medidor con su cinta de medir para cerciorarse que se ajustó con precisión.

ESCUADRADO DEL METAL

▪ Procedimientos

Coloque el metal en la posición apropiada a lo largo de un lado del medidor. (Usualmente se utiliza el medidor de la derecha y debe sobresalir aproximadamente un cuarto de pulgada del metal de la hoja fija.)

Sujete el metal con la abrazadera para que quede apretado. Precaución: Cuide sus dedos.

Recorte el primer borde. Precaución: Cuide sus dedos. Asegúrese de que el área esté despejada antes de cortar.

Cada uno de los tres últimos cortes deberá hacerse con el borde recortado contra el medidor lateral

Usando una cabeza de escuadra y una escala de su juego de combinación, verifique el trabajo para ver si todas las esquinas están a escuadra.

3.1.9 LIMAS

TIPOS DE LIMAS

Las limas se clasifican por su nombre, grado y corte. El nombre de una lima se determina por su forma transversal. La Figura 3.21, ilustra algunas de las formas de limas de uso más común.



Figura 3.21. Tipos de limas.

Fuente: Investigación de campo y documental.
Editado por: Andrés Balcázar.

- Lima Triangular.- Se usa para limar ángulos internos y limpiar esquinas.
- Lima plana.- Se usa para limar superficies planas y bordes externos de arcos.
- Lima cuadrada.- Es la más útil para darle acabado al fondo de ranuras.
- Lima redonda.- Se usa para agrandar agujeros redondos y para limar el interior de arcos pequeños.
- Lima de media luna.- Se usa para limpiar el interior de arcos de gran tamaño, y para limar espacios donde no llegan otras limas.

El grado de una lima se refiere a la distancia que hay entre las hileras paralelas de dientes. Si se toma en consideración el grosor de estos dientes, los grados incluyen: el grueso o de desbaste, el bastardo, el entrefino, fino y muy fino.

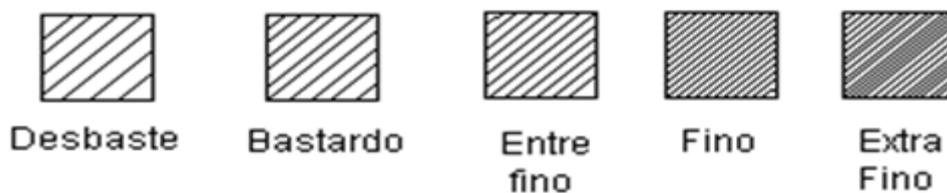


Figura 3.22. Distancias entre hileras de las limas.

Fuente: Investigación documental.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

El corte de una lima se refiere en la forma que la lima fue cortada. La lima de un solo corte tiene una hilera de dientes con forma de formón dispuestos en ángulo con respecto a la línea central de la lima. La lima de corte doble tiene una segunda hilera de dientes dispuestos en ángulo con respecto a la primera hilera, ofreciendo unos dientes más pequeños de forma romboidal.

SELECCIÓN Y USOS DE LAS LIMAS

La lima que se escoja para cualquier trabajo en particular depende de la forma que tenga el cuerpo que se va limar, la dureza del material y del acabado que se desee obtener. Para limar materiales suaves o en los casos en que solo basta un acabado tosco, se utiliza una lima para corte de desbaste. Los materiales duros, o acabados pulidos, requieren el uso de una de corte fino. El procedimiento corriente que se aplica para limar aleaciones de aluminio consiste en eliminar el exceso de material con una lima de desbaste, para luego uniformar los bordes con una lima de corte fino.

En la Figura 3.23 se demuestra la manera correcta de sostener una lima. El mango se agarra con la mano derecha con los dedos por debajo y el pulgar arriba. La mano izquierda debe ir en la punta de la lima con firmeza, utilizando para ello el pulgar y el dedo índice. En algunas ocasiones la ubicación del trabajo puede exigir la manipulación diferente de la lima, pero ésta es la posición recomendada. Lo importante es completar el trabajo satisfactoriamente.



Figura 3.23 Posición Correcta de la Lima.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

El material que se va a limar se debe sostener firmemente un tornillo de banco. Si es posible, la pieza que se va a trabajar debe estar a la altura del codo ya que así podrá usted efectuar pasadas largas y uniformes. Las pasadas deberán realizarse a lo largo del borde del metal, con una velocidad máxima de aproximadamente 60 pasadas por minuto. Cuando se lima muy rápido los dientes se calientan y pierden

filo. No le haga presión a la lima cuando la está retrocediendo hacia la posición inicial, ya que esto puede romper los dientes que están inclinados hacia adelante.

Acabamos de decir que no se debe aplicar presión a la lima cuando se está retrocediendo a la posición inicial. Hay una excepción a esta regla. Cuando se está limando un material suave, como lo es el aluminio puro, una ligera presión sobre la lima cuando se está retrocediendo ayudará a remover las blandas virutas que se adhieren a los dientes.

El limado de retoque es otra técnica importante con la cual debe usted familiarizarse. El limado de retoque produce un acabado muy fino sobre los bordes de la lámina metálica. Al emplear esta técnica se utiliza una lima de corte fino, la cual se sostiene perpendicularmente con respecto al borde, imprimiéndosele un movimiento de vaivén en sentido lateral. Cuando se está efectuando una labor de limado de retoque, la lima de corte doble, vea la Figura 3.24.



Figura 3.24. Limado de Retoque.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

3.1.10 DOBLADORA DE CORNISAS



Figura 3.25. Dobladora de cornisas.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

DEFINICIÓN

La dobladora de cornisas, se usa para doblar en línea recta. Las dobladoras de cornisas están disponibles en varios tamaños. Algunas tienen hojas de tres pies de largo, mientras que otras tienen hojas de doce pies de largo. La longitud del doblez que se puede hacer está limitada por la longitud de esta hoja.

Las partes principales de la dobladora son: plataforma, hoja dobladora, contrapesos, barra sujetadora y palanca de la barra sujetadora. Observe que la hoja dobladora esté engoznada a la parte delantera de la plataforma. La barra sujetadora está montada encima de la plataforma y se puede ajustar para acomodar distintos grosores de metal.

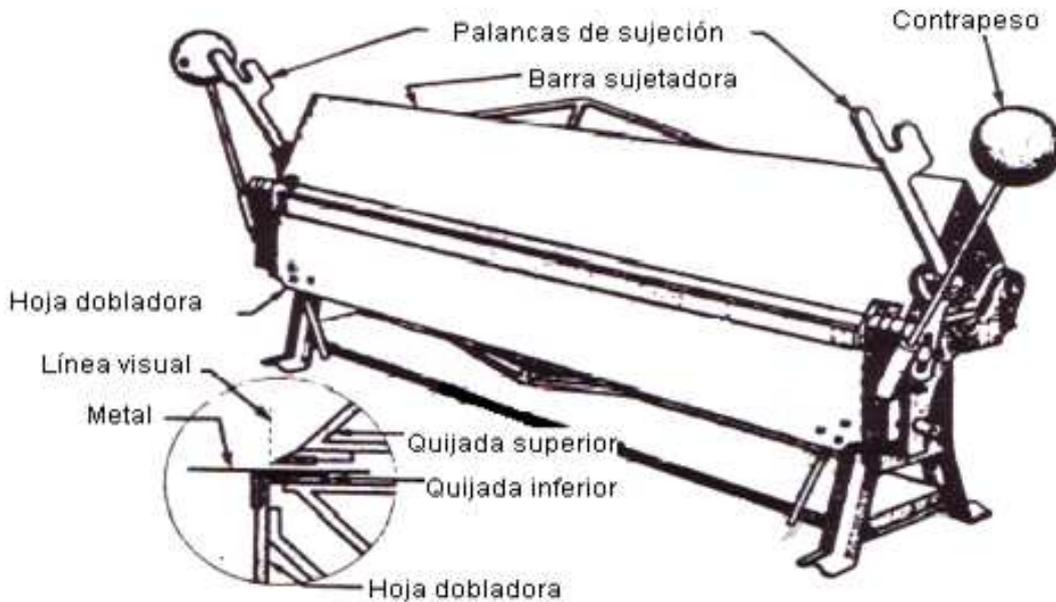


Figura 3.26. Partes de la dobladora de cornisas.
 Fuente: Investigación documental.
 Tomado de: Manual de la IAAFA.

PRECAUCIÓN

Cuando use la dobladora de cornisas, tenga cuidado de mantenerse alejado de las palancas y los contrapesos conectados a la hoja dobladora. Asegúrese de que otras personas estén alejadas antes de levantar la hoja dobladora.

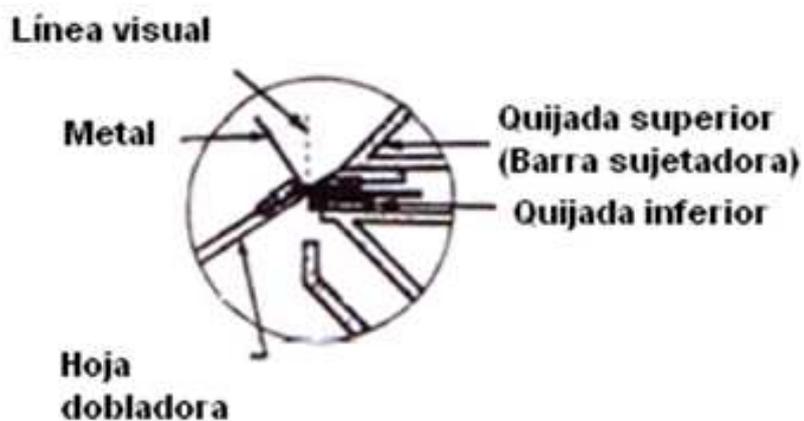


Figura 3.27. Colocación del Metal.
 Fuente: Investigación documental.
 Tomado de: Manual de la IAAFA.

La dobladora de cornisas tiene pernos de ajuste horizontal y vertical en cada extremo. Con estos pernos se ajusta la barra sujetadora y deben reajustarse cada vez que se vaya a doblar un calibre distinto de metal.

AJUSTE VERTICAL

El perno de ajuste vertical sube y baja la barra sujetadora para mantener la presión correcta cuando se doblan materiales de distinto calibre. Para los ajustes verticales, se deben seguir los siguientes pasos. (Esta sólo es una lista de procedimientos -NO HAGA AJUSTES EN ESTE MOMENTO.)

Paso 1. Afloje los pernos de cierre del ajuste vertical (uno en cada extremo).

Paso 2. Coloque un trozo pequeño de metal del calibre igual a lo que va a doblar en cada extremo de la dobladora.

Paso 3. Baje la barra sujetadora.

Paso 4. Ajuste cada extremo de la barra sujetadora moviendo los pernos de ajuste vertical. Las palancas de la barra sujetadora deben tirar hacia sus topes con igual presión en cada extremo.

Paso 5. Apriete los pernos de cierre del ajuste vertical para evitar los cambios graduales de este ajuste durante el uso.

AJUSTE HORIZONTAL

La barra sujetadora también debe ajustarse horizontalmente para dejar entre el borde de la barra sujetadora y la hoja dobladora, un espacio que sea igual al grosor del metal que se va a doblar. Siga los siguientes pasos para hacer los ajustes horizontales.

Paso 1. Afloje los pernos de cierre del ajuste horizontal.

Paso 2. Sujete verticalmente un trozo de metal del calibre adecuado con su borde entre la nariz de la barra sujetadora y la hoja dobladora.

Paso 3. Para mover la barra sujetadora horizontalmente, haga girar los pernos de ajuste posterior y delantero en la misma dirección. De acuerdo con la dirección en que se muevan estos pernos, la barra sujetadora se moverá hacia adelante o hacia atrás.

Paso 4. Una vez que tenga el espacio apropiado entre la barra sujetadora y la hoja dobladora, apriete los pernos de cierre del ajuste horizontal.

3.1.11 DOBLADORA DE CAJA



Figura 3.28. Dobladora de caja.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

DEFINICIÓN

La dobladora de caja, Figura 3.28, ha sido específicamente diseñada para hacer cajas de diferentes tamaños y formas. Con ella se puede moldear todos los lados sin deformar ninguno de los dobleces ya terminados.

La construcción de la dobladora de cajas que se muestra en la figura es semejante a la de la dobladora de cornisas. La principal diferencia es que la barra sujetadora está dividida en secciones que se conocen como dedos o zapatas. Estos dedos de diferente anchura y son intercambios.

En la Figura 3.29, se muestra cómo se hace una caja. Observe cómo se ajusta el dedo entre los extremos de la caja, permitiendo que se doble los lados sin deformar los extremos.

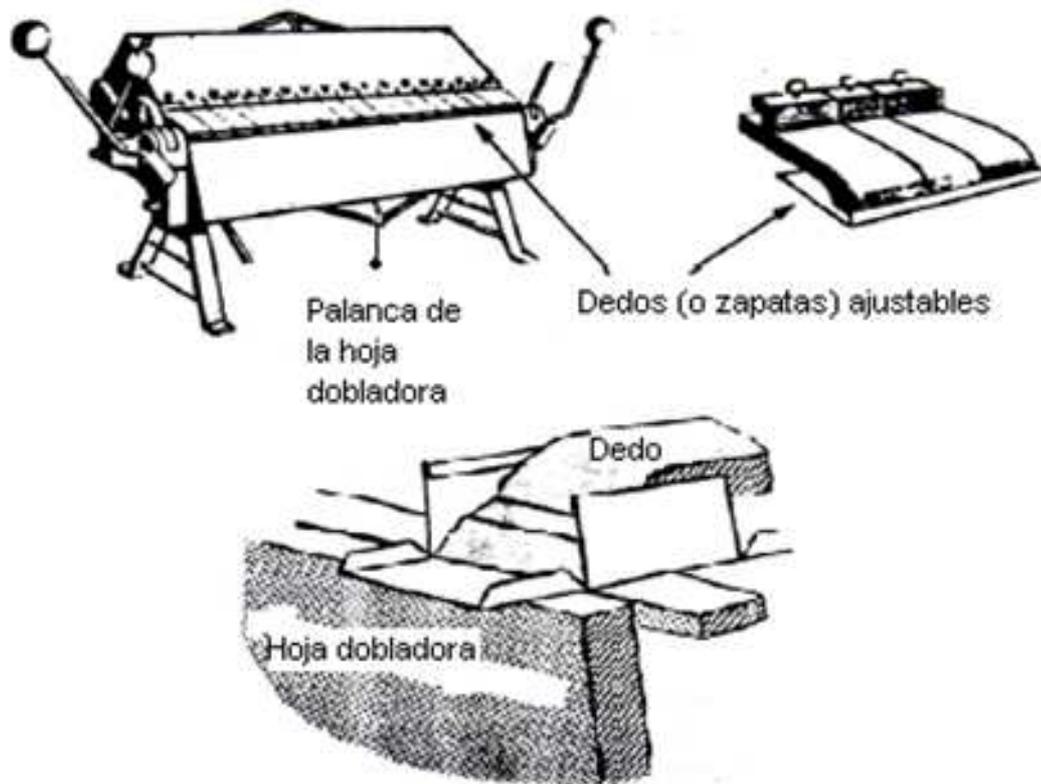


Figura 3.29. Dobladora de caja.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Los ajustes horizontales y verticales de esta dobladora son muy similares a los de la dobladora de cornisas. El único nuevo ajuste debemos aprender es el del dedo. Como se dijera anteriormente, estos dedos son intercambiables. Están asegurados a la vigueta superior por medio de tornillos. Los dedos se deben asentar firmemente y luego apretar los tornillos antes de usar la dobladora.

3.1.12 MACETA

DEFINICIÓN

Los mazos de cara plana se fabrican de una variedad de materiales como por ejemplo, maderas duras, caucho, plástico u cuero crudo. El más indicado para la fabricación del prototipo alar es de cuero crudo y se muestra en la Figura 3.30. Se presta sobre todo para sacar pequeñas abolladuras y dobleces, o para darle nueva forma a piezas de aluminio de aviones.



Figura 3.30. Maceta.

Fuente: Investigación documental y de campo.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

Editado por: Andrés Balcázar.

11.- CENTRO PUNZÓN



Figura 3.31. Centro Punzón.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

DEFINICIÓN

El centro punzón y el martillo de bola también se usan para sus dibujos en metal aunque no son realmente herramientas de dibujo. El centro punzón se usa para hacer pequeñas muescas antes de taladrar o perforar un orificio. La marca del punzón ayuda a evitar que la broca se "salga" del punto donde se va a taladrar y también ayuda a iniciar los bordes cortantes de la broca. El martillo de bola se usa para golpear el centro punzón.

El centro punzón, que vemos en la Figura (A), se debe revisar para determinar si está afilado y ver si no se ha formado la cabeza de hongo. Las cabezas de hongo, que vemos en la Figura (B) son un peligro, por la posibilidad de que se desprendan las astillas de metal y golpeen el usuario.

La punta del centro punzón está esmerilada a un ángulo de aproximadamente 90 grados. El instructor debe darle una demostración sobre como esmerilar, antes de que se le permita usar la esmeriladora para afilar y desbastar sus herramientas.

3.1.13 TALADROS NEUMÁTICOS

TALADRO NEUMÁTICO COMÚN

La herramienta neumática que se usa más comúnmente es el taladro neumático común. Estas herramientas se encuentran disponibles en una variedad de tamaños. La capacidad del taladro se determina por la broca más grande que pueda sujetar el mandril. Un taladro neumático de 1/4 de pulgada es el que se usa con más frecuencia y sujetará brocas de tamaños que alcanzan hasta 1/4 de pulgada de diámetro. El motor cuenta con suficiente potencia para hacer girar la broca más grande que sujete el mandril, cuando se taladre la mayoría de los materiales. En la Figura 3.32, aparece un taladro neumático común.



Figura 3.32. Taladro Neumático Común.
Fuente: Investigación documental y de campo.
Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

Usted observará que el mandril en el taladro neumático tiene dientes de engranaje en el manguito exterior y una llave de mandril con dientes de

apareamiento. El mandril del taladro neumático se aprieta con una llave de mandril debido a la alta velocidad y torsión que se desarrollan. Si la broca no se aprieta lo suficiente dejará que ésta se resbale del mandril rayando el eje, con lo cual quedará la broca inservible.

➤ **Aire comprimido**

Las herramientas neumáticas requieren una fuente externa de aire comprimido. La presión recomendada para la mayoría de las herramientas neumáticas es de 90 a 100 psi (libras por pulgada cuadrada). El aire se le suministra a las herramientas neumáticas a través de una manguera flexible de aire con herrajes de desconexión rápida.

➤ **Lubricación diaria**

Las herramientas neumáticas requieren que se les lubrique todos los días, antes de usarlas. Se lubrican poniéndoles una gota de aceite en la entrada de aire, antes de conectar la manguera a la herramienta.

➤ **Precauciones al taladrar**

Cuando esté taladrando, la broca debe mantenerse siempre en posición perpendicular a la pieza que está taladrando. Es bien fácil oprimir accidentalmente el gatillo y poner el taladro en movimiento, especialmente cuando se le deja a un lado con la manguera del aire conectada. Haga un hábito de trabajo permanente el desconectar la manguera del aire antes de poner cualquier herramienta neumática a un lado.

Se debe tener la precaución de evitar el daño a la superficie de metal cuando se esté operando un taladro neumático. Un error común es el de atravesar el metal hasta que las quijadas del mandril golpeen el metal. Las quijadas giratorias del mandril mellan el metal, dejando marcas circulares alrededor del orificio. Estas marcas se conocen como las marcas del mandril y podemos verlas en la Figura 3.33.



Figura 3.33. Marcas del Mandril.
Fuente: Investigación documental y de campo.
Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

➤ **Precauciones de seguridad**

Se deben cumplir las precauciones de seguridad, mientras se operan los taladros neumáticos. Algunas de las precauciones que se deben observar mientras se usan los taladros neumáticos, son las siguientes:

Use anteojos de seguridad o protector de la cara, mientras esté taladrando. Los taladros neumáticos lanzan virutas de metal en todas direcciones.

Desconecte la manguera del aire cuando no esté usando el taladro neumático.

Nota: Cuando se esté instalando una broca o cuando se haga un ajuste al micro-avellanador el taladro neumático debe estar desconectado de la manguera del aire.

NUNCA se aleje de su sitio de trabajo dejando el taladro conectado a la manguera del aire. Puede caer al piso y romperse o caerle a alguien en los dedos de los pies. También el gatillo puede oprimirse accidentalmente y el taladro puede causar una lesión.

Aparte sus dedos del taladro en movimiento.

3.1.14 LOS SUJETADORES CLECO

FINALIDAD DE LOS SUJETADORES CLECO.

En la mayoría de los trabajos de perforación hay que perforar más de un orificio. Las piezas deberán mantenerse firmemente unidas mientras se taladra para asegurar que todos los orificios queden alineados. Para mantenerlos unidos se usan los sujetadores clecos que son abrazaderas accionadas por resorte. Estos sujetadores se conocen comúnmente como "clecos".

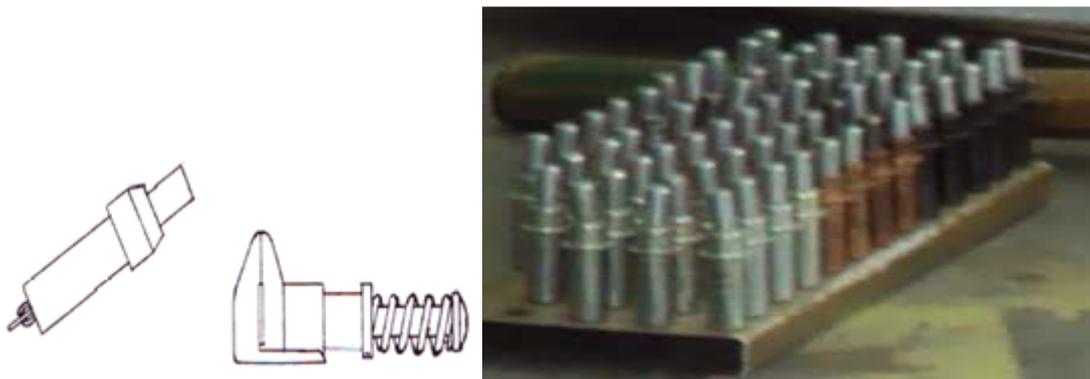


Figura 3.34. Tipos de Sujetadores Clecos.
Fuente: Investigación documental y de campo.
Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

1. Tipo de orificio
2. Tipo de mordaza sujetadora

CLECOS DE ORIFICIO.

Estos clecos se instalan en los orificios para sostener las láminas metálicas unidas y alineadas y vienen en distintos tamaños que se distinguen mediante un código de colores, para facilitar su identificación. Cada tamaño de cleco tiene su propio color identificador.

CLECOS DE MORDAZA SUJETADORA.

Estos se instalan en los bordes de las láminas metálicas para mantenerlas unidas cuando no hay perforaciones para acomodar los sujetadores de orificio. Los

sujetadores de mordaza sujetadora tienen un par de quijadas accionadas por resorte para sujetar el borde de las láminas metálicas.

3.1.15 USO DE LOS SUJETADORES CLECO.

FORCEPS (PINZAS CLECO).

Para insertar los sujetadores cleco se usa una herramienta llamada fórceps o pinzas cleco, que aparece en la Figura 3.35. Los fórceps comprimen un resorte y extienden la mordaza lo que permite insertar el cleco. Cuando se suelta el resorte, la mordaza se retrae. Esto hace que las mordazas se extiendan y sujeten el metal. Las quijadas de los clecos se abren y cierran comprimiéndose y soltándose el resorte en los clecos de mordaza sujetadora.



Figura 3.35. Forceps o Pinzas Cleco.
Fuente: Investigación documental y de campo.
Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

CLECOS DE MORDAZA SUJETADORA.

Usted usará los clecos de mordaza sujetadora para sostener las piezas firmemente antes de taladrar un orificio. El uso de los clecos de mordaza sujetadora se ilustra en la Figura 3.36.

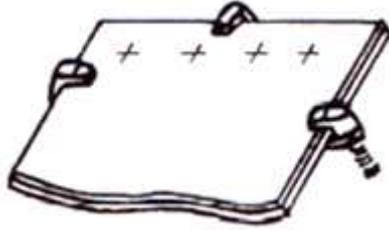


Figura 3.36. Uso de los Clecos de Mordaza Sujetadora.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

CLECOS DE ORIFICIO.

Después de hacer la primera perforación, insertará uno de estos clecos en el orificio en la forma indicada en la Figura 3.37 Lo que le ayudará a mantener las piezas alineadas mientras taladra los otros orificios.

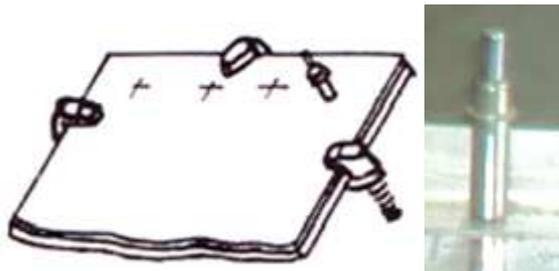


Figura 3.37. Clecos de Orificio Insertado en el Primer Orificio.
Fuente: Investigación documental y campo.
Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

- **Agregue más clecos.** A medida que perfora más orificios añadirá más clecos de orificio y quitará los clecos de mordaza. Espacie los clecos según sea necesario para mantener las piezas firmemente unidas, mientras completa el taladro, como se muestra en la Figura 3.38. Los clecos también se usan para mantener las piezas alineadas durante los trabajos de remachado.

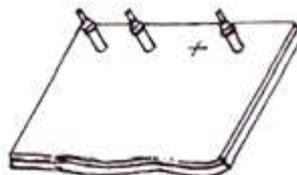


Figura 3.38. Varios Clecos Instalados.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

3.1.16 CORTADORA DE REMACHES

DEFINICIÓN

Algunas veces no se pueden conseguir en su taller los remaches de la longitud correcta. Cuando esto ocurre, pueden cortarse los remaches que son demasiado largos a la longitud que se necesita. Esto se hace con una cortadora de remaches, como la que se ilustra en la Figura 3.39. La cortadora consta de un juego de cuchillas que al apretar sus mangos, cortan el remache. En la cabeza de la cortadora hay varios orificios de diferentes tamaños que aceptan los remaches de diámetros más comunes. Hay varios espaciadores que se pueden usar para sostener los remaches a la longitud correcta en caso de cortes repetidos.



Figura 3.39. Cortadora de Remaches.
Fuente: Investigación documental y de campo.
Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

1. Perrilla de fijación del espaciador
2. Resorte de retorno
3. Mangos
4. Espaciadores
5. Cabeza de la cortadora
6. Orificios para remaches

3.1.17 BUTEROLAS

DEFINICIÓN

La buterola se requiere cuando se efectúa el remachado neumático. La buterola encaja en el extremo de la pistola remachadora. La buterola se ubica entonces contra la cabeza fabricada. Las buterolas se hacen de distintos tamaños para que se adapten a todos los tipos de remaches y los tamaños de las cabezas de los remaches. Las buterolas también se hacen en diferentes formas, para salvar las obstrucciones. En la Observe la buterola “en forma de hongo” que se usa para los remaches planos o al ras.



Figura 3.40 Tipos de Buterolas.

Fuente: Investigación documental y de campo.
Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

3.1.18 PISTOLAS REMACHADORAS

DEFINICIÓN

La pistola remachadora, que algunas veces se llama martillo de remachar, instalará rápidamente un remache, dando golpes rápidos similares a los de un martillo. Cada una de las pistolas remachadoras esta diseñada para instalar un alcance determinado de diámetro de remaches. A este alcance se le llama la capacidad de la pistola remachadora y se encuentra estampado en el cilindro de la pistola, en forma de clasificación "X", por ejemplo 3X, 4X, 6X, etc. Mientras mas alto es la clasificación "X", más fuertes serán los golpes de la pistola. Las pistolas remachadoras de golpes más fuertes se usan para instalar remaches de diámetro mayor. En la Tabla 3.1, aparece el tamaño de la pistola que se debe usar para instalar los remaches de distintos tamaños.

TAMAÑO DEL REMACHE	TAMAÑO DE LA PISTOLA REMACHADORA
1/16" – 3/32"	2X – 3X
1/8" – 5/32"	3X – 4X
5/32" – 3/16"	4X
1/4" y más.	5X – 7X

Tabla 3.2.

Elaborado por: Andrés Balcázar.

Las pistolas remachadoras se fabrican en una variedad de formas y tamaños, lo que permite que se ejecuten los distintos trabajos que usted tenga que hacer. Las pistolas remachadoras también se clasifican como pistolas de golpe lento y pistolas de golpe rápido. En la Figura 3.41 aparecen algunas de las pistolas remachadoras que están disponibles.



Figura 3.41. Pistolas remachadoras.
 Fuente: Investigación documental y de campo.
 Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

RESORTE RETENEDOR.

Todas las pistolas remachadoras deberán estar equipadas con un resorte de retención. El resorte sostiene la buterola en su lugar de modo que no se caiga o salte accidentalmente de la pistola remachadora, como se puede apreciar en la Figura 3.42. El resorte de retención servirá su propósito si el resorte y la buterola están debidamente instalados. **NUNCA USE UNA PISTOLA REMACHADORA SIN UN RESORTE DE RETENCION.**



Figura 3.42. Resorte de retención de la Buterola.
 Fuente: Investigación documental y de campo.
 Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

NOMENCLATURA DE LA PISTOLA REMACHADORA.

Una pistola remachadora tiene un cilindro (barril), un mango, un gatillo y un regulador del aire, como aparece en la Figura 3.43. El cilindro tiene roscas en la parte exterior del extremo sobre el cual se atornilla el resorte de retención. La buterola se desliza en el orificio del cilindro y el resorte la retiene en su lugar. El mecanismo que funciona por aire descarga golpes similares a los del martillo a la buterola, la cual instala el remache. La pistola remachadora está conectada a una fuente de aire de 90/100 PSI. El regulador de aire gradúa la cantidad de aire que se envía al mecanismo para controlar la velocidad y la firmeza de los golpes de la pistola remachadora.



Figura 3.43. Nomenclatura de la Pistola Remachadora.
Fuente: Investigación documental y de campo.
Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

3.1.19 BARRAS CONTRARREMACHADORA

DEFINICIÓN

Una barra contra remachadora es una herramienta que se sostiene contra el vástago del remache, mientras se forma la cabeza de taller.

Las barras contra remachadoras se hacen en una variedad de tamaños y formas, para facilitar la operación de contra remachado de remaches en muchas áreas. En la Figura 3.44 se ilustran algunas de las tantas barras contra remachadoras.



Figura 3.44. Barras contra remachadoras.
 Fuente: Investigación documental y de campo.
 Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

El peso de las barras contra remachadoras va desde unas cuantas onzas hasta diez libras. Es necesario tener una buterola del peso correcto para lograr un remachado adecuado. La Tabla 3.3 contiene los pesos recomendados, para las barras contra remachadoras que se deben usar en los distintos remaches.

DIÁMETRO DEL REMACHE	PESO (En libras)
3/32	2 a 3
1/8	3 a 4
5/32	3 a 4 ½
3/16	4 a 5
¼	5 a 6 ½

Tabla 3.3. Pesos Recomendados.
 Elaborado por: Andrés Balcázar.

3.1.20 LIJADORA ELÉCTRICA

DEFINICIÓN

Lijar significa alisar, pulir, abrillantar o limpiar algo mediante el frotamiento con un objeto abrasivo, generalmente una lija. El lijado es una tarea fundamental en cualquier trabajo de acabado (pintura, barniz, etc). Un buen acabado es imposible sin un perfecto lijado.

Siempre que sea posible lijaremos con ayuda de una lijadora o de un taladro eléctrico con un acople lijador, ya que el ahorro de tiempo será muy considerable y el acabado mejor. Cuando lijemos con máquina, deberemos tener ésta siempre en movimiento para que el lijado sea uniforme.



Figura 3.45. Lijadora eléctrica.
Fuente: Investigación documental.
Editado por: Andrés Balcázar.

Al plato lijador se le pueden poner más accesorios como por ejemplo la BOINA DE LANA para pulir, los DISCOS DE ALGODÓN O DE FIELTRO para pulir y abrillantar, un DISCO FLEXIBLE ABRASIVO para todo uso, un DISCO DE MALLA ESPACIADA con gran poder abrasivo. También podemos utilizar un DISCO METÁLICO LIJADOR de muy larga duración y limpiable.



Figura 3.46. Diferentes lijas.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: <http://www.bricotodo.com/lijar.htm>

MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Aunque las lijadoras son máquinas muy seguras, conviene tener en cuenta algunas precauciones. Cuando lijemos tanto manualmente como con lijadora es recomendable protegerse la vista del polvo con gafas adecuadas. Si lijamos con lijadora sin sistema de extracción de polvo o con el taladro, es imprescindible la mascarilla. Además, hay algunas maderas que provocan alergias y constantes estornudos. La máquina hay que mantenerla perfectamente sujeta con las dos manos durante el lijado. Debemos apagarla (mejor desenchufarla) para un cambio de lija. Por último, no conviene olvidar las medidas de seguridad comunes a todos los aparatos eléctricos (no ponerlos cerca de fuentes de humedad o calor, no tirar del cable, etc).

3.1.21 MAGUERAS DE PRESIÓN

DEFINICIÓN

Las mangueras de goma son conductos flexibles utilizados para conducir sustancias sólidas, líquidas y gaseosas.

Posee la capacidad de resistir multiplicidad de fluidos corrosivos, absorber vibraciones, permitir una fácil aplicación y proveer una elevada flexibilidad.



Figura 3.47. Mangueras de presión.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

3.1.22 MESA DE TRABAJO

DEFINICIÓN

Mesa de trabajo para este proyecto la llamaremos a la mesa donde nosotros realizaremos los trazos sobre el papel y el metal y donde realizaremos la mayoría de actividades que permitan el correcto desenvolvimiento de sus tareas que piden que ejecute este texto de ayuda didáctica.



Figura 3.48. Mesa de trabajo.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

3.1.23 REGLA EN PULGADAS

DEFINICIÓN

Instrumento de metal u otra materia rígida que sirve principalmente para trazar líneas rectas y medir divisiones en pulgadas.



Figura 3.49. Regla con divisiones en pulgadas.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

3.1.24 Estudio Legal.

- Uno de los fundamentos legales que regula el tema de proyecto de grado es el ATA 57 la cual habla acerca de la fábrica de manuales.
- Manual de mantenimiento y reparación de estructuras de aviones.
Career development course S3450.
AIRFRAME REPAIRMAN/TECHNICIAN. AFSC'S S3450 ANA S3470.
- Manual de Instrucción de la Inter-American Air Forces Academy (IAAFA).

3.1.25 Estudio económico.

El estudio económico que se desarrollo con aspectos positivos, favorece y soluciona parcialmente los posibles inconvenientes al momento de elaborar un prototipo alar por parte de los estudiantes, recomendando conformar grupos de cuatro personas máximo, para lograr repartir los costos de los materiales que se detallan a continuación:

Tabla 3.4 Proforma de materiales para la construcción del Prototipo

CANTIDAD	MATERIALES	COSTO
2 (ft²)	Plancha de Aluminio 2024-T3 espesor 0.050"	100
6 (ft²)	Plancha de Aluminio 2024-T3 espesor 0.040"	300
1 (Lb)	Remaches MS20426 AD	2,82
1 (Lb)	Remaches MS20470 AD	2,19
1	Avellanador TSC1/2-30	13,50
1	Avellanador TSC1/2-21	13,50
2	Moldes de madera para costillas	5.00
1	Tubo de 1 ½" de hierro	5.00
TOTAL		442.01

Fuente: Diaf

Elaborado por: Andrés Balcázar.

Tabla 3.5 Gastos para la elaboración de la Tesis.

Nº	Material	Costo
1	Estadía en Latacunga para la Tesis	500 USD
2	Transporte y varios	120 USD
3	Anillados y empastados	30 USD
4	Impresiones e Internet	20 USD
	Pago aranceles Derechos de Grado	360 USD
TOTAL		1 030 USD

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Andrés Balcázar.

Además se recalca que el estudio económico acerca de la elaboración del manual lo podemos encontrar en las hojas finales del anexo “F” específicamente en la factibilidad económica del tema.

3.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO ALAR

3.2.1 Cálculo de fórmulas para el diseño del ala

Finalidad

El cálculo de las siguientes fórmulas proporcionará al estudiante un conocimiento óptimo para poder desarrollar cada una de las operaciones que se le presentaran al momento de elaborar el diseño de las partes que constan el ala.

Introducción

Las exigencias profesionales de un Reparador de Estructuras de Aviones constituyen un reto constante a su ingenio y habilidades. El reparador de estructuras siempre debe tener en mente dos factores: el sentido de responsabilidad por la seguridad de la tripulación de la aeronave y la necesidad de reducir el tiempo que dedica a los trabajos de reparación. Se espera de él no sólo que repare o reconstruya una aeronave con piezas solicitadas a la sección de abastecimiento sino que, cuando no haya las piezas que se necesitan, deberá fabricar los componentes necesarios en el sitio donde se encuentre.

Los dobleces, pliegues, ángulos o canales que se necesiten en la fabricación de componentes deben ser exactos si se quiere obtener resultados satisfactorios. La labor de darle forma al metal mediante cualquier proceso constituye una tarea delicada. Las partes pueden dar muestras de un pobre trabajo cualitativo a menos que se les fabrique siguiendo los procedimientos apropiados. Peor aún, un trabajador descuidado puede inducir tensiones innecesarias en el metal durante el proceso de fabricación ofreciendo, como consecuencia, una parte que no llena los requisitos de seguridad.

El trabajo de hacer un doblez requiere un planeamiento y tolerancias exactas en la etapa de trazado y corte, así como también habilidad en la labor de efectuar el doblez propiamente dicho. En esta guía de estudio práctico vamos a explicar primero, desde el punto de vista mecánico la operación del doblamiento. Luego expondremos algunas consideraciones técnicas que forman parte vital de todo el proceso de calcular, trazar y doblar.

3.2.2 Dobleces con radio

Principios del Doblamiento

Se pueden usar varios tipos de máquinas para formar un doblez redondeado en una pieza de metal, pudiendo aplicarse varias técnicas con cada tipo de máquina. Las máquinas que tendrá manipular son las que más comúnmente se emplean en los talleres de mantenimiento de aeronaves en el mundo.

Las dobladoras de cornisa y la de caja pueden equiparse con una quijada superior redondeada a un radio específico, para evitar que se raje el metal templado cuando se le está dando forma. Estas quijadas se conocen con el nombre de barras se encuentran disponibles en diferentes tamaños de radio, desde 1/16 de pulgada para arriba. Observe la diferencia que presenta la Figura 4.1, el cual muestra la quijada superior de una dobladora de cornisa que sólo permite hacer dobleces angulares, mientras que a la derecha de la misma aparece la dobladora equipada con una quijada con barra para hacer dobleces redondeados.



Figura 4.1. Quijadas Superiores de una Dobladora de Cornisa.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

El aluminio 2024-T3 es más fuerte por el hecho de haber sido tratado térmicamente, pero no puede resistir dobleces muy agudos. Como ejemplo usted puede tratar de hacer un doblez de 180° en el resorte metálico de la cuerda de un reloj, y luego compárelo con el doblez de una delgada pieza de estaño. El metal del resorte se romperá cada vez que usted trate de doblarlo, pero esto no ocurrirá con el estaño.

Mientras más grueso y duro sea cualquier clase de material, como por ejemplo el aluminio, mayor deberá ser el radio del doblez que se le haga. Si el metal está recocido, entonces se le puede hacer un doblez de menor radio. Si una pieza de aluminio 2024 de 0.040 de pulgada de espesor está en condición "0", usted puede hacerle un doblez más agudo que el que podría hacerle al mismo metal igual espesor estando en condición "T".

Cuando el metal se dobla, la parte interna del doblez se encoge y la exterior se estira en la forma que lo ilustra la Figura 4.2. Si el radio del doblez es demasiado pequeño, las tensiones y esfuerzos que se originan debilitan el metal y producen las rajaduras. El doblez o curvatura más cerrada que puede hacerse sin debilitar el metal se conoce como radio mínimo de dobles.

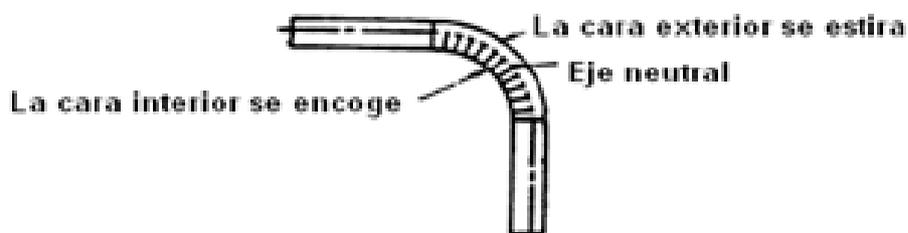


Figura 4.2. Doblamiento de un Metal.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

Antes de intentar doblar una lámina de metal en cualquiera de las dobladoras usted debe familiarizarse con las especificaciones de cada dibujo, incluyendo las medidas necesarias, para poder determinar cómo y dónde colocar el metal antes de doblarlo. También debe estar familiarizado con la terminología aplicable al equipo para comprender a cabalidad que es lo que ocurre dentro del propio metal a medida que se le va dando forma.

Términos empleados en los trabajos de doblamiento.

Las partes acanaladas con esquinas redondeadas incluyen las tolerancias de doblamiento y las superficies planas. Existen otros términos que usted debe conocer para determinar la tolerancia de doblamiento y el retroceso. Estudie cuidadosamente las figuras y las dimensiones que se le dan a continuación.

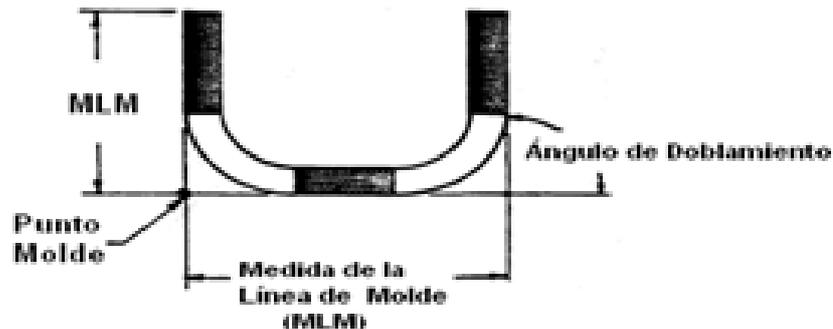


Figura 4.3. Partes y Términos que se Emplean en la Formulación.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

a.-) Punto Molde.- Representa el punto de intersección de las líneas superficiales exteriores extendidas.

b.-) Medida de la Línea de Molde (MLM).- Es la distancia que hay desde el borde del metal hasta el punto del molde, o desde un punto del molde a otro punto del molde.

c.-) Ángulo de Doblamiento.- El número de grados que el metal se ha doblado partiendo de su posición original.

3.2.3 Tolerancia de Doblamiento.

En primer lugar veamos cómo determinar la tolerancia de doblamiento. Recuerde que esta tolerancia representa la cantidad de metal que desplaza el doblamiento.

MD.- Margen de doblez

V1°.- Valor 1 °

A.- Ángulo de doblez

E.- Espesor del metal

R.- Radio de doblez

DT.- Dimensión de Trabajo

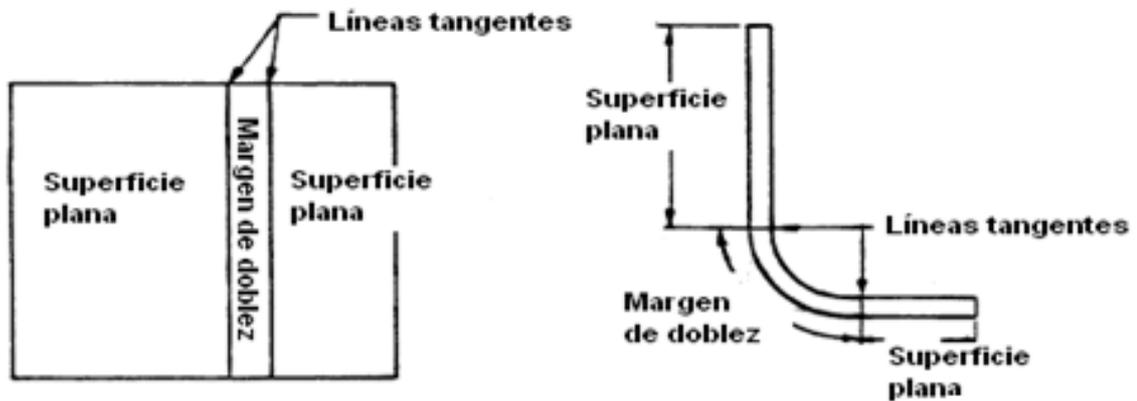


Figura 4.4. Margen de doblado.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.
Editado por: Andrés Balcázar.

$$V1^\circ = \frac{2\pi\left(\frac{1}{2}E + R\right)}{360}$$

$$MD = V1^\circ \times A$$

$$MD = \frac{2\pi\left(\frac{1}{2}E + R\right)}{360^\circ} \times A$$

3.2.4 Retroceso.

Ahora que ya sabe usted cómo determinar la tolerancia de doblamiento, el siguiente paso consiste en aprender a determinar el retroceso. Recuerde que el retroceso representa la medida en que las dos líneas del molde se traslapan cuando se les dobla alrededor de la barra. Una forma más fácil de definir esto sería considerar el retroceso como la distancia que hay entre la línea tangente del doblado y el punto de molde. Esta medida es luego restada de la medida correspondiente a la línea del molde (MLM) para determinar la longitud de la superficie plana.

El retroceso se determina sumando el radio del doblado con el espesor del metal, y multiplicando la suma por el valor "K". Es probable que usted no sepa todavía el

significado del valor “K”; no deje que esto le preocupe ya que en breve recibirá explicaciones al respecto.

- Ret.- Retroceso
- K.- Constante
- E.- Espesor del metal
- R.- Radio de dobléz

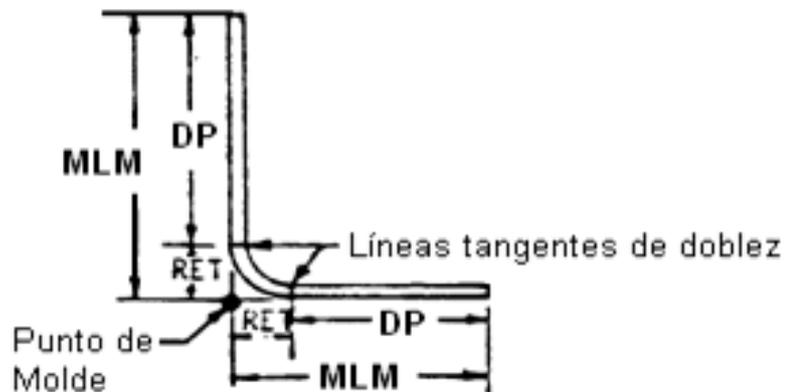


Figura 4.5. Retroceso.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Para la aplicación de la siguiente fórmula necesitamos saber el valor “K” el cual se encuentra en el Diagrama de Retroceso en la Tabla 4.10. En la parte izquierda de las columnas del Diagrama de Retroceso aparecen listados todos los ángulos de dobleces desde 1° hasta 180°, y a la derecha de cada ángulo aparece su factor “K”; entonces nuestro factor “K” se lo encontrara según nuestro ángulo de doblez que tengamos.

$$\text{Ret} = K(E + R)$$

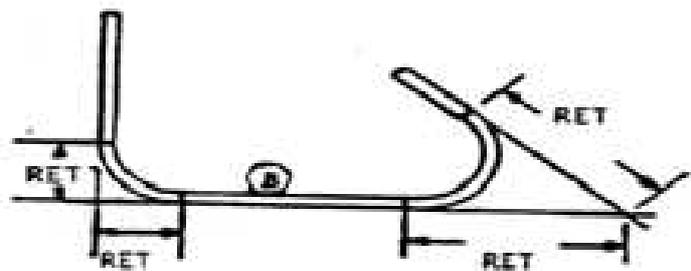


Figura 4.6. Retroceso.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

3.2.5 Ángulo del Doblez.

Para determinar el ángulo del doblez usted debe encontrar el **ÁNGULO COMPLEMENTARIO** del ángulo que se da. Una pieza de metal plana, o una

línea recta, tiene 180°. Para determinar el ángulo del doblado sencillamente reste el ángulo que se da de los 180°, en la forma siguiente:

$$\frac{180^\circ}{-135^\circ} \\ 45^\circ$$

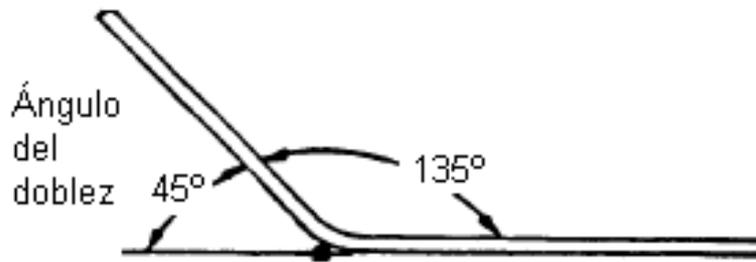


Figura 4.7. Ángulo del doblado.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Nota: Recuerde que el ángulo de doblado representa el número de grados a que ha sido doblado el metal partiendo de su condición plana. En la Figura 4.7 se muestra cual es el ángulo del doblado que se debe tomar en cuenta para las operaciones.

DP.- Dimensión Plana

MLM.- Medida de la Línea del Molde

Ret.- Retroceso

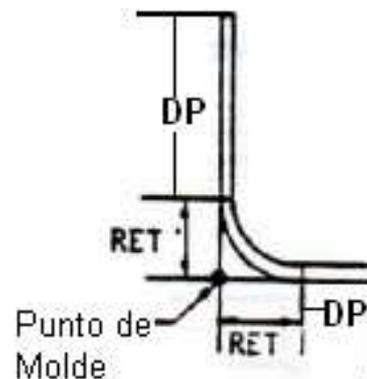


Figura 4.8. Dimensión Plana.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Ejemplo:

Si esto le parece confuso no se preocupe; se le explicará paso por paso y usted se dará cuenta de lo sencillas que son las operaciones al momento de su aplicación. Probaremos con el siguiente problema.

Datos:

Espesor del metal: 0.050 de pulg.

Radio del doblado: 3/16 de pulg.

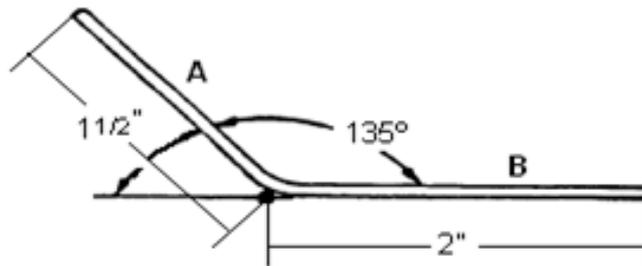


Figura 4.9. Ejercicio
Elaborado por: Andrés Balcázar.

1. Antes de empezar calcularemos el margen de doblé para este problema **0.1668"**
2. Ahora determinemos el retroceso del lado A. En primer lugar, cambie la medida del radio a factor decimal. Escriba 3/16 en factor decimal **0.188**
3. Procedemos a sumar los productos del radio y espesor, lo cual es igual a **0.238**
4. El siguiente paso consiste en determinar el ángulo correcto del doblé que se lo encuentra aplicando **ÁNGULOS COMPLEMENTARIOS** y este es **45°**
5. Ahora que se conoce el ángulo del doblé usted puede determinar el valor "K", Busque en el Diagrama de Retroceso en la Tabla 39. El cual es **0.41421**
6. Ahora que ya se obtuvo es valor de "K" procedemos a encontrar el retroceso el cual es **0.09858198** redondeando es **0.99**
7. Como siguiente paso, La medida de la línea del molde (MLM) del lado A (1 ½ pulgadas) debe cambiarse a factor decimal (1.500) de modo que el retroceso pueda restarse de dicha medida, para así determinar la Dimensión Plana. La cual una vez efectuada la operación es **1.401**
8. Como último paso consiste en ordenar los datos en un diagrama de datos como se muestra a continuación en la Tabla 4.1.

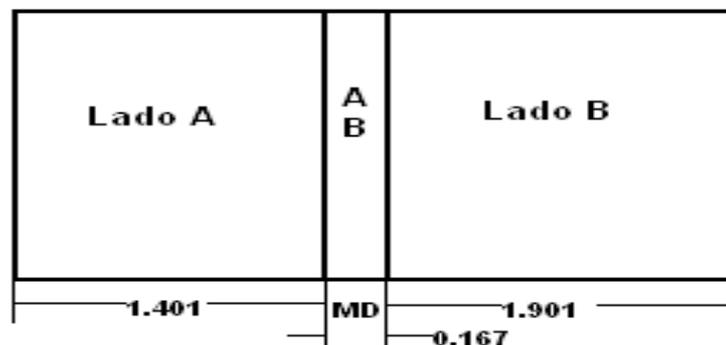


Figura 4.10. Trazado del Patrón Plano
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Nota: Para el lado B volvemos aplicar los pasos anteriores únicamente cambiando la MLM del lado A por la del lado B y ya no es necesario sacar la MD porque se relaciona con ambos lados como muestra la Figura 4.10.

MLM	LADO	MLM(decimal)	Ret	DP	MD	DT
1 ½ "	A	1.500	0.099	1.401		1.401
	45°	-----	-----	-----	0.167	0.167
2"	B	2.000	0.099	1.901	-----	1.901

Tabla 3.6. Diagrama de Datos
Elaborado por: Andrés Balcázar.

3.2.6 Línea guía o de mira

Cuando esté haciendo un doblé, por lo menos una de las líneas tangenciales del doblé debe colocarse debajo de la barra para iniciar el doblé sobre la tangente. Como usted no puede ver por debajo de la barra para localizar la línea tangente del doblé, se traza una línea, que de aquí en adelante será designada "línea de Mira", para que sirva de referencia en la alineación del metal.

Esta línea de mira deberá trazarse a una distancia que corresponda al **Radio del Doblez** con respecto a la primera línea tangencial del **Margen de Doblez**, la cual debe colocarse debajo de la barra hacer doblada. En la Figura 4.12 se detalla claramente.



Figura 4.12. Línea de Mira
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.
Editado por: Andrés Balcázar.

Alineando la línea de mira con el extremo de la barra usted puede estar seguro de que el doblado se iniciará sobre la primera línea tangente. Proceda conforme se ilustra en la Figura 4.13.

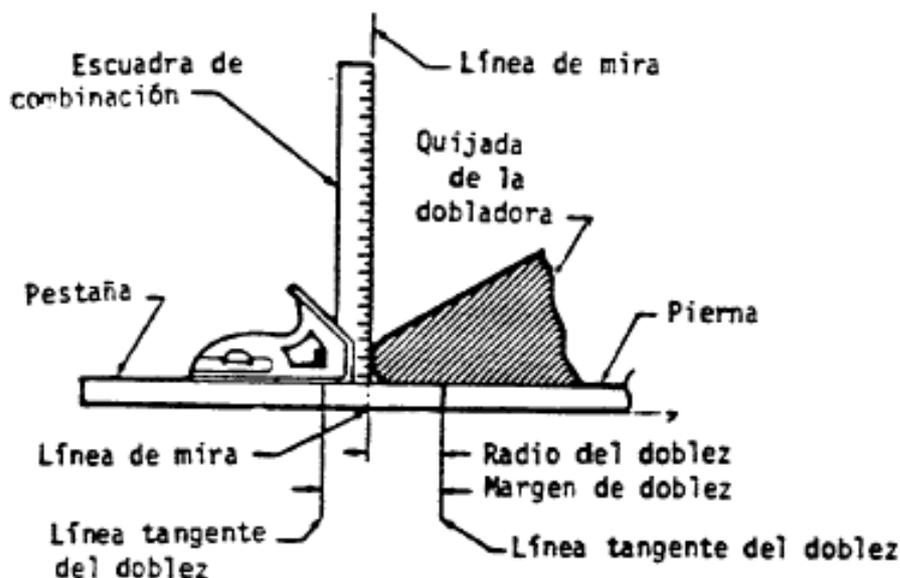


Figura 4.13. Alineamiento de la Línea Guía.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

En la mayoría de casos la línea de mira **no quedará** en el centro del Margen de doblado (MD). En realidad, en los ángulos de dobleces pequeños la línea guía puede quedar fuera de la tolerancia de doblamiento (MD) como se muestra en la Figura 4.14. En todo caso, la línea de mira **siempre** deberá trazarse a una distancia equivalente al radio de un doblado partiendo desde la primera línea tangente del Margen de Doblez.

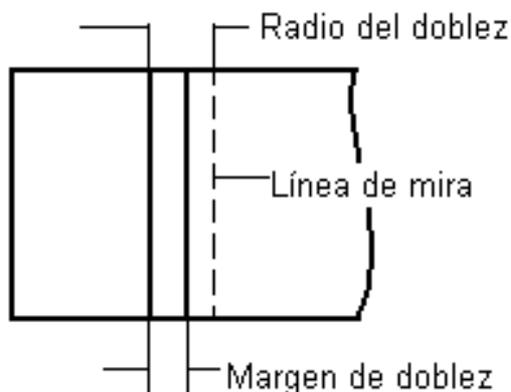


Figura 4.14. Trazado exterior de la línea de Mira
Elaborado por: Andrés Balcázar.

3.3 TRAZADO SOBRE PAPEL

3.3.1 EQUIPO

- ✓ Lápiz.
- ✓ Regla con divisiones en pulgadas.
- ✓ Papel.
- ✓ Borrador.

Nota: La dimensión de trabajo (DT) es la dimensión con la que se trabaja para los trazados sobre el papel y metal.

Su siguiente paso consiste en hacer un trazado sobre papel (Figura 4.15) utilizando el diagrama de datos siguiente.

LM	LADO	MLM(decimal)	Ret	DP	MD	DT
1 ½	A	1.500	0.397	1.103	-----	1.103
	60°	-----	-----	-----	0.222	0.222
1"	B	1.00	0.397	0.603	-----	0.603

Tabla.3.7 Diagrama de datos.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

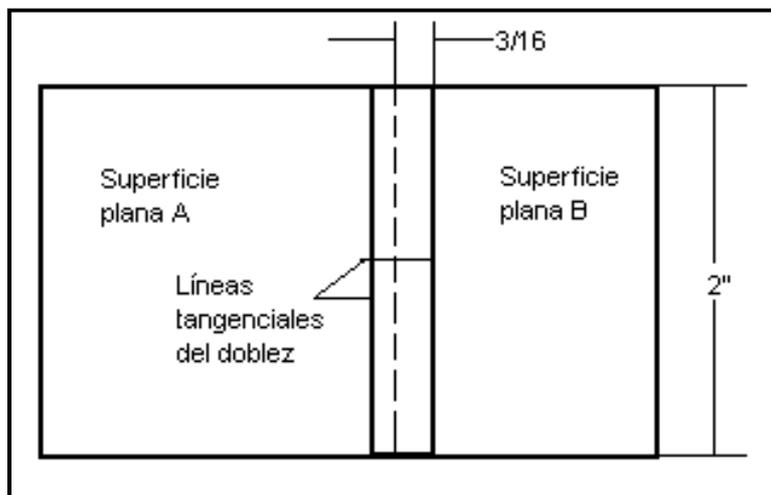


Figura 4.15. Trazado de un patrón plano.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 1. Trace la longitud del proyecto.

Nota: Use únicamente la última columna (DT) de los diagramas de datos para los trazados sobre papel.

Paso 2. Trace la anchura del proyecto.

Paso 3. Dibuje las líneas tangenciales del dobléz.

Paso 4. Dibuje la línea de mira

Tenga presente que esta línea de mira debe dibujarse por “fuera”, a una distancia que corresponda a la medida del radio del dobléz, con respecto a la línea del mismo dobléz que se va a colocar primero debajo de la barra.

La línea de mira debe trazarse como una línea invisible como se muestra en la Figura 4.15.

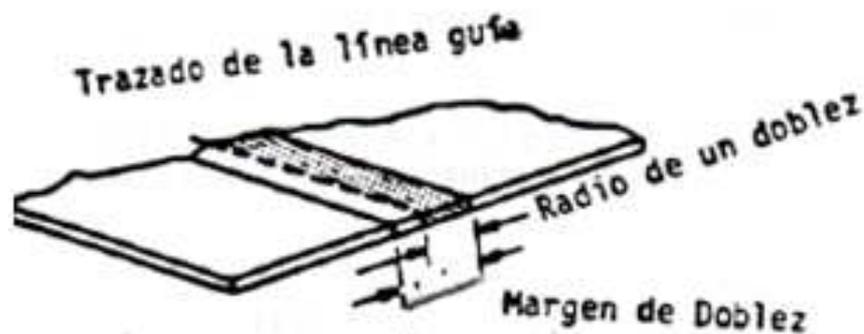


Figura 4.16. Trazado de la línea guía.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 5. Preséntele el trazado sobre papel a su instructor para su evaluación. Si se lo aprueba, obtenga de su instructor una pieza de aleación 2024-T-3 de espesor 0.050” y regrese a su banco de trabajo. Luego ponga en práctica las siguientes instrucciones.

3.4 TRAZADO SOBRE EL METAL

3.4.1 EQUIPO

- ✓ Una pieza de aleación 2024-T3 de espesor 0.050".
- ✓ Lápiz y borrador.
- ✓ Regla con medidas en pulgadas.
- ✓ Cizalla de corte a escuadra hidráulica.
- ✓ Dobladora de cornisas.
- ✓ Lima y lija.
- ✓ Gramil.

Ya usted está listo para hacer el trazado sobre metal de este patrón de superficie plana.

PRECAUCIÓN: Las líneas del dobléz se trazan con lápiz y no con gramil. Las líneas del dobléz que se tracen con gramil debilitarán el metal hasta el punto de rajarse cuando se hace el dobléz.

Paso 1. Dibuje el patrón plano sobre el metal.

Paso 2. Utilice las cizallas de corte en escuadra y sus herramientas manuales para cortar el proyecto.

Paso 3. Lime y lije los bordes hasta dejarlos uniformes. (Cualquier rugosidad en el área del dobléz puede producir rajadura.

Paso 4. Forme el ángulo.

Nota: Verifique doblemente para asegurarse de que la línea de mira está en el lugar apropiado. Deberá estar a una distancia que corresponda a la medida del radio del dobléz.

Paso 5. Inserte la pieza plana debajo de la quijada de la dobladora y alinee la línea de mira.

Paso 6. Afirme el metal en posición.

Paso 7. Compruebe nuevamente su alineamiento.

Paso 8. Levante la hoja plegadora hasta doblar el metal a un ángulo de 60° grados.

Paso 9. Verifique el ángulo con su transportador y la escala.

Nota: El ángulo debe ser medido en una parte plana para comprobar que desde cero sea levantado los grados apropiados hasta la lámina de metal.

Paso 10. Si el ángulo que se obtiene es menor de 60° grados, someta a la lámina a un doblamiento adicional.

Paso 11. Si el ángulo obtenido es mayor de 60°, coloque la pieza angular hacia abajo sobre su banco de trabajo y dele golpecitos con un mazo de caucho hasta restaurarla al ángulo apropiado.

Paso 12. Cuando usted considere que ya tiene un trabajo satisfactorio lléveselo a su instructor para su evaluación.

3.5 FABRICACIÓN DE LAS PARTES DEL PROTOTIPO ESTRUCTURAL DEL ALA

3.5.1 EQUIPO

- ✓ Lápiz y borrador y regla con medidas en pulgadas.
- ✓ Maceta.
- ✓ Cizalla de corte a escuadra hidráulica.
- ✓ Cizalla manual o sin garganta.
- ✓ Lima y lija.
- ✓ Dobladora de cornisas.
- ✓ Dobladora de caja.
- ✓ Taladro de pedestal (Con coronas de corte circular).
- ✓ Sierra para cortar contornos de metal o sierra manual.
- ✓ Transportador de ángulos.
- ✓ Centro punzón y martillo.

Su próxima tarea será la de formar cada una de las partes del prototipo del ala sobre papel, aplicando las técnicas de retroceso y margen de doblez. Las pocas páginas que siguen contienen instrucciones para la formación de nueve piezas de aleación de aluminio 2024-T3, las cuales conformaran el prototipo estructural del ala, Para esto necesitarán comprar una plancha de aluminio de 0.040" de espesor y de 6 ft² de área y otra plancha de 0.050" de espesor y 2 ft² de área.

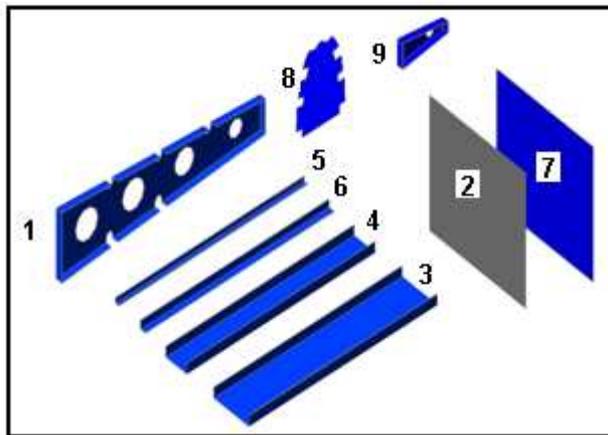


Figura 4.17. Partes del Prototipo Alar.
Fuente: Investigación de Campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Costillas (3 en total) de 0.040" 2. Plancha de revestimiento de 0.040" 3. Viga Principal de 0.050" 4. Viga del borde de salida de 0.050" | <ol style="list-style-type: none"> 5.- Refuerzo formado en "L" 6.- Refuerzo extruido. 7.- Revestimiento de 0.040" 8.- Parte delantera de las costillas 9.- Parte posterior de las costillas. |
|--|---|

3.5.2 FABRICACIÓN DE LA VIGA DEL BORDE DE SALIDA

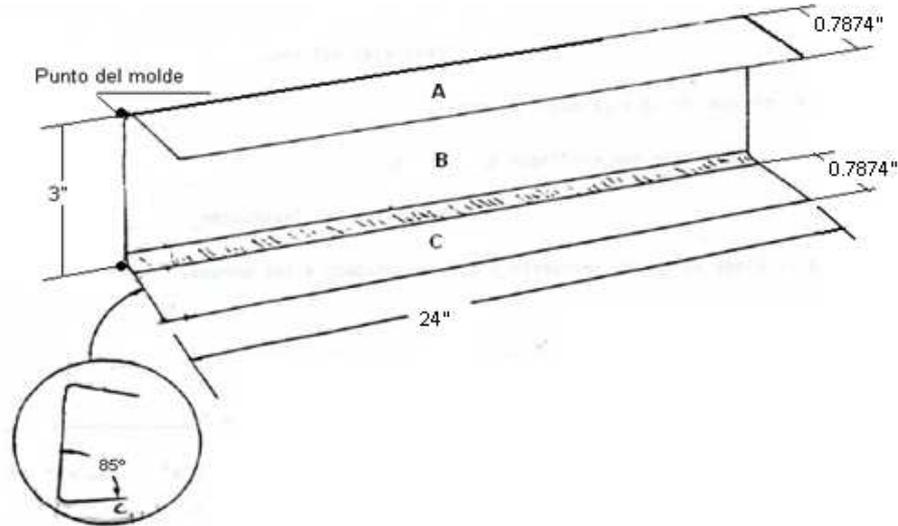


Figura 4.18. Viga del Borde de Salida.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.



Figura 4.19. Viga del Borde de Salida.
Fuente: Investigación de Campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Datos

- Material: Aluminio 2024-T3
- Espesor del metal: 0.050 de pulgada
- Todos los dobleces son de 95° con tolerancia de ± 2 tomados desde la parte plana.

MLM	LADO	MLM(decimal)	Ret	DP	MD	DT
1"	A	1.00	0.2591	0.7409		0.7409
	95°				0.3523	0.3523
3"	B	3.00	0.5182	2.4818		2.4818
	95°				0.3523	0.3523
1"	C	1.00	0.2591	0.7409		0.7409

Tabla 3.8. Diagrama de datos.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 1. Utilizando la columna **DT** que aparece en el diagrama de datos de la Tabla 4.4, realice el patrón que se muestra a continuación sobre el papel.

Nota: Los diámetros de los agujeros de aligeramiento son de 1.9685 pulgadas, y la línea que esta entre cortada es la línea mira y se encuentra ubicada en la mitad del margen de doblé y sirve para el momento de doblar las pestañas.

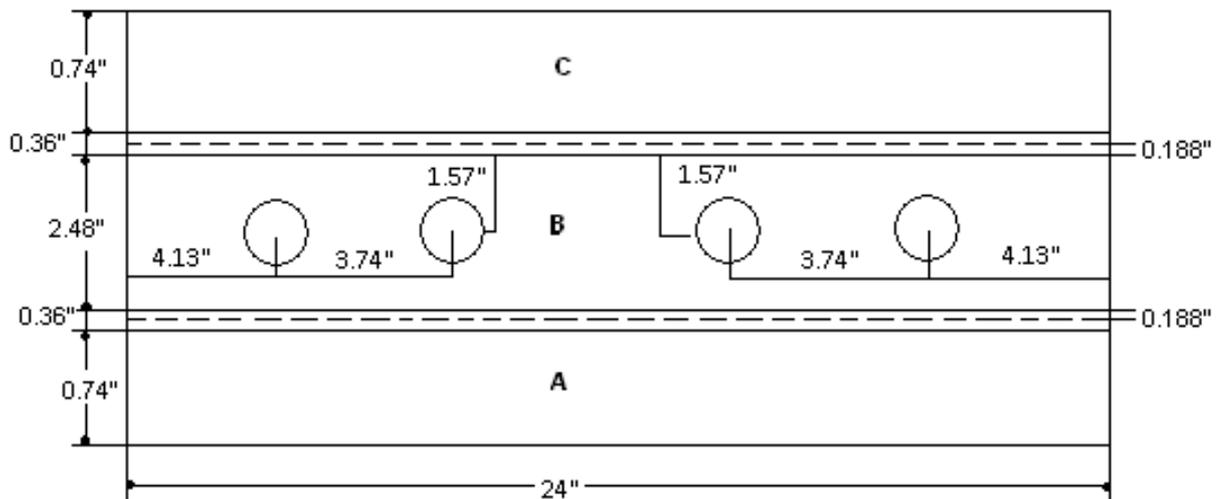


Figura 4.20. Patrón de diseño de la Viga del Borde de Salida.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 2. Una vez desarrollado el patrón sobre el papel pídale al docente que compruebe su trabajo.

Paso 3. Como siguiente paso seleccione una lámina de 0.050" de espesor.

Paso 4. Ahora realice el mismo trazado que acabo de hacer en el papel sobre la lámina de aluminio que selecciono. (Utilice el gramil para asentar las líneas de corte).

Nota: Para este trazado va ha necesitar de una regla con medidas en pulgadas, lápiz, gramil y borrador.



Figura 4.21. Trazado sobre la lámina.
Fuente: Investigación de Campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 5. Ya terminado el trazado del patrón en la lámina pídale al docente que verifique su trabajo.

Paso 6. Una vez aprobado su trabajo proceda a cortar la parte y dele un acabado a los bordes limándolos.



Figura 4.22. Corte y Limado de la lámina.
Fuente: Investigación de Campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 7. Doble la viga teniendo presente ubicar correctamente los márgenes de doblez y la línea de mira en la quijada de la dobladora.



Figura 4.23. Doblado de la viga.
Fuente: Investigación de Campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 8. Siguiendo paso utilizando el taladro de pedestal y la broca de campana perfore los agujeros de aligeramiento. (Debe utilizar guantes de cuero para su protección y un bloque de madera en la parte de abajo de la lámina).



Figura 4.24. Perforación de los agujeros de aligeramiento.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 9. Dele la parte terminada al docente para que se la evalúe.



Figura 4.25. Viga del Borde de Salida terminada.
Fuente: Investigación de Campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

3.5.3 FABRICACIÓN DE LA VIGA DEL BORDE DE ATAQUE

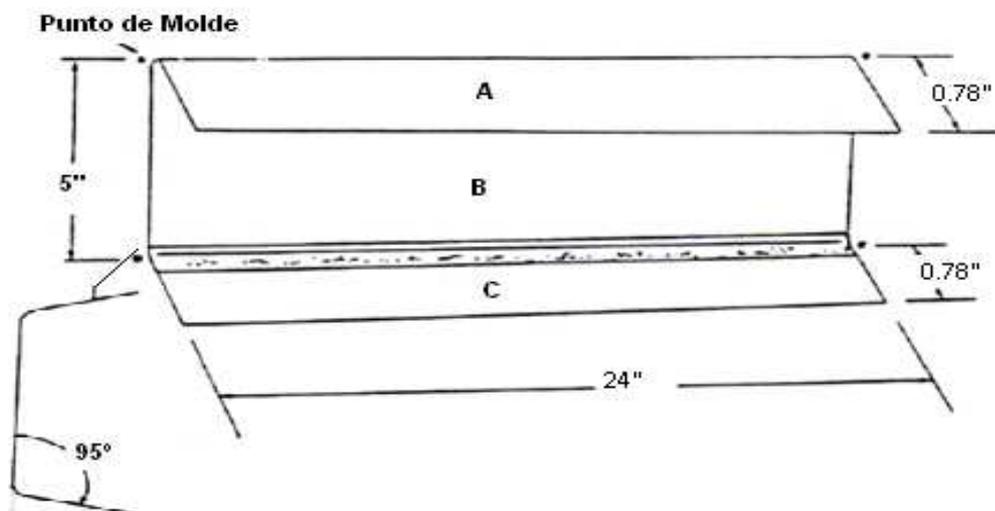


Figura 4.26. Viga del borde de ataque.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.
Editado por: Andrés Balcázar.



Figura 4.27. Viga Principal.
Fuente: Investigación de Campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Datos

- Material: Aluminio 2024-T3
- Espesor del metal: 0.050 de pulgada
- Radio del doblado: 3/16 de pulgada
- Todos los dobleces son de 85° con tolerancia de ± 2 tomados desde la parte plana.

MLM	LADO	MLM(decimal)	Ret	DP	MD	DT
1"	A	1.00	0.2176	0.7823		0.7823
	85°				0.3152	0.32
5"	B	5.00	0.4052	4.60		4.60
	85°				0.3152	0.32
1"	C	1.00	0.2176	0.7823		0.7823

Tabla 3.9. Viga Principal
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 1. Utilizando la columna **DT** que aparece en el diagrama de datos de la tabla 4.5, realice el patrón que se muestra a continuación sobre el papel.

Nota: Los diámetros de los agujeros de aligeramiento son de 1.9685 pulgadas, y la línea que está entre cortada es la línea mira y se encuentra ubicada en la mitad del margen de doblado y sirve para el momento de doblar las pestañas.

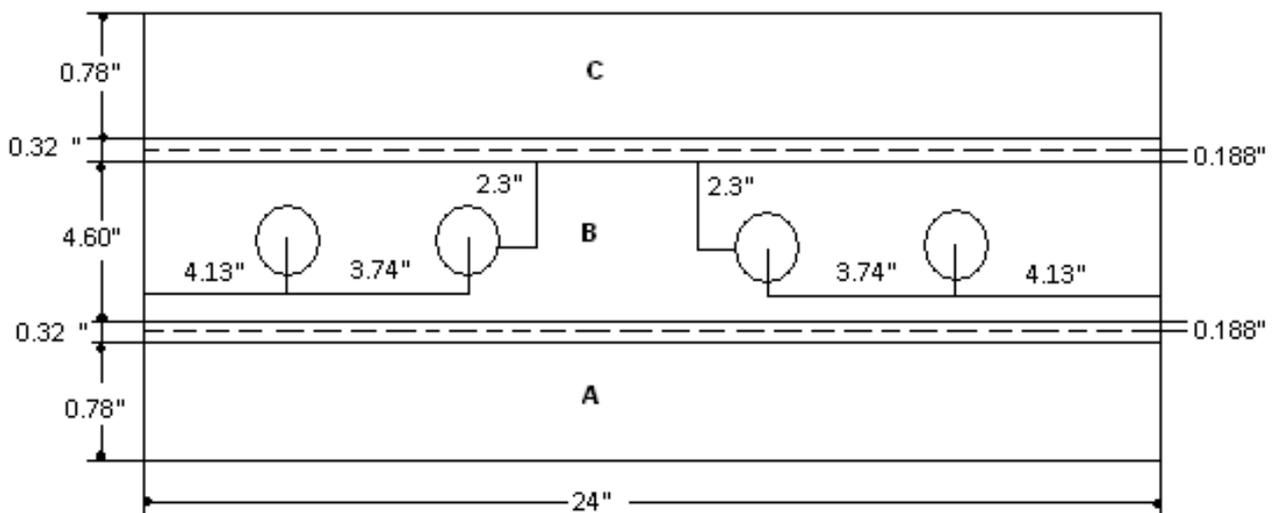


Figura 4.28. Patrón de diseño de la Viga del borde de ataque.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 2. Una vez desarrollado el patrón sobre el papel pídale al docente que compruebe su trabajo.

Paso 3. Como siguiente paso seleccione una lámina de 0.050" de espesor.

Paso 4. Ahora realice el mismo trazado que acabo de hacer en el papel sobre la lámina de aluminio que selecciono.



Figura 4.29. Trazado sobre la lámina.
Fuente: Investigación de Campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 5. Ya terminado el trazado del patrón en la lámina pídale al docente que verifique su trabajo.

Paso 6. Una vez aprobado su trabajo proceda a cortar la parte y dele un acabado a los bordes limándolos y lijándolos.



Figura 4.30. Corte y Limado de la lámina.
Fuente: Investigación de Campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 7. Doble la viga poniendo cuidado en colocar bien los márgenes de doblez en la quijada de la dobladora de cornisas y revisando el ángulo de doblado.



Figura 4.31. Doblado de la viga.
Fuente: Investigación de Campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 8. Siguiendo paso utilizando el taladro de pedestal y la broca de campana perfore los agujeros de aligeramiento. (Debe utilizar guantes de cuero para su protección y un bloque de madera en la parte de abajo de la lámina).



Figura 4.32. Perforación de agujeros de aligeramiento.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 9. Dele la parte terminada al docente para que se la evalúe.

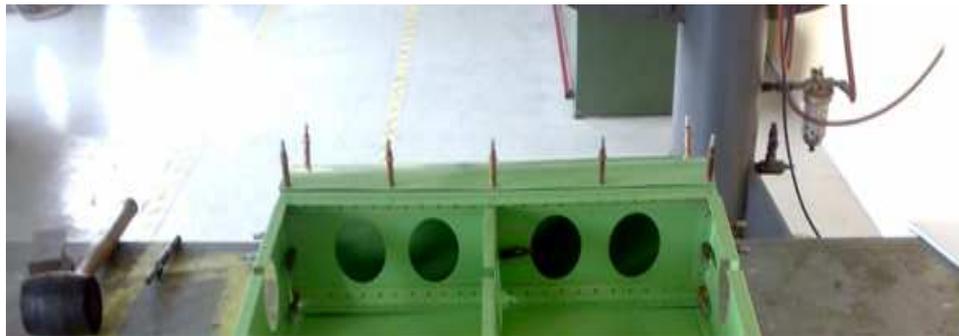


Figura 4.33. Viga del Borde de Ataque terminada.
Fuente: Investigación de Campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

3.5.4 FABRICACIÓN DE LOS LARGUERILLOS EXTRUIDOS.

Algunas aeronaves usan larguerillos extruidos para darle mayor resistencia al forro externo entre las costillas o miembros de contorno. Ahora haga usted una de estas partes de refuerzo.



Figura 4.34. Larguerillos en forma de “L”.
Fuente: Investigación de Campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Datos

- Material: Aluminio: 2024-T3
- Longitud: 24 pulgadas
- Espesor del metal: 0.040 de pulgada
- Radio del dobléz: 3/16 de pulgada

MLM (decimal)	LADO	Ret	DP	MD	DT
0.199”	A	0.094	0.105	-----	0.105
	45°	-----	-----	0.1629	0.1629
0.5501”	B	0.2275	0.3226	-----	0.3226
	90°	-----	-----	0.3258	0.3258
0.5501”	C	0.2275	0.3226		0.3226
	45°			0.1629	0.1629
0.199”	D	0.094	0.105		0.105

Tabla 3.10 Diagrama de datos.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 1. Utilizando la columna **DT** que aparece en el diagrama de datos de la Tabla 4.6, realice el patrón que se muestra a continuación sobre el papel.

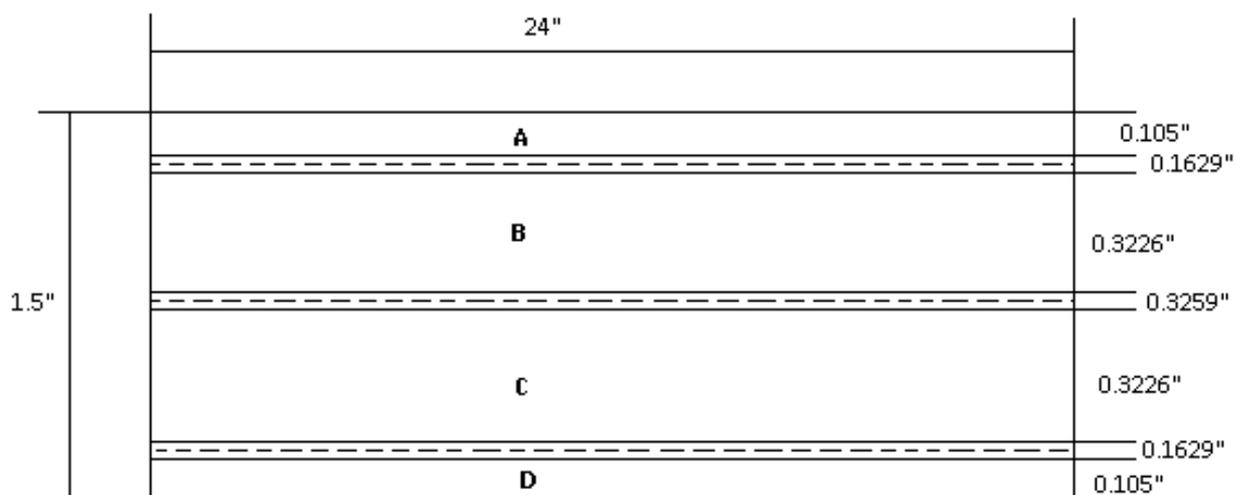


Figura 4.35. Patrón de diseño del Larguerillo en forma de "L".
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 2. Una vez desarrollado el patrón sobre el papel pídale al docente que compruebe su trabajo.

Paso 3. Como siguiente paso seleccione una lámina de 0.040" de espesor.

Paso 4. Ahora realice 5 trazados idénticos sobre la lámina de aluminio que selecciono.

Nota: Si prefiere realizar los 5 patrones en forma continua no existe ningún problema al contrario ahorra material, porque la línea de corte será la misma.



Figura 4.36. Trazado sobre la lámina.
Fuente: Investigación de Campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 5. Ya terminado el trazado del patrón en la lámina pídale al docente que verifique su trabajo.

Paso 6. Una vez aprobado su trabajo proceda a cortar las cinco partes y dele un acabado a los bordes limándolos.



Figura 4.37. Corte y Limado de la lámina.
Fuente: Investigación de Campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 7. Ya cortadas las cinco partes proceda a doblarlas teniendo en cuenta los márgenes de dobléz MD y los ángulos de dobléz.



Figura 4.38. Doblado de los larguerillos.
Fuente: Investigación de Campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 8. Dele la parte terminada al docente para que se la evalúe.



Figura 4.39. Larguerillos extruidos terminados.
Fuente: Investigación de Campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 9. Ahora van a desarrollar 2 pestañas adicionales, las cuales van a servir para unir el borde de ataque con los revestimientos tanto superior como inferior. Para mayor entendimiento observe la siguiente figura.



Figura 4.40. Pestañas adicionales de unión para la viga del borde de ataque.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 10. Ahora proceda a realizar el siguiente patrón que se le muestra sobre el papel.

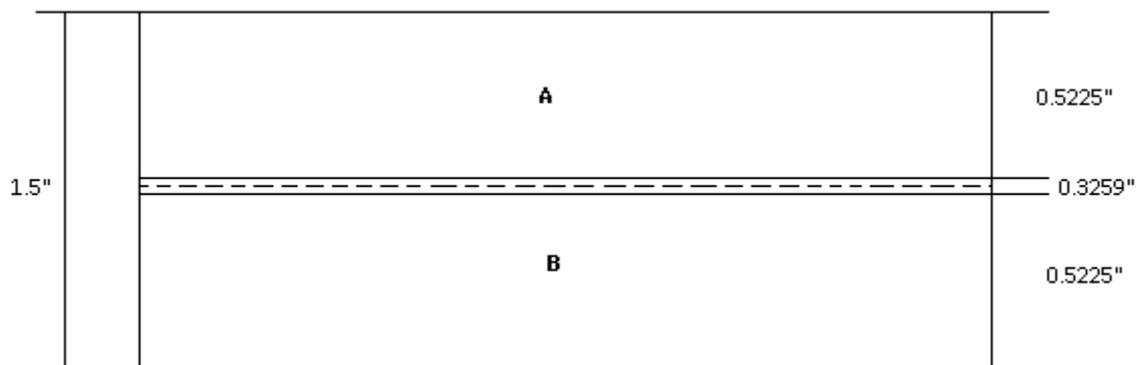


Figura 4.41. Patrón de diseño de las pestañas adicionales.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 11. Haga que el docente verifique su trabajo para su aprobación.

Paso 12. Una vez aprobado su trabajo proceda a realizar 2 patrones idénticos en la lámina de 0.040" de espesor.



Figura 4.42. Trazado del patrón sobre la lámina.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 13. Muestre su trabajo al docente para que verifique su correcto desempeño y proceda a cortar la lámina por los trazados que acabo de hacer.

Paso 14. Lime y lije los bordes de los cortes para darle un acabado liso.

Paso 15. Doble la pestaña teniendo en cuenta colocar bien los márgenes de doblado.

Paso 16. Presente su trabajo terminado al docente para su aprobación.



Figura 4.43. Pestañas en "L" terminadas.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 17. Como para este paso ya tiene fabricados la viga del borde de ataque y las pestañas adicionales que acabaron de fabricar, su siguiente tarea será marcar tres señales en las pestañas para ir montando las partes poco a poco. Observe la Figura 4.44, para obtener las medidas donde van ir ubicados los puntos.

Nota: La distancia de borde es de $5/16$ " y la distancia tomada entre los dos puntos dividen para dos para obtener la mitad que sale 11.68 ". Estas medidas deben ser marcadas en las dos pestañas.

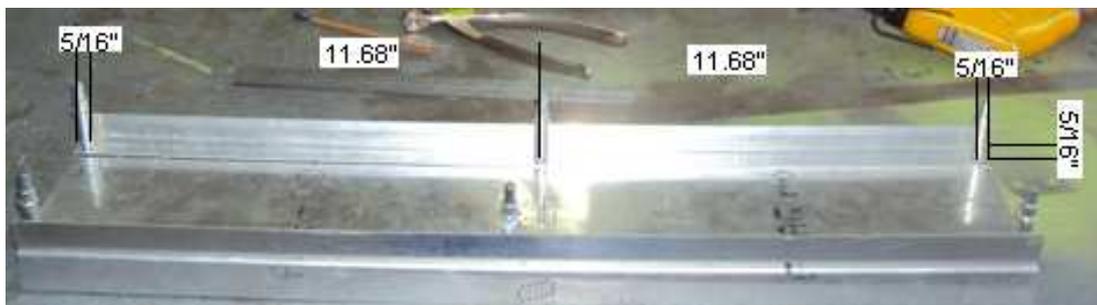


Figura 4.44. Ubicación de las marcas para taladrar.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 18. Una vez marcados los puntos donde va a pasar la broca, marque con el centro punzón y un martillo esas señales para evitar que al momento de taladrar la broca se resbale.

Paso 19. Con una broca de $3/32$ " taladre los puntos y vaya utilizando los clecos para ir sujetando la viga con la pestaña y evitar que le mueva las dos partes.



Figura 4.45. Taladrado de los orificios en las pestañas y viga del borde de ataque.

Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Su parte debe quedar unida de esta forma.



Figura 4.46. Pestañas taladradas y sujetadas con clecos a la viga.

Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

3.5.5 RECORTAR LOS REVESTIMIENTOS SUPERIOR E INFERIOR.

Paso 1. Trazar las medidas que se le proporciona en la siguiente figura en la lámina de 0.040" de espesor.

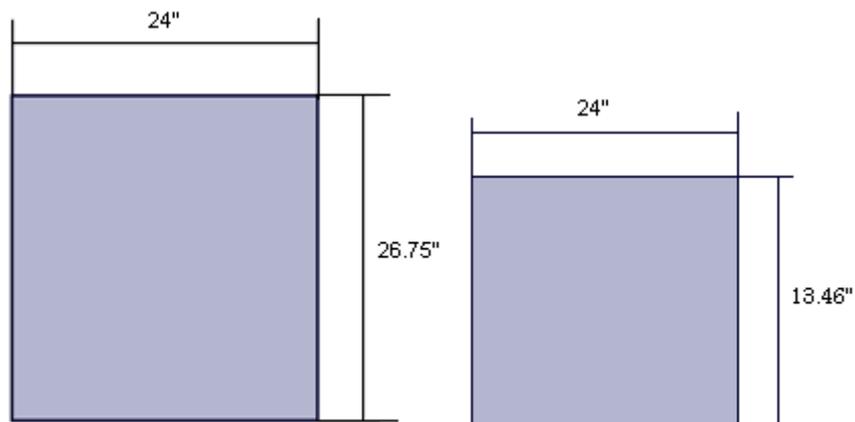


Figura 4.47. Medidas del revestimiento superior e inferior.

Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 2. Recortar las láminas en la cizalla eléctrica.



Figura 4.48. Corte de la lámina en la cizalla hidráulica.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 3. Limar y lijar los bordes para darle un acabado liso.



Figura 4.49. Limado y lijado de los bordes de la lámina que corto.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 4. Preséntele su trabajo a su docente para su aprobación.



Figura 4.50. Revestimientos cortados.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 5. Tome la lámina que mide 24" de ancho por 26.75" de largo y marque los siguientes puntos para taladrar. (Acentué las marcas con el centro punzón y un martillo).

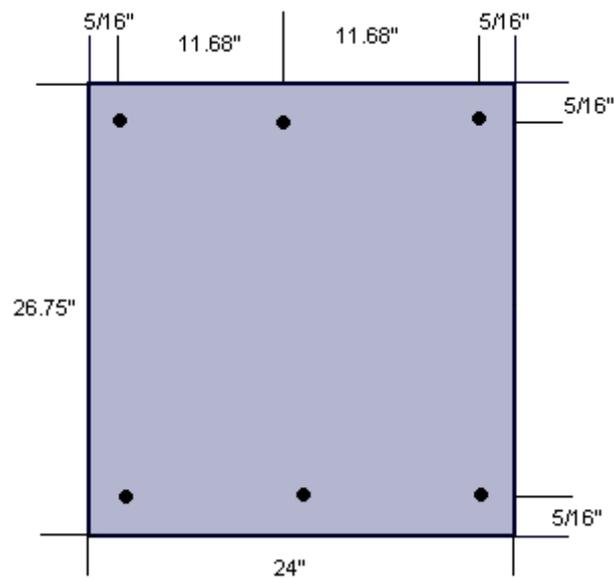


Figura 4.51. Ubicación de los puntos en el revestimiento.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 6. Tome la viga del borde de ataque y ubique el revestimiento de 24"X26.75" sobre una de las pestañas posteriores de la viga. Ayúdese de la ilustración.

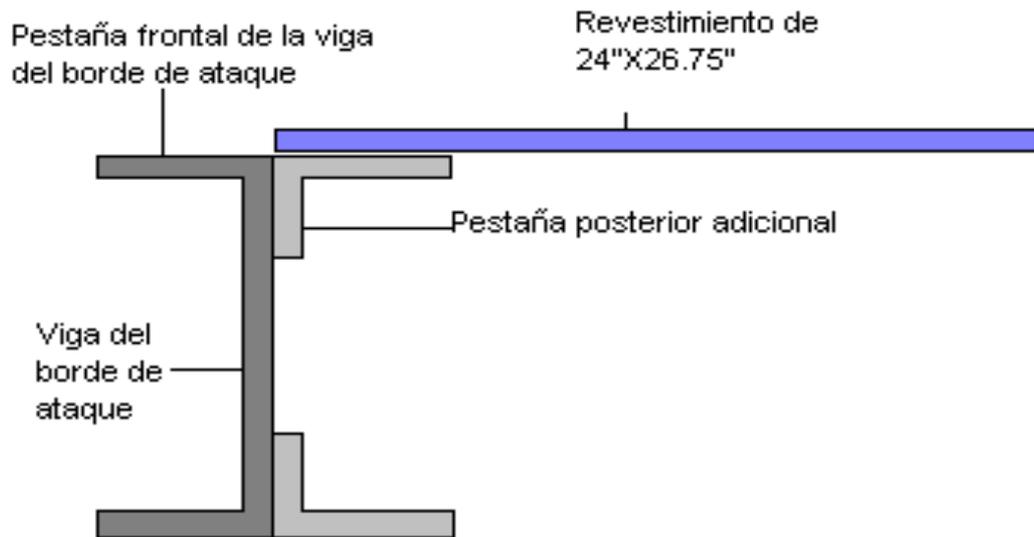


Figura 4.52. Ubicación de las partes.
Elaborado por: Andrés Balcázar.



Figura 4.53. Ubicación de las partes.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Nota: Al momento de ubicar el revestimiento cerciórese de que esté alineado con los bordes de la pestaña de la viga.

Paso 7. Una vez escuadrado proceda a taladrar los 3 orificios que señaló anteriormente en el revestimiento de 24"X26.75". Estos orificios deben traspasar el revestimiento y las pestañas. Observe la figura.

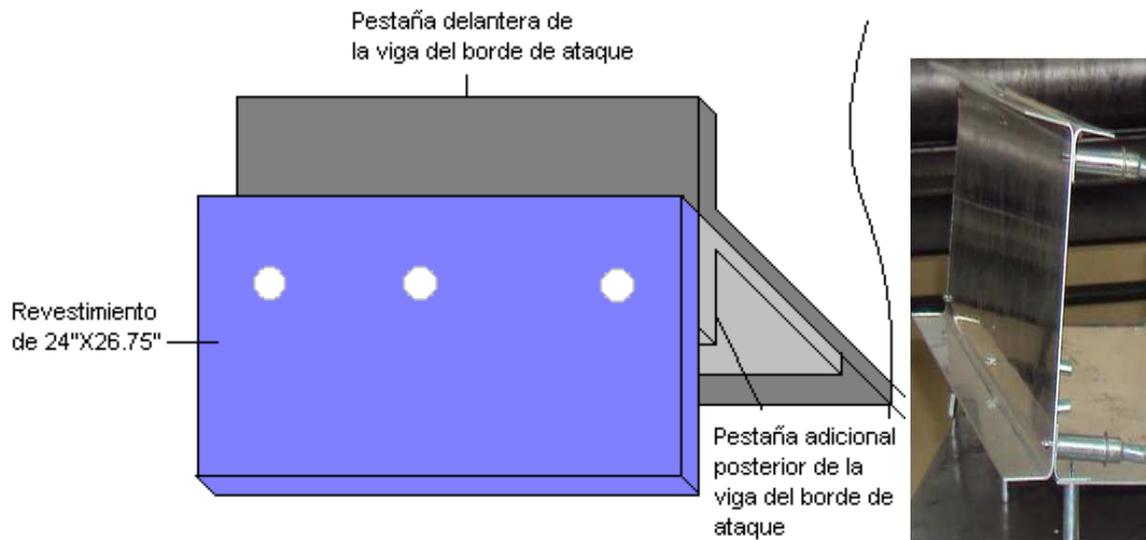


Figura 4.54. Orificios taladrados.
 Fuente: Investigación de Campo.
 Elaborado y editado por: Andrés Balcázar.

Paso 8. Tome la viga del borde de salida y ubique una de las pestañas sobre el revestimiento de 24"X26.75" como se le indica en la siguiente figura.



Figura 4.55. Ubicación de la viga de borde de salida.
 Fuente: Investigación de campo.
 Editado por: Andrés Balcázar.

Nota: verifique que los bordes de la viga con los bordes de la pestaña estén bien alineados.

Paso 9. Taladre los orificios que se encuentran marcados en el revestimiento. Observe la Figura 4.51.

Paso 10. Ahora sujete con clecos las partes que acabo de taladra y su trabajo debe quedar así.

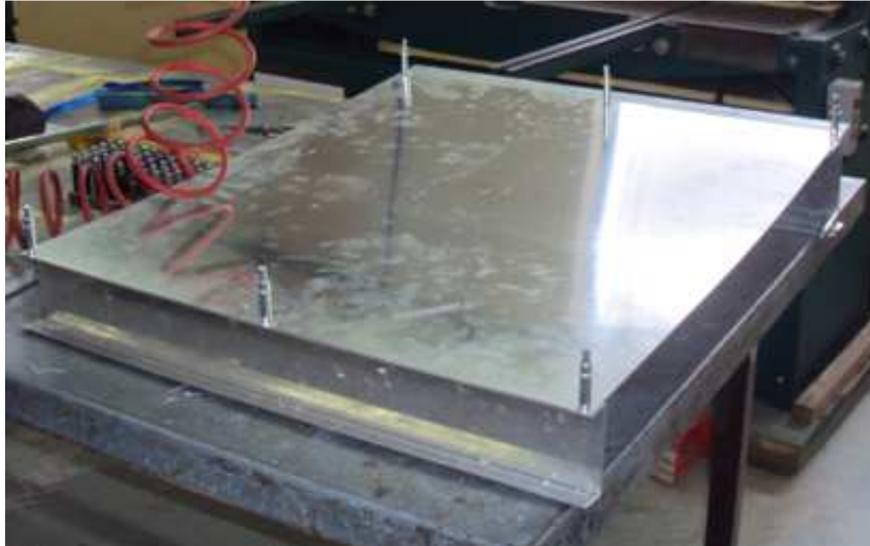


Figura 4.56. Partes ensambladas.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

3.5.6 FABRICACIÓN DE LAS COSTILLAS DEL ALA

Su siguiente tarea consistirá en la fabricación de tres costillas. Observe que hay tres diagramas de datos para el mismo trazado (Tablas 4.7, 4.8 y 4.9). Esto se debe a que el trazado de las costillas se angosta de 5 a 3 pulgadas. Los orificios que presentan las costillas se llaman “orificios de aligeramiento” (Para restar el peso de la parte). Su nombre obedece a la función que tienen; aligeran el peso de la parte y, en consecuencia, el peso total del avión. La Figura 4.57 y 4.58 le proporciona toda la información necesaria para sus diagramas de datos. Primero haga un trazado sobre papel y luego sobre metal. Para las tres costillas solo se requiere un trazado sobre papel.

Aplique los siguientes procedimientos para el trazado de su primera costilla sobre papel y sobre metal. Cuando termine su primer trazado presénteselo a su docente para que este verifique su exactitud, antes de seguir adelante.

Datos

- Material: Aluminio 2024-T3
- Espesor del metal: 0.040 de pulgada
- Todos los dobleces: $90^\circ \pm 2^\circ$
- Orificios de alivio de tensión de 3/16 de pulgada.

MLM	LADO	MLM(decimal)	Ret	DP	MD	DT
1"	D	1.00	0.228	0.772	-----	0.772
	90°	-----	-----	-----	0.326	0.326
27.55"	A	27.55	0.456	27.094	-----	27.094
	90°	-----	-----	-----	0.326	0.326
1"	E	1.00	0.228	0.772	-----	0.772

Tabla 3.11. Diagrama de Datos (Lados D, A, E)
Elaborado por: Andrés Balcázar.

MLM	LADO	MLM(decimal)	Ret	DP	MD	DT
1"	B	1.00	0.228	0.772	-----	0.772
	90°	-----	-----	-----	0.326	0.326
5"	A	5.00	0.456	4.544	-----	4.544
	90°	-----	-----	-----	0.326	0.326
1"	C	1.00	0.228	0.772	-----	0.772

Tabla 3.12. Diagrama de Datos (Lados B, A, C).
Elaborado por: Andrés Balcázar.

MLM	LADO	MLM(decimal)	Ret	DP	MD	DT
1"	B	1.00	0.228	0.772	-----	0.772
	90°	-----	-----	-----	0.326	0.326
3"	A	3.00	0.456	2.544	-----	2.544
	90°	-----	-----	-----	0.326	0.326
1"	C	1.00	0.228	0.772	-----	0.772

Tabla 3.13. Diagrama de Datos (Lados A, B, C).
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 1. Trace el patrón de la costilla sobre el papel fijándose en el diseño que se muestra a continuación. (Todas las medidas están en pulgadas).

Nota: Los centros de las circunferencias se le enseñara a trazar más adelante por el momento trace únicamente las otras medidas.

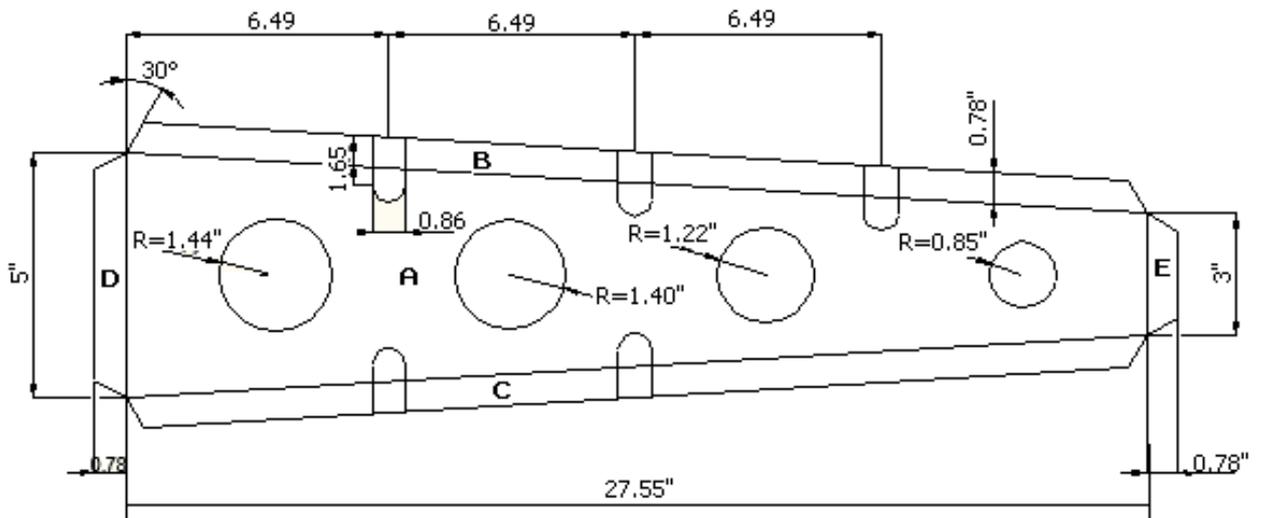


Figura 4.57. Patrón de diseño de la parte intermedia de la costilla.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

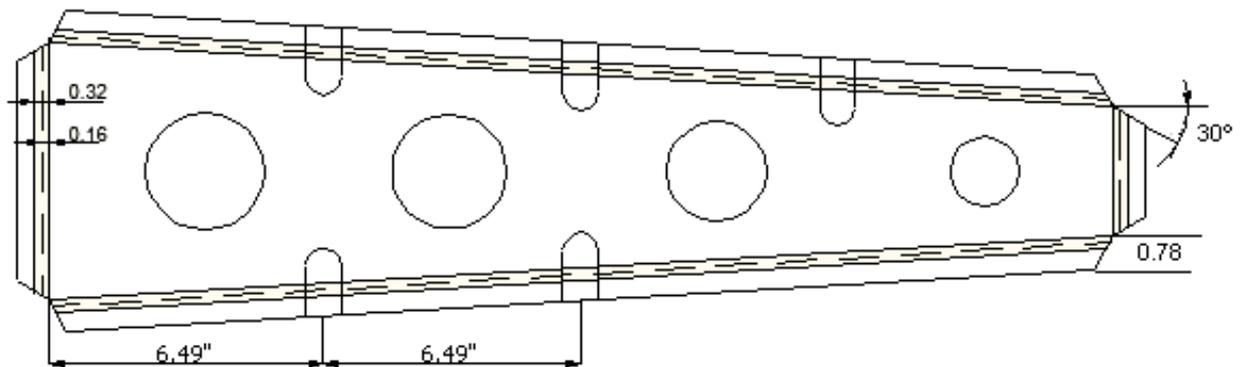


Figura 4.58. Patrón de la parte intermedia de la costilla.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 2. Una vez realizado el diseño sobre el papel, ejecute el mismo diseño sobre la lámina de aluminio de 0.040" de espesor.

Nota: Con el motivo de no desperdiciar material es recomendable realizar los diseños de los moldes de las 3 costillas en la misma lámina para poder ubicarlas seguidas y en sentido contrario, ya que la línea de corte será la misma para las costillas que se encuentren juntas. Para mejor entendimiento guíese en la siguiente ilustración.

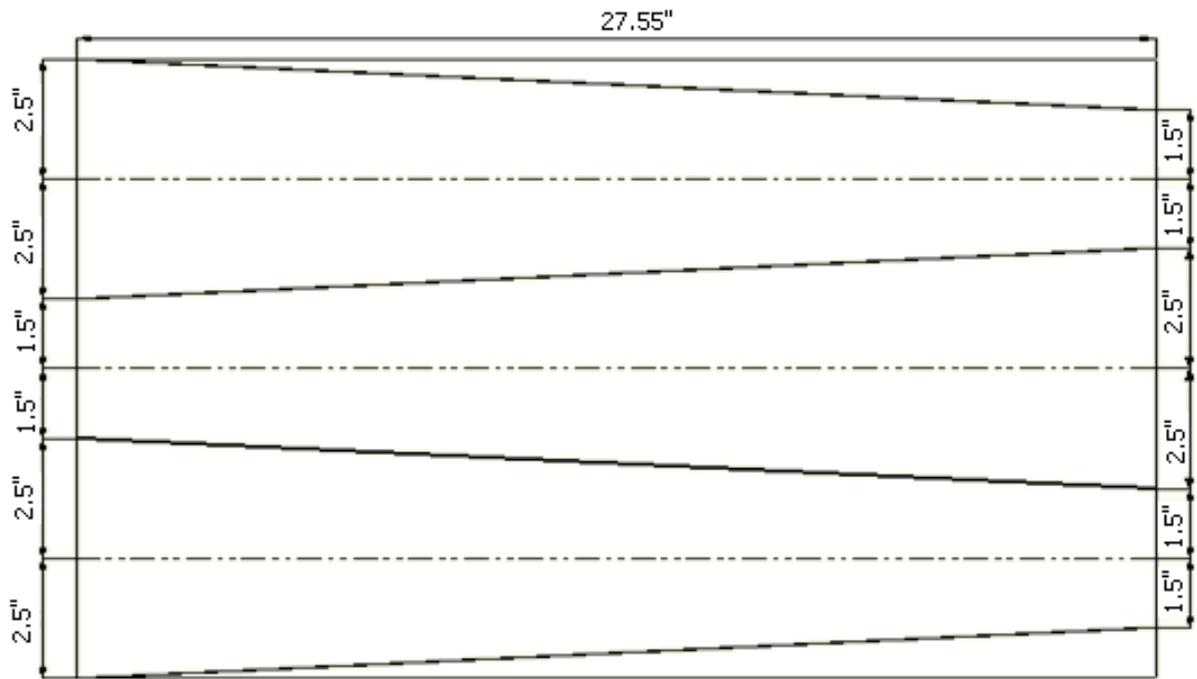


Figura 4.59. Tres trazados de las partes intermedias de la costilla en la lámina.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 3. Corte el molde de las costillas en la cizalla “únicamente los trazos exteriores que se encuentra con negrillas”.

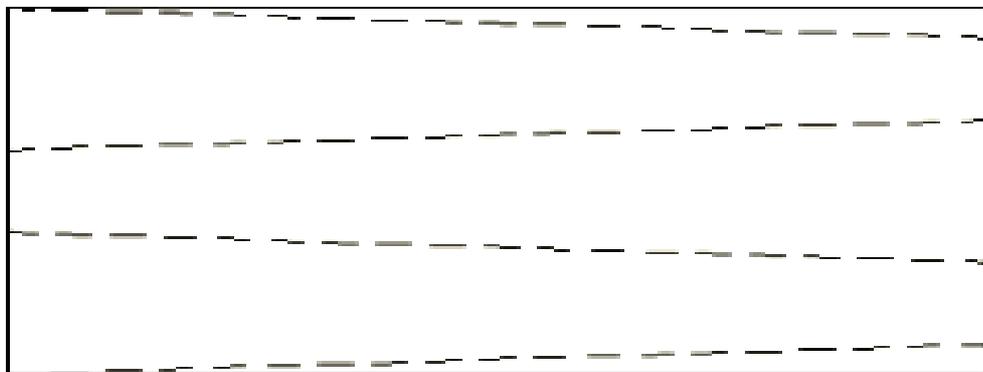


Figura 4.60. Líneas acentuadas con el gramil para cortar.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 4. Trace las medidas que se indica en el grafico en la lámina de aluminio que acaba de cortar, para señalar los orificios de alivio.

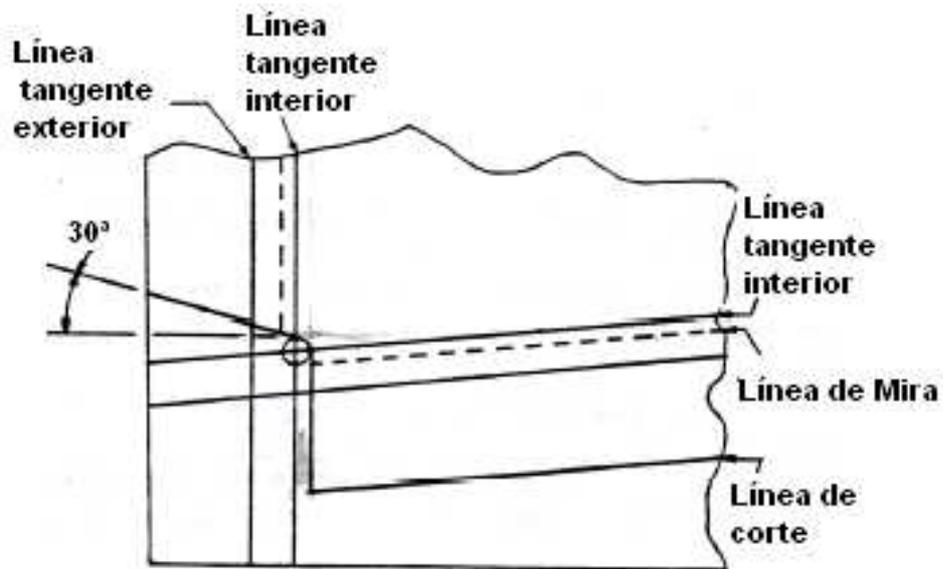


Figura 4.61. Trazo de los orificios de Alivio de Tensión.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de. Manual de la IAAFA.

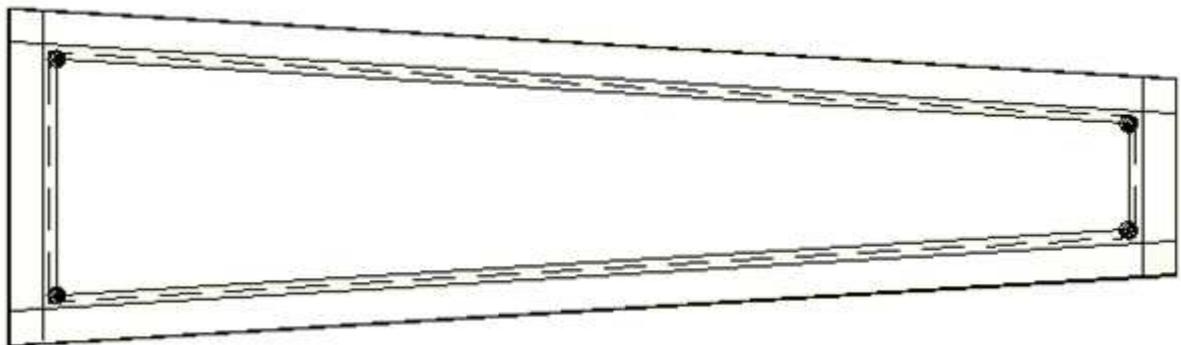


Figura 4.62. Ubicación de los orificios de Alivio de Tensión.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 5. Utilice el taladro con una broca de 3/16" para hacer los orificios de alivio.



Figura 4.63. Taladrado de los orificios de Alivio de Tensión.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 6. Trace las líneas que se le indica a continuación a 30 grados escuadrando desde el punto como se indica en la ilustración.

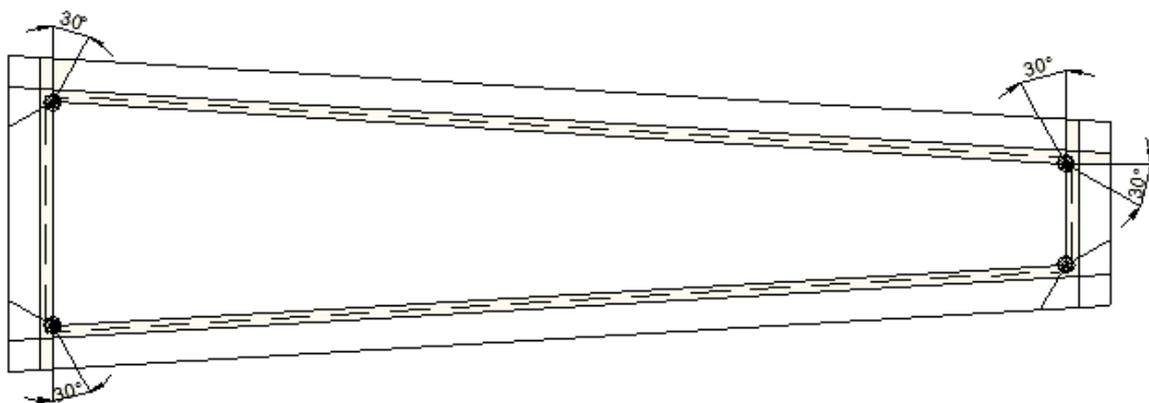


Figura 4.64. Trazado de las líneas de corte a 30°. Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 7. Utilizando la cizalla manual proceda a cortar las líneas que acabo de trazar. Y su trabajo debe terminar de la siguiente forma.

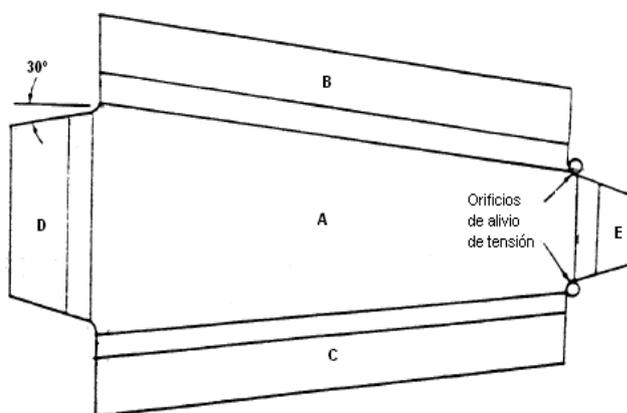


Figura 4.65. Corte con la cizalla manual o sin garganta. Fuente: Investigación documental y de campo. Tomado de: Manual de la IAAFA y fotografías.

Paso 8. Proceda alinear la línea de mira con la quijada de abajo de la dobladora de cornisas, ya seguro de que están alineados doble las pestañas de las costillas a un ángulo de 90 grados.



Figura 4.66. Doblado de las pestañas en la dobladora de caja.
 Fuente: Investigación de campo.
 Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 9. Realice los siguientes trazos en las costillas para elaborar las ranuras donde van a caber los larguerillos extruidos. Para su ayuda se le muestra la siguiente ilustración.

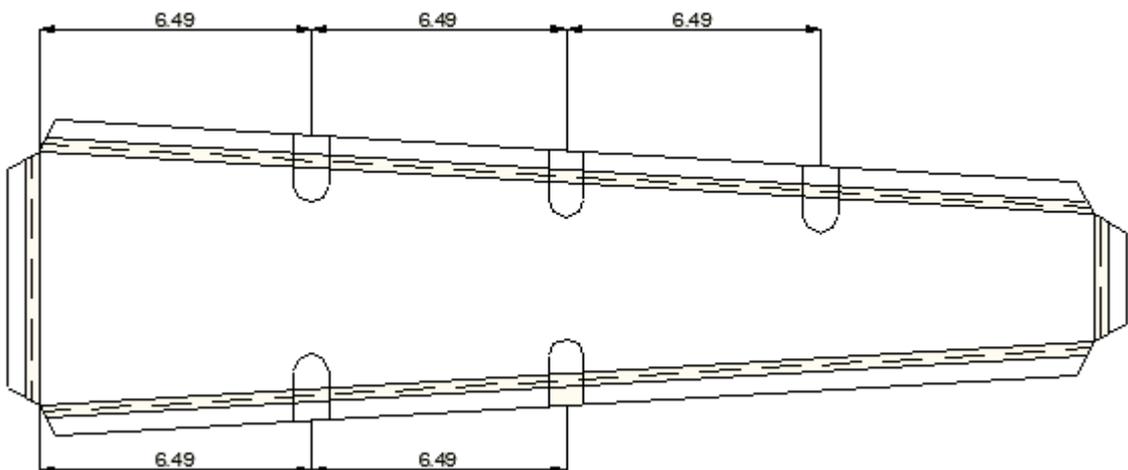


Figura 4.67. Ubicación de las ranuras donde caben los larguerillos extruidos.
 Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 10. Una vez obtenidas las medidas de profundidad y ancho de las ranuras procedan a utilizar la sierra para cortar contornos de metal o una sierra manual y corte el material. Guíese en la siguiente ilustración.

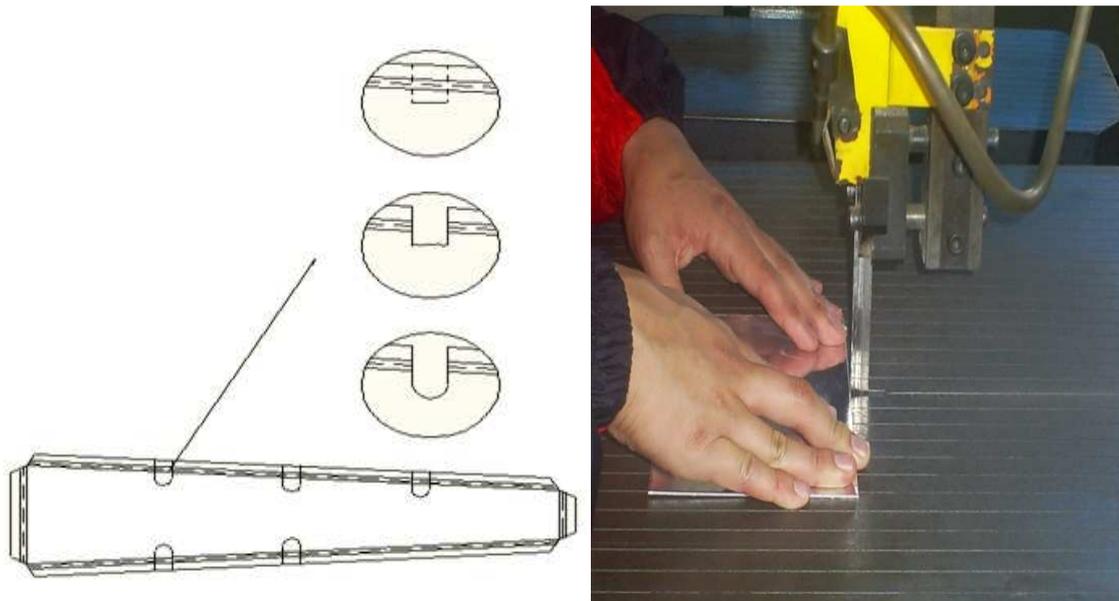


Figura 4.68. Corte de las ranuras donde caben los larguerillos.

Fuente: Investigación de campo.

Editado y elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 11. Se van a encontrar con que el material no esta cortado en su totalidad y no se lo podrá cortar con facilidad con la sierra así que se le recomienda no hacerlo y solicitar un alicate y con ayuda de este proceder a mover en forma oscilatoria la parte cortada hasta lograr que el material se fatigüe y se rompa a través de esta acción.

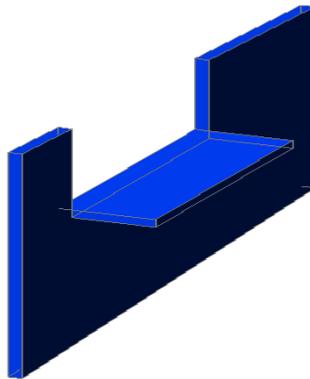


Figura 4.69. Material de las ranuras que no esta cortado.

Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 12. Una vez roto el material tendrá un acabado tosco, no se preocupe y busque una lima redonda y comience a limar ese borde hasta lograr un acabado semilunar como se muestra en el gráfico.



Figura 4.70. Ranura donde caben los larguerillos extruidos ya terminado.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 13. Muestre su trabajo que acabo de realizar a su docente para que le de su aprobación.

Paso 14. Trace los centros y las circunferencias de los agujeros de aligeramiento como se ilustra en la siguiente Figura.

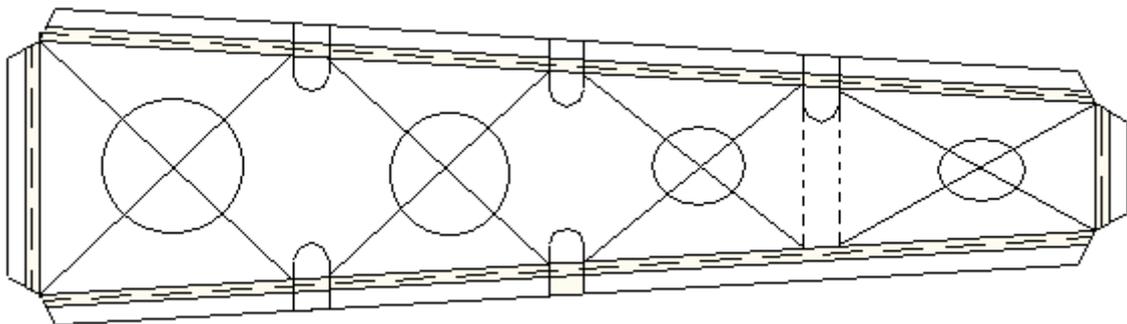


Figura 4.71. Trazo de los centros de los agujeros de aligeramiento.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

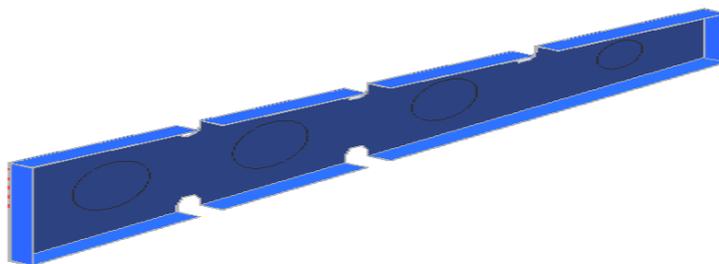


Figura 4.72. Trazo de los centros de los agujeros de aligeramiento.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 15. Como siguiente van a realizar los agujeros de aligeramiento utilizando el taladro de pedestal con la broca de campana. Mire los diámetros de los agujeros en la figura 4.58.



Figura 4.73. Perforación de los agujeros de aligeramiento.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 16. Una vez culminado con el trabajo sus costillas deberán estar de esta forma.

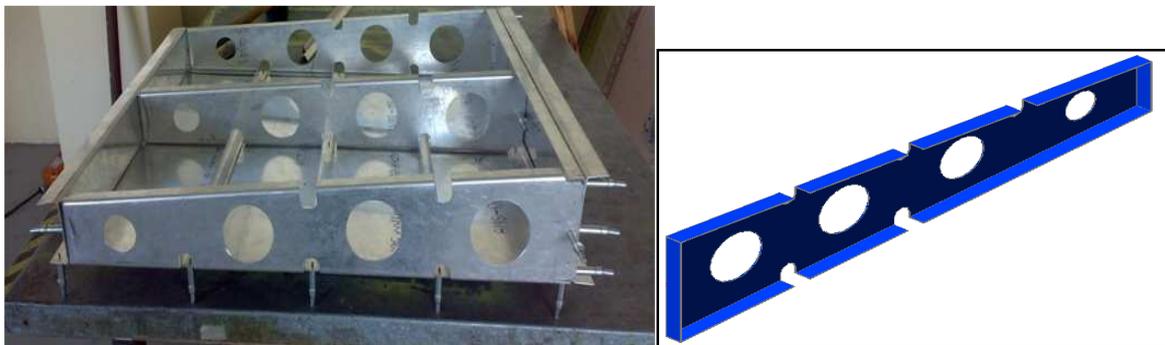


Figura 4.74. Partes intermedias de las costillas terminadas.
Fuente: Investigación de campo.
Editado y elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 17. Ahora su próxima tarea será realizar las partes complementarias de las costillas que van ir ubicadas en el borde de ataque, para esto primero necesitaremos cortar una lámina de 24" de ancho por 15.74" de largo. En la siguiente figura se indican todas las medidas que va a necesitar.

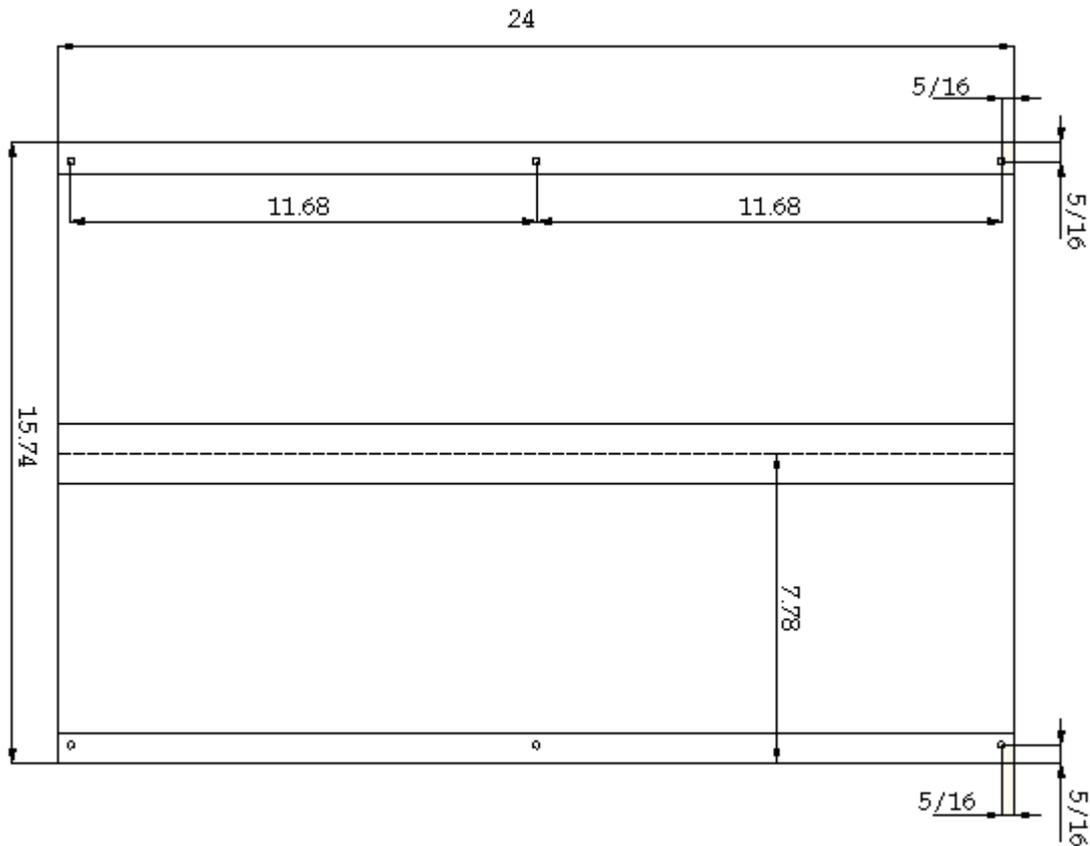


Figura 4.75. Patrón de diseño del perfil alar.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 18. Una vez cortada la lámina procederán a dividirla en la mitad.

Paso 19. Para el siguiente paso necesitarán comprar un tubo de 1 ½ pulgadas el cual servirá para formar el ángulo del perfil alar y este tubo debe ir bien sujetado con alambre en la mitad de la lámina que acabaron de señalar. Si existen dudas guíense en la siguiente ilustración.

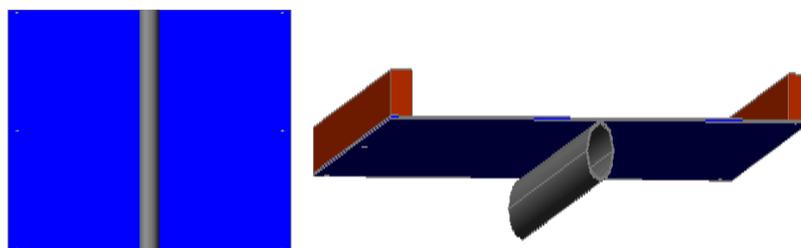


Figura 4.76. Ubicación del tubo en la lámina del perfil alar.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 20. Ya sujetado el tubo ahora necesitarán unas dos maderas de cualquier medida, pero que sean resistentes para poderlas taladrar y sujetar de la siguiente forma.

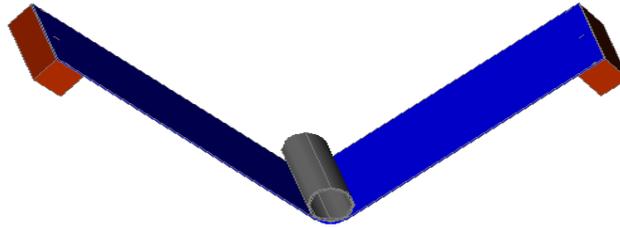


Figura 4.77. Ubicación de las maderas en la lámina del perfil alar.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Nota: Los agujeros que va a perforar a la lámina y los maderos deben estar ubicados en las distancias que se muestran en la siguiente ilustración. (Las medidas deben ser trazadas en la lámina).

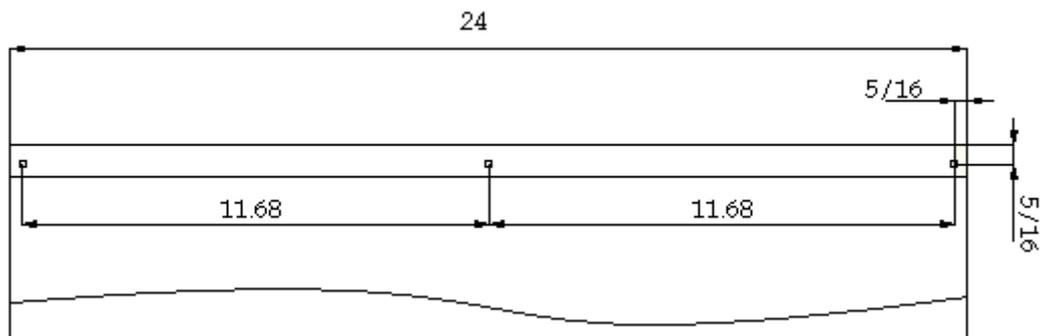


Figura 4.78. Ubicación de los orificios en la lámina del perfil alar.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 21. Taladrar los orificios con una broca de 3/32" y poner pernos del mismo diámetro de los orificios para lograr sujetar la lámina con las maderas.

Paso 22. Una vez hecho eso, este paso se le tornará complicado pero no desista, consiga una cuerda y amárrela con fuerza al perfil de ésta forma, y déjela por una semana hasta lograr conservar el ángulo del tubo en la lámina.



Figura 4.79. Perfil alar sujetado para darle el ángulo.
Fuente: Investigación de campo y documental.
Elaborado y editado por: Andrés Balcázar.

Paso 23. El perfil debe quedar de esta forma al momento de soltarlo de la cuerda.



Figura 4.80. Perfil alar con el ángulo formado.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 24. Una vez culminado con la forma del perfil procederán a taladrar los mismos orificios que tiene el perfil ahora en las pestañas de la viga de borde ataque. La siguiente figura le servirá como ilustración.



Figura 4.81. Marcas para taladrar las pestañas delanteras de la viga del borde de ataque.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 25. Ya taladrada tanto la pestaña de arriba como la pestaña de abajo de la viga del borde de ataque, ahora proceda a sujetar las dos partes con clecos para tenerlo de esta forma.



Figura 4.82. Perfil alar sujetado a las pestañas de la viga del borde de ataque.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 26. Con ayuda de las partes sujetadas procederán a dibujar sobre un cartón el molde para la fabricación de las partes delanteras de las costillas. Básese en la siguiente Figura.



Figura 4.83. Trazado del molde de la parte delantera de la costilla sobre el cartón.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 27. Su siguiente tarea será recortar el molde del cartón y verificar que coincida exactamente con el interior del perfil alar.



Figura 4.84. Recortado del molde de cartón.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 28. Una vez comprobado que el molde del cartón es el idóneo, ahora van a construir dos moldes de madera con las medidas del molde del cartón que acabaron de recortar.

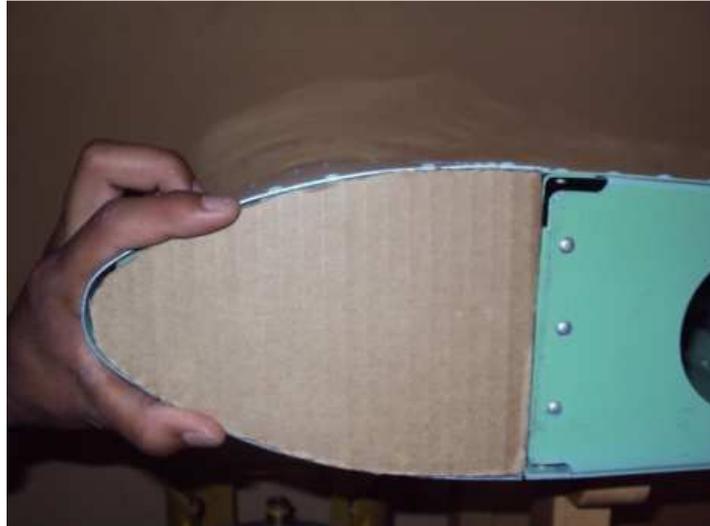


Figura 4.85. Comprobación de coincidencia del molde del cartón sobre el perfil alar.

Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Estos moldes van a tener un desbaste con un ángulo aproximado de 30° como se muestra en la Figura.



Figura 4.86. Molde de madera.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 29. Ya contruidos los moldes de madera, su siguiente tarea será la de diseñar un patrón sobre la cartulina, si prefiere traza este patrón con ayuda del molde de madera hágalo, pero tenga en cuenta que van añadir las medidas de 0.7874 pulgadas para las pestañas con el objetivo de tener donde remachar el perfil alar en el la parte que van a fabricar.

Paso 30. Tome el molde de madera y trace su forma sobre la cartulina.

Nota: La parte más grande debe ser trazada.



Figura 4.87. Trazado del molde de cartulina con ayuda del molde de madera.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 31. Mida 0.78" desde las líneas de la figura que acabo de trazar para señalar las pestañas donde van a ir sujetadas las partes.



Figura 4.88. Trazado de las medidas de las pestañas en el molde de cartulina.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 32. Trace las líneas que se le indica a continuación.



Figura 4.89. Alargamiento de las líneas para que se corten entre sí.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 33. Recorte las líneas que acabo de trazar.

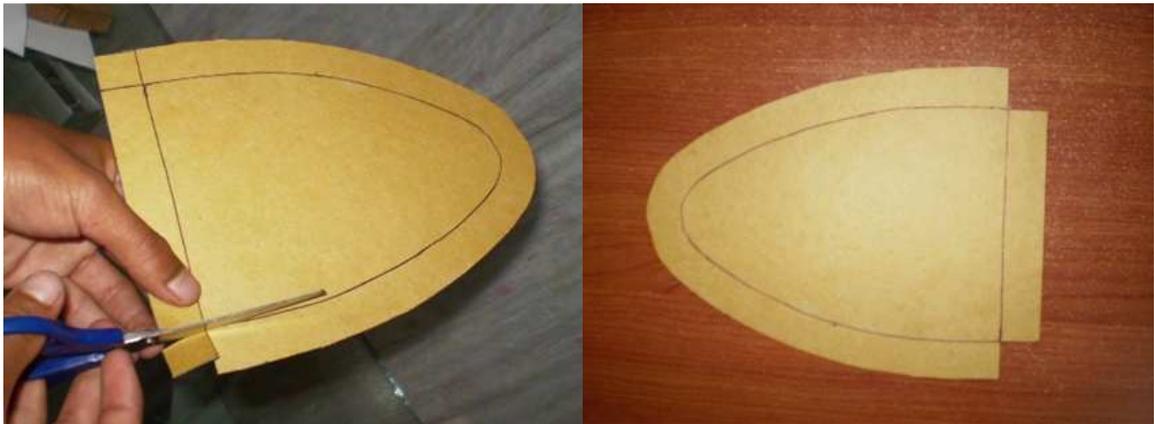


Figura 4.90. Recortado del espacio que se formo.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 36. Doble las pestañas de la cartulina como se le indica en la Figura.

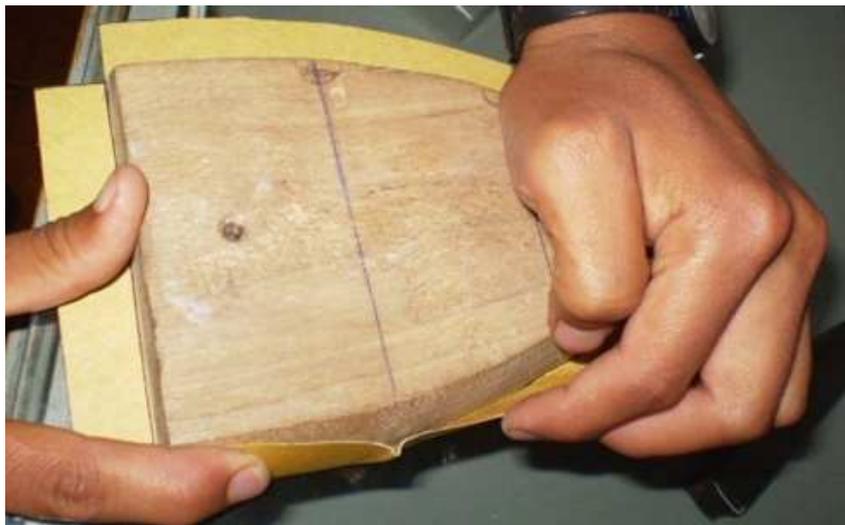


Figura 4.91. Doblado de las pestañas de la cartulina hacia adentro para ver donde se arruga.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 34. Marque una línea recta en la parte frontal de la pestaña tomando como referencia las arrugas que se formaron en esa parte.

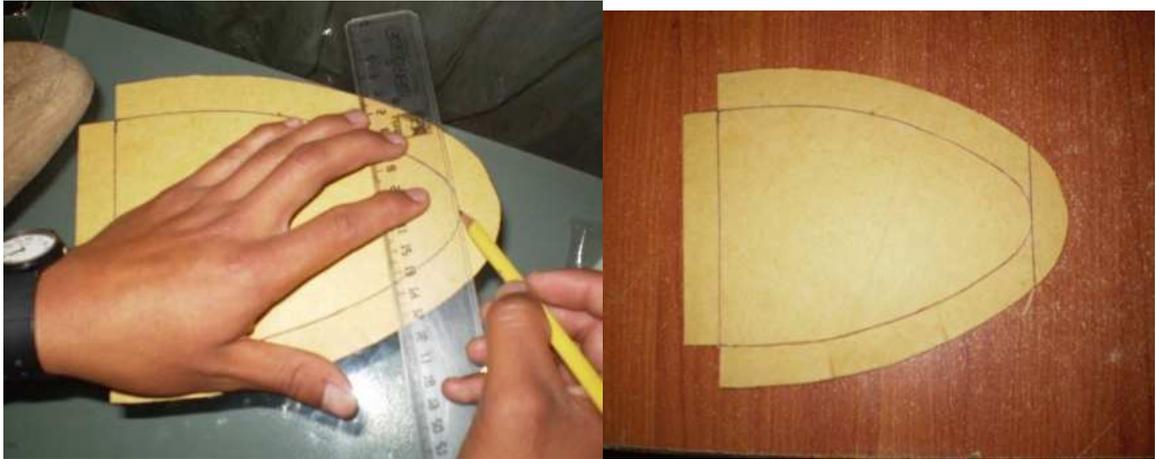


Figura 4.92. Trazado de una línea recta donde se formo las arrugas en la parte delantera.

Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 35. Ahora corte esa parte.

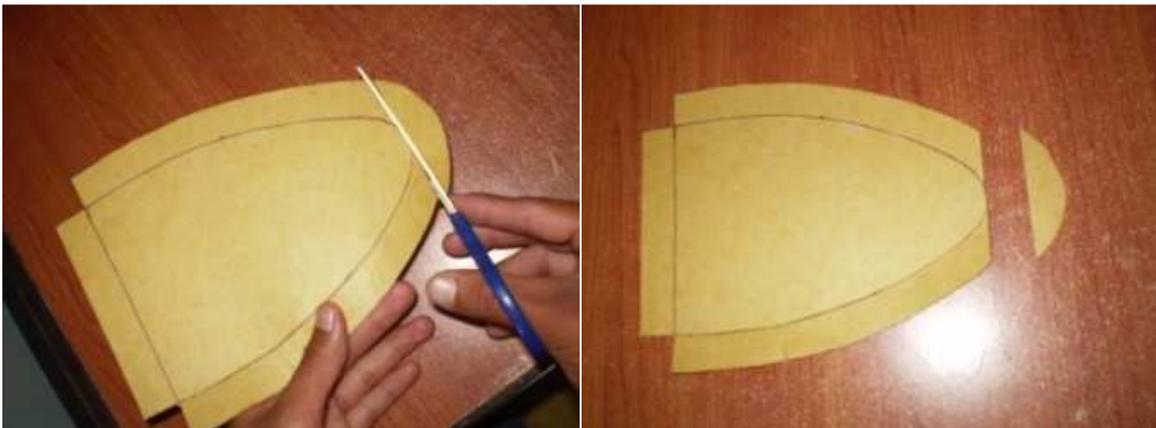


Figura 4.93. Recortado del espacio que trazo.

Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 36. Trace 2 líneas donde se le formo los dos primeros dobleces en la primera pestaña de un lado derecho. Estas líneas son recomendables trazar para que los agujeros del otro lado salgan en la misma ubicación y la parte sea simétrica.



Figura 4.94. Trazado de las líneas ubicación de las ranuras.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 37. Trace desde la parte donde se le arruga la cartulina hacia derecha 0.29 " e igual la misma medida tomada desde la arruga hacia la izquierda. Guíese en la figura.



Figura 4.95. Trazado de las líneas para las ranuras a 0.29"

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 38. Ya hecho esto recorten los agujeros de esta forma.

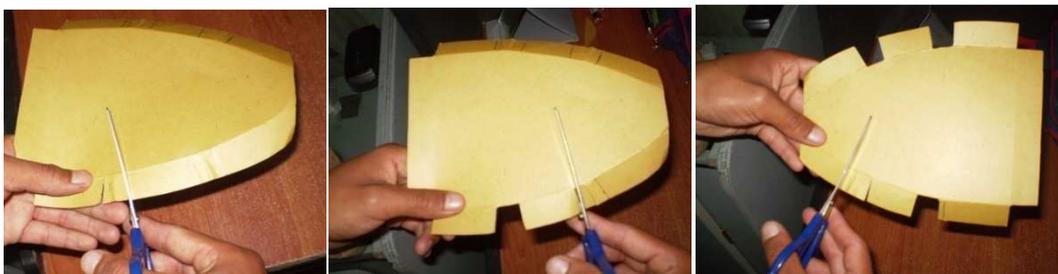


Figura 4.96. Recortado de las ranuras del molde de cartulina.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 39. Su molde le debió quedar de esta forma.



Figura 4.97. Molde de cartulina terminado.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 40. Una vez elaborado el molde en la cartulina, su siguiente paso será trazar ese molde en la lámina de aluminio de 0.040" de espesor.

Paso 41. Ahora ya con los trazos efectuado corte la lámina, para esto ayúdese de la cizalla manual y haga los cortes tratando de darle la forma del diseño; no lograra cortar el diseño exactamente pero para lograr obtener la forma correcta de la parte utilizarán una máquina lijadora.



Figura 4.98. Lijado de la parte delantera de las costilla para darle su forma.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 42. Dada ya la forma correcta a la parte ahora proceda a cortar las ranuras que se muestran a continuación.



Figura 4.99. Parte delantera lijada.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 43. Taladre dos orificios con una broca de 3/16" los cuales van a traspasar la lámina y los moldes de madera. Guíese en la siguiente ilustración.

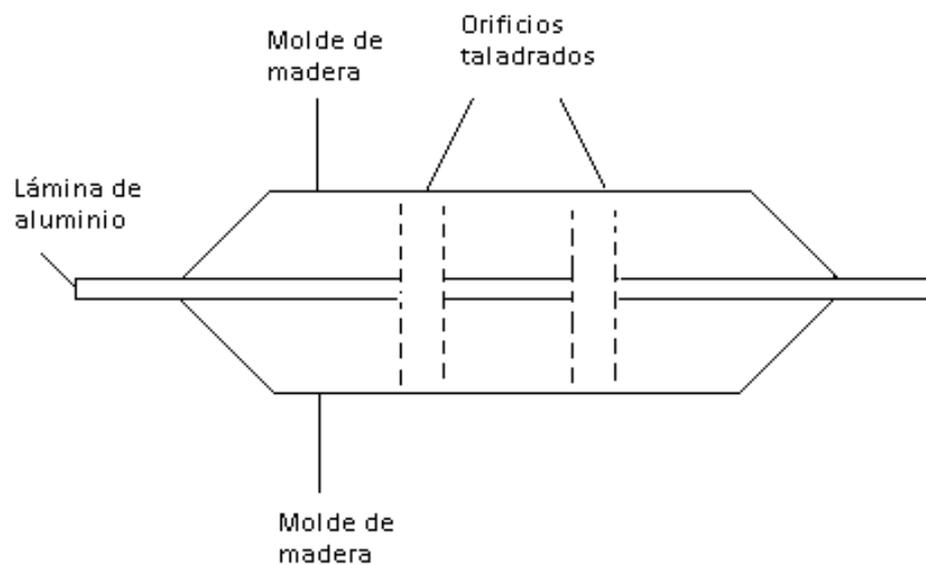


Figura 4.100. Orificios taladrados en los moldes y parte delantera de la costilla.
Elaborado por: Andrés Balcázar.



Figura 4.101.

. Orificios taladrados en los moldes y parte delantera de la costilla.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 44. Compre dos tornillos con tuercas del mismo diámetro y sujete los moldes con la lámina en medio.

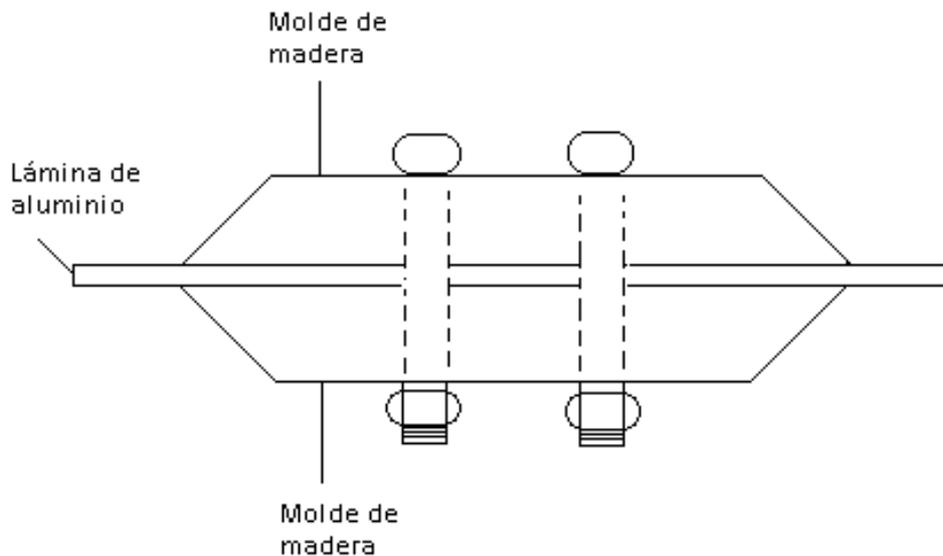


Figura 4.102. Instalación de tornillos en los moldes de madera y parte delantera de la costilla.

Elaborado por: Andrés Balcázar.

Nota: Antes de proceder a doblar las pestañas de las partes recortadas deben tener en cuenta que dos de las partes deben tener los dobleces de las pestañas o bien a la izquierda o la derecha mientras que la tercera deberá tener las pestañas

dobladas al lado contrario observe el siguiente grafico para que entienda el porque de esta recomendación.



Figura 4.103. Demostración de cómo deben ir ubicadas las partes delanteras.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 45. Ya sujeta la lámina su siguiente tarea es con ayuda de la maceta de caucho proceder a golpear las pestañas para ir las doblando y que vayan tomando la forma de los moldes.



Figura 4.104. Doblado de las pestañas en el molde.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 46. Ya terminadas las partes entréguele a su docente para que verifique su trabajo.

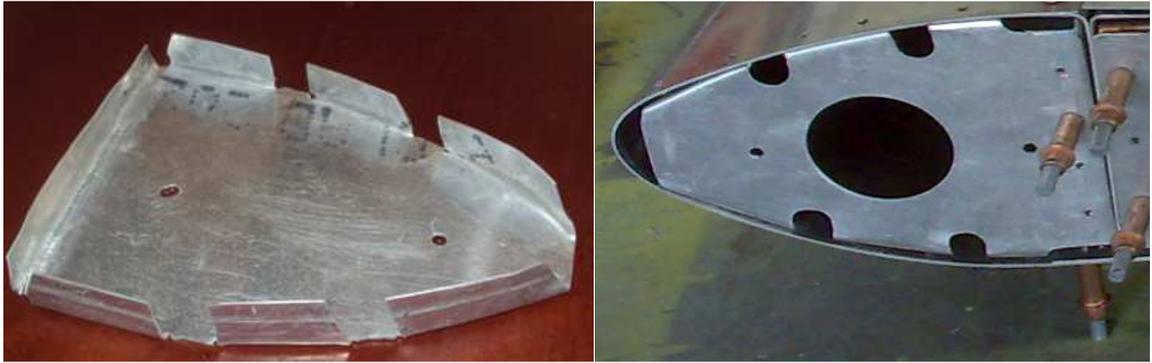


Figura 4.105. Parte delantera de la costilla terminada.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 47. Dibujar el siguiente patrón sobre el papel.

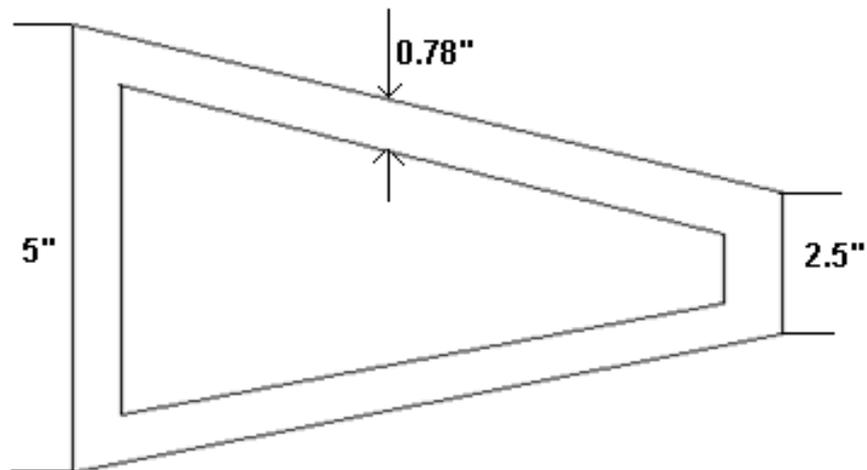


Figura 4.106. Patrón de diseño de la parte posterior de la costilla.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 48. Una vez realizado el diseño sobre el papel preséntele a su docente para su aprobación.

Paso 49. Ya aprobado su trazado ahora realice el mismo trazado sobre la lámina de 0.040" de espesor.



Figura 4.107. Trazado del patrón sobre la lámina.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 50. Utilice la cizalla hidráulica y corte las líneas del contorno de la parte que trazo sobre la lámina.



Figura 4.108. Corte de la parte trazada.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 51. Corte las líneas que trazo a 30° en las pestañas con la cizalla manual.

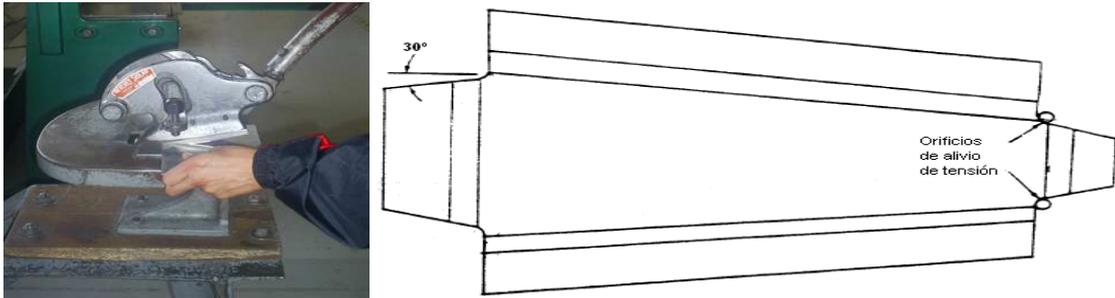


Figura 4.109. Cortado de las líneas de 30 grados.
Fuente: Investigación de campo y documental.
Editado y elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 52. Trace las siguientes líneas en las pestañas horizontales como indica el gráfico a una medida de 1" desde la línea interior de las pestañas laterales. Obsérvese el gráfico para mayor entendimiento de este paso.

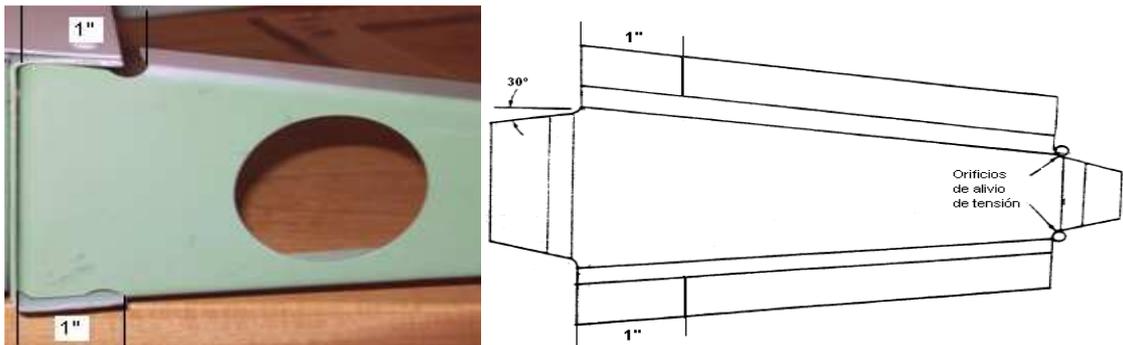


Figura 4.110. Trazo de las líneas en las pestañas laterales a 1".
Fuente: Investigación de campo y documental.
Editado y elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 53. Con la cizalla manual corte los trazos que acaba de hacer.



Figura 4.111. Cortado de los trazos en las pestañas laterales.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 54. Doble las pestañas en la dobladora de cornisas ubicando bien la línea mira en la quijada inferior de la dobladora.



Figura 4.112. Doblado en la dobladora de caja.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 55. Perfore los agujeros de aligeramiento en la parte.

Paso 56. Ya terminada la parte indíquela a su docente para su aprobación.

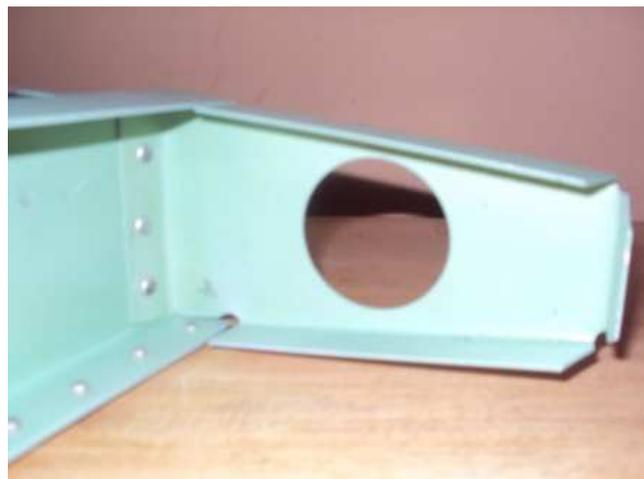


Figura 4.113. Parte posterior de la costilla terminado.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

ÁNGULO EN GRADOS	VALOR "K"	ANGULO EN GRADOS	VALOR "K"	ANGULO EN GRADOS	VALOR "K"	ANGULO EN GRADOS	VALOR "K"
1	0.00873	46	0.42447	91	1.0176	136	2.4751
2	0.01745	47	0.43481	92	1.0355	137	2.5386
3	0.02618	48	0.44523	93	1.0538	138	2.6051
4	0.03492	49	0.45573	94	1.0724	139	2.6746
5	0.04366	50	0.46631	95	1.0913	140	2.7475
6	0.05241	51	0.47697	96	1.1106	141	2.8239
7	0.06116	52	0.48773	97	1.1303	142	2.9042
8	0.06993	53	0.49858	98	1.1504	143	2.9887
9	0.07870	54	0.50952	99	1.1708	144	3.0777
10	0.08749	55	0.52057	100	1.1917	145	3.1717
11	0.09629	56	0.53171	101	1.2131	146	3.2708
12	0.10510	57	0.54295	102	1.2349	147	3.3759
13	0.11393	58	0.55431	103	1.2572	148	3.4874
14	0.12278	59	0.56577	104	1.2799	149	3.6059
15	0.13165	60	0.57735	105	1.3032	150	3.7320
16	0.14054	61	0.58904	106	1.3270	151	3.8667
17	0.14945	62	0.60086	107	1.3514	152	4.0108
18	0.15838	63	0.61280	108	1.3764	153	4.1653
19	0.16734	64	0.63487	109	1.4019	154	4.3315
20	0.17633	65	0.63707	110	1.4281	155	4.5107
21	0.18534	66	0.64941	111	1.4550	156	4.7046
22	0.19438	67	0.66188	112	1.4826	157	4.9151
23	0.20345	68	0.67451	113	1.5108	158	5.1455
24	0.21256	69	0.68728	114	1.5399	159	5.3995
25	0.22169	70	0.70021	115	1.5697	160	5.6713
26	0.23087	71	0.71329	116	1.6003	161	5.9758
27	0.24008	72	0.71329	117	1.6318	162	6.3137
28	0.24933	73	0.73996	118	1.6643	163	6.6911
29	0.25862	74	0.75355	119	1.6977	164	7.1154
30	0.26795	75	0.76733	120	1.7320	165	7.5957
31	0.27732	76	0.78128	121	1.7675	166	8.1443
32	0.28674	77	0.79543	122	1.8040	167	8.7769
33	0.29621	78	0.80978	123	1.8418	168	9.5144
34	0.30573	79	0.82434	124	1.8807	169	10.3850
35	0.31530	80	0.83910	125	1.9210	170	11.4300
36	0.32492	81	0.85408	126	1.9626	171	12.7060
37	0.33459	82	0.86929	127	2.0057	172	14.3010
38	0.34433	83	0.88472	128	2.0503	173	16.3500
39	0.35412	84	0.90040	129	2.0965	174	19.0810
40	0.36397	85	0.91633	130	2.1445	175	22.9040
41	0.37388	86	0.93251	131	2.1943	176	26.6360
42	0.38386	87	0.94896	132	2.2460	177	38.1880
43	0.39391	88	0.96596	133	2.2998	178	57.2900
44	0.40403	89	0.98270	134	2.3558	179	
45	0.41421	90	1.00000	135	2.4142	180	

Tabla 3.12. Diagrama de Retroceso.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

ALEACIONES DE ALUMINIO SERIES Y TEMPLE								
ESPE- SOR	1100- 0 2219- 0 3003- 0 5052- 0 6061- 0	2024-0 2219- T42 3003- H14 5052- H34 6061-T4	2219- T31 2219- T37	7075- 0 7178- 0	2024- T3 2024- T4 2219- T62 2219- T81 6061- T6	2024- T36 7075- T6 7178- T6	2024- T86 2219- T87	2024- T3
0.016	0.03	0.03	0.03	0.03	0.06	0.09	0.25	
0.020	0.03	0.03	0.06	0.03	0.06	0.09	0.25	
0.025	0.03	0.06	0.06	0.06	0.09	0.12	0.31	
0.032	0.03	0.06	0.06	0.06	0.12	0.16	0.44	0.09
0.036	0.06	0.06	0.09	0.06	0.16	0.19	0.50	
0.040	0.06	0.06	0.09	0.06	0.16	0.19	0.56	0.16
0.045	0.06	0.09	0.09	0.09	0.19	0.25	0.56	
0.050	0.06	0.09	0.12	0.09	0.19	0.25	0.62	0.19
0.056	0.06	0.12	0.12	0.12	0.22	0.28	0.62	
0.063	0.06	0.12	0.16	0.12	0.22	0.25	0.62	
0.071	0.09	0.12	0.16	0.12	0.28	0.38	0.75	0.22
0.080	0.09	0.16	0.19	0.19	0.34	0.44	0.88	
0.090	0.09	0.19	0.19	0.19	0.38	0.50	1.12	
0.100	0.12	0.22	0.25	0.22	0.44	0.62	1.25	
0.112	0.12	0.25	0.34	0.28	0.50	0.75	1.75	
0.125	0.12	0.25	0.50	0.28	0.56	0.88		
0.140	0.12	0.34	0.56	0.38	0.62	1.00		
0.160	0.16	0.38	0.62	0.44	0.75	1.12		
0.180	0.19	0.44	0.69	0.50	0.88	1.25		
0.190	0.19	0.50	0.75	0.56	0.88	1.25		

Tabla 3.13. Radios Mínimos Permisibles en Aluminio.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Mm	In.	Mm	In.	Mm	In.	Mm	In.	Mm	In.
1 = 0.0394		21 = 0.8268		41 = 1.6142		61 = 2.4016		81 = 3.1890	
2 = 0.0787		22 = 0.8662		42 = 1.6536		62 = 2.4410		82 = 3.2284	
3 = 0.1181		23 = 0.9055		43 = 1.6929		63 = 2.4804		83 = 3.2678	
4 = 0.1575		24 = 0.9449		44 = 1.7323		64 = 2.5197		84 = 3.3071	
5 = 0.1969		25 = 0.9843		45 = 1.7717		65 = 2.5591		85 = 3.3465	
6 = 0.2362		26 = 1.0236		46 = 1.8111		66 = 2.5985		86 = 3.3859	
7 = 0.2756		27 = 1.0630		47 = 1.8504		67 = 2.6378		87 = 3.4253	
8 = 0.3150		28 = 1.1024		48 = 1.8898		68 = 2.6772		88 = 3.4646	
9 = 0.3543		29 = 1.1418		49 = 1.9292		69 = 2.7166		89 = 3.5040	

10 = 0.3937	30 = 1.1811	50 = 1.9685	70 = 2.7560	90 = 3.5434
11 = 0.4331	31 = 1.2205	51 = 2.0079	71 = 2.7953	91 = 3.5827
12 = 0.4724	32 = 1.2599	52 = 2.0473	72 = 2.8241	92 = 3.6221
13 = 0.5118	33 = 1.2992	53 = 2.0867	73 = 2.8141	93 = 3.6615
14 = 0.5512	34 = 1.3386	54 = 2.1260	74 = 2.9134	94 = 3.7009
15 = 0.5906	35 = 1.3780	55 = 2.1654	75 = 2.9528	95 = 3.7402
16 = 0.6299	36 = 1,4173	56 = 2.2048	76 = 2.9922	96 = 3.7796
17 = 0.6693	31 = 1.4567	57 = 2.2441	77 = 3.0316	97 = 3.8190
18 = 0.7081	38 = 1.4961	58 = 2.2835	78 = 3.0709	98 = 3.8583
19 = 0.7480	39 = 1.5355	59 = 2.3229	79 = 3.1103	99 = 3.8977
20 = 0.7874	40 = 1.5748	60 = 2.3622	80 = 3.1497	100 =

Tabla 3.14. Milímetros a Decimal de Pulgadas.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

In.	Mm.	In.	Mm.	In.	Mm.	In.	Mm.
1/64 = 0.397		17/ 64 = 6.747		33/64 = 13.097		49/64 = 19.447	
1/32 = 0.794		9/32 = 7.144		17/32 = 13.494		25/32 = 19.844	
3/64 = 1.191		19/64 = 7.541		35/64 = 13.890		51/64 = 20.240	
1/16 = 1.587		5/16 = 7.937		9/16 = 14.287		13/16 = 20.637	
5/64 = 1.984		21/64 = 8.334		37/64 = 14.684		53/64 = 21.034	
3/32 = 2.381		11/32 = 8.731		19/32 = 15.081		27/32 = 21.431	
7/64 = 2.778		23/64 = 9.128		39/64 = 15.478		55/64 = 21.828	
1/8 = 3.175		3/8 = 9.525		5/8 = 15.875		7/8 = 22.225	
9/64 = 3.572		25/64 = 9.922		41/64 = 16.272		57/64 = 22.622	
5/32 = 3.969		13/32 =		21/32 = 16.669		29/32 = 23.019	
		10.319					
11/64 = 4.366		27/64 =		43/64 = 17.065		59/64 = 23.415	
		10.716					
3/16 = 4.762		7/16 =		11/16 = 17.462		15/16 = 23.812	
		11.113					
13/64 = 5.159		29/64 =		45/64 = 17.859		61/64 = 24.209	
		11.509					
7/32 = 5.556		15/32 =		23/32 = 18.256		31/32 = 24.606	
		11.906					
15/64 = 5.953		31/64 =		47/64 = 18.653		63/64 = 25.003	
		12.303					
1/4 = 6.350		1/2 =		3/4 = 19.050		1 = 25.400	
		12.700					

Figura 3.15. Fracciones de Pulgada a Milímetros.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

3.6 PATRONES DE REMACHADO

Introducción

Durante el proceso de reparar las estructuras dañadas de los aviones, es importante conocer los procedimientos para determinar el trazado de un patrón de remachado. Con un buen patrón de remachado se asegurará que cada remache participe por igual en la distribución de la carga requerida. Los remaches incorrectamente espaciados podrán causar la deficiencia de la reparación o la estructura debido a la carga excesiva que tendrían que resistir unos cuantos remaches. El trazado del patrón de remachado incluye determinar el tamaño de los remaches, el número de remaches requeridos, la distancia entre los remaches y el borde del metal (distancia del borde), el espaciamiento de los remaches en toda la reparación (paso de remaches y paso de hileras) y el marcar con el contrapunzón la ubicación de los orificios para los remaches.

Información

Distancia del borde. La distancia del borde es la distancia desde el centro de un remache hasta el borde más cercano del metal. Es necesario mantener la distancia correcta del borde para que la junta remachada desarrolle la resistencia requerida. En la Figura 4.114, se ilustra el significado de la distancia del borde. La distancia del borde a menudo se abrevia como DB.

Se debe mantener la distancia del borde en la hoja tanto de arriba como de abajo la distancia del borde no debe ser menos del doble del diámetro del vástago del remache que se use. No debe ser más de cuatro veces el diámetro del vástago del remache. La distancia del borde recomendada es dos diámetros y medio del vástago del remache. La distancia recomendada es la que usaremos, a menos que se especifique lo contrario.

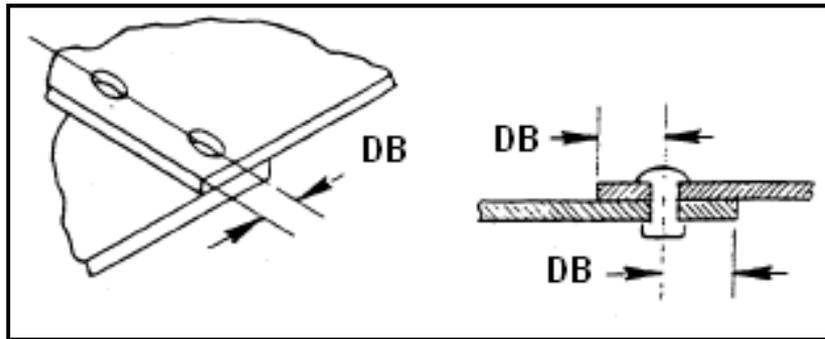


Figura 4.114. Distancia del Borde.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Los remaches colocados a menos de la distancia mínima del borde podrían causar rajaduras entre el orificio del remache y el borde del metal, lo que produciría una deficiencia en las partes que se remachan. Los remaches colocados a más de cuatro diámetros (la distancia máxima), podrían causar el levantamiento del borde del metal (especialmente en los metales más delgados). Debajo de estos bordes se acumula la suciedad y la humedad, lo que causa corrosión. En la Figura 4.115, se ilustran los resultados del uso correcto e incorrecto de la distancia del borde.

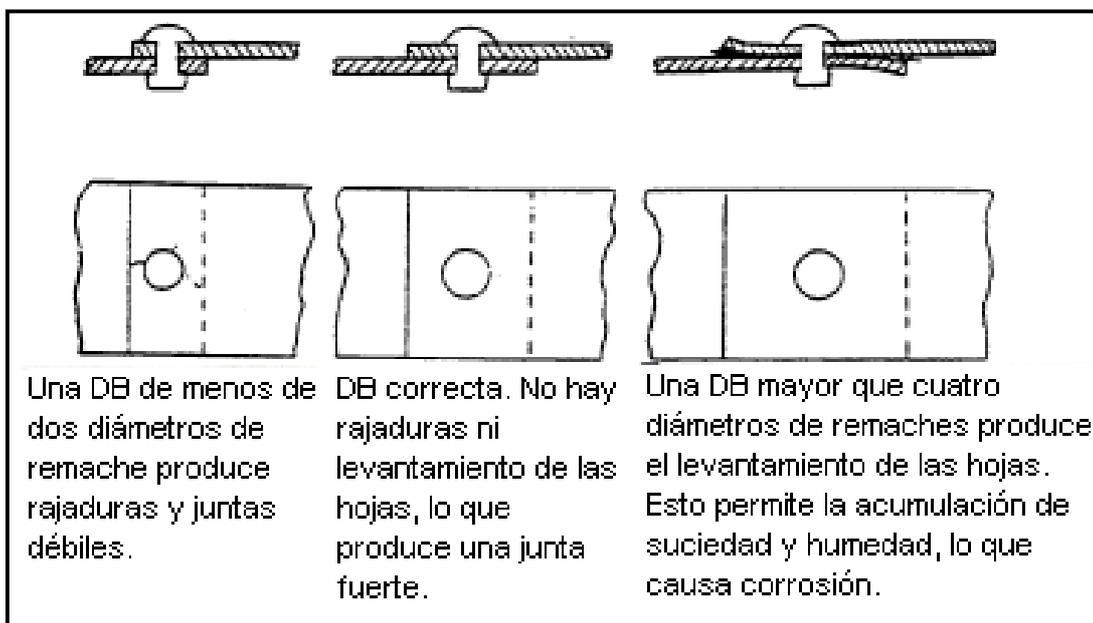


Figura 4.115. Distancia Correcta e Incorrecta del Borde.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso de los remaches. El paso de los remaches es la distancia entre los centros de dos remaches en la misma hilera, como se muestra en la Figura 4.116. Esta

distancia se mide desde el centro de un remache hasta el centro de otro. En ningún caso debe ser esta distancia mayor o menor que ciertos límites establecidos. Estos límites especifican que la distancia mínima entre dos remaches es 4 veces el diámetro del vástago del remache y que la distancia máxima es de 10 veces el diámetro del vástago del remache. Esta regla de limitaciones también expresa que hay un paso de remache recomendado entre el mínimo y el máximo, que es entre 6 y 8 veces el diámetro del vástago del remache. Es preferible este paso porque es el más ventajoso para asegurar que cada remache resista su parte de la carga. Cuando se trabaja en un avión y se traza un patrón de remachado para una reparación, se usa el paso de remache recomendado siempre que sea posible.

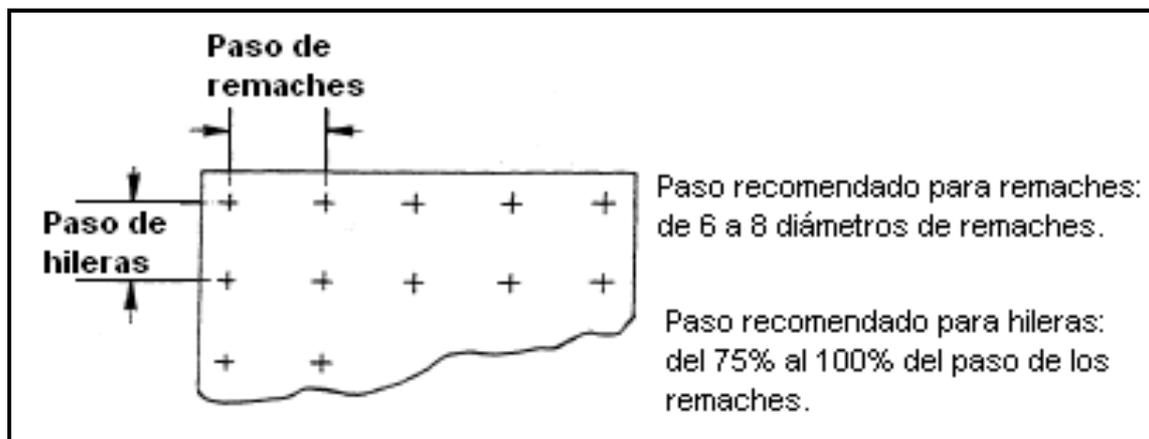


Figura 4.116. Paso de Remaches y de Hileras.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso de hileras. El paso de hileras es la distancia entre las hileras paralelas de remaches. En la Figura 45 se muestra el paso entre dos hileras de remaches. El paso de las hileras generalmente es del 75% al 100% del paso de los remaches.

3.6.1 TAMAÑO DE LOS REMACHES

Diámetro del vástago del remache. La distancia del borde, el paso de los remaches y el paso de las hileras de remaches dependen del diámetro del vástago de los remaches. Antes de poder determinar el paso de los remaches, hay que determinar primero el diámetro de sus vástagos. En ocasiones se usará el mismo tamaño que el diámetro existente del afianzador.

Selección de los remaches. El remache que se escoja debe tener un diámetro de vástago que corresponda al grosor combinado de las partes componentes que se van a unir. Si se usa un remache demasiado grande en un material delgado, podrá presentarse un abultamiento indeseable alrededor de la cabeza del remache. Esto se debe al exceso de fuerza requerida para remachar. Si se usa un remache pequeño, el esfuerzo cortante de la costura no será suficiente para resistir la carga impuesta sobre la junta. El diámetro del remache no debe ser menor que el grosor combinado de las partes que se van a unir.

3.6.2 TIPOS DE PATRONES DE REMACHADO

En los trabajos con aviones se usan varios patrones de remachado. En la Figura 4.117, se muestran dos de los más comunes.

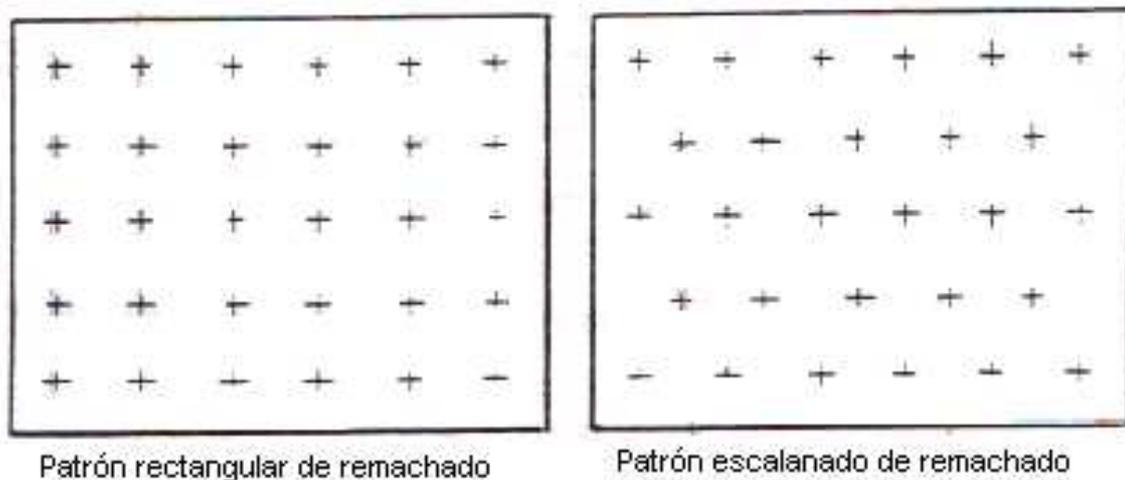


Figura 4.117. Patrones de Remachado.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Patrón rectangular

El patrón de remachado de la izquierda es el "rectangular", que es el más usado. Es un patrón fácil de trazar. En este arreglo el paso de los remaches en cada hilera es igual y cada remache queda directamente en línea debajo de los remaches de la hilera anterior. Con esto se forma un patrón rectangular. El paso de las hileras es, generalmente pero no siempre, igual al paso de los remache

Patrón escalonado

Del lado derecho de la Figura 4.117, se ilustra el patrón escalonado. Cada hilera de remaches se mueve la mitad del paso hacia la derecha o izquierda para que los remaches queden equidistantes entre los remaches de la hilera de arriba. El patrón escalonado se conoce por su forma de rombo.

Patrón circular

Otro patrón de remachado es el circular. Como lo indica su nombre, este patrón tiene forma de un círculo. Los remaches del patrón circular podrán alinearse o escalonarse. Este es el patrón que se usa para reparar orificios redondos o para instalar objetos redondos.

3.7 TÉCNICAS DE TALADRADO

Selección de la broca.

Es necesario que los orificios sean del diámetro correcto si los remaches han de tener la resistencia requerida. La tolerancia recomendada entre el vástago del remache y el orificio es de .002" a .004" en el diámetro. El Cuadro de Referencia Cruzada en la Tabla 3.16 indica el tamaño correcto del taladro para los distintos tamaños de remaches. En el cuadro también aparece el código del color de los sujetadores "cleco", para señalar sus diferentes tamaños.

TAMAÑO DEL REMACHE	TAMAÑO DE LA BROCA	TAMAÑO DEL TALADRO EN DECIMALES	CÓDIGO DE COLORES DE LOS SUJETADORES CLECO
3/32	#40	0.098	Plateado
1/8	#30	0.1285	De cobre
5/32	#21	0.159	Negro
3/16	#11	0.191	Bronceado
1/4	"F"	0.257	De cobre

Nota: La tolerancia que se recomienda para los orificios de los remaches es de .002 a .004 de pulgada.

Tabla 3.16. Cuadro de Referencia Cruzada.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Inserción de la broca.

La broca del taladro se introduce y se aprieta bien en las quijadas del mandril del taladro y luego se prueba la broca para determinar su alineamiento. Esto se hace observando la punta de la barrena mientras.

Manejo del taladro.

Para perforar orificios perpendiculares a la superficie, debe sostenerse el taladro en ángulo recto al trabajo. En la Figura 4.118, se muestra que esto se hace fuera cual fuere a curvatura de la superficie. Nunca debe permitirse que el taladro oscile o se incline longitudinalmente, cuando se está introduciendo o sacando la broca del metal. Esto ocasiona un alargamiento de (forma ovalada) al orificio. En la Figura 49 se muestra la táctica correcta e incorrecta de taladrar. No haga girar la broca hacia atrás al sacarla sino más bien siga haciéndola girar hacia adelante. El hacer girar la broca hacia atrás quita rápidamente el filo de los bordes cortantes.

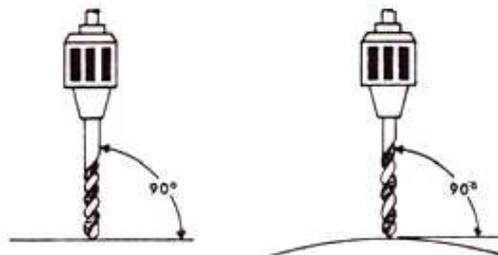


Figura 4.118. Ángulos de Taladrado.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

- Pieza recta de trabajo
- Pieza curva de trabajo

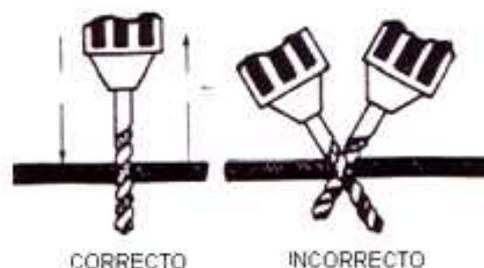


Figura 4.119. Técnicas de Taladrado.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

1. Entrada
2. Salida
3. El taladrado recto produce orificios redondos
4. CORRECTO
5. El taladrado en ángulos produce orificios alargados y rompe las brocas
6. INCORRECTO

Taladrado con guía.

El taladrado con guía es la técnica que se usa para perforar un orificio a un diámetro menor que el tamaño final que se requiere. Esta técnica permite producir orificios del tamaño exacto y facilita taladros a su tamaño final. El taladro con guía impide que se atasque la broca del tamaño final y se alargue el orificio. Generalmente se usa una broca #40 para el taladro con guía de los orificios en trabajos de estructuras de aviones.

3.8 TALADRADO DE LAS PARTES DEL PROTOTIPO ESTRUCTURAL DEL ALA.

3.8.1 EQUIPO

- ✓ Taladro Neumático (juego de brocas).
- ✓ Gafas.
- ✓ Protectores de oídos.
- ✓ Pinzas para clecos y clecos.
- ✓ Centro punzón y martillo.
- ✓ Mangueras para conectar la fuente neumática con el taladro.
- ✓ Regla de pulgadas.
- ✓ Lápiz.

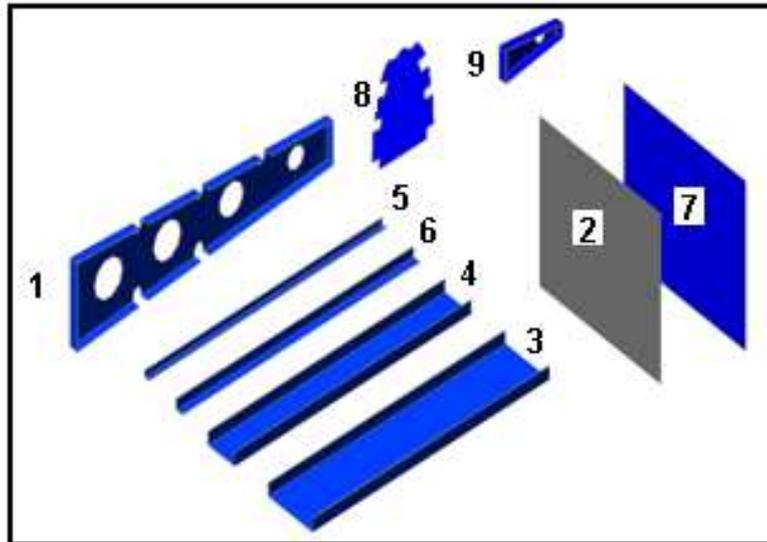


Figura 4.120. Vista Detallada del Conjunto de Partes del Prototipo Alar.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Nota: Todo este proyecto se sujeta con remaches de 1/8". Sin embargo, usted no taladrará los orificios suficientemente grandes para estos tamaños de remaches sino en el último paso del proyecto. Al avanzar en cada uno de los pasos de los procedimientos, usted perforará orificios guías, usando la broca espiral 3/32".

Entonces si las piezas se resbalan levemente mientras usted está taladrando, no habrá dañado el proyecto. Después de hacer todos los orificios guías, usted hará los orificios al tamaño correcto, usando el taladro espiral del tamaño apropiado. Al hacer los dibujos de remaches, cerciórese de comenzar con el paso mínimo recomendado para los remaches. Aumente la abertura de sus compases de división, en una pequeña cantidad, para mantener la fijación tan cerca como sea posible del mínimo recomendado. Esto produce un número más alto de remaches y un máximo de fuerza en cada empalme. Utilice la distancia de borde recomendada (DB), a menos que se especifique lo contrario.

ESPECIFICACIONES PARA ESTE PROYECTO

- Distancia de borde (DB) es de 5/16".
- El paso del remache será es recomendado para todo el proyecto.

Nota: En la PARTE SUPERIOR del Prototipo va el revestimiento con dos larguerillos extruidos. El FONDO va con el revestimiento de con tres larguerillos extruidos.

PRECAUCIÓN: Haga todos los dibujos preliminares con lápiz.

Se le recuerda que su prototipo ya se encuentra semi-taladrado hasta esta etapa. Observe la siguiente Figura.

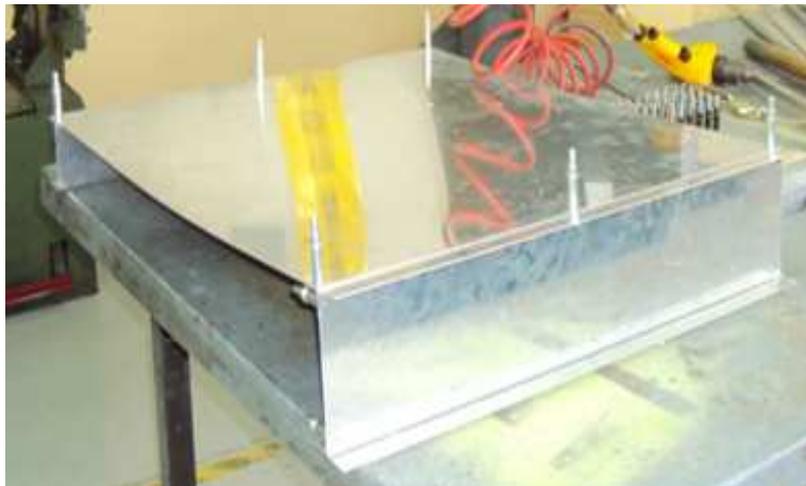


Figura 4.121. Partes que se encuentran taladradas únicamente para irles armando.

Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 1. Quite los clecos y desmonte la lámina de 24"X26.75".

Paso 2. Trace con un lápiz y una regla los siguientes puntos en la lámina. En la siguiente figura se le indica todas las medidas que va a necesitar para este paso.

ESPECIFICACIONES PARA ESTE PASO:

- Paso del Remache 1.0625".
- Distancia de Borde (DB) 5/16"
- Las marcas son hechas entre los orificios que ya taladraron anteriormente.

Recomendación: No cuente las marcas de la ilustración, realice las 11 marcas que se le indica.

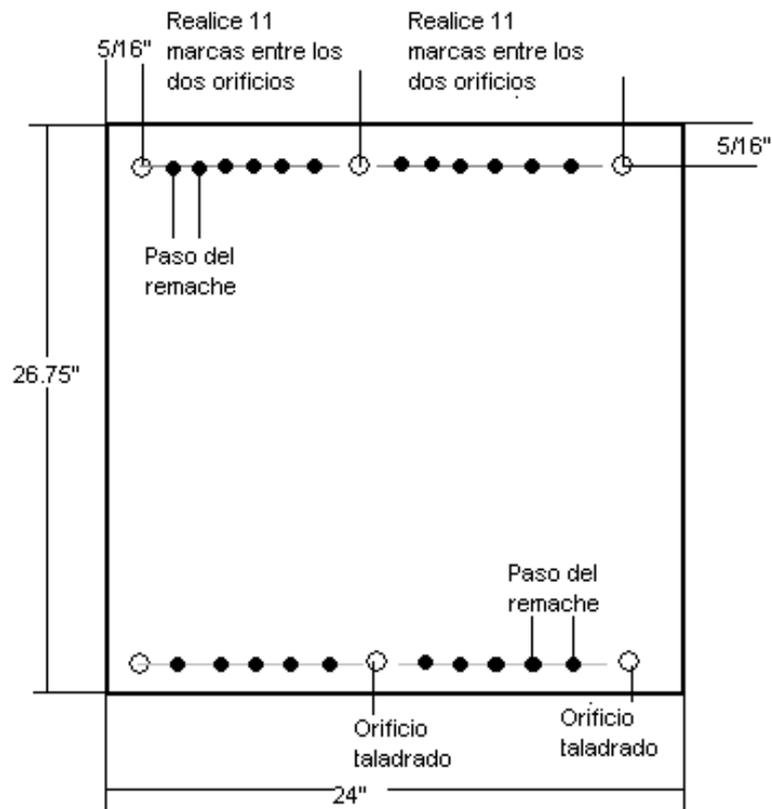


Figura 4.122. Ubicación de los puntos para taladra en el revestimiento grande.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 3. Indique su trazado a su docente para su aprobación

Paso 4. Acentué las marcas con un centro punzón y un martillo.

Paso 5. Sujete con clecos el revestimiento sobre las vigas del borde de ataque y del borde de salida.

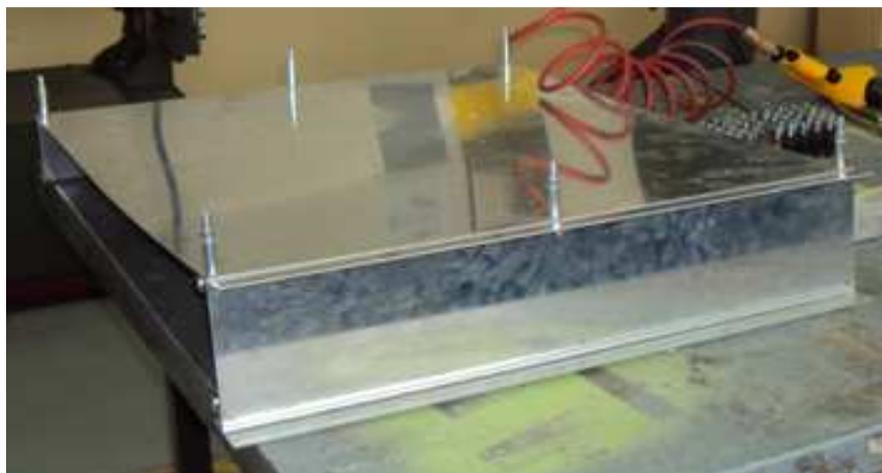


Figura 4.123. Partes sujetadas con clecos.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 6. Proceda a taladrar las marcas con una broca de 3/32" y vaya ubicando clecos para facilitar su trabajo.

Paso 7. Ya terminado su trabajo presénteles a su docente para su aprobación.

Paso 8. Una vez aprobado su trabajo tome tres larguerillos extruidos y las tres partes intermedias de las costillas y ubíquelas de esta forma.



Figura 4.124. Larguerillos y partes intermedias de las costillas sobrepuestas.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 9. Con el lápiz rayes las ubicaciones que tienen los larguerillos extruidos de esta forma.



Figura 4.125. Señalamiento de las ubicaciones de los larguerillos en el revestimiento.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Nota: Los trazos que acabaron de hacer con el lápiz les van a servir para ubicar los larguerillos en una forma correcta, ya que a veces suelen moverse las ubicaciones por la acción de los dobleces al momento de fabricar cada una de las partes.

Paso 10. Ya sabiendo la ubicaciones ahora si van trazar la distancia de borde en una de las pestaña de los larguerillos como se muestra en la ilustración.

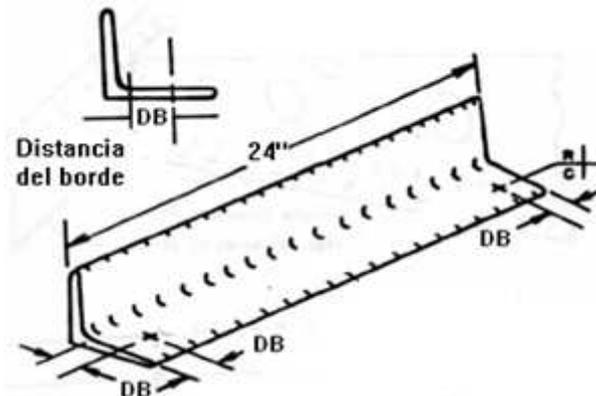


Figura 4.126. Ubicación de los puntos para taladrar en el larguerillo extruido.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 11. Ubiquen los larguerillos sobre el revestimiento de 24"X26.75" haciendo coincidir las líneas que trazo en el paso 9.

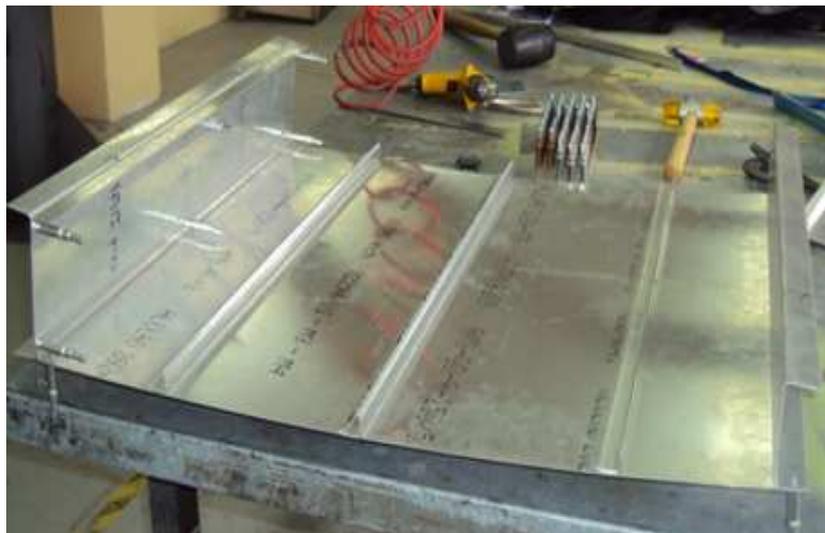


Figura 4.127. Ubicación de los larguerillos sobre el revestimiento.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 12. Ahora taladre los orificios con una broca de 3/32" y sujete con clecos las partes.



Figura 4.128. Larguerillos y el revestimiento sujetado con clecos.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 13. Ahora retire los clecos del revestimiento de 24"X26.75" y lleve la lámina a su mesa de trabajo para proceder a realizar las marcas por donde van a taladrar. Guíese en las siguientes ilustraciones.

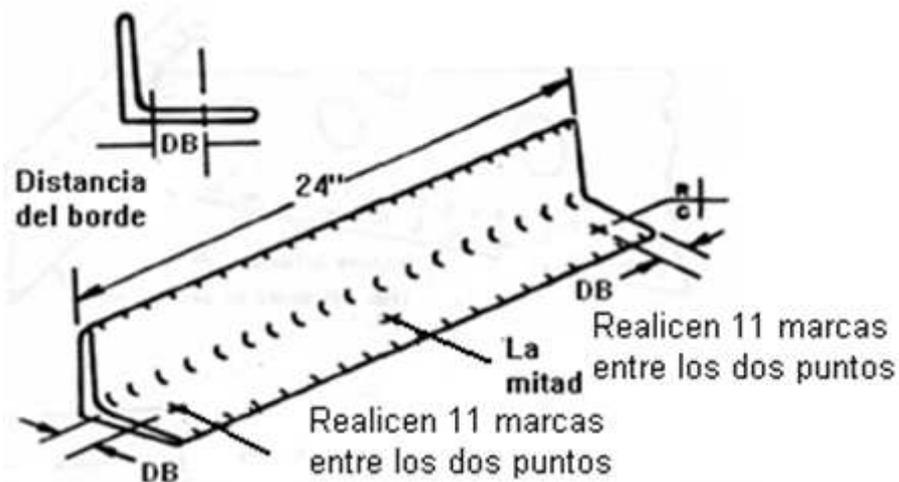


Figura 4.129. Ubicación de los puntos para taladrar en una de las pestañas del larguerillos.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

ESPECIFICACIONES

- Paso del Remache 1.0625".
- Distancia de borde 5/16".

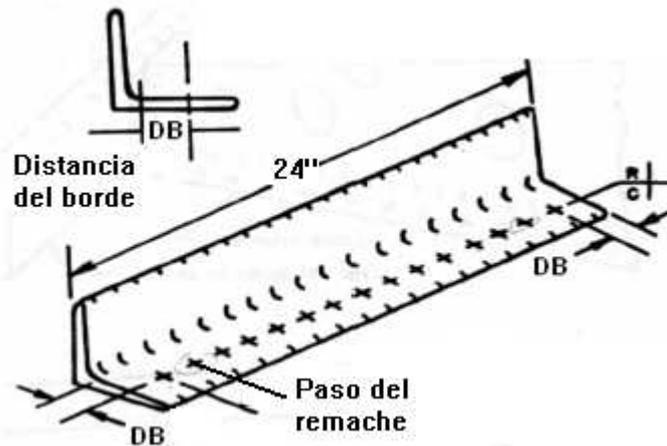


Figura 4.130. Ubicación de los puntos para taladrar en una de las pestañas del larguerillos.

Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 14. Con un centro punzón y un martillo acentué las marcas del lápiz que acabo de señalar.

Paso 15. Ahora ponga los larguerillos sobre el revestimiento como se le indica en la Figura y proceda a taladrar.

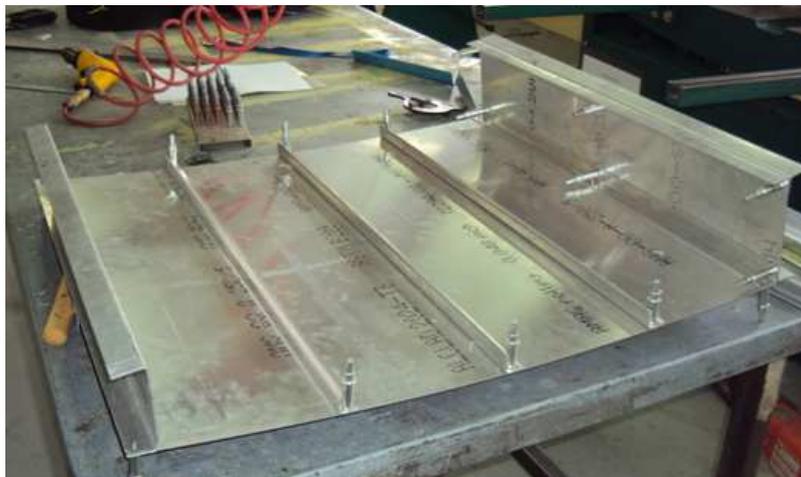


Figura 4.131. Partes sujetadas para proceder a taladrar.

Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 16. Tome las partes intermedias de la costillas y haga lo siguientes trazos en las pestañas del borde de ataque y la del borde de salida.

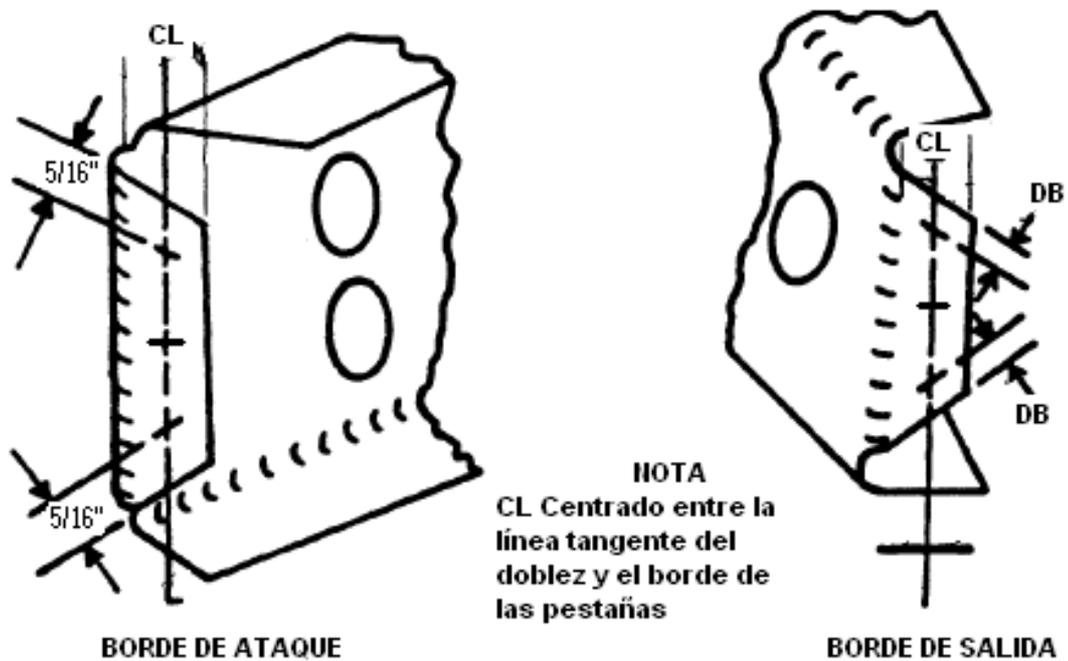


Figura 4.132. Ubicación de los puntos en las pestañas para taladrar.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 17. Ubique partes intermedias de las costillas en la siguiente posición y taladre las marcas que acaba de señalar con una broca de $3/32''$.



Figura 4.133. Partes ubicadas para taladrar.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 18. Desmonte de nuevo el revestimiento y trasládele a su mesa de trabajo para proceder hacer las siguientes marcas.

Recomendación: No cuente las marcas de la ilustración porque esta ilustración únicamente le va a servir para saber donde debe ubicar dichas marcas, Lo que si debe utilizar son las medidas porque son reales.

ESPECIFICACIONES

- Paso del Remache 1.0625".
- Distancia de borde 5/16".

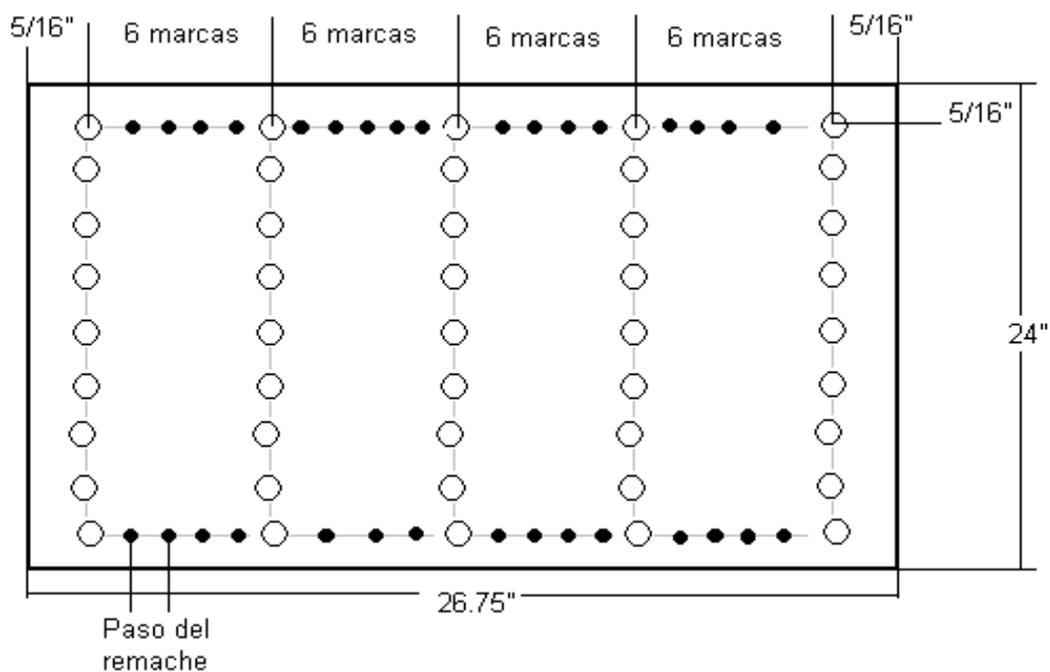


Figura 4.134. Ubicación de los puntos para taladrar en el revestimiento grande.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 19. Alineé los bordes de las costillas con los bordes laterales del revestimiento y centre la costilla de la mitad y proceda a taladra las marcas que hizo en el revestimiento 24"X26.75" con una broca 3/32".



Figura 4.135. Ubicación de las partes intermedias de las costillas para taladrar.
 Fuente: Investigación de campo.
 Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 20. Marque los siguientes puntos en el revestimiento de 24"X13.46". Guíese en la siguiente ilustración.

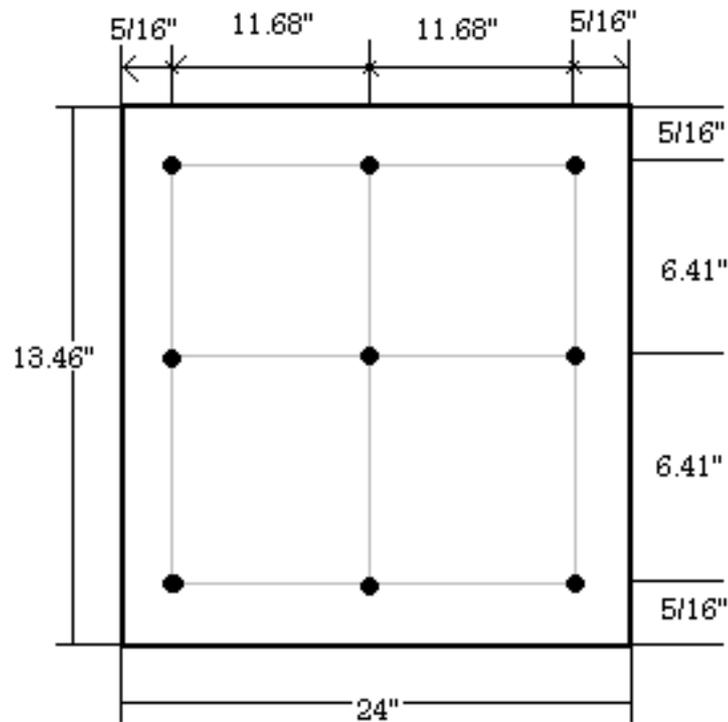


Figura 4.136. Ubicación de los puntos para taladrar en el revestimiento pequeño.
 Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 21. Con el centro punzón acentué las marcas y proceda a taladrar los orificios con una broca de 3/32".

Paso 22. Tome los dos larguerillos extruidos que sobraron y trace los siguientes puntos en una de sus pestañas.

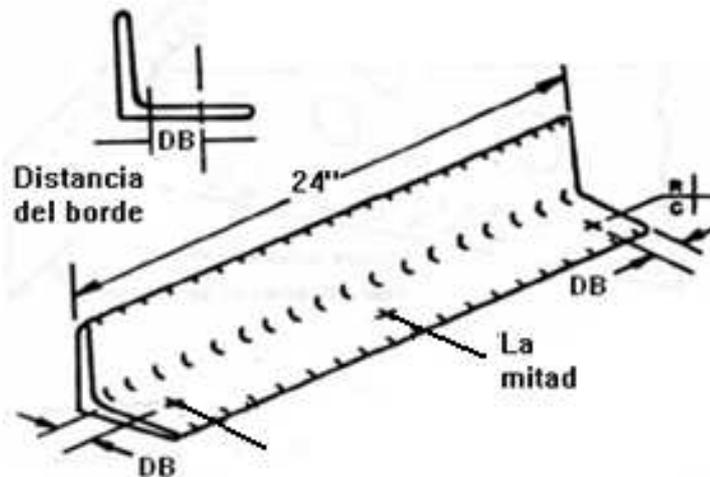


Figura 4.137. Ubicación de los puntos para taladrar en las pestañas de los larguerillos.

Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 23. Ahora proceda a ubicar de la siguiente manera tanto el revestimiento como los larguerillos.



Figura 4.138. Ubicación de los larguerillos sobre el revestimiento pequeño.

Fuente: Investigación de campo.
Editado y elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 24. Ya ubicados de la forma que se le indico taladre los puntos que señalo en el revestimiento de 24"X13.46" fijándose que coincidan todos los trazos y que las partes queden bien ubicadas.

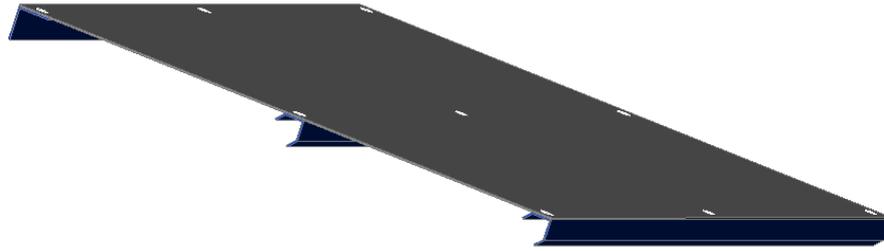


Figura 4.139. Revestimiento, larguerillos y la pestaña en forma de "L" taladrados.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 25. Trace los siguientes puntos a lo largo y ancho del revestimiento de 24"X13.46", acentúe las marcas con el centro punzón y taladre con una broca de 3/32".

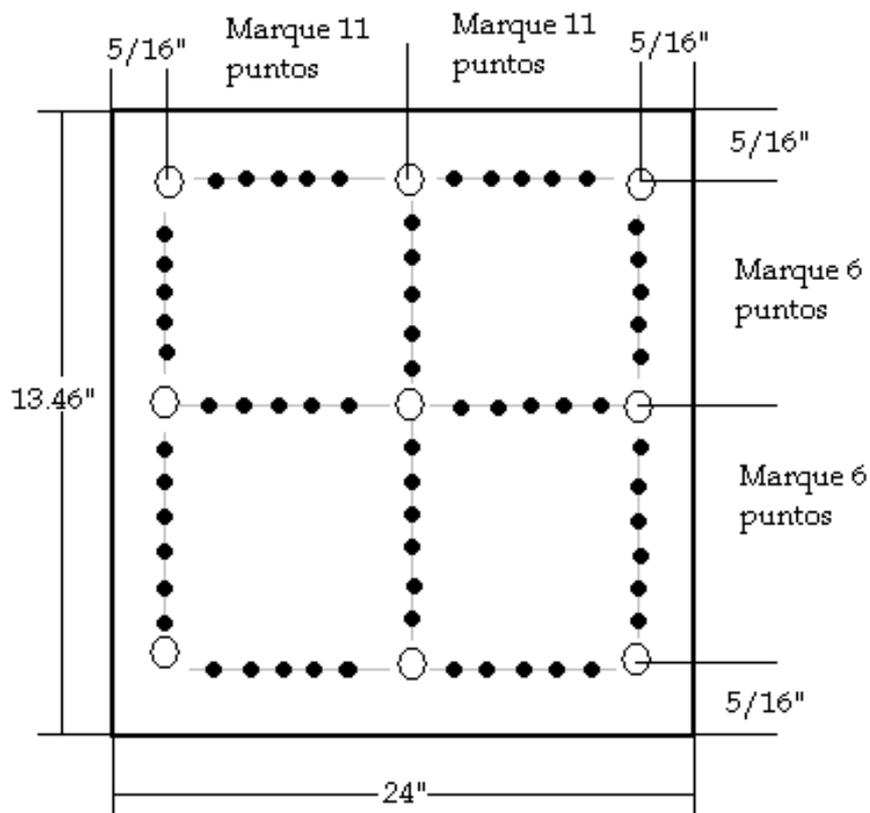


Figura 4.140. Ubicación de los puntos para taladrar en el revestimiento pequeño.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 26. Culminado con su trabajo preséntele a su docente para que le revise.



Figura 4.141. Revestimiento, larguerillos y pestaña de la viga del borde de ataque taladradas.

Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 27. Ahora marque los siguientes puntos en las pestañas que unen la viga del borde de ataque con las partes delanteras de las costillas. Observe la siguiente ilustración.

Nota: Los puntos que van a trazar deben coincidir con los orificios que acabo de taladrar.

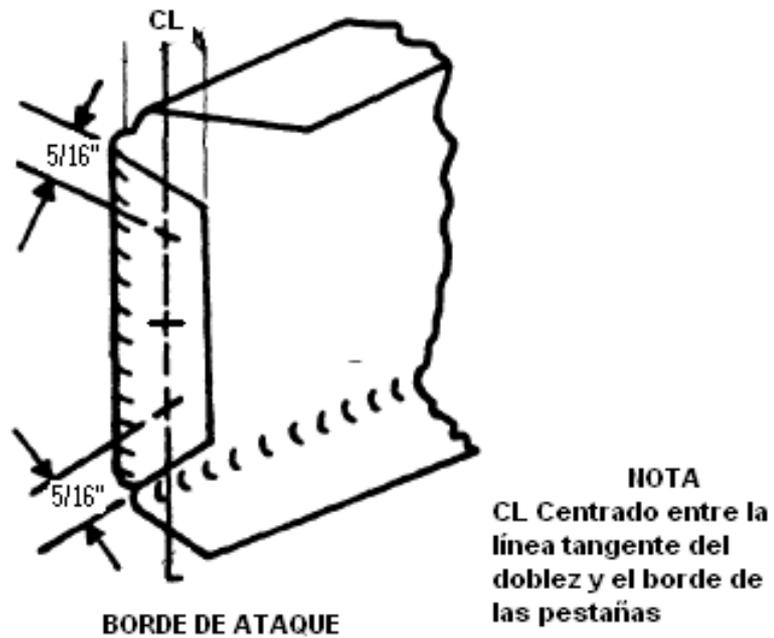


Figura 4.142. Ubicación de los puntos para taladrar en la pestaña de la parte posterior de la costilla

Fuente: Investigación documental.
 Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 28. Sujete con clecos todas las partes que al momento tienen taladradas. Su proyecto debe encontrarse de esta forma.



Figura 4.143. Partes sujetadas con clecos.

Fuente: Investigación de campo.
 Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 29. Recuerde que usted ya tiene realizados 6 orificios en el perfil alar, entonces ahora partirán de esos orificios para realizar los siguientes trazos. Observe la ilustración.

ESPECIFICACIONES.

- Paso del remache 1.0625".
- Distancia del Borde 5/16".

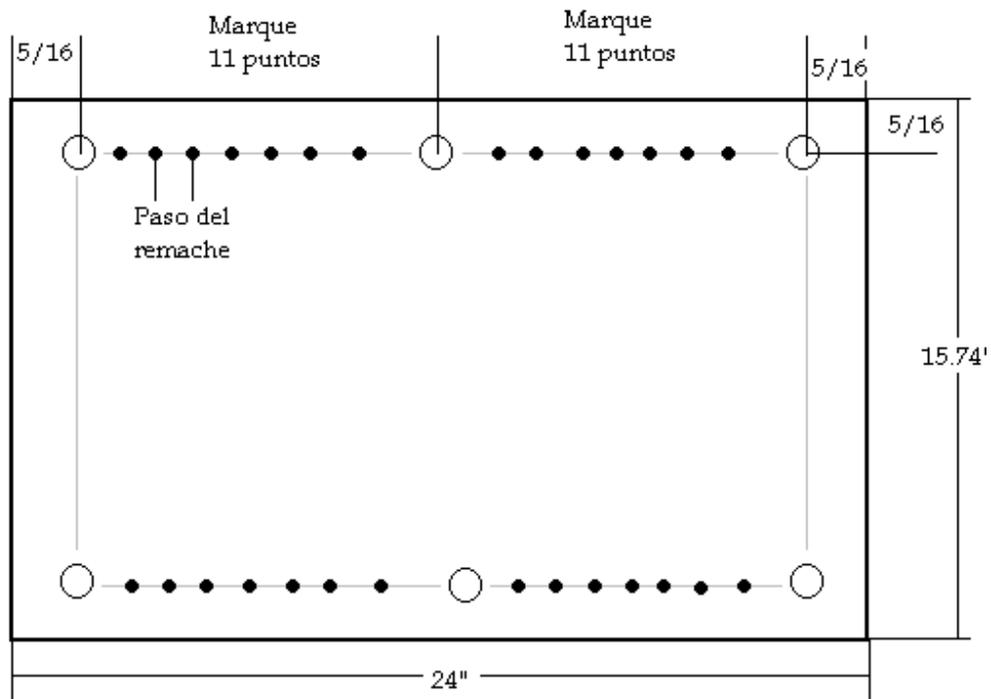


Figura 4.144. Ubicación de los puntos para taladrar en el perfil alar.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

Paso 30. Utilice el centro punzón para acentuar las marcas, luego ubique el perfil con clecos en la viga del borde de ataque y proceda a taladrar con una broca de 3/32". Observe la siguiente figura.

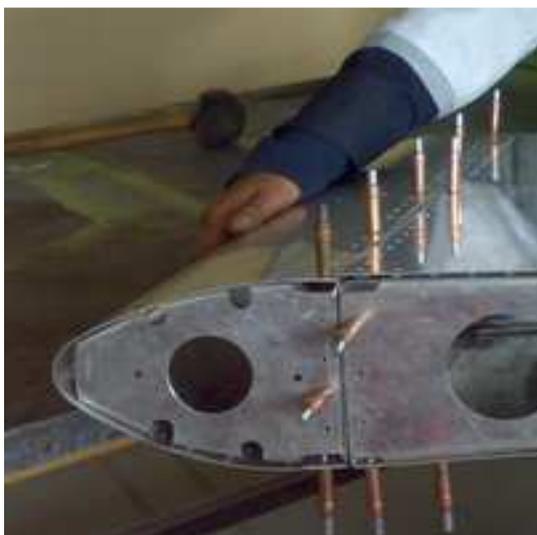


Figura 4.145. Perfil alar sujetado a la pestaña delantera de la viga del borde de ataque.

Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 31. Para este paso se necesitara de su pre disponibilidad para que salgan bien las cosas porque no existen planos de diseño para realizar los trazos de los puntos donde van a ir colocados los remaches que sujeten las pestañas de las partes delanteras de las costillas con el perfil. Así que van a medir $5/16$ " desde las ranuras hacia adentro en las pestañas que les permitan hacer eso y en las que no tomaran la mitad de la pestaña para taladrar los orificios en la mitad. Observe como.



Figura 4.146. Trazado de las líneas donde ubicaran los puntos para taladrar.

Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 32. Una vez obtenidos los puntos en las pestañas ahora midan desde el borde externo del perfil hacia adentro $5/16''$ para todos los puntos esa será la distancia del borde.

Paso 33. Ahora si bien ubicados esos puntos y con la aprobación de su docente procedan a taladrar los orificios con una broca de $3/32''$.

Paso 34. Realice las siguientes marcas con ayuda de la Figura 4.144. En la pestaña del borde de salida de la parte posterior de la costilla.

ESPECIFICACIONES

- Distancia del borde $5/16''$.
- La marca del centro debe está ubicada entre la mitad de los otros dos puntos.

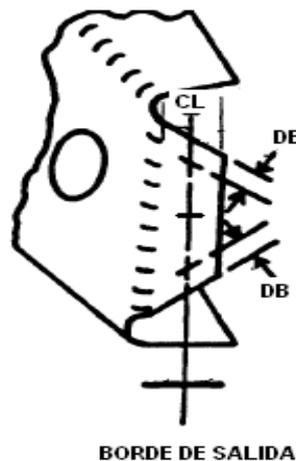


Figura 4.147. Ubicación de los puntos en la parte posterior de la costilla.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 35. Con el centro punzón acentué los puntos y taladre los orificios percatándose de que estos coincidan con los orificios que hicieron en las pestaña del borde de salida de la parte intermedia de la costilla.

Paso 36. Arme las partes del prototipo con clecos para revisar el acoplamiento de las mismas.



Figura 4.148. Partes ensambladas con clecos.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

3.9 TRATAMIENTOS DE CORROSIÓN DEL ALUMINIO.

Nota: Antes de que usted ejecute lo que prescribe esta FASE. Debe leer la información siguiente y entonces ejecutar los siguientes pasos.

Información

La corrosión ocurre debido a la diferencia en el potencial eléctrico entre dos tipos de metales o entre dos áreas, dentro de una pieza de metal. Para que ocurra la corrosión debe existir lo siguiente: una trayectoria del metal que permita el flujo de los electrones, (2) una diferencia en potencial al que haga que fluir los electrones y (3) un electrólito. El electrolito puede ser cualquier líquido que transmita electricidad. El ácido de la batería es un ejemplo de un electrolito. La humedad y el polvo que se encuentren en la superficie del avión se pueden combinar para formar un electrolito. Vea la Figura 4.149.

Para evitar que la corrosión se forme deberá eliminarse uno de los tres factores que están relacionados con la corrosión. Sin embargo, para los fines prácticos, sólo se pueden controlar dos de estos factores. Siempre existirá un potencial eléctrico en una pieza de metal y no hay forma práctica de eliminarlo. Teniendo

este hecho en mente, la corrosión se puede controlar, eliminando la trayectoria del metal o el electrolito. Una forma simple de controlar la corrosión es mantener el metal limpio y seco. Si no hay humedad no puede haber el electrolito.



Figura 4.149. Acción Electrolítica.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

3.9.1 Recubrimiento de la Superficie.

El recubrimiento de las aleaciones de aluminio, con aluminio puro es una forma efectiva de prevenir la corrosión. Esto produce casi el mismo efecto que pintar la superficie. Con esto se evita que el electrolito entre al núcleo interior de la aleación de aluminio. El aluminio en esta forma se conoce generalmente como puro. Cuando se usa la aleación de aluminio en forma de lámina, se debe tener el cuidado de no rayar la cubierta protectora de aluminio puro. Aún las pequeñas rayaduras pueden atravesar el revestimiento y contribuir a la formación de la corrosión.

3.9.2 Imprimador de Cromato de Zinc.

Uno de los preventivos de la corrosión que es más efectivo y común, que se ha encontrado en el taller de reparaciones de estructuras de aviones es la lata de aerosol de imprimador de cromato de zinc. El imprimador está disponible en una variedad de colores. Los más comunes son los de color amarillo ó verde. Todas las superficies de contacto de las partes deberán rociarse con cromato de zinc, antes de ensamblarlas. Este imprimador no es un buen conductor de la electricidad y pero consiguiente, corta eficazmente la trayectoria del metal entre dos piezas de metal que estén unidas. Igualmente, al pintarse la superficie se evita que la humedad quede en contacto con el metal y se impide de manera eficaz que el electrolito quede en contacto con el metal, como se muestra en la Figura 4.150.

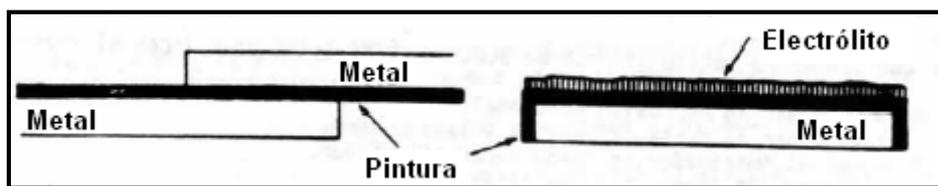


Figura 4.150. Superficies Pintadas.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

3.9.3 Aplicación de los Imprimadores

a.-) Limpieza de la superficie. Antes de aplicar el cromato de zinc, usted debe limpiar la superficie de metal que se va a imprimir. Para limpiar la superficie use un pedazo de tela suave y limpiar y Metilo Elítico de Acetona (MEK). Elimine toda la suciedad, grasa y aceite de la superficie. Recuerde que hay aceite en los poros de su piel y, una vez que haya limpiado la superficie, no debe tocarla con las manos. Como el MEK dejará un residuo blanco en la superficie, usted debe tomar otro pedazo de tela limpia y suave, para eliminar esta película. Una vez que haya completado esta operación, el área estará lista para ser imprimada.

b.-) Uso de las latas de aerosol. La lata de cromato de zinc deberá mezclarse, como se hace con todas las pinturas, antes de aplicarlas. Esto se logra sacudiendo la lata por aproximadamente un minuto. Dentro del recipiente hay un agitador de metal (una bola), que hace la mezcla. Cuando el imprimador está completamente mezclado, sostenga la lata aproximadamente 20 a 30 cm de la superficie que se va a rociar. Comience moviendo la lata a lo largo del trabajo, mientras presiona la boquilla. Mantenga la lata en movimiento para producir una capa delgada y uniforme del imprimador. Suelte la boquilla cuando se sale del extremo del trabajo. No deje de mover la lata mientras rocía la parte de trabajo. Si la detiene se producirá una acumulación gruesa que daña el imprimador. Usted debe lograr una capa delgada y uniforme de cromato de zinc, que sea casi transparente. Al completar la operación de rociado, invierta la posición de la lata y suelte la boquilla para limpiar la cabeza de rociado.

PRECAUCIÓN DE SEGURIDAD: En casi todas las tareas existen peligros de la seguridad que deben identificarse y prevenirse. A continuación se indican unos cuantos, relacionados al uso de la lata de cromato de zinc.

- Es inflamable--- aléjese de cualquier llama directa.
- Su contenido está sometido a presión---no la perfora.
- Si se expone por largo tiempo al calor o a la luz del sol, puede hacer que la lata se rompa. No la almacene a temperaturas de más de 120° o tire la lata al fuego. Explotará.
- Evite respirar sus vapores o el contacto prolongado con la piel. La buena ventilación es indispensable.

ESPECIFICACIONES PARA ESTE PROYECTO

- Únicamente se rociarán las superficies de contacto.
- El preventivo de corrosión deberá quedar listo y uniforme.

Paso 1. Usted debe localizar un lugar ventilado en su taller de trabajo el cual sea apropiado para la aplicación del cromato de zinc, ubique una mesa que sirva como mesa de rociado.

Paso 2. Desmonte las partes del Prototipo Alar.

Paso 3. Usando un pedazo de tela limpia y MEK, limpie las superficies de empalme para prepararlas para la aplicación de los preventivos de la corrosión. Cuando todas las partes estén limpias, llévelas a la mesa de rociado.

Paso 4. Colóquese una mascarilla, guantes y gafas, agite la lata para mezclar al imprimador, de acuerdo con las instrucciones del recipiente.

Paso 5. Tome un pedazo de metal desecho de aleación de aluminio límpielo y pruebe rociar primero en este metal para verificar las condiciones de la lata del cromato de zinc.

Paso 6. Una vez comprobada las buenas condiciones de la lata proceda. Usando los procedimientos explicados al inicio, rocíe las superficies de empalme de todas las partes. Recuerde que sólo se necesita una capa delgada.

Paso 5. Deje que pasen de tres a cinco minutos para que se seque. Vuelva a su mesa trabajo.



Figura 1.151. El antes y el despues del prototipo.
Fuente: Investigación de campo.

3.10 INSTALACIÓN DE LOS REMACHES

3.10.1 LIMPIEZA DE LAS LÁMINAS

Antes de instalar los remaches asegúrese de que todos los agujeros estén alineados correctamente. A las partes de trabajo deben haberse quitado todas las virutas o rebabas. Si quedan virutas o rebabas entre las partes. Los remaches se combaran entre las partes, como se muestra en la Figura 4.152, las partes deben estar unidas firmemente.

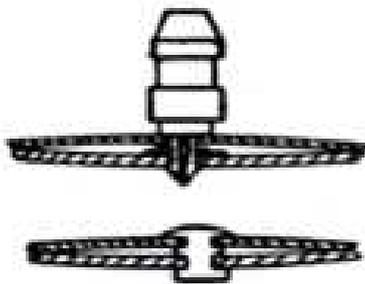


Figura 4.152. Combadura del Remache.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

3.10.2 SELECCIÓN DE LA PISTOLA REMACHADORA Y LA BUTEROLA

Para lograr un remachador de calidad deberán seleccionarse la pistola remachadora y la buterola del tamaño correcto. La Tabla 4.153, indica el tamaño adecuado de pistola remachadora que se debe usar. Usted deberá seleccionar la buterola de acuerdo con el estilo y el tamaño de la cabeza del remache. Si se usan buterolas de tamaños incorrectos se dañaran el revestimiento o la cabeza del remache, como se indica en la Figura 4.154 La buterola al ras o plana se usa para instalar los remaches planos o embutidos.



Figura 4.153. Buterolas Correctas e Incorrectas.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

TAMAÑO DEL REMACHE	TAMAÑO DE LA PISTOLA REMACHADORA
1/16" – 3/32"	2X – 3X
1/8" – 5/32"	3X – 4X
5/32" – 3/16"	4X
1/4" y más.	5X – 7X

Tabla 3.17.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

3.10.3. AJUSTE DE LA PISTOLA REMACHADORA

Instale las buterolas y los resortes de retención. Cerciórese de que el resorte de retención encaja en la pistola remachadora y se asienta firmemente. Ajuste la velocidad de la pistola con el regulador del aire. La presión completa hace que la pistola golpee fuerte y rápidamente, mientras que la presión baja hace que golpee

en forma lenta y suave. Cuando se esté probando la presión, sostenga SIEMPRE la buterola contra un pedazo de madera, como se muestra en la Figura 4.154, de lo contrario se dañaran la buterolas o el material. La presión correcta del aire se aprenderá con la experiencia, cuando usted la “sienta” en la pistola remachadora.



Figura 4.154. Ajuste de la pistola Remachadora en el Bloque de Madera.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

PRECAUCIÓN: NUNCA haga funcionar la pistola remachadora sin resistencia contra la buterola, debido a que la acción de vibración puede hacer que se rompa el resorte. Esto permitiría que la buterola salte de la pistola remachadora causando lesiones al personal o daño a la propiedad. Igualmente, las vibraciones libres pueden ensanchar o darle la forma de hongo al extremo de la pistola remachadora de la buterola, haciendo que se doble en el cilindro de la pistola remachadora.

3.10.4 SELECCIÓN DE LA BARRA CONTRA-REMACHADORA

Usted debe seleccionar una barra contra-remachadora que sea adecuada para el remachado que sea a efectuar. La barra contra-remachadora que usted seleccione debe tener la forma correcta que se adapte al remachado: Es probable que necesite varias barras contra-remachadoras para ejecutar el trabajo. Igualmente. La barra contra-remachadora deberá tener el peso correcto, según lo indicado en la Figura 3.18.

DIÁMETRO DEL REMACHE	PESO (En libras)
3/32	2 a 3
1/8	3 a 4
5/32	3 a 4 ½
3/16	4 a 5
1/4	5 a 6 ½

Figura 3.18.
Elaborado por: Andrés Balcázar.

3.10.5.- REMACHADO

Sostenga la pistola remachadora contra la cabeza fabricada del remache y la barra contra-remachadora contra el vástago del mismo, como se indica en la Figura 4.155.



Figura 4.155. Posición de la Pistola Remachadora y de la Barra Contra-remachadora.

Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Cuando tenga todas las partes preparadas, usted estará listo para comenzar el remachado de la costura. Hay una secuencia que se sigue normalmente. Usted coloca el remache cerca del centro y localiza unos cuantos remaches a lo largo de la hilera. Esto se hace para evitar que las partes se “resbalen”.

Al remachar las costura. Comience en el centro y trabaje hacia ambos extremos. Si usted comienza en uno de los extremos y trabaja hacia el otro, es posible que los orificios de los remaches no estén debidamente alineados con el revestimiento, cuando se fuerza el alineamiento de los orificios.

Usted observará que la pistola remachadora y la barra contra-remachadora se sostienen perpendicularmente al trabajo. Observe también que el “extremo” de la barra contra-remachadora se sostiene contra el vástago del remache. Use el “extremo” en lugar de los lados de la barra, ya que así se logra una mejor acción de vibración contra el vástago del remache. NUNCA use un lado de la barra contra-remachadora que no esté pulido.

Cuando esté remachado usted solo, sostendrá la pistola remachadora en una mano y la barra contra-remachadora en la otra, como se ve en la Figura 4.155. Con frecuencia dos personas trabajarán en equipo un “remachador” y un “contra-remachador”. Cuando trabaje en un equipo, sostenga la pistola remachadora con una mano y la buterola con la otra, como se ve en la Figura 4.156.

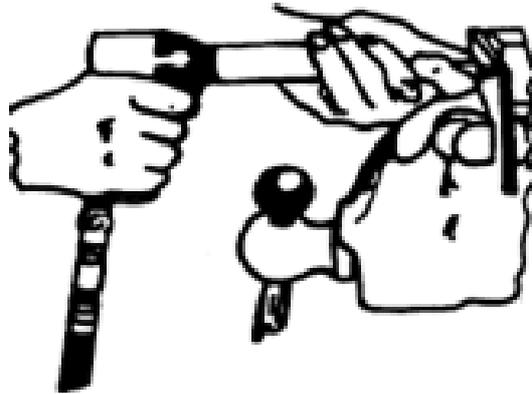


Figura 4.156. Manera de sostener la pistola remachadora y la buterola.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

Sostenga la pistola remachadora y la buterola firmemente contra la cabeza del remache. La barra contra-remachadora se sostiene firmemente contra el vástago del remache. Oprima el gatillo de la pistola remachadora para insertar el remache. Inserte el remache con una sola ráfaga de la pistola remachadora, hasta que la cabeza de taller se vea del tamaño apropiado. Si la cabeza de taller queda demasiada alta, impulse el remache hasta que la cabeza de taller resulte satisfactoria. Si la cabeza de taller queda demasiada plana, marque el remache para sacarlo. Quizás le convenga dispararle un ráfaga corta al remache y comprobar si queda debidamente asentada; entonces se impulsa el remache lo que haga falta.

3.10.6 LOS REMACHES.

Antes de comenzar a remachar usted querrá revisar los remaches y enterarse de lo que debe conocer de los mismos.

Longitud Del Remache.- para formar una cabeza de taller que sea aceptable, el remache deberá tener la longitud correcta. Si el vástago es demasiado corto, no habrá suficiente material para formar una cabeza de taller que desarrolle la fortaleza requerida. Si el vástago es demasiado largo tenderá a “doblar”, cuando comience a instalarlo.

No todo el tiempo tendrá a su disposición los remaches de la longitud correcta. Si no los tiene, tendrá que cortar los remaches a la longitud correcta. Muy pocas veces el vástago del remache sobresaldrá $1 \frac{1}{2}$ diámetros a través del metal. Usted tendrá que escoger entre un remache que es ligeramente muy largo y uno que es un poco corto. Usualmente querrá escoger uno que sea ligeramente muy largo, ya que tendrá más material para formar una cabeza de taller fuerte.

Cabezas De Taller.- Una cabeza de taller formada correctamente tendrá $\frac{1}{2}$ diámetro de altura y $1 \frac{1}{2}$ diámetros de ancho. Al variar la longitud exacta del remache, variara al tamaño exacto de la cabeza de taller en una pequeña cantidad; sin embargo, las proporciones de alto y del ancho de la cabeza de taller seguirán siendo aproximadamente las mismas.

a.-) Costuras Remachadas.- Antes de remachar cualquier costura, usted deberá limpiar las partes completamente y eliminar las rebabas. Entonces las partes se afianzarán con clecos, manteniendo un alineamiento adecuado. Use un número adecuado de clecos o de afianzadores para mantener las partes firmemente sujetadas y en la alineación correcta.

b.-) Defectos del Remachado.- Para asegurar la integridad de la estructura, durante las reparaciones del avión, todos los remaches insertados deben satisfacer las especificaciones. Para cerciorarse de esto, se deben inspeccionar todos los remaches. La inspección consiste en una revisión detenida, tanto de la cabeza fabricada, como de la cabeza de taller para determinar si tienen deformación. También deberán inspeccionarse las otras partes estructurales, para

ver si se dañaron durante el remachado. Se usa una regla o un calibrador de remaches para ver si satisfacen los requisitos de la especificación. La cabeza fabricada se puede verificar para ver si tiene alguna deformidad, mediante una inspección visual.

DESCRIPCIÓN DE LA FIGURA 4.157.

1. **Corte Alrededor de la Cabeza del Remache.-** Buterola muy grande
2. **Se Desvió la Cabeza Formada.-** la buterola o la barra contra-remachadora no cubrieron el extremo del remache.
3. **La Cabeza Formada Muy Alta en un Lado.-** La barra contra-remachadora se colocó a un ángulo cuando se estaba remachando.
4. **Orificio Abierto.-** Vástago largo. – Forzado hacia un lado.
5. **Cabeza Ahusada.-** Cabeza dura o remaches más grandes que no se golpearon debidamente.
6. **Cabeza Rajada.-** Se golpeó demasiado tiempo o remache duro.
7. **Cabeza Abierta.-** La buterola no se mantuvo recta sobre la cabeza. – El orificio se perforó a un ángulo.
8. **La Buterola Mutiló la Cabeza.-** Buterola de tamaño pequeño.
9. **Cabeza Extendida.-** La buterola no se centró en la cabeza.
10. **Avellanado Abierto.-** El orificio o la cabeza del remache no son redondos o el orificio se perforó o se avellanó a un ángulo.

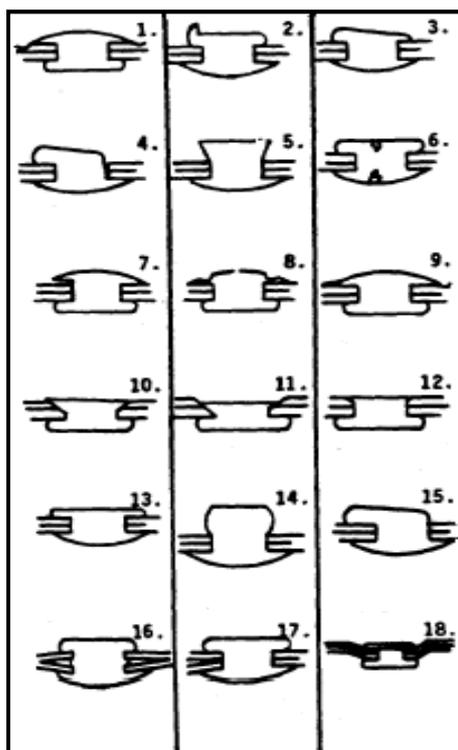


Figura 4.157.

Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

11. **Avellanado Muy Profundo.**- El remache o el avellanado incorrectos.
12. **Avellanado Formado Muy Pequeño.**- El avellanado no tiene suficiente profundidad.
13. **Cabeza Delgada.**- No se golpeó con suficiente fuerza o vástago largo.
14. **Cabeza Alta.**- No se golpeó con suficiente fuerza o vástago largo.
15. **Doblado.**- La barra contra-remachadora se sostuvo a un ángulo o vástago largo.
16. **Se Deformo entre las Láminas.**- Las parte no se afianzaron debidamente o había astillas entre las láminas.
17. **Costura Abierta.**- Demasiada presión.
18. **La Cabeza se Hundió en las Láminas.**- Demasiada presión sobre láminas delgadas.

Las causa más comunes de remaches no satisfactorios son el contra-remachado hecho en forma inadecuado, resbalamiento de la buterola o que la misma se sostenga a un ángulo equivocado, los orificios o los remaches del tamaño equivocado, los remaches embutidos no están al ras con el material, el material

no se afianzó en forma apropiada, la presencia de rebabas, la excesiva o poca presión en la instalación de los remaches.

3.10.7 REMOCIÓN DE LOS REMACHES

Propósito

Los remaches se sacan de la estructura del avión para hacer reparaciones en aviones dañados. Para reemplazar piezas gastadas o defectuosas remachadas a la estructura se necesita sacar los remaches que las mantiene unidas. Además, usted debe sacar cualquier remache defectuoso que haya instalado.

Técnicas de remoción

La remoción de los remaches es una tarea sencilla si se siguen los procedimientos correctos. Es muy importante que no dañe ningún revestimiento o su estructura en buenas condiciones. Es esencial que se proceda con sumo cuidado al sacar los remaches para evitar mayores daños a las piezas que estén buenas. Debe que tener cuidado de no agrandar o alargar los orificios de los remaches porque si agranda o alarga cualquiera de los orificios, se le exigirá volver a taladrar e instalar el remache de un tamaño mayor.

a).-Lime una superficie plana. En la cabeza fabricada de los remaches de cabeza universal se lima una superficie plana. Esta pequeña superficie plana facilita centrar el punzón marcador como se ilustra en la Figura 4.158. Es posible que no siempre sea necesario limar una superficie plana en los remaches de cabeza embutida o plana.

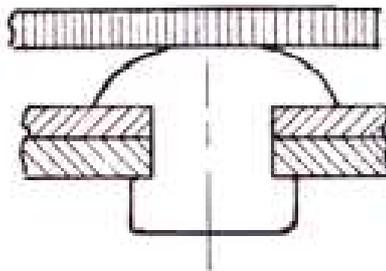


Figura 4.158. Lime una Superficie Plana.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 1. Lime un una superficie plana en la cabeza fabricada

b).-Punzón marcador. El remache se marca con un punzón marcador en la forma que se ilustra en la Figura 4.159. Esto es necesario para que se pueda taladrar en el centro del remache sin perforar y dañar la estructura. Asegúrese de que con éste punzón marca exactamente el centro del remache.

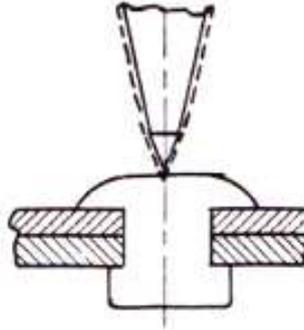


Figura 4.159. Marcado con el Punzón Marcador.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 2. Marque la superficie plana con el punzón

c) Taladro.- Seleccione un taladro que sea un poco más pequeño que el diámetro del vástago del remache. Use un taladro del mismo diámetro que el del vástago del remache si no se dispone de un taladro más pequeño. Nunca use un taladro mayor que el diámetro del vástago del remache. Perfore la cabeza del remache como se ilustra en la Figura 4.160. NO taladre en el vástago del remache porque esto alargará o ensanchará el orificio. Si el taladro comienza descentrado, corrija esto inclinando el taladro hacia el centro. Cuando la punta esté en el centro, enderece el taladro y continúe taladrando.

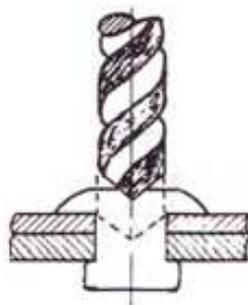


Figura 4.160. Taladrado de la Cabeza del Remache.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 3. Perfore la cabeza del remache

d).-Remoción de la cabeza del remache. Introduzca un punzón botador del mismo diámetro de la barrena en la cabeza perforada. Desprenda la cabeza del remache como se indica en la Figura 4.161. Si no tiene un punzón botador del tamaño correcto, puede usar el vástago del taladro. Si no se desprende la cabeza, profundice un poco más el orificio, teniendo cuidado de no perforar los miembros remachados.

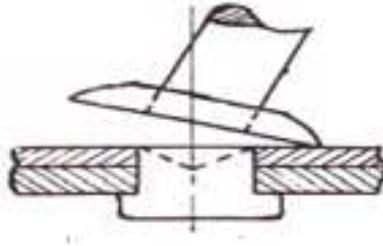


Figura 4.161. Remoción de la Cabeza del Remache.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 4. Desprenda la cabeza del remache

e).-Remoción del remache con punzón. Sostenga firmemente las láminas por detrás para sacar los remaches con el punzón. Un compañero debe sostener los revestimientos y los miembros por la parte interior del avión cuando se trata de conjuntos grandes, como un ala o fuselaje. Si se trata de piezas pequeñas, como su pieza de revestimiento, se pueden sostener las mismas en las quijadas de su tornillo de banco, como se ilustra en la Figura 4.162. Mantenga el material de apoyo cerca de la cabeza de taller para que no se doblen las láminas. Saque el remache con un punzón botador de un diámetro un poco menor que el del remache. Si el remache está demasiado apretado porque se ensanchó entre las láminas, taladre el remache con un taladro de tamaño inferior al normal. A continuación saque el resto de las partes del remache.

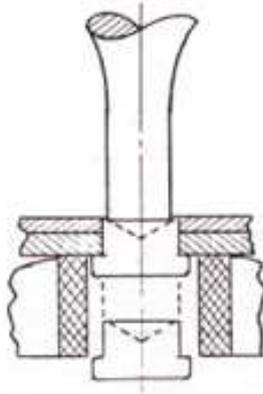


Figura 4.162. Remoción del Remache con un Punzón.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Paso 5. Saque el remache con punzón

3.10.8 IDENTIFICACIÓN DE REMACHES

Objetivos

Dándosele seis remaches comunes de aviones que sean diferentes, identifíquelos por su número de pieza apropiado.

Introducción

El uso de los remaches se rige por las propiedades del metal del cual se fabrican. Por consiguiente, es de mucha importancia que el reparador de estructuras de aviones esté en condiciones de identificar correctamente los remaches comunes y comprender la aplicación de cada uno de los tipos. Los remaches se identifican por la forma de su cabeza fabricada, las marcas en la cabeza y el número de pieza del remache.

Información

A principios del siglo XX los Estados Unidos se estaban industrializando rápidamente. Los metales tenían que fabricarse de acuerdo con ciertas normas (o estándares). De allí nació la Sociedad de Normas de Ingeniería Automotriz (SAE). Entonces las fuerzas armadas adoptaron la Norma del Ejército-Armada (AN). En la actualidad esto se ha convertido en la Norma

Militar (MS). Por esta razón usted se encontrará ambos números claves, AN y MS, en la identificación de los remaches.

Estilos de cabezas de los remaches

Cada tipo de remache se identifica mediante un número AN o MS, como se puede apreciar en la Figura 4.163. Estos son los dos estilos básicos de cabezas de remache que usa el Especialista Reparador de Estructuras de Aviones. Todos los remaches de aleación de aluminio con cabezas embutidas de 100° tienen un número clave AN426 ó MS20426, y los remaches de cabeza universal tienen un número clave AN470 ó MS20470.

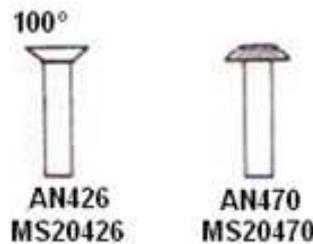


Figura 4.163. Identificación de la Cabeza de los Remaches.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

1. Embutida 100°
2. Universal

Aleaciones de los remaches y marcas de las cabezas

Los remaches se pueden hacer de acero, titanio, monel o hierro, lo mismo que de aluminio. Sin embargo, sólo se deben usar remaches de aluminio para sujetar las piezas de aluminio, porque se produciría una severa corrosión si se usara otro tipo de remache. Aún entre los remaches de aluminio existen diferentes aleaciones que se pueden utilizar para construir el remache. Esto es porque la resistencia a la corrosión se mejoraría si el remache fuera de la misma aleación o casi la misma que la del metal al cual se va a fijar. La aleación de un remache de aluminio se identifica por una letra o letras que siguen a un número AN o MS. En la Figura 4.164, hay dos diagramas de un número típico de identificación de pieza de remache (no incluye el diámetro ni la longitud del mismo).

Los remaches de aleación de aluminio tienen marcas en sus cabezas que indican las letras en su número de identificación y, por consiguiente, nos sirven para

identificar la aleación de la cual están hechos. Ahora aprenderá el estilo de cabeza de cinco remaches de aluminio.

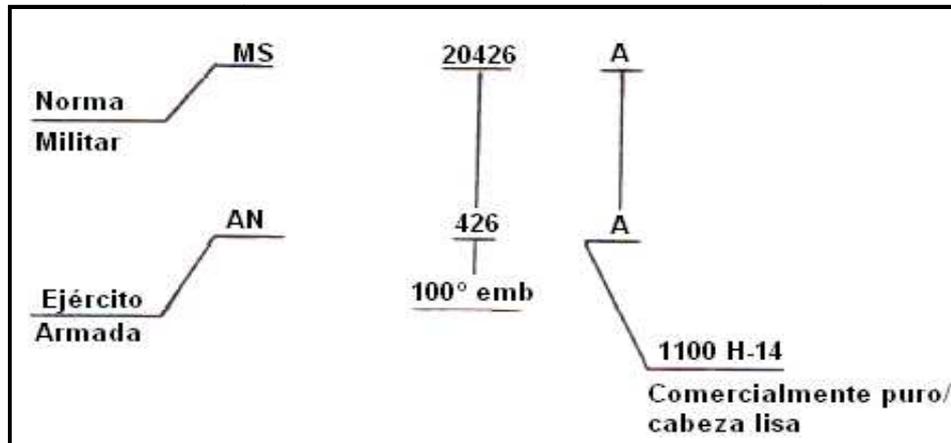


Figura 4.164.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

- A Lisa.
- AD Con hoyuelos indentado.
- D Con punta en relieve.
- DD Doble guión en relieve.
- B Sólido en relieve (marca +).

En las páginas que vienen a continuación le explicaremos las aleaciones que representan estos estilos de cabeza y sus usos comunes.

Figura 4.165. La composición del material es aluminio comercialmente puro, no tiene marcas en la cabeza. La letra A en el número de pieza identifica la composición del material como aluminio 1100.



Figura 4.165.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

Figura 4.166. A este remache se le denomina comúnmente remache de campo y se usa en la mayoría de las áreas del avión. Se usa sin ningún procesamiento especial del mismo. La composición del material es aleación de aluminio 2117-T4, con un hoyuelo en la cabeza para su fácil identificación visual. Las letras AD en el número de pieza identifican la composición del material como aleación de aluminio 2117-T4.



Figura 4.166.

Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Figura 4.167. A este remache se le denomina remache "D" o remache de nevera. Se usa en las áreas del avión que requieren una cantidad mayor de fuerza. La composición del material es aleación de aluminio 2017-T4 con una punta en relieve en la cabeza para facilitar su identificación visual. Antes de que se pueda usar este remache, debe ser tratado térmicamente e insertado inmediatamente antes de que se endurezca, o almacenado a temperaturas inferiores al punto de congelamiento hasta el momento en que se vaya a usar.



Figura 4.167.

Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Figura 4.168. Este es el último de los dos remaches de nevera que usan los reparadores de estructuras de aviones. Es el más fuerte de los remaches de aleación de aluminio. La composición de su material es 2024-T4, con una cabeza de doble guión en relieve. Se le denomina el remache 'DD'.

Este remache no se puede insertar en la condición que está fabricado, sino que debe someterse a tratamiento térmico. Si se va a instalar posteriormente, debe almacenarse en un lugar frío para retardar el proceso de envejecimiento. Después de un período de dos semanas (si no lo ha usado), debe someterlo nuevamente a tratamiento térmico.



Figura 4.168.

Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Figura 4.169. Remache de aleación de aluminio 5056. Este remache de aleación de aluminio que aparece en la ilustración siguiente tiene el magnesio como su elemento de aleación principal. Se usa generalmente cuando se remachan piezas de magnesio. La letra "B" en su número de pieza y la cruz en relieve en la cabeza se usan para indicar la aleación 5056. No requiere tratamiento especial antes de instalarlo.

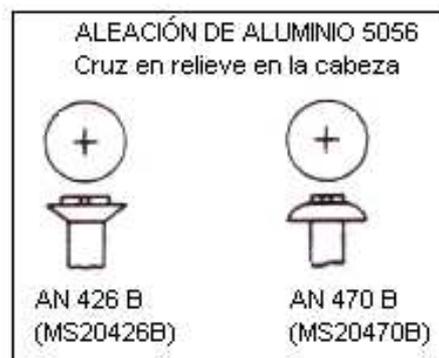


Figura 4.169.

Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

Hasta este momento usted ha aprendido que los remaches de aluminio se fabrican en dos estilos de cabeza básicos, 100° embutido y el universal. Las cinco aleaciones diferentes se identifican mediante las marcas de la cabeza correspondientes a la composición del material en el remache.

Diámetro y longitud del remache

Para identificar por completo un remache, usted también debe saber cómo medir el diámetro del vástago y la longitud del remache, para hacer la selección e instalación apropiadas. Consideremos primero el diámetro del remache, usando el ejemplo siguiente AN426D4. Consulte la Figura 4.170.

El número subrayado indica el diámetro en 32avos de pulgada. En este ejemplo, 4/32 ó 1/8 de pulgada. Este diámetro se mide a través del extremo del vástago del remache, desde el borde exterior hasta el otro borde exterior (pasando a través del centro), como aparece en la Figura 4.170.

El diámetro del remache no debe ser inferior que el espesor combinado de las partes que se remachan entre sí. Los siguientes son los diámetros de los remaches que se usan más comúnmente: 3/32", 1/8", 5/32", 3/16" y 1/4".

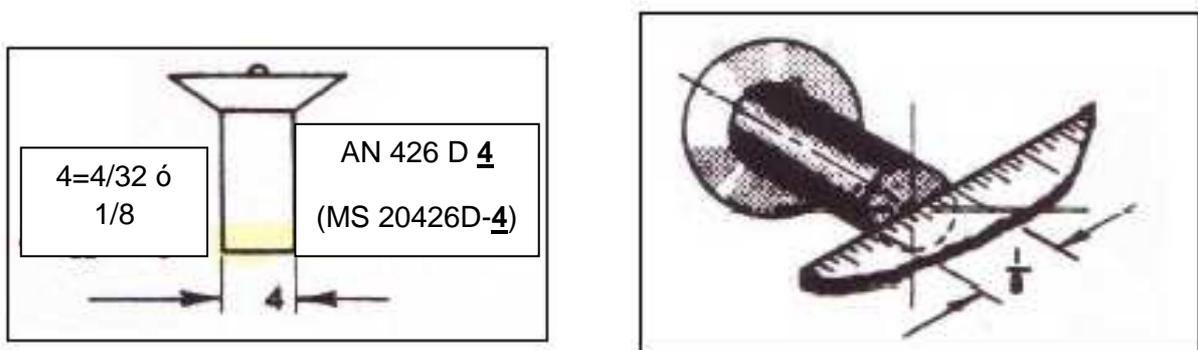


Figura 4.170. Diámetro del Remache.
Fuente: Investigación documental.
Tomado de: Manual de la IAAFA.

El último número (subrayado) AN426A4-6 indica la longitud del remache. La longitud se mide en dieciseisavos de pulgada. Ejemplo: (-6) igual a 6/16 ó 3/8 de pulgada. En la Figura 4.171, se muestra cómo se mide la longitud.

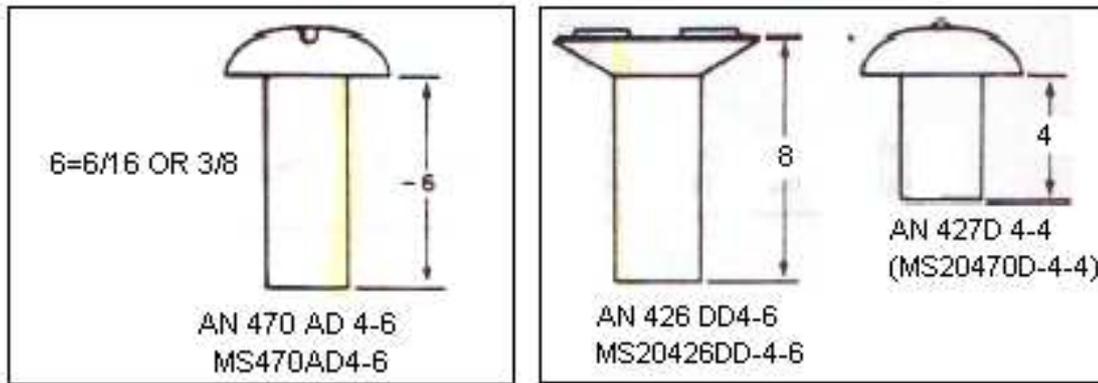


Figura 4.171. Longitud de Remache.

Fuente: Investigación documental.

Tomado de: Manual de la IAAFA.

Un resumen completo de la identificación de los remaches se explica en la forma siguiente:

Ejemplo: AN426AD5-6 (MS20426AD5-6)

AN----- Norma del Ejército-Armada

MS----- (Norma Militar)

426----- 100° embutido

(20426)----- (100° embutido)

AD Composición de aleación de aluminio 2117-T4

5 Diámetro de 5/32 de pulgada

6 Longitud de 6/16 ó 3/8 de pulgada

3.11 ENSAMBLE DE LA ESTRUCTURA DEL PROTOTIPO ALAR.

3.11.1 EQUIPO

- ✓ Taladro neumático y broca de 1/8".
- ✓ Pistola Remachadora Neumática.
- ✓ Buterolas.
- ✓ Barras Contra-remachadoras.
- ✓ Remaches AN470AD.
- ✓ Cortadora de remaches.
- ✓ Equipo de Protección Personal.

Usted remachará ahora algunas de las partes del Conjunto de la Estructura del Prototipo Alar, usando la pistola remachadora neumática y las barras contra-

remachadoras. La longitud de los remaches que usted use variará de acuerdo con el espesor y el número de piezas que esté afianzando.

La secuencia que aparece aquí no es la única secuencia posible, si no que se ha descubierto que es la que mejor facilita el aprendizaje de los procedimientos que se requieren. Siga los pasos que se enumeran aquí. Trabaje cuidadosamente y evite cualquier error que lo obligaría remover y reemplazar una parte.

Si a usted se le han olvidado los procedimientos para la remoción de los remaches, consulte las fases anteriores específicamente remaches. Al sacar los remaches tenga cuidado de no alargar los orificios o dañar las partes. Si usted alarga los orificios tendrá que prepararlos para usar los remaches de tamaño mayor.

Nota: Haga su remachado entre dos personas, la una persona se encargara de utilizar la pistola neumática mientras la otra sostendrá la barra contra-remachadora. La guía de estudio que se le está proporcionando explica el uso de las técnicas de remachado en equipo.

Paso 1. Sujetar con clecos el revestimiento de 24" X 26.75" con los tres larguerillos y las partes intermedias de las costillas como se muestra en la figura.



Figura 4.172. Partes sujetadas con clecos para proceder a remachar.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 2. Con una broca de 1/8" vuelva a taladrar todos los orificios de las partes que tienen sujetas con clecos y con ayuda de una broca de mayor diámetro saque las rebabas de los orificios taladrados.

Paso 3. Pase un remache y mida el largo del vástago del remache que va utilizar para sujetar los larguerillos con el revestimiento.

Paso 4. Utilice la cortadora de los remaches para cortar el largo correcto del vástago de los remaches que va utilizar para unir esas partes.



Figura 4.173. Cortado de los vástagos de los remaches.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 5. Tome una pistola neumática con una buterola recta de 1/8" y una barra contra-remachadora de superficie plana y proceda a remachar.



Figura 4.174. Remachado de las partes.

Fuente: Investigación de campo.

Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 6. Sujete las partes intermedias de las costillas a las pestañas posteriores adicionales de la viga del borde de ataque, a la viga del borde de ataque y a la parte delantera de la costilla. Guíese en la ilustración.

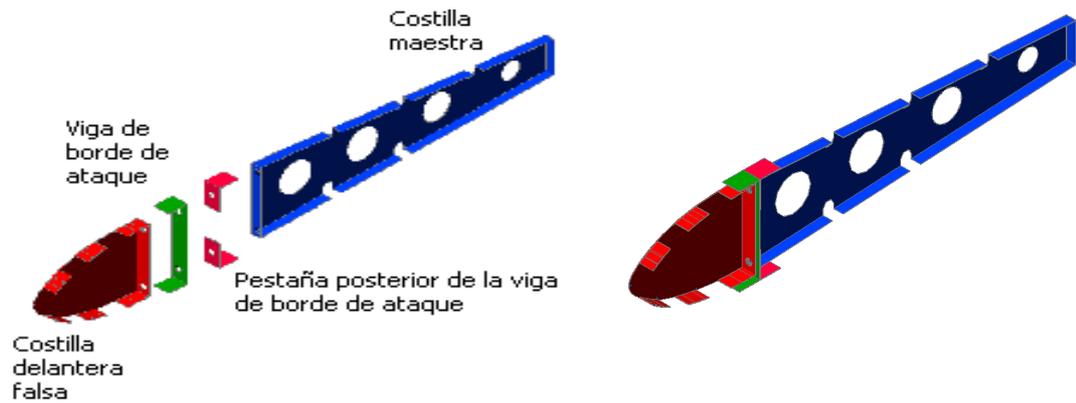


Figura 4.175. Colocación de las partes para remachar.
 Fuente: Investigación de campo.
 Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 7. Corte las remaches al largo necesario y proceda a remachar.

Paso 8. Inspeccione y reemplace los remaches que estén defectuosos.

Paso 9. Como siguiente tarea tendrán que sujetar el perfil alar con las partes delanteras de las costillas mediante clecos. Vea la siguiente figura.



Figura 4.176. Perfil alar sujetado con clecos.
 Fuente: Investigación de campo.
 Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 10. Con una broca de 1/8" vuelva a taladrar los orificios de las partes que acabo de unir y saque las rebabas con una broca de mayor diámetro de la que utilizó para taladrar.

Recomendación: En este momento la tarea de remachado se le tornara difícil así que tenga paciencia y haga las cosas despacio y con cuidado para no dañar las partes que van a unir, será importante de que la persona que va a sostener la barra contra-remachadora al momento de insertar su mano por los agujeros de aligeramiento de la viga del borde de ataque se acomode bien y este seguro (a) de que está ubicada la barra en el vástago de remache con el que se va a trabajar.

Paso 11. Ya determinado el largo del vástago del remache proceda a cortar el numero de remaches que va utilizar para unir estas partes. Proceda a remachar el perfil alar



Figura 4.177. Perfil alar remachado.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 12. Tome las partes traseras de las costillas y sujételas a la viga de borde de salida y a las pestañas del borde de salida de las partes intermedias de las costillas. Guíese en el gráfico.



Figura 4.178. Partes traseras de las costillas sujetadas con clecos.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 13. Con una broca de 1/8" vuelva a taladrar los orificios de las partes que acabo de unir y saque las rebabas con una broca de mayor diámetro de la que utilizó para taladrar.

Paso 14. Corte el largo necesario de los remaches y proceda a remachar desde el centro hacia afuera.



Figura 4.179. Partes traseras de las costillas remachadas.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por Andrés Balcázar.

Paso 15. Inspeccione sus remaches y reemplace los que estén defectuosos.

Paso 16. Sujete los larguerillos extruidos al revestimiento de 24" X 13.36" y este a las costillas. Observe la siguiente figura.



Figura 4.180. Ubicación de los larguerillos y el revestimiento pequeño para remachar.

Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

Paso 17. Corte los remaches y proceda a remachar desde el centro hacia afuera.



Figura 4.181. Prototipo estructural de ala terminado.

Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.

3.12 HAGA QUE EL DOCENTE REVISE SU PROTOTIPO ESTRUCTURAL DEL ALA.



Figura 4.182. Prototipo estructural de ala terminado.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.



Figura 4.183. Prototipo estructural de ala terminado.
Fuente: Investigación de campo.
Editado por: Andrés Balcázar.



Figura 4.184. Prototipo estructural de ala terminado.
 Fuente: Investigación de campo.
 Editado por: Andrés Balcázar.

3.13 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO ALAR.

Simbología

La siguiente simbología para los diagramas representa a los diferentes procesos en los sistemas de soporte.

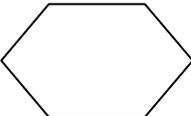
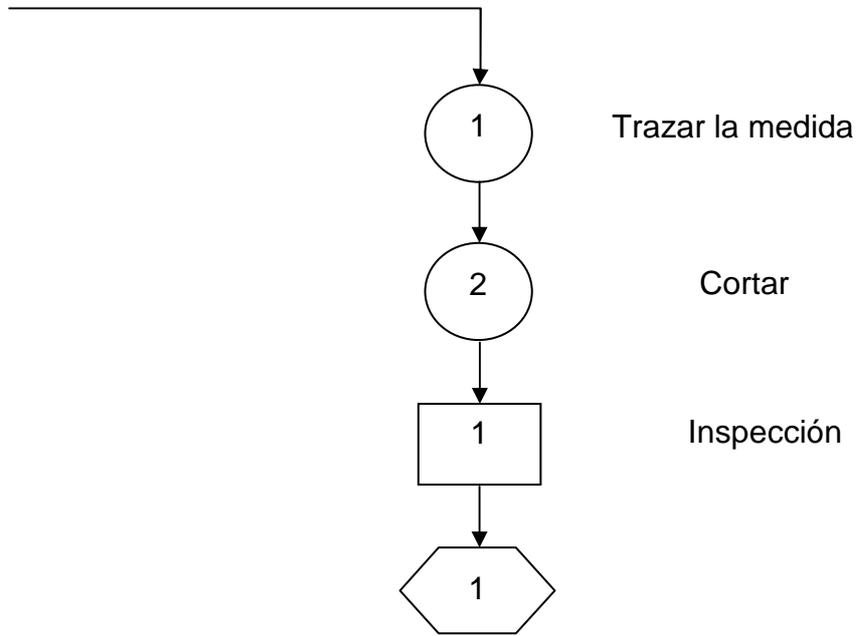
FIGURA	DETALLE
	Operación
	Inspección o Verificación
	Ensamble

Tabla 3.17
 Fuente: Investigación de campo.
 Editado por: Andrés Balcázar.

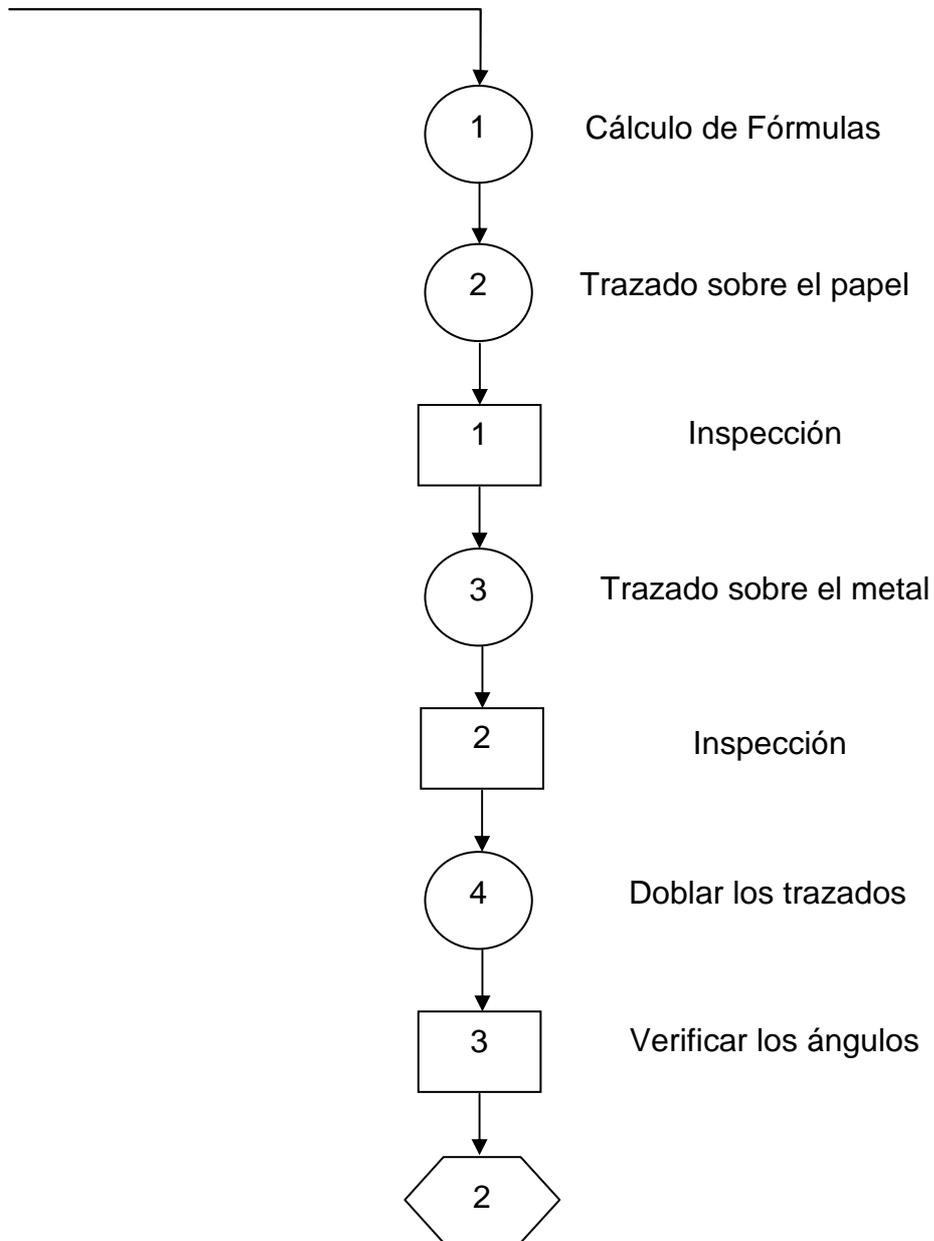
Fabricación de los revestimientos.

Material: Aluminio 2024-T3



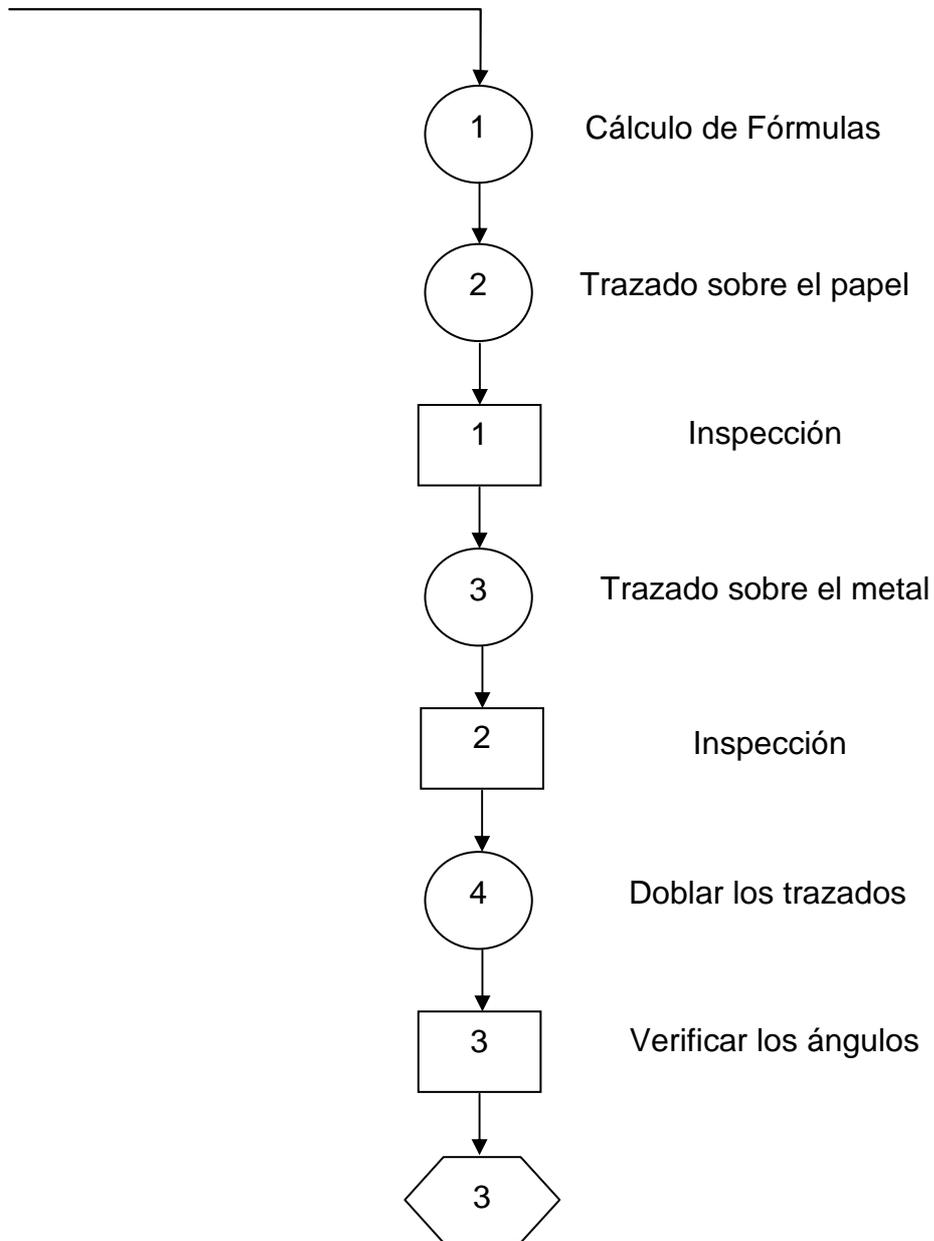
Fabricación de la viga de borde de ataque.

Material: Aluminio 2024-T3



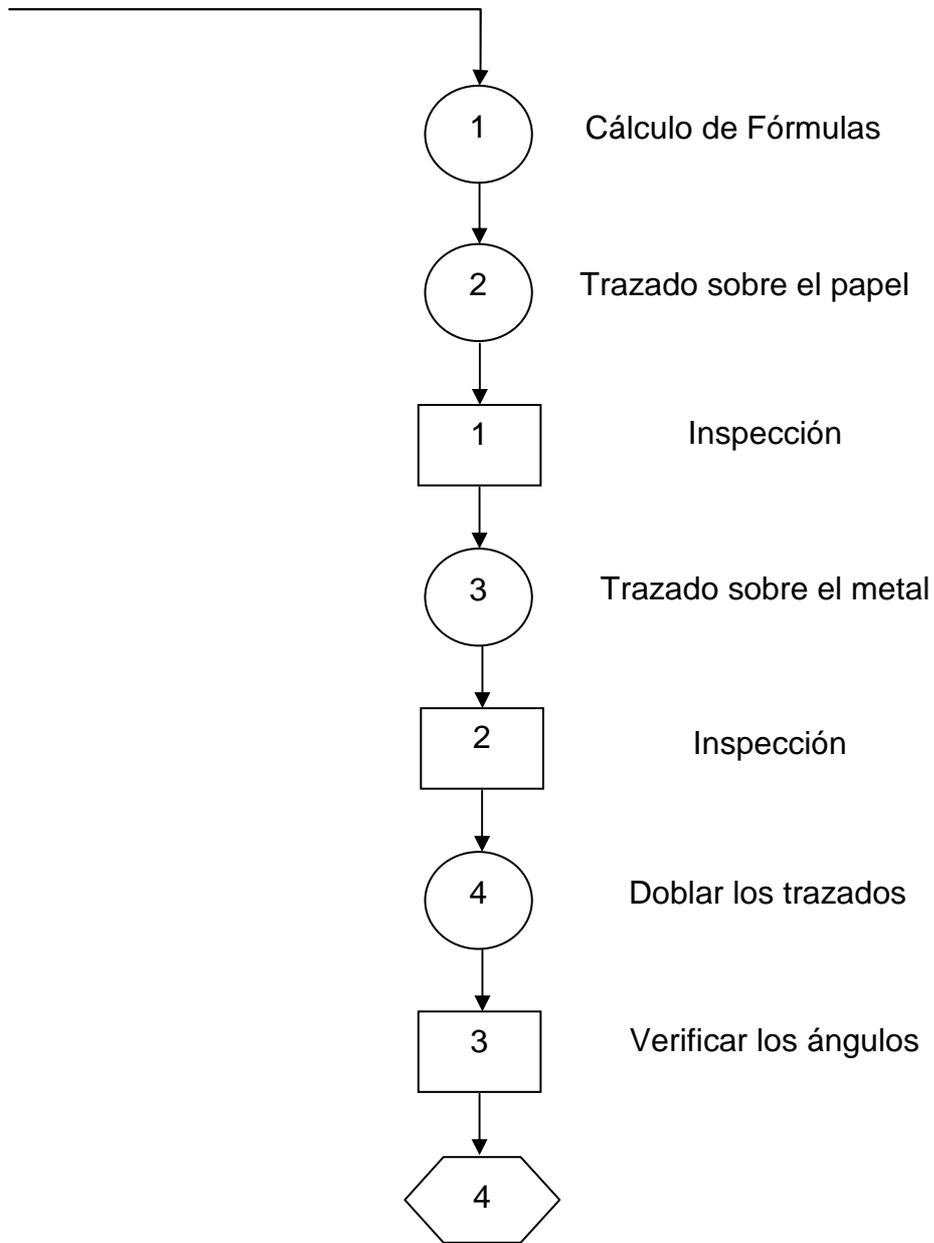
Fabricación de la viga de borde de salida.

Material: Aluminio 2024-T3



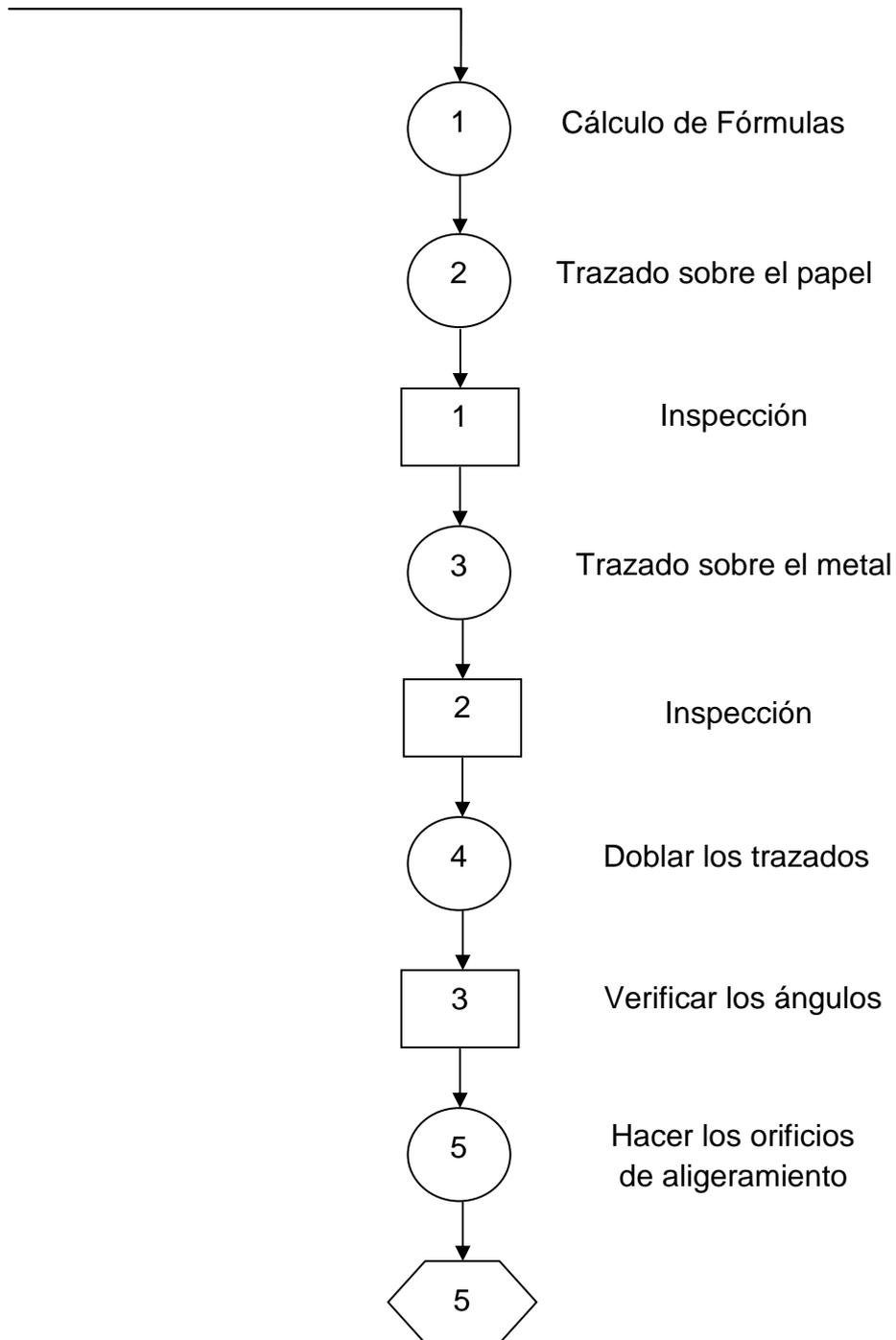
Fabricación de los larguerillos.

Material: Aluminio 2024-T3



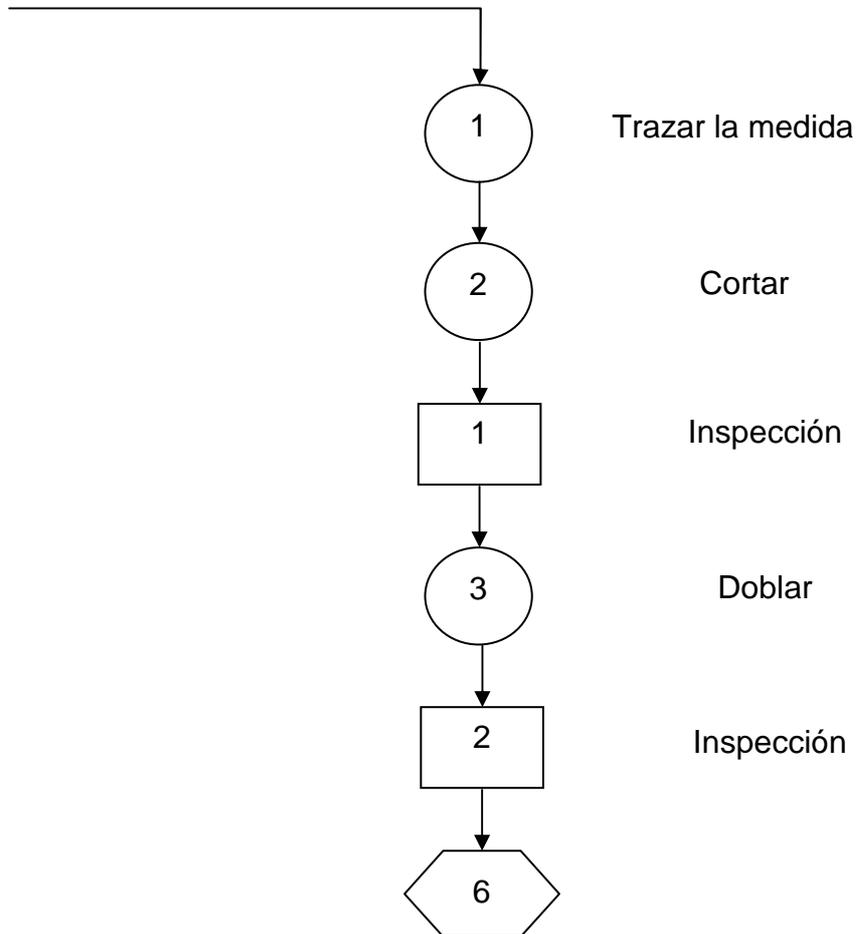
Fabricación de las costillas.

Material: Aluminio 2024-T3



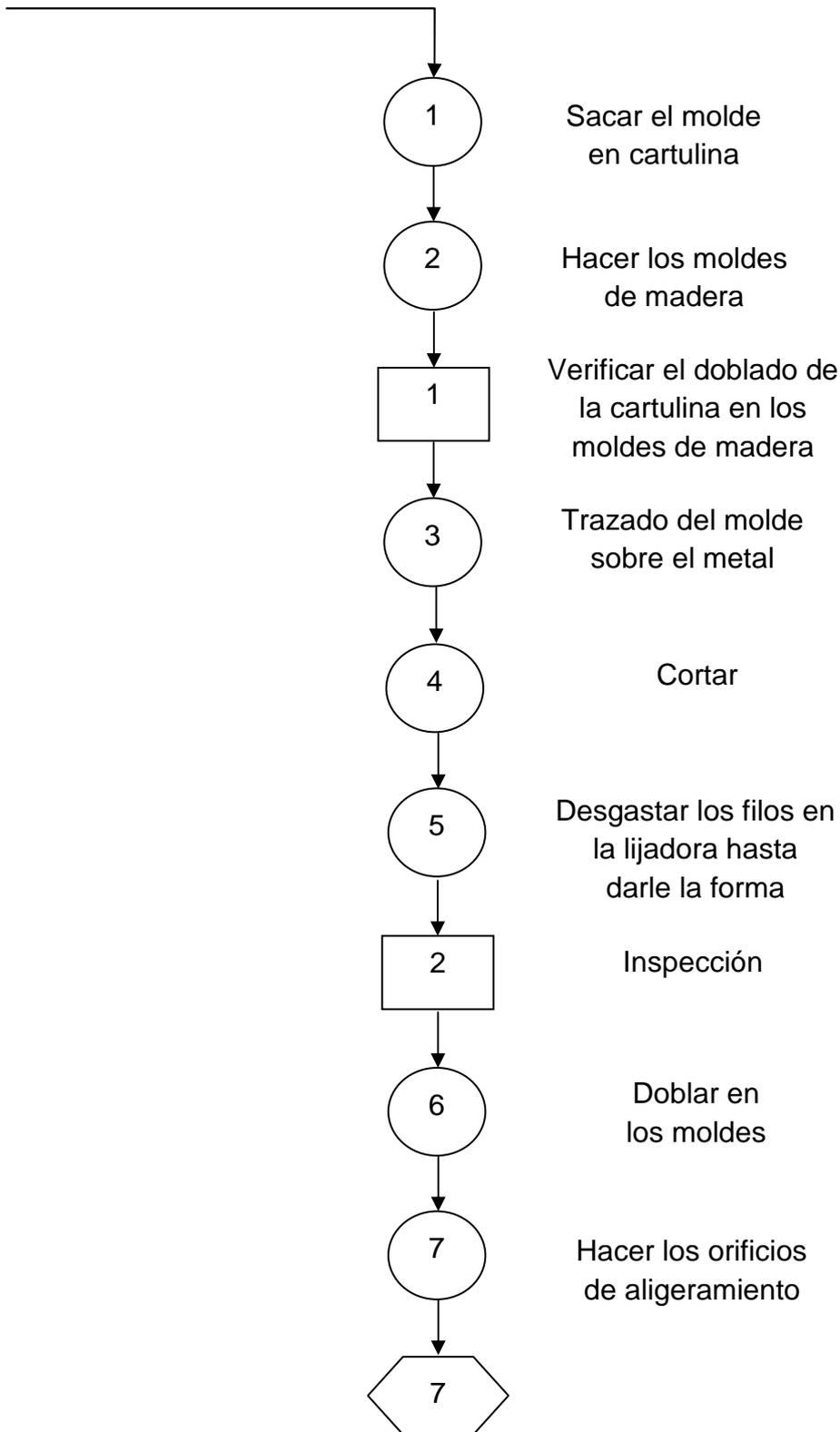
Fabricación del borde de ataque.

Material: Aluminio 2024-T3



Fabricación de la parte delantera de la costilla.

Material: Aluminio 2024-T3



Fabricación de la parte posterior de las costillas.

Material: Aluminio 2024-T3

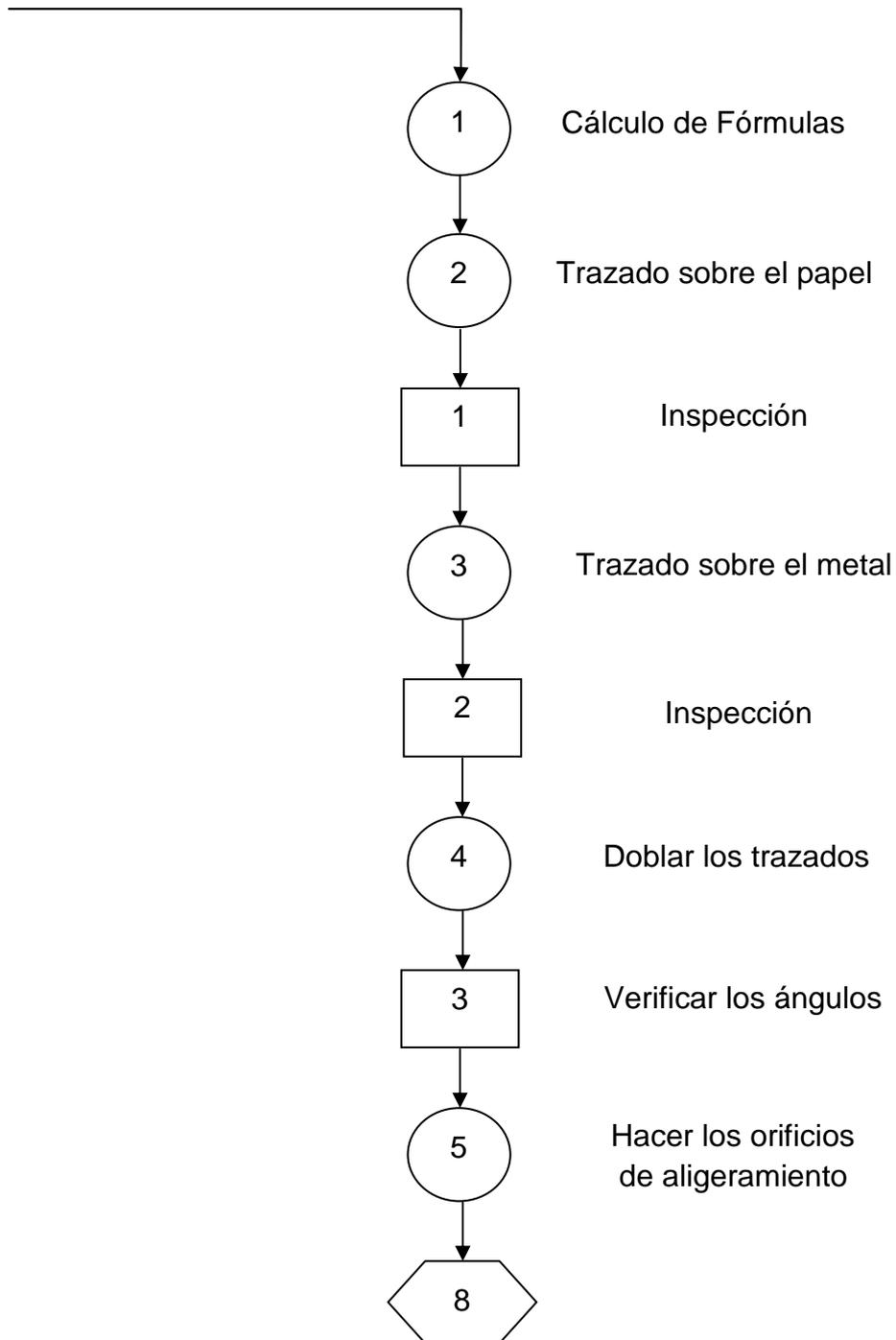
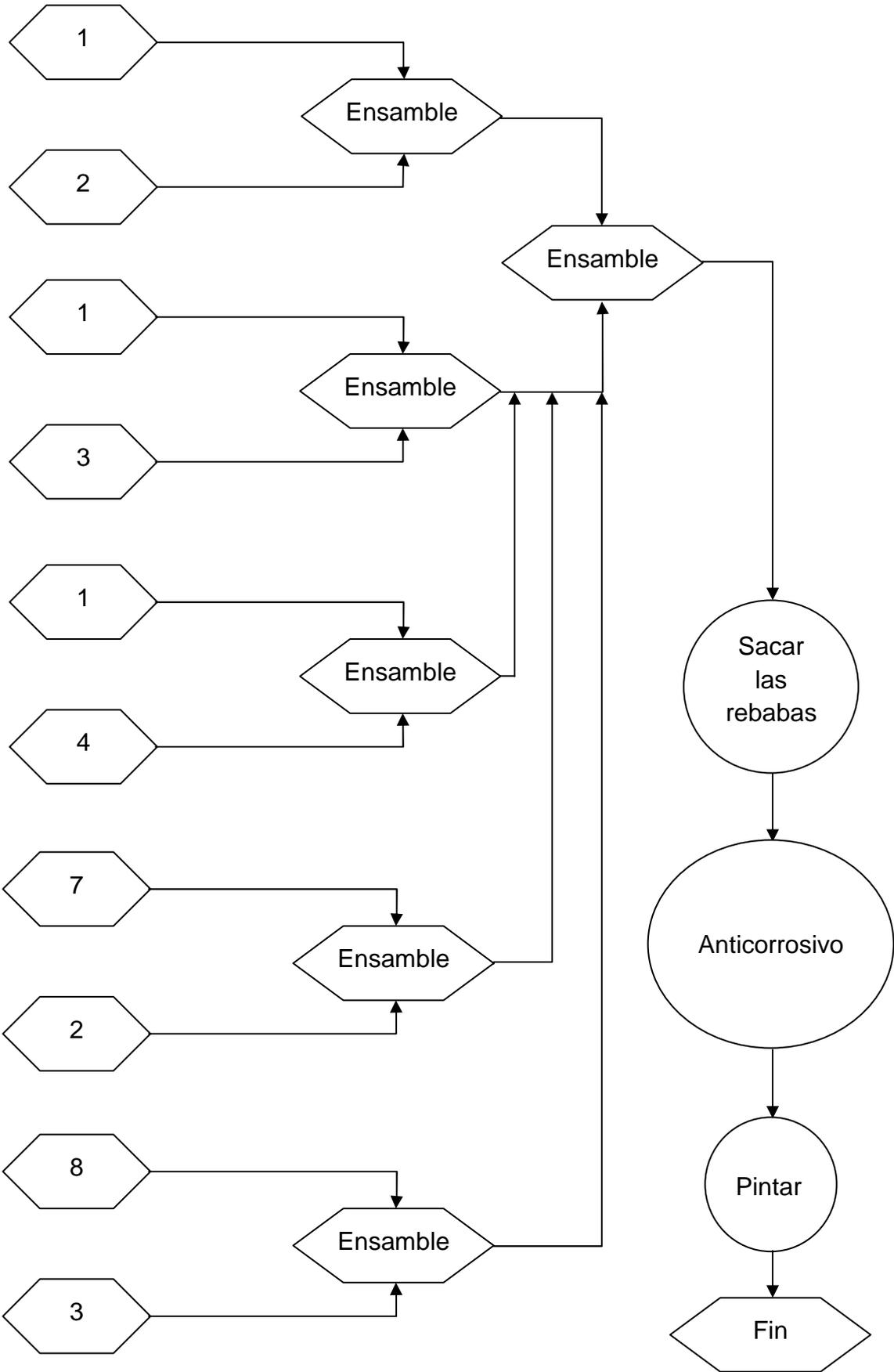


DIAGRAMA DE PROCESO DE ENSAMBLAJE



CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES.

- El prototipo estructural de ala se encuentra construido con todos los componentes básicos con la que cuenta un ala real, como son: Viga de borde de ataque, Viga de borde de salida, Larguerillos, Costillas, Borde de ataque, y Pieles o revestimiento, las mismas partes que son de material, aluminio 2024-T3 que es el material utilizado en la industria aeronáutica para fabricación de aeronaves, la razón principal por la que se utilizó este material es por característica de resistencia e involucrarse de forma real con materiales aeronáuticos.
- Esta maqueta servirá como un ejemplar a los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica mención aviones, para conocer e identificar los componentes básicos con los que cuenta una ala, también se podrá verificar que el material utilizado es el mismo que se emplea en la fabricación de aeronaves, de la misma manera la maqueta servirá como guía instructiva a los estudiantes para la construcción de futuras replicas.
- Con el desarrollo de esta investigación se trata de incentivar a la creación de otros componentes estructurales del avión, los mismos que se podrán ir modificando y mejorando, para así en un futuro poder lograr construir una aeronave en su totalidad.
- En la construcción del prototipo alar, la adquisición de los materiales fue un poco dificultoso debido a que estos elementos no son de fácil acceso en

el mercado común, el tiempo de estimación que lleva a la construcción total de la maqueta es de un mes.

- La fabricación del prototipo es un aporte valioso en la cimentación de los conocimientos prácticos y teóricos, el mismo que conllevará a los estudiantes a un mejor desarrollo en su carrera profesional.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para la construcción del prototipo alar se siga los pasos de forma ordenada tal como están en capítulo 3.2.
- Se recomienda al Instituto que en la materia, prácticas tutoriadas de estructuras se efectuó la construcción de prototipos como una práctica de culminación de semestre.
- Se recomienda a las autoridades de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones, busquen manuales de construcción de partes estructurales de aeronaves, para lograr un mayor desarrollo en el ámbito aeronáutico.
- Otra recomendación que ayudaría a la incentivación de fabricación de partes o construcción de prototipos estructurales de aeronave, es que el Instituto disponga de materiales aeronáuticos, el mismo que servirá como ayuda para la ejecución de los mismos.
- Se recomienda los estudiantes tomar medidas de precaución en la utilización de herramientas de corte.

GLOSARIO

A

Afán.- Actitud de entregarse alguien a una actividad con todo su interés.

Afines.- Parecido o semejanza de una persona o cosa con otra.

Alcance.-El alcance de un proyecto es la suma total de todos los productos y sus requisitos o características. Se utiliza a veces para representar la totalidad de trabajo necesitado para dar por terminado un proyecto.

Asesoramiento.- Consejo, información que se otorga sobre una materia de la que se tienen especiales conocimientos.

C

Concerniente.- Que concierne o se relaciona a un tema que se esté tratando.

Correlacional.- En probabilidad y estadística, la correlación indica la fuerza y la dirección de una relación lineal entre dos variables aleatorias.

D

Didáctico.- Propio, adecuado para enseñar o instruir

E

Enfocar.- Dirigir la atención o el interés hacia un determinado asunto o problema.

Espesor.-Grosor de un sólido.

Estantes.- Mueble con anaqueles o entrepaños, y generalmente sin puertas, que sirve para colocar libros, papeles u otras cosas.

F

Falencia.- Error al asegurar algo; quiebra, fracaso, insuceso.

I

Idóneo.- Que tiene buena disposición o aptitud para algo. Adecuado, conveniente.

Inducción.- La base de la inducción es la suposición de que si algo es cierto en algunas ocasiones también lo es en situaciones similares aunque no se hayan observado.

Innovación.- Es la aplicación de nuevas ideas, conceptos, productos, servicios y prácticas, con la intención de ser útiles para el incremento de la productividad. Un elemento esencial de la innovación es su aplicación exitosa de forma comercial. No solo hay que inventar algo, sino, por ejemplo, introducirlo en el mercado para que la gente pueda disfrutar de ello.

Inyectores.- Dispositivo mecánico utilizado para inyectar fluidos.

Ítem.- Se usa para hacer distinción de artículos o capítulos en un escrito.

J

Jurisdicción.- Poder o autoridad para gobernar y poner en ejecución las leyes o para aplicarlas en juicio. / Territorio sobre el que se ejerce este poder, jurisdicción nacional, provincial.

L

Lícita.- Preciso, adecuado; adv. m. De manera justa, como es debido.

M

Minucioso.- Detallista, cuidadoso hasta en los menores detalles.

Modalidad.- Modo de ser o de manifestarse una cosa.

P

Potestad.- Dominio, poder o facultad que se tiene sobre una cosa.

Preliminar.- El término proyecto preliminar se utiliza generalmente para referirse a todas las etapas preparatorias necesarias para poner en marcha el proyecto.

Prototipo.- Ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa.

R

Radio de dobléz.- Segmento lineal que une el centro del círculo con la circunferencia.

Reglaje.- Reajuste de las piezas de un mecanismo para mantenerlo en perfecto funcionamiento.

Relevante.- Importante, significativo.

Revoque.- Dejar sin efecto una concesión, mandato o resolución.

Remache.- Sujetador que sirve para unir dos o más láminas de metal.

S

Sistemático.- Que sigue o se ajusta a un sistema.

Seguridad.- Dicho de un ramo de la Administración Pública: Cuyo fin es el de velar por la seguridad de los ciudadanos.

Dicho de un mecanismo: Que asegura algún buen funcionamiento, precaviendo que este falle, se frustre o se violente.

T

Tomos.- Cada uno de los volúmenes en que, debido a su extensión, está dividida una obra escrita y que se suelen encuadernar por separado.

V

Vigente.- Referido especialmente a las leyes y costumbres, en vigor, en uso.

Vínculo.- Icono relacionado con otro contexto del cual se está tratando.

ABREVIATURAS Y SIGLAS

DGAC: Dirección General de Aviación Civil

CEMA: Centro de Mantenimiento Aeronáutico

IAAFA: Academia Interamericana de las Fuerzas Aéreas

ATA.- Asociación De Transportes Aéreos

RDAC.- Regulaciones De La Dirección De Aviación Civil.

AFOSH.-Reglamentos de Seguridad y Salud en el Trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- Manual de entrenamiento de la Academia Inter-Americana de las Fuerzas Aéreas (IAAFA).
- Tomos de Recopilación de Derecho Aéreo.
- Tesis 104 de Monge Pazmiño Guadalupe Jeaneth.
- Manual de Mantenimiento del BOEING 737. (ATA 57)

PÁGINAS WEB

- www.wordreference.com
- es.wikipedia.org/
- es.thefreedictionary.com/afiné
- [es.wikipedia.org/wiki/Correlación.](http://es.wikipedia.org/wiki/Correlación)
- <http://www.broncesval.com/catalogo/index.asp?categoria=1&producto=4>
- Estructuras Aeronáuticas (1ª parte, Análisis de Esfuerzos), E. De la Fuente Tremps y R. Torres Sánchez
- http://torroja.dmt.upm.es:9673/Guillem_Site/Varios/ca.html
- http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/BUENOS_AIRES/62/tecnolog/alas.htm
- [www.google.com/estructuradelala.](http://www.google.com/estructuradelala)
- http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/BUENOS_AIRES/62/tecnolog/estruc.htm
- <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV12.html>

ANEXOS

ANEXO “F”

ANTEPROYECTO

CAPITULO I

El Problema.

1.1.-Planteamiento del Problema.

La Dirección General de Aviación Civil (DGAC) es la encargada de controlar, establecer las leyes y regulaciones que ayudan a desempeñar de manera correcta las tareas de mantenimiento aeronáutico. Dicha entidad tiene la potestad de emitir licencias, certificados y permisos a Escuelas de Capacitación Aeronáutica, personal técnico aeronáutico, compañías operadoras de vuelo y estaciones de reparación ubicadas en el territorio ecuatoriano.

La DGAC consta de dos jurisdicciones, la primera que está designada para las regiones Sierra y Oriente localizada en la ciudad de Quito y la segunda está designada para las regiones Costa e Insular localizada en la ciudad de Guayaquil.

Latacunga es una de las ciudades que está bajo la dependencia de la jurisdicción de Quito por lo tanto las entidades de aviación que se encuentra dentro de su territorio estarán sujetas a que se le realicen auditorias de cumplimiento de los estatutos establecidos en los Tomos de la Recopilación de Derecho Aéreo.

Los establecimientos aeronáuticos existentes en Latacunga son:

- El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), es una Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico de carácter académico la misma que está contemplada bajo la parte 147 de los Tomos de Recopilación de Derecho Aéreo; y se encuentra estructurada de manera que ofrece Capacitación Técnica en Mantenimiento de Aviones y Motores,

Tecnologías en las carreras de Electrónica, Logística, Telemática y Seguridad Aérea y Terrestre.

- Centro de Mantenimiento Aeronáutico (CEMA), es una Estación Reparadora la misma que está contemplada bajo la parte 145 de los Tomos de Recopilación de Derecho Aéreo.

Estos para su funcionamiento legal deben aplicar una serie de procedimientos y requerimientos para conservar sus certificaciones y permisos obtenidos anteriormente.

El ITSA como una Escuela de Capacitación Aeronáutica que posee certificaciones de la DGAC, está en la obligación de cumplir con las exigencias dispuestas por la autoridad aeronáutica, entre una de estas obligaciones es contar con Laboratorios de alto nivel que aporte al aprendizaje de los estudiantes. El Instituto como Escuela de Capacitación Aeronáutica cuenta con un Laboratorio de estructuras que permite desempeñar trabajos o tareas de mantenimiento estructural de una manera adecuada, lo que facilita a los estudiantes un aprendizaje práctico.

Para esto es beneficioso e importante que el ITSA siga avanzando en su afán de alcanzar la excelencia académica con mira de ofrecer mejores profesionales en el campo de la aviación que aporten al desarrollo aeronáutico del país, para ello es fundamental buscar nuevas alternativas que hagan del Instituto a futuro; una Escuela de Entrenamiento Aeronáutico que ofrezca cursos de especialización de estructuras.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuáles serían las nuevas alternativas de enseñanza práctica, para el mejoramiento del aprendizaje teórico-práctico en el Área de Estructuras Aeronáuticas de la Carrera de Mecánica mención Aviones?

1.3 Justificación e Importancia

- Esta investigación permitirá conocer varias alternativas de aprendizaje que van ayudar a la formación académica del estudiante.
- Es fundamental el desarrollo de la investigación ya que ofrecerá nuevas propuestas de mejoramiento continuo que encaminen al Instituto a un progreso que le permita ser competitivo.
- La investigación pretende que el estudiante tenga una mejor capacitación en el ámbito teórico-práctico.
- La investigación está enfocada a que el estudiante tenga un mejor desenvolvimiento al momento de realizar trabajos o tareas prácticas en el campo aeronáutico.
- El desarrollo de la investigación proporcionara mayor información acerca del desenvolvimiento académico del Instituto.
- La ejecución de la investigación brindara una experiencia nueva que ayudara a mejorar nuestro desempeño en el ámbito profesional
- La investigación busca que los estudiantes y docentes se sientan cómodos y motivados al saber que el Instituto se preocupa por el bienestar de los mismos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Generales

Realizar estudios de investigación que den como resultado nuevas alternativas de innovación y mejoramiento continuo de la enseñanza teórica-práctica en el Área de Estructuras Aeronáuticas de la Carrera de Mecánica mención Aviones.

1.4.2 Específicos

- Recolectar información concerniente a la investigación.
- Detectar la relación que existe entre la enseñanza teórica-practica.

- Analizar la situación actual del plan analítico en las materias de especialidad afines a estructuras que combinan la teoría con la práctica.
- Detectar cuales son las fortalezas y debilidades con las que cuenta el Laboratorio.
- Analizar qué tareas de mantenimiento los estudiantes pueden realizar en el laboratorio.
- Realizar entrevistas al encargado del laboratorio de estructuras del ITSA.
- Buscar información de otras Escuelas de Capacitación Aeronáutica que permitan sacar aspectos positivos y aplicarlos en el proyecto.
- Buscar asesoramiento de personas que conozcan o hayan tenido experiencia en otras Escuelas de Capacitación Aeronáutica.

1.5 Alcance

Este trabajo de investigación pretende ofrecer beneficios a largo plazo y de manera primordial a los estudiantes de la carrera de mecánica mención aviones, tanto en su formación académica y práctica, ya que les brindará un conocimiento más amplio acerca de los trabajos prácticos de aviación y del manejo de herramientas lo que les facilitará en un futuro la obtención de su licencia de aviación y un mejor desenvolvimiento en su vida profesional.

2. Plan de Investigación

2.1 Modalidad básica de la investigación

El estudio basará en una investigación de campo, debido a las múltiples actividades que involucran el contacto directo con el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico donde se va a centrar la investigación.

Así también se recurrirá a la investigación documental, para basarnos en la IAAFA que es una Escuela de Capacitación Aeronáutica Militar ubicada en los

Estados Unidos de Norte América, la que permitirá obtener registros acerca de sus métodos de enseñanza que sirvan como guía para la investigación.

2.2 Tipos de Investigación

Se utilizará la investigación no experimental para conocer nuevas alternativas de enseñanza tomando como referencia a otras Escuelas Técnicas de Capacitación Aeronáutica, además será fundamental la información que proporcionen las personas que han cursado por estos centros de Capacitación y los resultados que han obtenido en estos.

2.3 Niveles de Investigación

El nivel correlacional es fundamental para el desarrollo de la investigación ya que permitirá comparar los planes analíticos de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones con el Apéndice "C" de la Parte 147 de los Tomos de Recopilación de Derecho Aéreo con la finalidad de saber si el ITSA está cumpliendo con los requerimientos que la DGAC exige.

2.4 Universo, Población y Muestra

Universo

Nuestro universo va estar definido por el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Población

Esta va estar limitada por los estudiantes de la Carrera de Mecánica mención Aviones del ITSA, personal docente de la carrera antes mencionada y personal técnico con licencia en estructuras.

Muestra

La muestra se tomará analizando diversos aspectos entre uno de ellos, si el universo es lo suficientemente grande para que exista la necesidad de sacar una muestra mediante las formulas correspondientes.

2.5 Recolección de Datos

2.5.1 Técnicas de Campo.

La observación ayudará a conseguir un registro sistemático de las tareas que se deben realizar en el Laboratorio de estructuras del ITSA para que sea el complemento idóneo para la enseñanza teórica de la Carrera de Mecánica de Estructuras.

La encuesta va estar enfocada hacia los estudiantes para de ésta forma obtener datos veraces que aclaren incógnitas que se presenten en la investigación.

La entrevista es una técnica fundamental en la investigación ya que proporcionará información lícita de personas que poseen una amplia experiencia en el campo de la aviación y de los técnicos con licencia que han recibido cursos de especialización en Mantenimiento Estructural.

2.5.2 Técnicas Bibliográficas

Esta investigación tiene la necesidad de utilizar las técnicas bibliográficas para recolectar información complementaria para la investigación acerca de estudios realizados, presupuesto de herramientas, listado del personal involucrado en la población, información de internet y demás registros concernientes a la investigación.

2.6 Procesamiento de la Información.

Procederemos a extraer la información más relevante de la recopilación de datos. Para facilitación de la interpretación de los datos obtenidos se utilizarán procedimientos estadísticos.

2.7 Métodos de la Investigación.

2.7.1 Análisis

Es importante y necesario realizar un análisis para encontrar las alternativas más acordes que impulsen al mejoramiento continuo de la enseñanza teórica-práctica de los estudiantes de la Carrera de Mecánica mención aviones del ITSA.

2.8 Conclusiones y Recomendaciones de la investigación.

Las conclusiones y recomendaciones de la investigación se las obtendrán una vez desarrollada la misma.

3 Ejecución del Plan Metodológico

3.1. Marco Teórico

3.1.1 Antecedentes de la Investigación.

Durante el desarrollo de la investigación documental bibliográfica en la biblioteca del ITSA, se verificó la existencia de trabajos de grado realizados por estudiantes, los cuales fueron de mucha ayuda ya que aportaron a la investigación con sus propuestas y estudios realizados a las diversas áreas en busca del mejoramiento de la enseñanza teórica-práctica de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del Instituto, los que serán citados en la siguiente tabla tomando en cuenta que son los trabajos más relevantes con relación a los objetivos.

Tabla 1. Proyectos de grado desarrollados en el ITSA.

TEMA	AUTOR	Nº	FECHA	OBJETIVO GENERAL	CONCLUSIÓN DE IMPORTANCIA
-------------	--------------	-----------	--------------	-----------------------------	--------------------------------------

Implementación de manuales de calidad según las normas INEN, GPE, ISO/IEC 25:95 ISO 9001:96 para el laboratorio de mecánica básica del ITSA.	Jaramillo D. Angelo G. Lima T. Juan Carlos	014	27 NOV 2002	Implementación de manuales de calidad según las normas INEN, GPE, ISO/IEC 25:95 ISO 9001:96 para el laboratorio de mecánica básica del ITSA.	Se contribuye en especial con un soporte teórico práctico a los alumnos del ITSA facilitando el aprendizaje y realización de las prácticas y ensayos o calibraciones que se realicen
Estudio de la situación actual del sistema neumático del bloque 42 del ITSA.	ChicaizaTai pe Edgar Germánico	063	14 JUN 2004	Realizar el estudio situación actual del sistema neumático del bloque 42 del ITSA, a fin de conocer su estado operativo y realizar propuestas correspondientes para su habilitación.	El sistema se encuentra en mal estado y requiere reparación general o rediseño del mismo.
Implementación de normas de seguridad para los laboratorios del ITSA.	Zapata Ormasa Juan Carlos	090	12 ENE 2005	Implementar normas de seguridad para los laboratorios del ITSA.	La elaboración de manuales con normas de seguridad se realizó para cada uno de los laboratorios
Construcción de una maqueta didáctica del ala del avión de bajo performance (PILATUS PORTER) con material compuesto para la Escuela	Guzmán Toasa Jesús Jaime	091	25 MAY 2005	Construir una maqueta didáctica del ala del avión (PILATUS PORTER) con materiales compuestos para la Escuela Técnica de	La maqueta didáctica del ala de avión PilatusPorter, está construida en su totalidad por materiales compuestos, además permite observar en forma clara los elementos que actúan en el ala, constituyendo

Técnica de Aviación del Ejército.				Aviación del Ejército.	un aporte en la formación académica de los futuros técnicos
Construcción de un pañol de herramientas en el laboratorio de Mecánica básica del ITSA, estudio de implementación de oficinas para los jefes de laboratorio estandarización de procedimientos de operaciones	Monge Pazmiño Guadalupe Jeaneth	104	20 SEP 2005	Construir un pañol de herramientas en el laboratorio de Mecánica básica del ITSA, estudio de implementación de oficinas para los jefes de laboratorio estandarización de procedimientos de operación.	Este proyecto sirve como un aporte al mejoramiento didáctico y de operación para los alumnos del ITSA y directamente para los alumnos de la Carrera de Mecánica ya que podrán identificar y aplicar claramente los tipos de herramientas puestas a disposición.

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Balcázar Andrés

Así también cabe indicar que no mencionan en la tabla otros trabajos estupendos ya que no tienen una relación fuerte con los objetivos que se plantearon para nuestro estudio, lo que no los hace menos importantes señalarlos para un conocimiento general la existencia de simulaciones virtuales de varios sistemas de diversos aviones, la implementación de manuales y construcción de maquetas didácticas; materiales que no son utilizados en su totalidad por parte de los docentes para la instrucción académica.

3.1.2 Fundamentación teórica.

LA ACADEMIA INTERAMERICANA DE LAS FUERZAS AÉREAS (IAAFA)

La Academia Interamericana de las Fuerzas Aéreas (IAAFA) fue fundada el 15 de marzo de 1945. La Academia impartió adiestramiento a 11 estudiantes peruanos en la Estación Aérea Albrook, Zona del Canal de Panamá, lo que marcó el inicio del primer adiestramiento aeronáutico en América Latina. En la actualidad, un promedio de 800 estudiantes anuales egresan de la Academia un paso significativo de los 11 estudiantes de hace 60 años.

Actualmente la IAAFA, con énfasis en el adiestramiento "práctico", estableció cursos de capacitación para oficiales y una sección estudiantil. Entre sus cursos de adiestramiento que ofrece esta academia tenemos el de formación de Técnico en Mantenimiento Estructural, el mismo que sirve como guía para aportar con nuevos métodos de enseñanza teórico-práctico, los cuales ayudaran a mejorar la capacitación y entrenamiento de los estudiantes de la carrera de mecánica mención aviones del ITSA.

El curso de Técnico en Mantenimiento Estructural tiene como objetivo preparar al Técnico de aviones para las responsabilidades y deberes en el mantenimiento de aeronaves. Los estudiantes aprenderán a utilizar las herramientas que se extienden de herramientas básicas de mano a herramientas especializadas. Este curso les enseña a reparar, modificar, y fabricar componentes o partes de aviones en láminas de metal. También aprenderán la teoría de la corrosión para tener una mejor comprensión sobre el comportamiento de los metales que se utilizan en la construcción de los aviones. Finalmente, los estudiantes aprenderán la teoría básica de estructuras y de sus reparaciones.

Maqueta

Una maqueta es la reproducción, generalmente en pequeña escala, de algo real o ficticio. Se puede tratar de objetos como muebles, autos o aviones; o bien, tratarse de los componentes específicos de autos, aviones o edificios, que se pueden utilizar para retratar y recrear ciertas características las cuales se desea representar. Adicionalmente estas maquetas suelen ser utilizadas para instrucción o para pruebas de diseño de ciertos autos, aviones o edificios.

3.1.2 Fundamentación Legal.

En los tomos de Recopilación de Derecho Aeronáutico, se encuentra el fundamento técnico legal que sustenta la presente investigación, que textualmente indica:

PARTE 147

20-R1 Escuela De Técnicos De Mantenimiento Aeronáutico

Sub parte B – Requerimientos De Certificación

147.11 Habilitaciones

Las siguientes habilitaciones son emitidas bajo esta Parte:

- a) Aeronaves;
- b) Motores; y,
- c) Aeronaves y Motores.

147.13 Facilidades, equipo y materiales requeridos

Un solicitante de un certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, debe tener por lo menos, las facilidades, equipos y materiales especificados, los mismos que se describirán a continuación:

Requerimientos de Espacio

- a) Una aula cerrada adecuada para enseñar clases teóricas;
- b) Facilidades adecuadas, ya sea en áreas centrales o localizadas para entrenamiento, distribuidas de manera que aseguren la separación del espacio de trabajo, de las partes, herramientas, materiales y artículos similares;
- c) Áreas adecuadas para la aplicación de materiales acabados, incluyendo pintura y soplete;
- d) Áreas convenientemente equipadas con tanques de agua para lavado y equipo de sangrado de aire comprimido y otro equipo adecuado de limpieza;

- e) Facilidades adecuadas para el corrido de motores;
- f) Aérea convenientemente adecuada que incluya bancos, mesas y equipos de prueba, para desarmar, dar servicio e inspeccionar:
 - 1. Equipos eléctricos, de encendido y accesorios;
 - 2. Carburadores y sistemas de combustible;
 - 3. Sistemas hidráulicos y de vacío para aeronaves, motores de aeronaves y sus accesorios.
- g) Espacio adecuado con equipos incluyendo bancos, mesas, estantes y gatas, para el desarmado inspección y reglaje de la aeronave; y,
- h) Espacios convenientes con equipo adecuado para el desarmado, inspección, armado, caza fallas, y puesta a tiempo del encendido de motores.

147.17 Requerimientos del equipo de instrucción

- a) Deberá tener los siguientes equipos de instrucción:
 - 1. Varias clases de estructuras de aeronaves, sistemas y componentes de aeronaves, motores, sistemas y componentes de motores, convenientes para completar los proyectos prácticos requeridos por su plan de estudios aprobado; y,
 - 2. Al menos un aeronave de un tipo actualmente certificado por la DGAC para la operación privada o comercial, con motor, hélices instrumentos, equipos de navegación y comunicación, luces de aterrizajes, y otros equipos y accesorios en los cuales el Técnico de Mantenimiento podría ser requerido para trabajar y los cuales el Técnico debe estar familiarizado.

147.21 Requisitos generales del plan de estudios

- a) Un solicitante de un certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, debe tener un plan de estudios aprobado que este diseñado para calificar a sus estudiantes para desempeñar las tareas de un mecánico para una habilitación particular o habilitaciones.

- b) El plan de estudios debe ofrecer al menos el siguiente número de horas de instrucción para la habilitación y la unidad de instrucción por hora, no debe tener una duración menor de 45 minutos.
1. Aeronaves-1150 horas (Generalidades 400, más 750 de aeronaves)
 2. Motores-1150 horas (Generalidades 400, más 750 de motores)
 3. Combinación de aeronaves y motores-1900 horas (Generalidades 400, más 700 de aeronaves y 750 de motores)
- d) El plan de estudios debe indicar:
1. Los programas prácticos requeridos que requieren ser completados;
 2. Para cada materia, las proporciones de teoría y otra instrucción a ser enseñada; y,
 3. Una lista de las pruebas escolares mínimas a ser rendidas.

147.23 Requerimientos del instructor

Un solicitante de un certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, debe proveer el número de instructores poseedores de las licencias y habilitaciones apropiadas de mecánico que la D.G.A.C determine necesarias para impartir instrucción adecuada y supervisión de los estudiantes, incluyendo por lo menos un instructor para cada 25 estudiantes en cada clase-taller. Sin embargo, el solicitante puede proporcionar instructores especializados, que no sean mecánicos certificados, para enseñar matemáticas, física electricidad básica, hidráulica básica, dibujo técnico y materias similares. Se requiere que el solicitante mantenga una lista de los nombres y calificaciones de los instructores especializados y a requerimiento de la D.G.A.C, facilitar a la misma una copia de esta lista.

Sub parte C – Reglas De Operación.

147.31 Asistencia y matriculación, exámenes y créditos por instrucción o experiencia previa.

- a) Una Escuela de Técnico de Mantenimiento Aeronáutico certificada no debe requerir que los estudiantes asistan a clases de instrucción más de 8 horas diarias en cualquier día, o más de 6 días o 40 horas, en cualquier periodo de 7 días;

147.37 Mantenimiento de las facilidades, equipo y material.

A. Toda Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico certificada, deberá proveer facilidades, equipo y material igual a los estándares vigentes requeridos para la emisión del certificado u habilitación que posee; y,

APÉNDICE "A"

Requerimientos del plan de estudios

b) Niveles de enseñanza

1. El nivel 1 requiere:

- (i) Conocimientos de principios generales, pero no aplicación práctica;
- (ii) No desarrollo de habilidad manual; y,
- (iii) Instrucción por conferencias, demostración y discusión.

2. El nivel 2 requiere:

- (i) Conocimiento de principios generales, y aplicación de práctica limitada;
- (ii) Desarrollo de habilidad manual suficiente para operaciones básicas; y,
- (iii) Instrucción por conferencias, demostración, discusión y aplicación práctica limitada.

3. El nivel 3 requiere:

- (i) Conocimientos de principios generales y ejecución de un alto grado de aplicación práctica;
- (ii) Desarrollo de suficientes habilidades manuales para simular el retorno al servicio; y,
- (iii) Instrucción por conferencias, demostración, discusión, y un alto grado de aplicación práctica.

APÉNDICE “C”

Materias Del Plan De Estudios De Aeronaves

Este apéndice, enumera las materias requeridas en al menos 750 horas de todo el plan de estudios de aeronaves, y por lo menos 400 horas en materias de generalidades del plan de estudios.

El número en paréntesis antes de cada ítem enumerado de cada materia indica el nivel de pro eficiencia al cual cada ítem debe ser enseñado.

I. ESTRUCTURAS DE AERONAVES

A. ESTRUCTURAS DE MADERA

Nivel de enseñanza:

- (1) 1. Servicio y reparación de estructuras de madera.
- (1) 2. Identificar defectos de la madera.
- (1) 3. Inspeccionar estructuras de madera.

B. REVESTIMIENTO DE LAS AERONAVES

- (1) 4. Seleccionar y aplicar materiales de revestimiento de tela y fibra de vidrio.
- (1) 5. Inspeccionar, probar y reparar tela y fibra de vidrio.

C. ACABADOS DE AERONAVES

- (1) 6. Aplicar decorados, letras y pintura de retoque.
- (2) 7. Identificar y seleccionar materiales de acabado de aeronaves.
- (2) 8. Aplicar materiales de acabado.
- (2) 9. Inspeccionar los acabados e identificar defectos.

D. LAMINAS DE METAL Y ESTRUCTURAS NO METÁLICAS

- (2) 10. Seleccionar, instalar y remover remaches especiales Para estructuras metálicas, Pegadas y de materiales compuestos

- (2) 11. Inspeccionar estructuras pegadas.
- (2) 12. Inspeccionar, probar y reparar fibra de vidrio, panales de abejas, materiales compuestos y estructuras laminadas primarias y secundarias.
- (2) 13. Inspección, chequeo, servicio y reparaciones de ventanas, puertas y equipamiento interior.
- (3) 14. Inspeccionar y reparar estructuras de láminas metálicas
- (3) 15. Instalar remaches convencionales.
- (3) 16. Formar, trazar y doblar láminas metálicas.

E. SOLDADURA

- (1) 17. soldar magnesio y titanio.
- (1) 18. Soldar acero inoxidable con caudín.
- (1) 19. Fabricar estructuras titulares.
- (2) 20. Soldar con caudín con estaño, con suelda de los y con suelda de arco en acero.
- (1) 21. Soldar aluminio y acero inoxidable.

F. MONTAJE Y REGLAJE

- (1) 22. Calibrar aeronaves de ala rotatoria.
- (2) 23. Calibra aeronaves de ala fija.
- (2) 24. Comprobar la alineación de estructuras.
- (3) 25. Ensamblar componentes de la aeronave, incluyendo superficies de control de vuelo.
- (3) 26. Balancear, hacer el reglaje e inspeccionarlas superficies móviles de vuelo primaria y secundarias.
- (3) 27. Levantar la aeronave con gatas hidráulicas.

G. INSPECCIÓN DE LA AERONAVE

- (3) 28. Realizar inspecciones de conformidad y aeronavegabilidad de la aeronave.

3.2. Modalidad básica de la Investigación

Esta investigación de campo permitió mediante la observación saber cuáles son las fortalezas y debilidades con las que cuenta el Laboratorio de estructuras del ITSA, basándonos en el formato que se lo detalla más adelante en el anexo A, el cual arrojó los siguientes resultados:

Fortalezas

- Cuenta con infraestructura propia.
- Cuenta con fuentes de alimentación eléctricas y neumáticas para los equipos y herramientas con motor.
- Tiene una distribución adecuada del espacio físico.
- Cuenta con normas de mantenimiento y limpieza del laboratorio.
- Cuenta con señalización y letreros de normas de seguridad en el trabajo.
- Hay un registro en el cual se lleve un listado de los estudiantes que hacen uso de los equipos y herramientas con los que cuenta en Laboratorio.
- Los equipos de protección personal están a la disposición de los estudiantes para trabajar con los equipos.

Las fotografías de los siguientes equipos nombrados las pueden observar en el anexo B.

- Cuenta con equipos contra incendios.
- Cuenta con botiquín de primeros auxilios.
- Cuenta con una iluminación adecuada.
- Cuenta con los siguientes equipos y herramientas:
 - Dobladora de cañerías.
 - Formadora de ángulos.
 - Prensa hidráulica.
 - Torno paralelo.

- Sierra circular.
- 2 esmeriles.
- Cizalla de ángulos.
- Baroladora manual.
- Dobladora de cajón.
- Cizalla de pedal.
- Cizalla hidráulica.
- Baroladora eléctrica.
- Horno de tratamiento térmico.
- Máquina sandblasting.
- 3 estaciones de soldadura.
- 3 taladros de pedestal.
- 28 entenallas.
- 7 mesas de trabajo
- 2 taburetes.

Debilidades

- No hay un letrero en el cual se indique el horario de atención del Laboratorio.
- Falta de tableros de dibujo para la realización de esquemas de reparación estructural.

La investigación documental fue obtenida del manual de la Academia Interamericana de las Fuerzas Aéreas (IAAFA) y de los Tomos de Recopilación de Derecho Aéreo los cuales aportaron al desarrollo del formato de fortalezas y debilidades con los siguientes aspectos:

- Cuáles son los requerimientos con los que deben cumplir las Escuelas de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico certificadas por la D.G.A.C.
- La IAAFA permitió saber que tareas de mantenimiento se pueden implementar en el ITSA; además,

- Tipos de herramientas y equipos utiliza esta academia para dictar los cursos de formación de Técnico en Mantenimiento Estructural en su laboratorio de estructuras.

3.3. Tipos de investigación

Para la facilitación en el desarrollo de la investigación se recurrió a la investigación de tipo no experimental debido a que hubo la ayuda de personas que han cursado por la Academia Interamericana de las Fuerzas Aéreas (IAAFA) las cuales nos brindaron información en los siguientes puntos:

- Facilitación de manuales que recibieron en el momento de su instrucción en la Academia.
- Información acerca del tiempo de duración del curso de especialización.
- Información acerca de cómo estaba conformado el laboratorio donde recibían su adiestramiento práctico.
- Facilitación de fotografías que describen el interior del laboratorio de la Academia.
- Especificaron que tipos de tareas se pueden implementar al Laboratorio de estructuras del ITSA para mejorar su enseñanza práctica.

3.4. Niveles de investigación

Mediante el nivel correlacional la investigación se desarrolló enfocándose a una comparación entre los planes analíticos que están establecidos en la parte 147 de los Tomos de Recopilación de Derecho Aéreo y los planes analíticos que están en vigencia en el ITSA.

Los resultados obtenidos en la comparación son:

- Que el ITSA cumple con la mayoría de los requerimientos que establece la parte 147 de los Tomos de Recopilación de Derecho Aéreo que hace referencia a la Certificación de Escuelas de

Técnicos de mantenimiento Aeronáutico pero necesitan completar su plan analítico con la capacitación en estructuras de madera.

- Se detectó también que una de las exigencias que pide la DGAC a través de la parte 147 es que los espacios físicos y equipos que se encuentran en su interior deben ser facilitados para que los estudiantes puedan desempeñar sus prácticas.
- La parte 147.21 de requisitos generales del plan de estudios, habla acerca de que una hora clase no debe tener una duración menor de 45 minutos; y la investigación permitió saber que el ITSA no está cumpliendo con este requerimiento debido a que su hora clase es de 30 minutos.
- La subparte 147.17 de Requerimientos del equipo de instrucción dispone que una Escuela debe contar con equipos de instrucción tales como:
 - Varias clases de estructuras de aeronaves, sistemas y proyectos prácticos requeridos por su plan de estudios aprobado.
- La parte 147 aclara que la Escuela debe contar con una aeronave certificada que permita a los estudiantes que se familiaricen.
- Es justo aclarar que la escuela no cuenta con Áreas adecuadas para la aplicación de materiales de acabados pero que están en proceso de implementación de declaraciones dadas por el Director de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

3.5. Universo, Población y Muestra

La Secretaría General nos proporcionó la información sobre el número de estudiantes matriculados en la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones la cual nos fue muy útil para saber nuestra población.

La muestra que se tomó para la investigación fueron los estudiantes de los tres últimos niveles debido a que estos estudiantes ya tienen bases en sus

conocimientos teórico-prácticos, lo cual es una ventaja ya que brindan información más veraz a la investigación.

3.6. Recolección de datos

3.6.1 Técnicas Campo.

La encuesta fue enfocada hacia los estudiantes de los tres últimos niveles de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones con el propósito de obtener información que aclare si los objetivos específicos de la investigación pueden cubrir las necesidades que los estudiantes requieren.

La entrevista se la realizó al subdirector de la carrera de Mecánica Aeronáutica Sargento William Vallejo, debido a que es el encargado del Laboratorio de estructuras con mayor experiencia en el manejo y uso del mismo. Además se realizó otra entrevista al Sargento Klever Shulca, debido a que recibió un curso de especialización de estructuras de aeronaves en la IAAFA (ver anexo B) lo cual nos dará a conocer cuál fue su experiencia en lo que compete al aprendizaje teórico-práctico y poder sacar aspectos positivos que se puedan aplicar en el ITSA en busca del mejoramiento continuo.

3.6.2 Técnicas Bibliográficas

Trabajos de Graduación anteriores nos dieron a conocer cuáles han sido los estudios de investigación realizados en el laboratorio de estructuras del ITSA los mismos que han solucionado parcialmente problemas como:

- Construcción de estanterías en el pañol para el ordenamiento de las herramientas que existían en el mismo.
- Implementación de herramientas que ayudaron a los estudiantes a un mejor desarrollo de sus prácticas.
- Diseño de formatos de hojas de registro para uso de herramientas del pañol, la cual se ha quedado inconclusa ya que no se está aplicando.

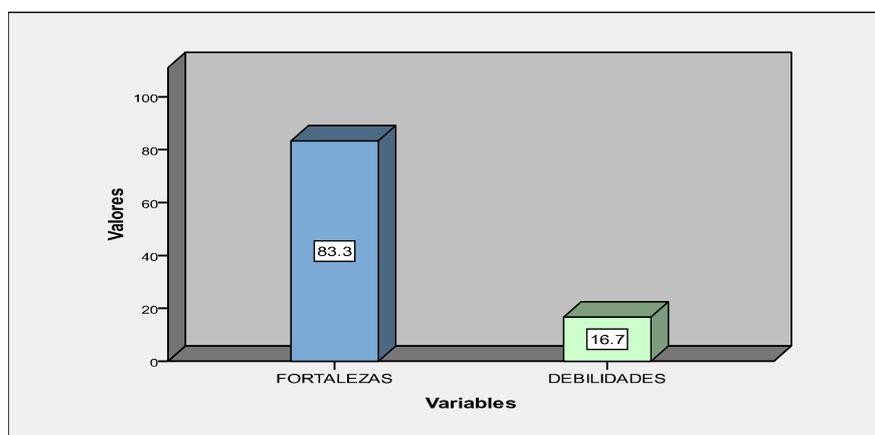
3.7. Procesamiento de la información

Tabla 1.1 Formato de fortalezas y debilidades

Tabla estadística de frecuencia

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje acumulativo
Fortalezas	10	83.3	83.3	83.3
Debilidades	2	16.7	16.7	100.0
Total	12	100.0	100.0	

Frecuencias de fortalezas y debilidades



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

PREGUNTA # 1

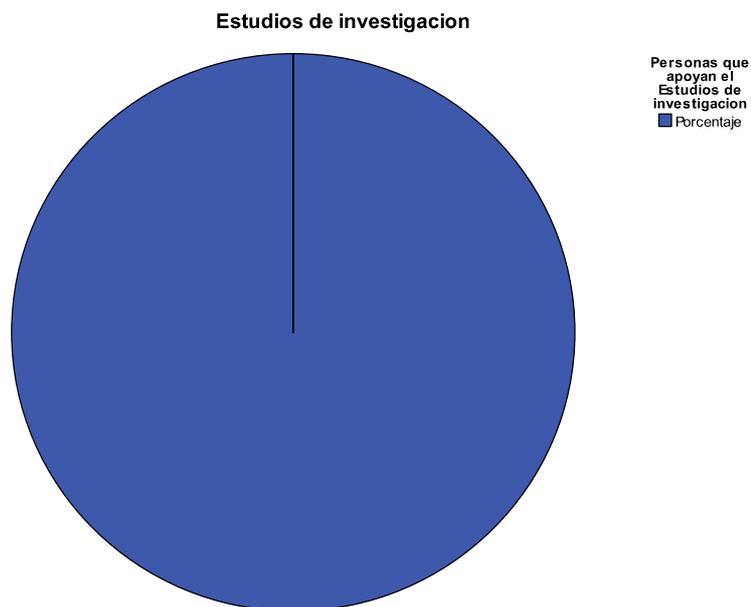
Tabla 1.2 ¿Cree Ud. que se debería realizar estudios de investigación que den como resultado nuevas alternativas de innovación y mejoramiento continuo de la enseñanza teórica-práctica de la carrera de mecánica mención aviones?

Frecuencia de resultados

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje acumulativo
Válidos Si	37	100.0	100.0	100.0

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

En caso de haber contestado la pregunta en forma afirmativa, continúe por favor con las siguientes preguntas.

PREGUNTA # 2

Tabla 1.3 ¿Cuáles de las siguientes materias inherentes al Área de Estructuras Aeronáuticas combinan la teoría con la práctica? (Marcar con una X su aplicación e indicar cuantas horas)

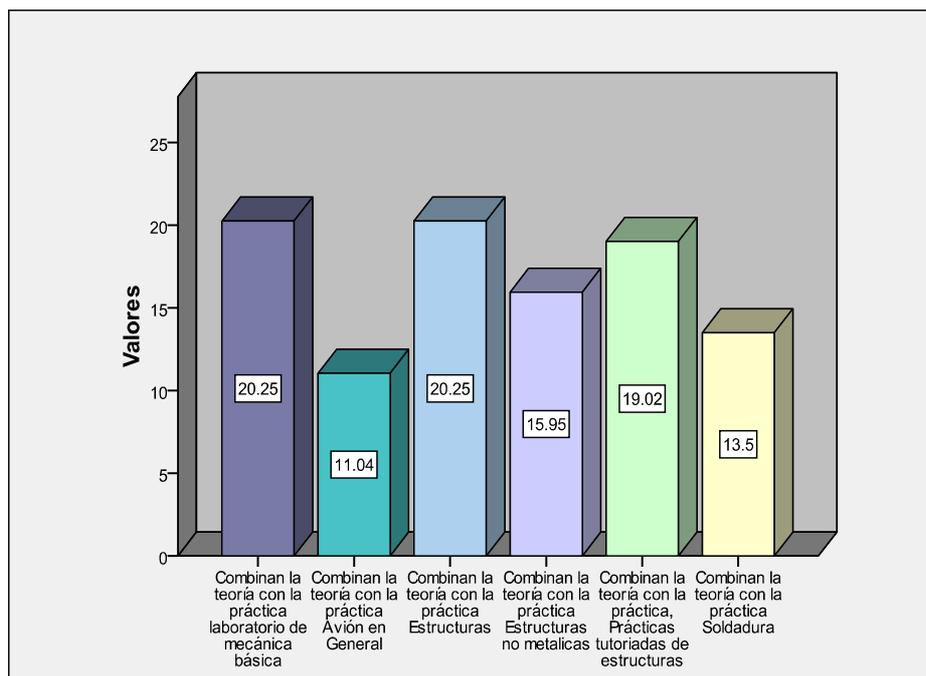
		Respuestas	
		N	Porcentaje
Combinan teoría práctica	Laboratorio de mecánica básica	33	20.2%
	Avión en General	18	11.0%
	Estructuras	33	20.2%
	Estructuras no metálicas	26	16.0%

	Prácticas tutoriadas de estructuras	31	19.0%
	Soldadura	22	13.5%
Total		163	100.0%

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

Frecuencias de las materias



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

MATERIAS	Nº DE CREDITOS EN LA MALLA ACTUAL
Lab. Mecánica Básica	2
Avión en General	2
Estructuras	3
Estructuras no metálicas	3
Prácticas tutoriadas de estructuras	3

Soldadura	2
-----------	---

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

PREGUNTA # 3

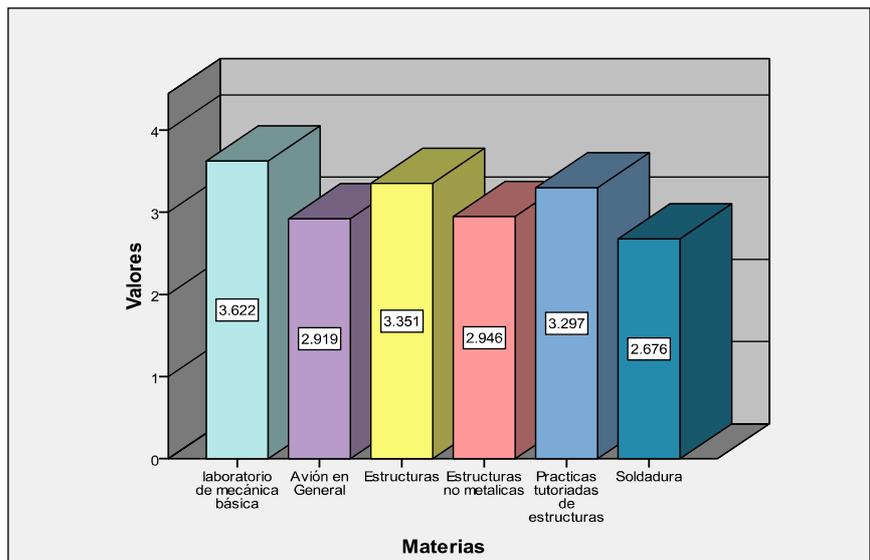
Tabla 1.4 ¿Qué porcentaje práctico cree Ud. que cubre en el programa analítico las siguientes materias? (marque con una X)

Estadística Descriptiva de porcentajes que cubren las materias

	N	Mínimo	Máximo	Media aritmética	Desviación Estándar.
Laboratorio de mecánica básica	37	1	6	3.62	1.114
Avión en General	37	1	5	2.92	1.187
Estructuras	37	1	6	3.35	1.111
Estructuras no metálicas	37	1	6	2.95	1.246
Prácticas tutoriadas de estructuras	37	1	6	3.30	1.351
Soldadura	37	1	6	2.68	1.529
No validos	37				

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique



Fuente: Encuestas

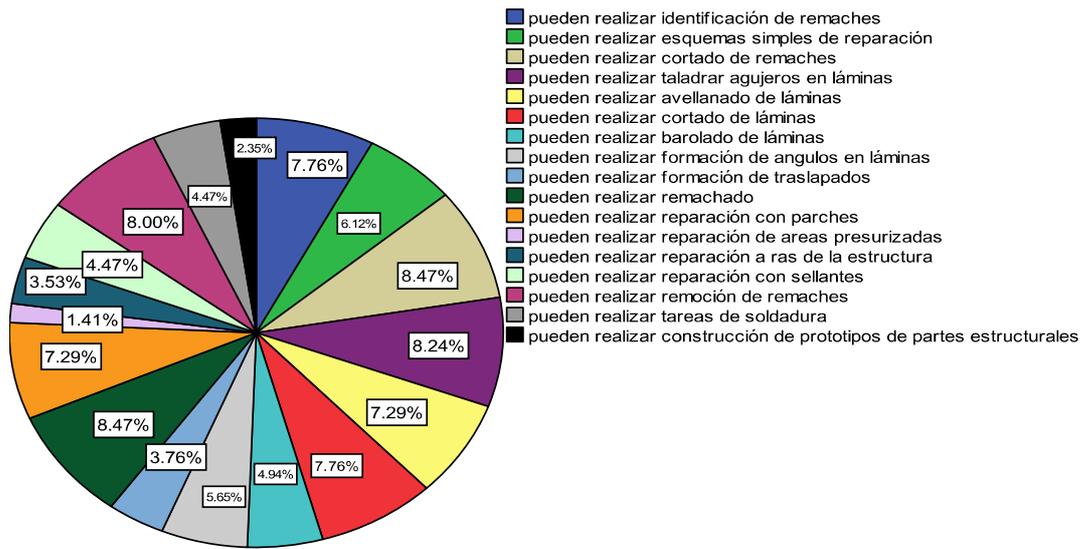
Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

PREGUNTA # 4

Tabla 1.5 ¿Qué tareas de mantenimiento puede Ud. realizar?

		Respuestas	
		N	Porcentaje
pueden realizar	Identificación de remaches	33	7.8%
	Esquemas simples de reparación	26	6.1%
	Cortado de remaches	36	8.5%
	Taladrar agujeros en láminas	35	8.2%
	Avellanado de láminas	31	7.3%
	Cortado de láminas	33	7.8%
	Barolado de láminas	21	4.9%
	Formación de ángulos en láminas	24	5.6%
	Formación de traslapados	16	3.8%
	Remachado	36	8.5%
	Reparación con parches	31	7.3%
	Reparación de áreas Presurizadas	6	1.4%
	Reparación a ras de la estructura	15	3.5%
	Reparación con sellantes	19	4.5%
	Remoción de remaches	34	8.0%
	Tareas de soldadura	19	4.5%
	Construcción de prototipos de partes estructurales	10	2.4%
Total	425	100.0%	

Fuente:
Encuestas
Elaborado por:
Calderón Luis,
Balcázar
Andrés, Aldaz
Enrique

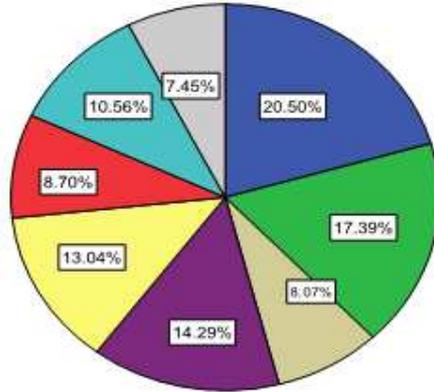


Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

En caso de haber contestado en cualquier tarea NO; señale las causas por las cuales no ha desarrollado estas habilidades con su respectivo porcentaje.

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Causas	Falta de práctica	33	20.5%
	Falta de laboratorios	28	17.4%
	Falta de experiencia del docente	13	8.1%
	Falta de módulos para la construcción de partes estructurales de aeronaves	23	14.3%
	Falta de manuales de tareas prácticas que sirvan como guía para el desarrollo de las misma	21	13.0%
	Falta de instructores especializados	14	8.7%
	Falta de confort en el laboratorio	17	10.6%
	Docente que no brindan la facilidad de entendimiento en las materias de especialidad	12	7.5%
Total	161	100.0%	



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

PREGUNTA # 5

Tabla 1.6 ¿A qué factores atribuye la falta de actualización y mejoramiento del laboratorio de estructuras?

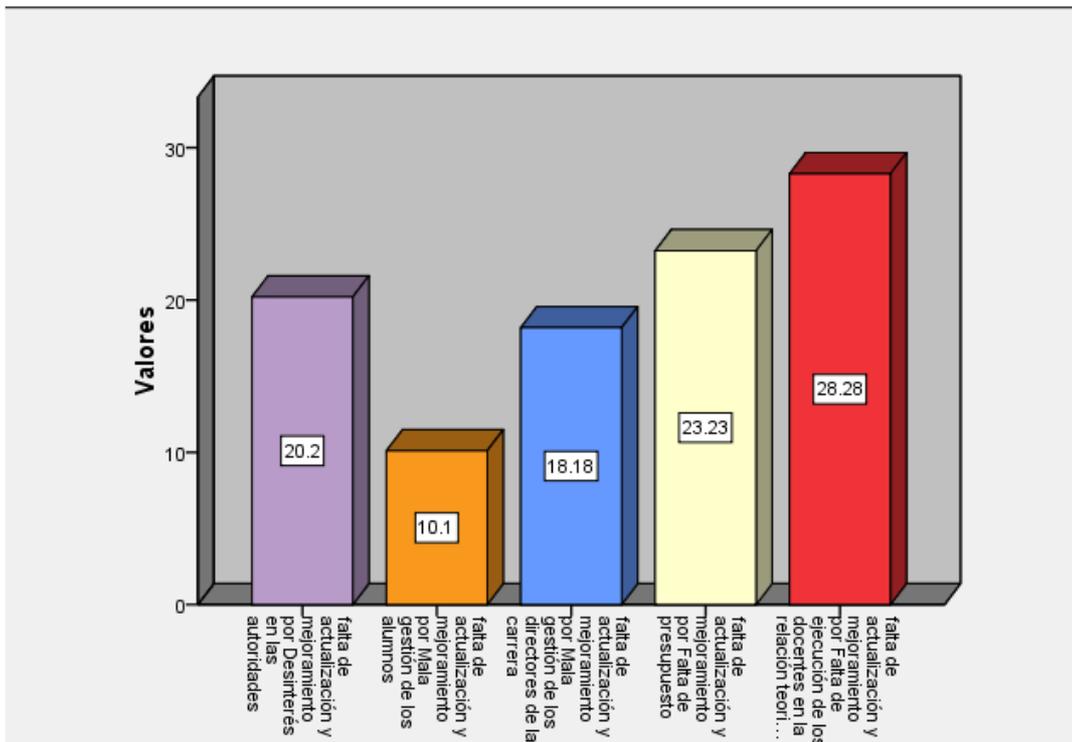
Frecuencia de factores

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Falta de actualización y mejoramiento por	Desinterés en las autoridades	20	20.2%
	Mala gestión de los alumnos	10	10.1%
	Mala gestión de los directores de la carrera	18	18.2%
	Falta de presupuesto	23	23.2%
	Falta de ejecución de los docentes en la relación teórica práctica en el plan analítico	28	28.3%
Total		99	100.0%

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

Frecuencias de factores



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

PREGUNTA # 6

Tabla 1.7 ¿Según su criterio que debería hacer la Carrera de Mecánica Aeronáutica para mejorar el laboratorio de estructuras?

Frecuencias de Alternativas

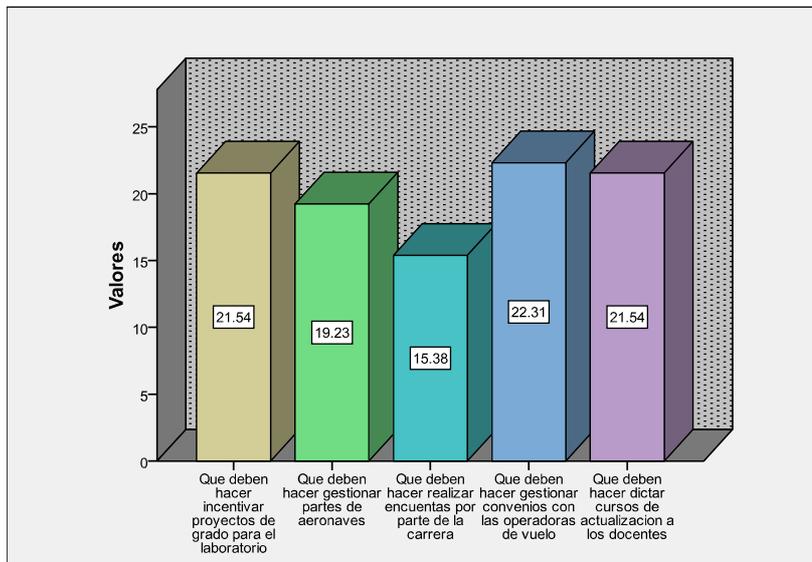
		Respuestas	
		N	Porcentajes
Que deben hacer	Incentivar proyectos de grado para el laboratorio	28	21.5%
	Gestionar partes de aeronaves	25	19.2%
	Realizar encuestas por parte de la carrera	20	15.4%
	Gestionar convenios con las operadoras de vuelo	29	22.3%

	Dictar cursos de actualización a los docentes	28	21.5%
Total		130	100.0%

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

Frecuencias de las Alternativas



Fuente:
Encuestas
Elaborado por:
Calderón Luis,
Balcázar
Andrés, Aldaz
Enrique

PREGUNTA # 7

Tabla 1.8 ¿Cuál de estas alternativas cree Ud. que aportarán al mejoramiento del laboratorio de estructuras?

Sumario de Casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Alternativas	37	100.0%	0	.0%	37	100.0%

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

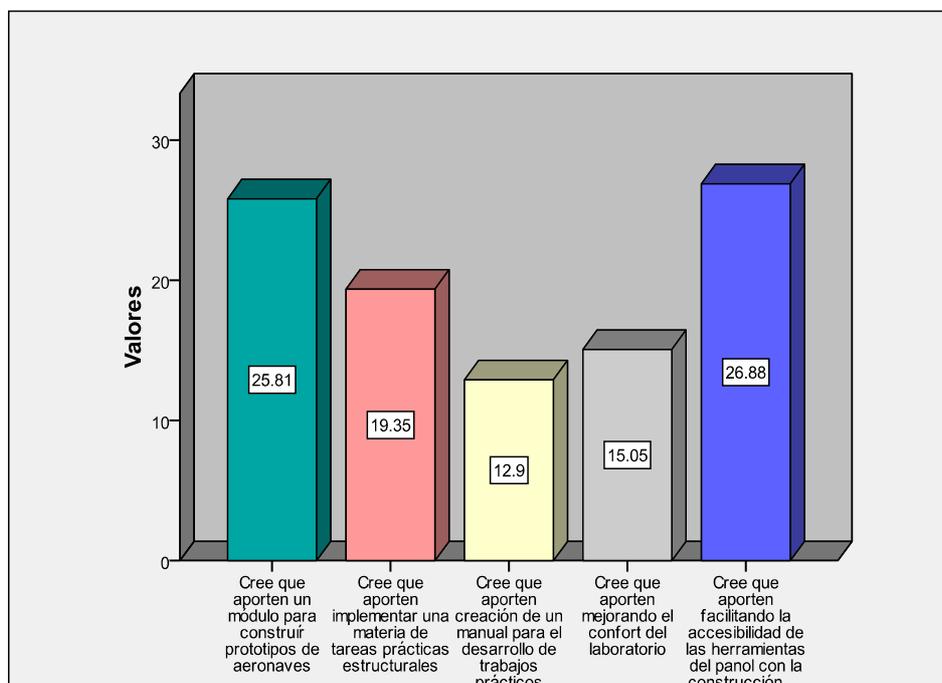
Frecuencias de Alternativas

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Cree que aporten	Módulos para construir prototipos de aeronaves	24	25.8%
	Implementar una materia de tareas prácticas estructurales	18	19.4%
	Creación de manuales para el desarrollo de trabajos prácticos	12	12.9%
	Mejorando el confort del laboratorio	14	15.1%
	Facilitando la accesibilidad de las herramientas del panel con la construcción de estanterías	25	26.9%
Total		93	100.0%

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

Frecuencias de las alternativas



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

PREGUNTA #8

Tabla 1.9 ¿Señale el porcentaje de conocimiento práctico que cree Ud. haya adquirido en el Laboratorio de estructuras?

Estadísticas

N	Validos	36
	Perdidos	1

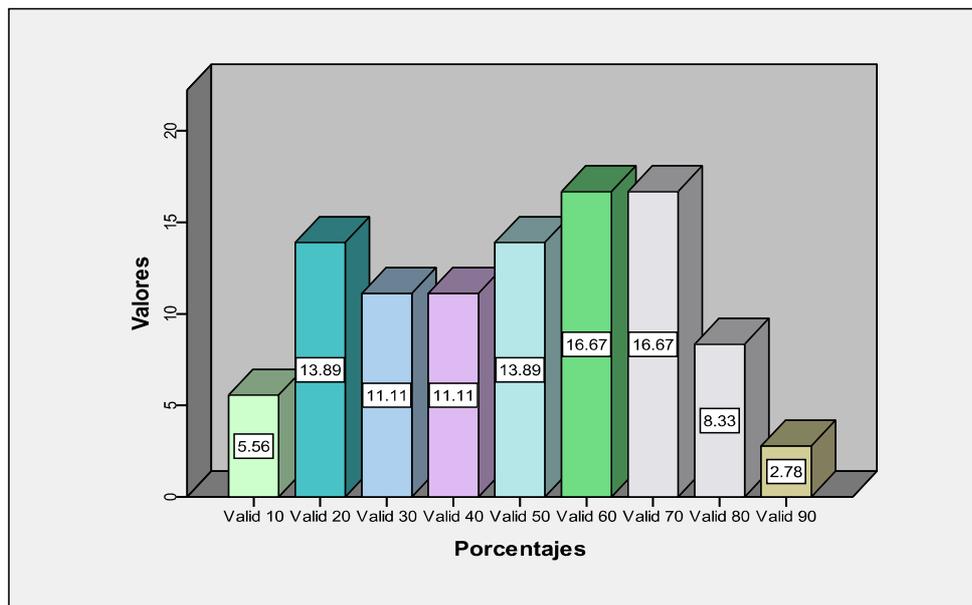
Frecuencias de Conocimientos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentajes Válidos	Porcentaje Cumulativo
Válidos	10	2	5.4	5.6	5.6
	20	5	13.5	13.9	19.4
	30	4	10.8	11.1	30.6
	40	4	10.8	11.1	41.7
	50	5	13.5	13.9	55.6
	60	6	16.2	16.7	72.2
	70	6	16.2	16.7	88.9
	80	3	8.1	8.3	97.2
	90	1	2.7	2.8	100.0
	Total	36	97.3	100.0	
Perdidos		1	2.7		
Total		37	100.0		

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

Frecuencias de conocimientos



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

PREGUNTA #9

Tabla 2.0 ¿Ha realizado Ud. pasantías en alguna empresa que brinde mantenimiento de aeronaves, indique en cual empresa?

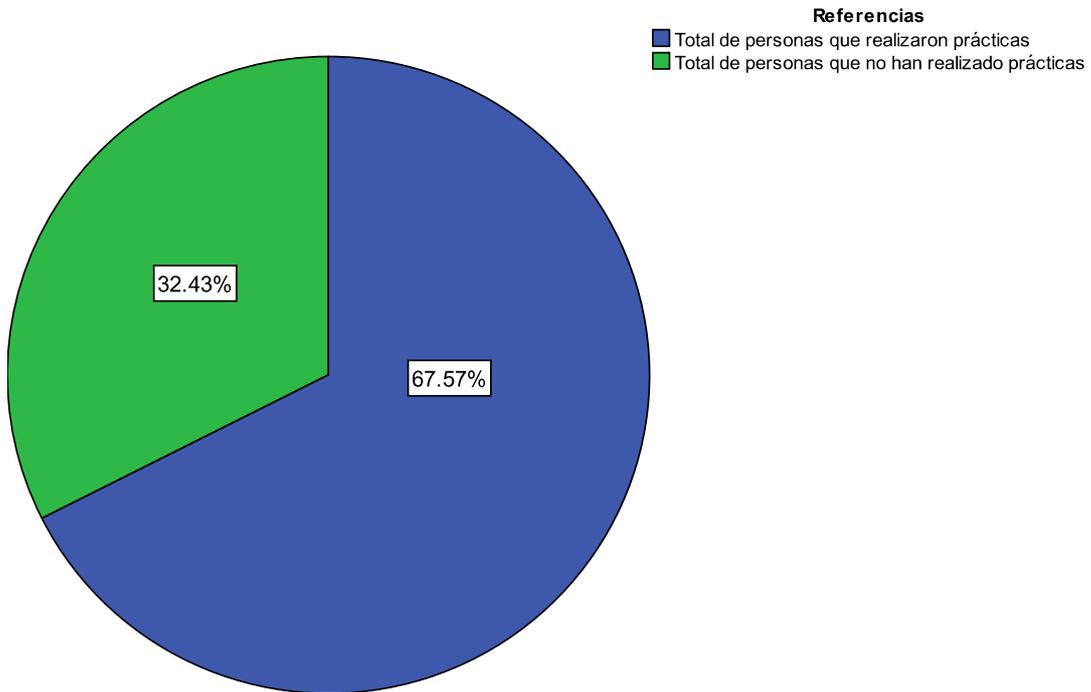
Frecuencia de datos validos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentajes Válidos	Porcentaje Acumulativo
Válidos	si	25	67.6	67.6	67.6
	no	12	32.4	32.4	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

Frecuencias de datos válidos



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

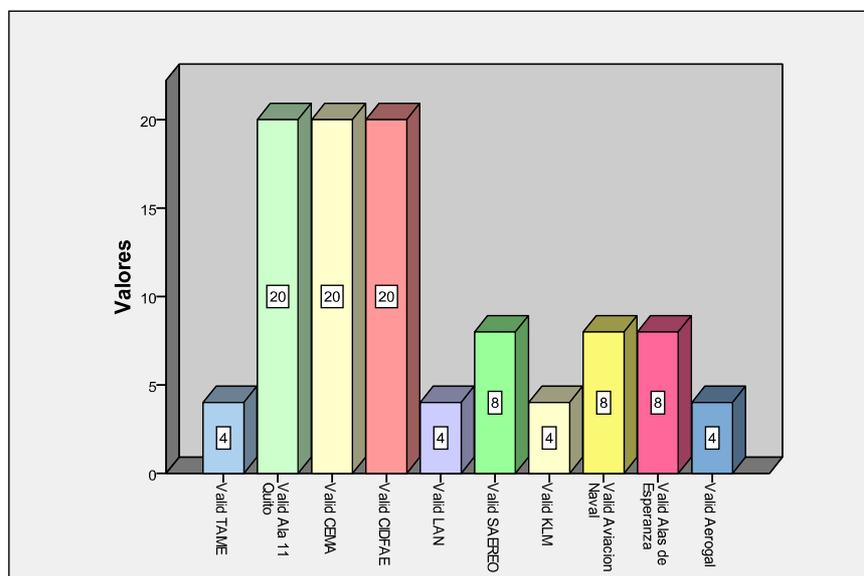
Tabla de frecuencias de empresas

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	TAME	1	2.7
	Ala 11 Quito	5	13.5
	CEMA	5	13.5
	CIDFAE	5	13.5
	LAN	1	2.7
	SAEREO	2	5.4
	KLM	1	2.7
	Aviación Naval	2	5.4
	Alas de Esperanza	2	5.4
	Aerogal	1	2.7
	Total	25	67.6
	Perdidos		12

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	TAME	1	2.7
	Ala 11 Quito	5	13.5
	CEMA	5	13.5
	CIDFAE	5	13.5
	LAN	1	2.7
	SAEREO	2	5.4
	KLM	1	2.7
	Aviación Naval	2	5.4
	Alas de Esperanza	2	5.4
	Aerogal	1	2.7
	Total	25	67.6
Perdidos		12	32.4
	Total	37	100.0

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique



Fuente:

Encuestas

Elaborado por:

Calderón Luis,

Balcázar Andrés,

Aldaz Enrique

Si su respuesta fue SI, indique con una (X) cuales fueron los principales inconvenientes que se le presentaron.

Sumario de Casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Causas	22	59.5%	15	40.5%	37	100.0%

Fuente: Encuestas

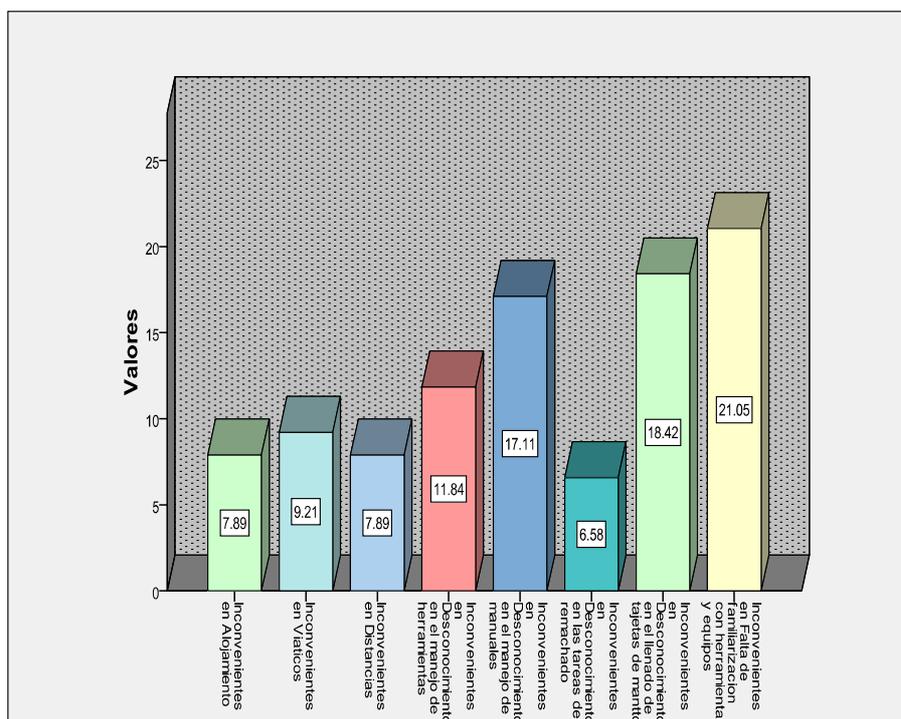
Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

Frecuencias de Causas

	Respuestas	
	N	Porcentaje
Inconvenientes en Alojamiento	6	7.9%
Viáticos	7	9.2%
Distancias	6	7.9%
Desconocimiento en el manejo de herramientas	9	11.8%
Desconocimiento en el manejo de manuales	13	17.1%
Desconocimiento en las tareas de remachado	5	6.6%
Desconocimiento en el llenado de tarjetas de mantto	14	18.4%
Falta de familiarización con herramientas y equipos	16	21.1%
Total	76	100.0%

Fuente:
Encuestas
Elaborado por:
Calderón Luis,
Balcázar Andrés,
Aldaz Enrique

Frecuencias de Causas



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

PREGUNTA #10

Tabla 2.1 ¿Cuáles de los siguientes equipos y herramientas saben utilizar?

Sumario de Casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Uso	37	100.0%	0	.0%	37	100.0%

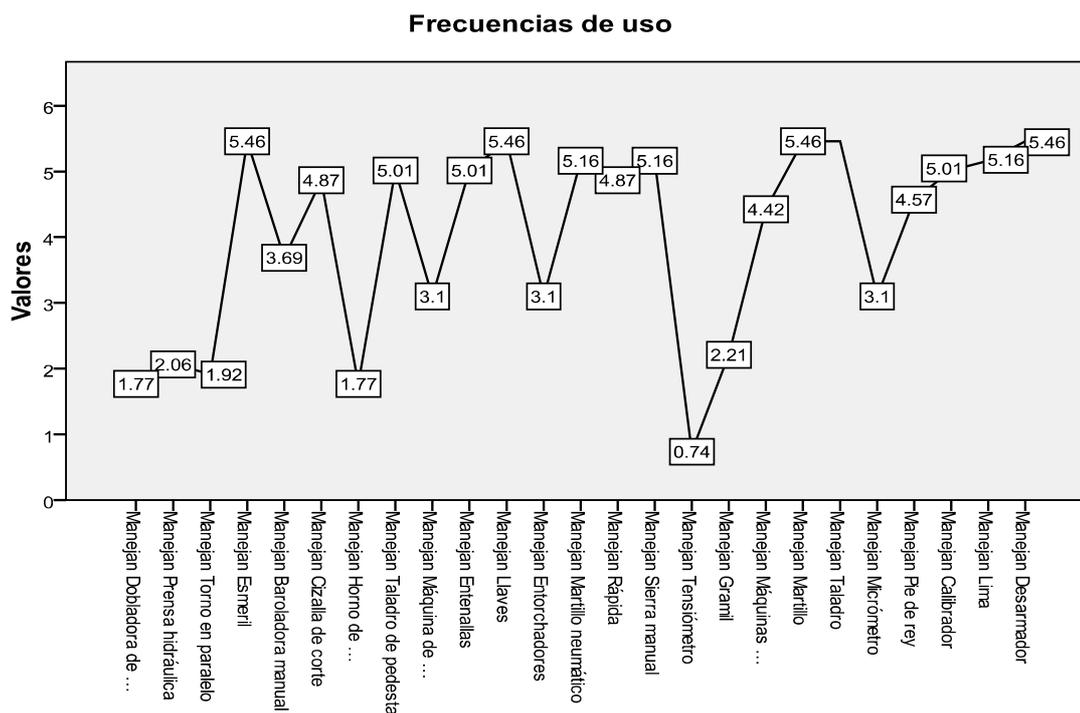
Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Manejan	Dobladora de cañerías	12	1.8%
	Prensa hidráulica	14	2.1%

Torno en paralelo	13	1.9%
Esmeril	37	5.5%
Baroladora manual	25	3.7%
Cizalla de corte	33	4.9%
Horno de tratamiento térmico	12	1.8%
Taladro de pedestal	34	5.0%
Máquina de soldadura	21	3.1%
Entenallas	34	5.0%
Llaves	37	5.5%
Entorchadores	21	3.1%
Martillo neumático	35	5.2%
Rápida	33	4.9%
Sierra manual	35	5.2%
Tensiómetro	5	.7%
Gramil	15	2.2%
Máquinas dobladoras de laminas	30	4.4%
Martillo	37	5.5%
Taladro	37	5.5%
Micrómetro	21	3.1%
Pie de rey	31	4.6%
Calibrador	34	5.0%
Lima	35	5.2%
Desarmador	37	5.5%
Total	678	100.0%

Fuente:
Encuestas
Elaborado por:
Calderón Luis,
Balcázar Andrés,
Aldaz Enrique



PREGUNTA #12

Tabla 2.2 ¿Califique el nivel de confort del laboratorio de estructuras según su criterio?

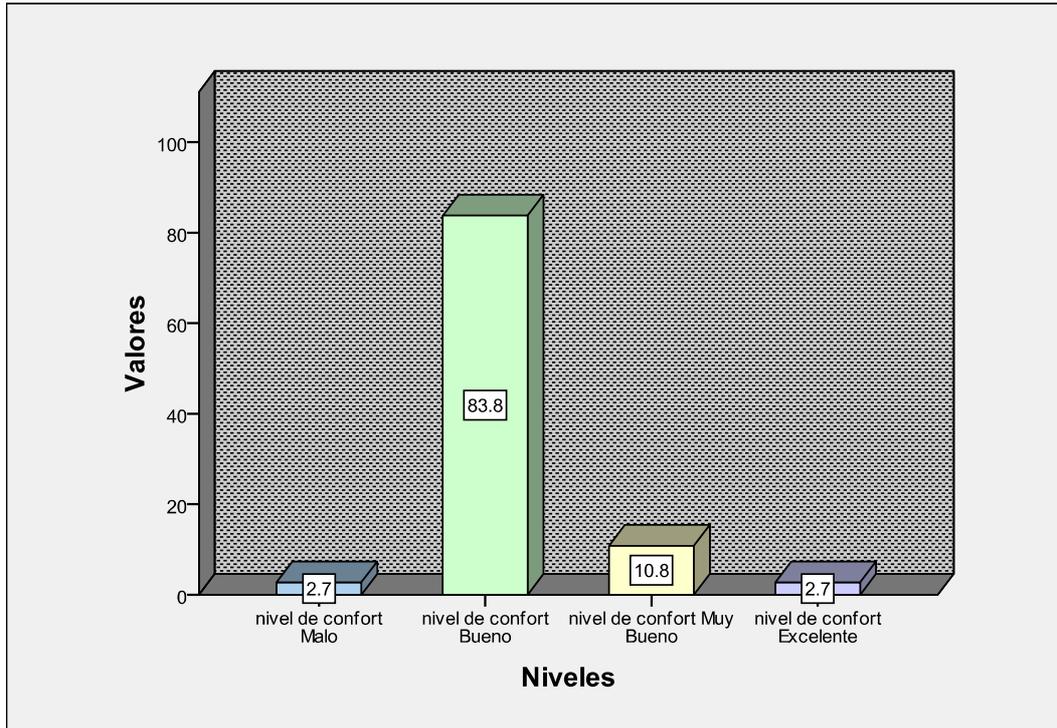
Frecuencias de Confort

		Respuestas	
		N	Porcentaje
nivel de confort ^a	Malo	1	2.7%
	Bueno	31	83.8%
	Muy Bueno	4	10.8%
	Excelente	1	2.7%
Total		37	100.0%

Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

Frecuencias de confort



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Calderón Luis, Balcázar Andrés, Aldaz Enrique

3.8. Análisis e Interpretación de Resultados

Análisis de la **tabla 1.2**: Esta pregunta se la utilizo con el propósito de conocer si los estudiantes le van a prestar el debido interés a la encuesta, ya que la información obtenida de la misma será de suma importancia para concluir con la investigación.

Interpretación de la **tabla 1.2**: Del total de los estudiantes que colaboraron con la encuesta el 100% de ellos está interesado en que se busque nuevas alternativas que mejoren su enseñanza teórica- práctica.

Análisis de la **tabla 1.3**: Esta pregunta está enfocada a saber si las materias de especialidad descritas se están complementando con la práctica.

Interpretación de la **tabla 1.3**: Las encuestas nos dieron como resultado que las materias de Laboratorio de Mecánica Básica, Estructuras y Prácticas tutoriadas de Estructuras son las que complementan en mayor grado la teoría con la práctica.

Además en las sugerencias de los estudiantes en las horas que deberían recibir, se obtuvo que se deban incrementar el número de horas créditos en las materias anteriormente descritas.

Análisis de la **tabla 1.4**: El propósito de la presente pregunta tiene como finalidad conocer en qué porcentaje se está combinando la teoría con la práctica de las materias anteriormente descritas.

Interpretación de la **tabla 1.4**: La materia que combina en mayor porcentaje la teoría con la práctica según los resultados obtenidos en las encuestas es el Laboratorio de Mecánica Básica con una media aritmética de 3.622, seguida de la materia de estructuras con una media aritmética de 3.351, prácticas tutoriadas de estructuras con una media aritmética 3.30 las que cubren con un mayor porcentaje el plan analítico y estructuras no metálicas con una media aritmética de 2.95, Avión en General con una media aritmética de 2.92, soldadura con una media aritmética de 2.68 las que cubren un menor porcentaje el plan analítico.

Análisis de la **tabla 1.5**: La presente pregunta tiene la finalidad de saber qué tareas de mantenimiento aeronáutico pueden realizar los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones, para así detectar cuales son las deficiencias que tienen los mismos.

Interpretación de la **tabla 1.5**: Los estudiantes tienen una mayor destreza en las tareas de cortado de remaches, remachado, taladrado de agujeros en láminas, remoción de remaches, cortado de láminas, Identificación de remaches.

Análisis de la **tabla 1.6**: La finalidad de esta pregunta es conocer que acciones deben considerar las Autoridades de la Carrera de Mecánica Aeronáutica como alternativas para lograr una mejor enseñanza teórica-práctica.

Interpretación de la **tabla 1.6**: La falencia de mayor consideración que deben tomar en cuenta las autoridades correspondientes es la falta de ejecución de

los docentes en la relación teórica-práctica, ya que los estudiantes encuestados la colocaron como la principal falencia con un 28.3%.

Análisis de la **tabla 1.7**: El propósito de esta pregunta es detectar cuales son las falencias que presenta el laboratorio de estructuras y conocer que alternativas pueden mejorar el desempeño del mismo y de esta forma facilitar la combinación en la enseñanza teórica-práctica.

Interpretación de la **tabla 1.7**: Las principales alternativas de solución administrativa que sugieren los estudiantes a las Autoridades de la Carrera de Mecánica Aeronáutica para mejorar la enseñanza práctica, es gestionar convenios con las operadoras de vuelo para que faciliten la utilización de sus talleres, seguida de incentivar la aplicación de proyectos de grado enfocados al mejoramiento del laboratorio y Dictar cursos de actualización de aeronaves comerciales a los docentes de especialidad.

Análisis de la **tabla 1.8**: La finalidad de la presente pregunta es conocer alternativas de solución técnica que mejoren el laboratorio de estructuras, para de esta forma aportar al mejoramiento de la enseñanza práctica.

Interpretación de la **tabla 1.8**: Una alternativa de solución técnica de construir estanterías para la colocación de herramientas la ubicó como la primera acción que se debe tomar en consideración El 26,9% que alcanzó entre todos los estudiantes encuestados en el momento de la ejecución del proyecto, sin descartar las opciones como: módulos para construir prototipos de aeronaves e implementar una materia de tareas practicas estructurales; debido a que no tienen una diferencia significativa.

Análisis de la **tabla 1.9**: La finalidad de esta pregunta es conocer qué porcentaje aportado el laboratorio en el conocimiento práctico de los estudiantes.

Interpretación de la **tabla 1.9**: Se ha notado un gran interés por parte de los docentes ya que han hecho de sus clases mucho más prácticas por lo que el

16.7% de los estudiantes encuestados han adquirido entre el 60 y 70% de conocimiento práctico en el Laboratorio de estructuras.

Análisis de la **tabla 2.0**: Ésta pregunta está enfocada a saber qué porcentaje de estudiantes han realizado pasantías, en que empresas y cuáles han sido sus principales inconvenientes que se les presentaron al realizar las mismas.

Interpretación de la **tabla 2.0**: El 67,6% de estudiantes que realizaron las pasantías indica que más de la mitad de los encuestados tienen experiencia necesaria para saber cuáles son los principales inconvenientes que tuvieron al momento de realizar las mismas, siendo así como uno de los principales la falta de familiarización con las herramienta y equipos, seguido con muy poca diferencia en su porcentaje el desconocimiento de llenado de tarjetas de mantenimiento y el manejo de manuales; Y además se logra conocer que empresas brindan mayor accesibilidad a los estudiantes para que puedan desarrollar sus pasantías siendo Ala 11 de Quito ,CEMA, CIDFAE, con igual porcentaje las tres las que mayor acogida dan a los mismos.

Análisis de la **tabla 2.1**: Esta pregunta tiene el propósito de saber con qué herramientas están familiarizados los estudiantes y al mismo tiempo conocer cuáles son sus destrezas y habilidades con las mismas.

Interpretación de la **tabla 2.1**: El uso frecuente del laboratorio de estructuras por parte de los estudiantes los han hecho más diestros y hábiles en el manejo de llaves, manejo de desarmadores, manejo de martillos y manejo de esmeriles siendo estas herramientas las que los estudiantes saben mejor utilizar con un 5.46%

Análisis de la **tabla 2.2**: Esta pregunta tiene la finalidad de conocer si los estudiantes se sienten cómodos al utilizar el laboratorio de estructuras.

Interpretación de la **tabla 2.2**: Las autoridades de la carrera deben tener en cuenta como una alternativa de incentivo hacia los estudiantes el mejoramiento de la confortabilidad del mismo para que estos se sientan

motivados al realizar sus prácticas en el mismo ya que los estudiantes encuestados en su mayoría calificaron al laboratorio de estructuras como un nivel bueno con un 83.8%.

3.9 Conclusiones y Recomendaciones de la investigación

Conclusiones

- El estudio de Fortalezas y Debilidades contribuyó a concluir que acciones positivas se han ejecutado para el mejoramiento de la enseñanza teórica-práctica de la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Aviones las mismas que son:
 - Incrementó una materia enfocada al desarrollo de prácticas estructurales en el Laboratorio.
 - Contrató instructores con experiencia práctica en aviación comercial con sus respectivas licencias con el fin de transmitir sus conocimientos a los estudiantes.
 - Mejoró la distribución de equipos y herramientas en el Laboratorio de Estructuras.
 - Dieron Mantenimiento a equipos y herramientas que no estaban operacionales.
 - Facilitaron la accesibilidad a las herramientas existentes en el pañol.

- Además el estudio de Fortalezas y Debilidades ayudó a concluir cuales son las acciones que son necesarias complementar y ejecutar en el Laboratorio de Estructuras para seguir mejorando la enseñanza teórica-práctica de la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Aviones, tales como:
 - Mejorar el confort del Laboratorio con el fin de brindar un ambiente agradable y acogedor a los estudiantes lo cual sea un motivo de entusiasmo que proporcione un mayor interés al momento de la realización de sus prácticas.
 - Colocar un letrero que indique el horario de atención del laboratorio.

- La encuesta permitió concluir que los docentes de las materias de Laboratorio de Mecánica Básica, Estructuras y Prácticas tutoriadas de Estructuras son los que complementan en mayor grado la teoría con la práctica.
- Mediante la encuesta se concluye que las materias que combina en mayor porcentaje la teoría con la práctica son Laboratorio de Mecánica Básica con una media aritmética de 3.622, Estructuras con una media aritmética de 3.351, Prácticas Tutoriadas de Estructuras con una media aritmética 3.30 las cuales obtuvieron un mayor porcentaje entre los encuestados.
- Los estudiantes tienen una mayor destreza en las tareas de cortado de remaches, remachado, taladrado de agujeros en láminas, remoción de remaches, cortado de láminas, Identificación de remaches, lo cual se concluye que están recibiendo una capacitación adecuada de estas tareas por parte del docente pero existe la necesidad de que se complemente con proyectos prácticos que involucren o incluyan el desarrollo de las demás tareas.
- Mediante la encuesta se detectó las causas principales por lo que los estudiantes no puedan desempeñar algunas de las tareas de mantenimiento son; falta de práctica, falta de laboratorios, falta de módulos para la construcción de partes estructurales de aeronaves, falta de manuales de tareas prácticas que sirvan como guías para el desarrollo de las mismas; las cuales nos llevan a concluir que hay la necesidad de que se busque solución para corregir estas causas.
- El ITSA está cumpliendo con la mayoría de los requerimientos que establece la parte 147 de los Tomos de Recopilación de Derecho Aéreo que hace referencia a la Certificación de Escuelas de Técnicos de mantenimiento Aeronáutico pero necesitan completar su plan analítico con la capacitación en estructuras de madera.
- La investigación permitió concluir que la falta de módulos para la construcción de partes estructurales de aeronaves ya no es una alternativa

de solución porque el módulo constaría de herramientas que ya existen en el pañol del laboratorio y permite desempeñar tareas estructurales que ya están siendo desempeñadas sin la necesidad de módulos.

- La investigación permitió concluir que una serie de factores como; la falta de accesibilidad al pañol, el desconocimiento de la existencia de estanterías en el interior del pañol, provocaron que los estudiantes señalarán como una alternativa de solución la construcción de las mismas en el laboratorio; los mismos factores y falta de experiencia en la realización de proyectos por parte de nosotros, influyeron para que se la agregue como una alternativa de solución en la encuesta.
- La encuesta permitió concluir que el laboratorio aportó con un gran porcentaje en el conocimiento práctico de los estudiantes, por lo que en síntesis significa que ellos están en condiciones de desarrollar prototipos de partes estructurales de aeronaves en la que se aplique la mayoría de tareas aprendidas por los mismos.

Recomendaciones

- En base a la parte 147.21 de requisitos generales del plan de estudios, se recomienda que una hora clase no debe tener una duración menor de 45 minutos; y la investigación permitió saber que el ITSA no está cumpliendo con este requerimiento debido a que su hora clase es de 30 minutos.
- Los requerimientos del equipo de instrucción que una Escuela debe contar según la subparte 147.17 son:
 - Varias clases de estructuras de aeronaves, sistemas y proyectos prácticos requeridos por su plan de estudios aprobado.
- La parte 147 aclara que la Escuela debe contar con una aeronave certificada que permita a los estudiantes que se familiaricen por lo se cree conveniente que el Instituto debe hacer la adquisición inmediata de la misma.

- Es justo aclarar que la escuela no cuenta con Áreas adecuadas para la aplicación de materiales de acabados pero que están en proceso de implementación declaraciones dadas por el Director de la Carrera de Mecánica Aeronáutica ya que mediante un proyecto de grado se está aplicando la implementación mencionada.
- La falencia de mayor consideración que deben tomar en cuenta las autoridades correspondientes es la falta de ejecución de los docentes en la relación teórica-práctica, por lo que se puede sugerir a las autoridades de la Carrera buscar un sistema de evaluación que les permita un mayor control del desempeño de los docentes.
- Tomando en cuenta que más de la mitad de los estudiantes encuestados han realizado prácticas y que los principales problemas que se les han suscitado ha sido la falta de familiarización con las herramientas y equipos, desconocimiento en el llenado de tarjetas de mantenimiento y el manejo de manuales, vemos necesario sugerir a las autoridades competentes prestar mayor atención a los problemas mencionados para su solución.
- Las empresas que dan mayor facilidad a los estudiantes para la realización de sus pasantías son: Ala 11 de Quito, CEMA, CIDFAE, los cuales no cubren la demanda de estudiantes que requieren realizar las pasantías, a lo cual se sugiere a las autoridades gestionar convenios con más operadoras de vuelo para que faciliten la apertura de sus compañías, así también la incentivación de proyectos de grado enfocados al mejoramiento del laboratorio del ITSA y dictar cursos de actualización de aeronaves comerciales a los docentes que enseñen materias de especialidad.

4. Factibilidad del Tema

4.1 Técnica

Analizando la situación actual del Laboratorio de Estructuras del ITSA y de los estudiantes que cursan los tres últimos niveles de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones; para así saber con qué herramientas, manuales didácticos, maquetas de enseñanza y equipos cuenta el laboratorio, así también saber cuál es el nivel de enseñanza teórico-práctico que han alcanzado los estudiantes hasta el momento, para de esta manera poder orientar a la investigación a un rumbo definido y claro, para lo cual se utilizó una entrevista dirigida al encargado del laboratorio, la técnica de la observación y un análisis de Fortalezas y Debilidades realizado al laboratorio.

La entrevista ayudó a obtener información de las tareas de mantenimiento que se pueden realizar en el Laboratorio así como también de las herramientas, equipos que existen en el pañol y saber si existen manuales didácticos, maquetas de enseñanza en la que los estudiantes se puedan guiar para realizar prácticas específicas en estructuras ya sea de construcción como de reparación de alguna parte o subparte de aeronave, por lo que se ha visto en la necesidad de crear una maqueta de una ala, la misma que contenga todos los elementos y especificaciones técnicas de una ala real, la construcción de esta maqueta se la realizará en el Laboratorio de Estructuras del CIDFAE, la maqueta servirá como un ejemplar en la que los estudiantes se puedan basar para la construcción de otros prototipos a más de que se va a desarrollar un manual de construcción del prototipo estructural de ala por parte del estudiante Calderón Luis; el mismo que contendrá todos los pasos, procedimientos y especificaciones técnicas para el desarrollo de la misma. Éste proyecto va a ser de vital importancia para los estudiantes ya que abarca la mayoría de tareas de mantenimiento aprendidas en la materia de Prácticas Tutoriadas de Estructuras, la construcción de este prototipo puede ser el comienzo de una generación de estudiantes con conocimientos más amplios en la reparación de estructuras y por qué no llegar a ser el primer Instituto en el que se pueda dictar cursos de reparación de estructuras.

4.2 Legal

Específicamente la RDAC 147 que trata sobre Escuelas de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico, la subparte C, que habla acerca de las Reglas de Operación específicamente en el artículo 147.37 en la cual encontramos lo que respecta a las facilidades de mantenimiento, equipo y material.

Así como también en el apéndice “A” del nivel de enseñanza 3 y en el apéndice “C” del ítem D.

4.3 Operacional

Con la finalización de la construcción de esta maqueta didáctica, se obtendrá grandes beneficios tanto para el docente que dicta la materia como para los estudiantes, ya que en el Laboratorio quedará el ejemplar en el cual los estudiantes se guiarán para poder reproducir otros prototipos similares.

Sin olvidar los principios básicos de seguridad dentro de un taller de mantenimiento para la manipulación de las herramientas y teniendo en cuenta los valores básicos de respeto para el manejo del manual con el objetivo de conservarlo en buen estado.

4.4 Económico Financiero

Tabla 2.3 Presupuesto del Tema

Recurso Material

Costos Primarios.

CANTIDAD	MATERIALES	COSTO
1 ½	Plancha de Aluminio 2024-T3 espesor 0.025"	950,40
1	Plancha de Aluminio 2024-T3 espesor 0.040"	854,40
1	lb Remaches MS20426 AD4-6	2,82
1	lb Remaches MS20426 AD5-6	2,16
1	lb Remaches MS20470 AD4-6	2,19
5	Anclas para pernos MD1059L3	11,40
5	Pernos NAS1103-4	1,65
1	kit de sellante PS87UB2	171,75
1	Avellanador TSC1/2-30	13,50
1	Avellanador TSC1/2-21	13,50
200	Remaches Especiales 3/32	84,00
	SUBTOTAL	2 107,77
	IVA 12 %	252,93
	Otros Gastos	100,00
	TOTAL	2 460,70

Fuente: Investigación de campo

Elaboración: Sr. Andrés Balcázar, Enrique Aldaz

Costos Secundarios.

Nº	MATERIAL	COSTO
1	Pago aranceles Derechos de Grado	240 USD
2	Impresiones e Internet	30 USD
3	Anillados y empastados	50 USD
4	Transporte y varios	300 USD
TOTAL		620 USD

Fuente: Investigación de campo

Elaboración: Sr. Andrés Balcázar, Enrique Aldaz

Tabla 2.4 Recurso Para la Investigación del Anteproyecto

Costos Primarios

Nº	Material	Costo
1	Estadía en Latacunga para la investigación	1200 USD
2	Transporte y varios	120 USD
3	Anillados y empastados	30 USD
TOTAL		1 350 USD

Fuente: Investigación documental

Elaborado por: Andrés Balcázar, Enrique Aldaz

COSTO	BENEFICIO	
	TANGIBLE	INTANGIBLE
Elaboración del Prototipo Estructural de Ala USD 2 460, 70		Los estudiantes ganan la experiencia que la obtienen recibiendo cursos de especialización en estructuras 2 500 USD
Costos totales 2 460,70 USD	Beneficios totales 2 500 USD	

Fuente: Investigación documental

Elaborado por: Andrés Balcázar, Enrique Aldaz

5. Denuncia Del Tema

“CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO ESTRUCTURAL DE ALA, QUE SERVIRÁ COMO EJEMPLAR Y GUÍA PARA LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES”.

ANEXO A

En la técnica de la observación se utilizó el siguiente formato para facilitar la recolección de datos.

FORMATO DE FORTALEZAS Y DEBILIDADES

1. Infraestructura propia y adecuada	si.....	no.....
2. Equipos y Herramientas disponibles	si.....	no.....
3. Horarios de atención	si.....	no.....
4. Mantenimiento y limpieza del Laboratorio	si.....	no.....
5. Distribución aceptable del espacio físico	si.....	no.....
6. Normas de comportamiento en el Laboratorio	si.....	no.....
7. Iluminación	si.....	no.....
8. Indicaciones para el uso de herramientas	si.....	no.....
9. Depósitos de basura	si.....	no.....
10. Botiquín de emergencias	si.....	no.....
11. Equipos de seguridad personal	si.....	no.....
12. Instalaciones de abastecimiento de energía para funcionamiento de equipos y herramientas	si.....	no.....

ANEXO B

Las siguientes fotografías muestran aspectos que fueron tomados en cuenta en la investigación de campo.

INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE LAS AULAS DEL ITSA



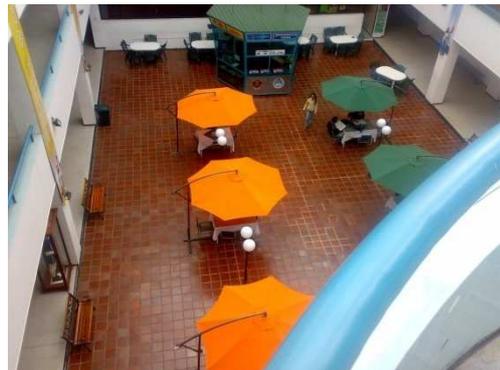
Aulas



Fachada exterior



Pasillos



Patios



Materiales didácticos de enseñanza



Interior de las Aulas

INFRESTRUCTURA FÍSICA DEL LABORATORIO DE MECÁNICA MENCIÓN AVIONES DEL ITSA.



Bloque 42



Oficina del Pañol



Pañol de herramientas



Laboratorio de la Carrera de Mecánica Mención Aviones

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS CON LAS QUE CUENTA EL LABORATORIO DE MECÁNICA MENCIÓN AVIONES DEL ITSA.



Esmeril



Cizalla Hidráulica



Baroladora eléctrica.



Cizalla de pedal



Dobladora de cajón



Horno de tratamiento térmico



Taladro de pedestal



Torno paralelo



Prensa hidráulica



Distribuidor de aire neumático



Sierra circular



Baroladora manual.



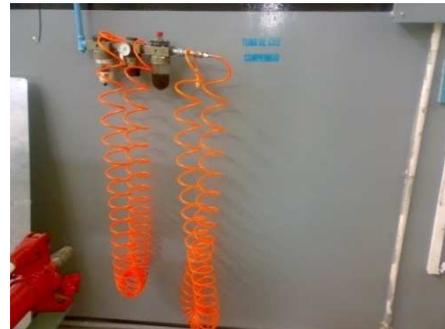
Mesa con Entenallas



Máquina soldadora



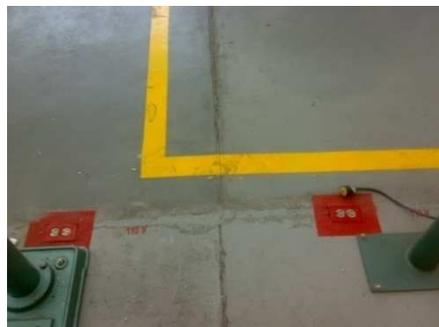
Fuente eléctrica



Fuente neumática



Iluminación



Tomas eléctricas



Tubería neumática



Maqueta ilustrativa de remaches

EQUIPOS DE SEGURIDAD Y SENALIZACION EN EL LABORATORIO



Botiquín de emergencias



Extintor de fuego



Manguera contra incendios



Letrero de precaución en el trabajo



Letrero de salida de emergencia



Señalización de tránsito

ANEXO C

FORMATO DE LA ENCUESTA REALIZADA A LOS ESTUDIANTES

Nombre:.....

Fecha:.....

Carrera..... Nivel.....

1.- ¿Cree Ud. que se debería realizar estudios de investigación que den como resultado nuevas alternativas de innovación y mejoramiento continuo de la enseñanza teórica-práctica de la carrera de mecánica mención aviones?

SI _____

NO _____

En caso de haber contestado la pregunta en forma afirmativa, continúe por favor con las siguientes preguntas.

2.- ¿Cuáles de las siguientes materias combinan la teoría con la práctica? (Marcar con una X su aplicación e indicar cuantas horas)

Laboratorio de Mecánica Básica.....Aplicación.....horas semana
 Avión en General.....Aplicación.....horas semana
 Estructuras.....Aplicación.....horas semana
 Estructuras no metálicas.....Aplicación.....horas semana
 Practicas Tutoriadas de estructuras.....Aplicación.....horas semana
 Soldadura.....Aplicación.....horas semana

3.- ¿Qué porcentaje práctico cree Ud. que cubre en el programa analítico las siguientes materias? (marque con una X).

MATERIAS	PORCENTAJES					
	0%	20%	40%	60%	80%	100%
Lab. de Mecánica Básica						
Avión en General						
Estructuras						
Estructuras no metálicas						
Prac. Tutoriadas de estructuras						
Soldadura						

4.- ¿Qué tareas de mantenimiento puede Ud. realizar?

Identificación de remaches	si..... no.....
Esquemas simples de reparación	si..... no.....
Cortado de remaches	si..... no.....
Taladrar agujeros en láminas	si..... no.....
Avellanado de láminas	si..... no.....
Cortado de láminas	si..... no.....
Formación de ángulos en láminas	si..... no.....
Formación de traslapados	si..... no.....
Remachado	si..... no.....
Reparación con parches	si..... no.....
Reparación de áreas Presurizadas	si..... no.....
Reparación a ras de la estructura	si..... no.....
Reparación con sellantes	si..... no.....
Remoción de remaches	si..... no.....
Tareas de soldadura	si..... no.....
Construcción de prototipos de partes estructurales	si..... no.....

En caso de haber contestado en cualquier tarea NO; señale las causas por las cuales no ha desarrollado estas habilidades con su respectivo porcentaje.

	SEÑAL	PORCENTAJE
• Falta de práctica	_____	_____
• Falta de laboratorios	_____	_____
• Falta de experiencia del docente	_____	_____
• Falta de módulos para la construcción de partes estructurales de aeronaves	_____	_____
• Falta de manuales de tareas practicas que sirvan como guían para el desarrollo de las mismas.	_____	_____
• Falta de instructores especializados	_____	_____
• Falta de confort en el laboratorio	_____	_____
• Docente que no brindan la facilidad de entendimiento en las materias de especialidad	_____	_____

5.- ¿A qué factores atribuye la falta de actualización y mejoramiento del laboratorio de estructuras?

• Desinterés en las autoridades	_____
• Mala gestión de los alumnos	_____
• Mala gestión de los directores de la carrera	_____
• Falta de presupuesto	_____
• Falta de ejecución de los docentes en la relación teórica practica en el plan analítico	_____

6.- ¿Según su criterio que debería hacer la Carrera de Mecánica Aeronáutica para mejorar el laboratorio de estructuras?

- Incentivar la aplicación de proyectos de grado enfocados al mejoramiento del laboratorio. _____
- Gestionar partes de aeronaves _____
- Realizar encuestas por parte de la carrera enfocadas a saber cuáles son las necesidades del estudiante para su adiestramiento práctico. _____
- Gestionar convenios con las operadoras de vuelo Que faciliten la utilización de sus talleres. _____
- Dictar cursos de actualización de aeronaves comerciales a los docentes de especialidad. _____

7.- ¿Cuál de estas alternativas cree Ud. que aportarán al mejoramiento del laboratorio de estructuras?

- Módulos para construir prototipos de alas de aeronaves ()
- Implementar una materia de tareas practicas estructurales ()
- Creación de manuales para el desarrollo de trabajos prácticos ()
- Mejorando el confort del laboratorio ()
- Facilitando la accesibilidad de las herramientas del pañol con la construcción de estanterías ()

8.- ¿Señale el porcentaje de conocimiento práctico que cree Ud. Haya adquirido en el Laboratorio de estructuras?

PORCENTAJES	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

9.- ¿Ha realizado Ud. pasantías en alguna empresa que brinde mantenimiento de aeronaves, indique en cual empresa?

SI..... NO..... Empresa.....

Si su repuesta fue SI, indique con una (X) cuales fueron los principales inconvenientes que se le presentaron.

- Alojamiento _____
- Viáticos _____
- Distancias _____
- Desconocimiento en el manejo de herramientas _____

- Desconocimiento en el manejo de manuales _____
- Desconocimiento en las tareas de remachado _____
- Desconocimiento en el llenado de tarjetas de Mantto _____
- Falta de familiarización con herramientas y equipos _____

10.- ¿Cuáles de los siguientes equipos y herramientas saben utilizar?

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	RESPUESTAS
• Dobladora de cañerías	_____
• Presa hidráulica	_____
• Torno en paralelo	_____
• Esmeril	_____
• Baroladora manual	_____
• Cizalla de corte	_____
• Horno de tratamiento térmico	_____
• Taladro de pedestal	_____
• Máquina de soldadura	_____
• Entenallas	_____
• Llaves	_____
• Entorchadores	_____
• Martillo neumático	_____
• Rápida	_____
• Sierra manual	_____
• Tensiómetro	_____
• Gramil	_____
• Máquinas dobladoras de laminas	_____
• Martillo	_____
• Taladro	_____
• Micrómetro	_____
• Pie de rey	_____
• Calibrador	_____
• Lima	_____
• Desarmador	_____

11.- ¿Qué entiende Ud. por reparación y mantenimiento de estructuras de aeronaves?

Reparación.....

Mantenimiento.....

12.- ¿Califique el nivel de confort del laboratorio de estructuras según su criterio?

Malo _____

Bueno _____

Muy Bueno _____

Excelente _____

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

FIRMA DEL ENCUESTADO

ANEXO D

FORMATO DE LA ENTREVISTA

NOMBRE:

CARGO QUE DESEMPEÑA:

FECHA:

HORA:

1. ¿Qué equipos encuentran operando correctamente y cuáles no?

	SI	NO	REHABILI.
• Dobladora de cañerías	___	___	_____
• Formadora de ángulos	___	___	_____
• Presa hidráulica	___	___	_____
• Torno en paralelo	___	___	_____
• Sierra circular	___	___	_____
• Esmeriles	___	___	_____
• Baroladora manual	___	___	_____
• Cizalla de ángulo	___	___	_____
• Dobladora de cajón	___	___	_____
• Cizalla de pedal	___	___	_____
• Cizalla hidráulica	___	___	_____
• Baroladora Eléctrica	___	___	_____
• Horno de tratamiento térmico	___	___	_____
• Taladro de pedestal	___	___	_____
• Maquina de sandblasting	___	___	_____
• Maquina de soldadura	___	___	_____
• Entenallas	___	___	_____
• Compresor	___	___	_____

2.- ¿Dónde se encuentra ubicados los manuales de los equipos?

3.- ¿El laboratorio cuentan con un pañol de herramientas?

4.- ¿Con que tipos de herramientas cuenta el pañol?

5.- ¿Cuales son las personas encargadas del laboratorio?

6.- ¿Cuál es el estado de las redes neumáticas y eléctricas?

7.- ¿Cuántas personas al día visitan el laboratorio para realizar prácticas?

8.- ¿Que tareas de mantenimiento estructural se puede ejecutar en el laboratorio?

9.- ¿Se encuentra funcionando la iluminación del laboratorio?

10.- ¿Cuál es el encargado de dar mantenimiento a los equipos y herramientas?

11.- ¿Cuál es el horario de atención del laboratorio?

ANEXO "E"

FOTOGRAFÍAS DE LA ELABORACIÓN DEL ALA FACILITADO POR PARTE DEL SARGENTO SHULCA



HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Balcázar Quizhpe Andrés Alexander

NACIONALIDAD: Ecuatoriana.

FECHA DE NACIMIENTO: 21 de Junio de 1984

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 110406659-0

TELÉFONOS: 094007537 - 095103418

CORREO ELECTRÓNICO: andresbal69@hotmail.com

DIRECCIÓN: Loja/Loja (Calles: Jorge Hugo Rengel 07-11 y J.M Mora)



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA

Escuela Particular "Miguel Angel Suarez".

SECUNDARIA

Colegio Fiscomisional "La Dolorosa".

SUPERIORES

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Escuela Superior Politécnica del Litoral

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller en Ciencias "Físico Matemático".

Tecnólogo en "Mecánica Aeronáutica mención Aviones".

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

Prácticas realizadas en el Centro de Mantenimiento Aeronáutico (CEMA).

Prácticas realizadas en el CID-FAE

CURSOS Y SEMINARIOS

SEMINARIO de Jornadas y tecnología ITSA 2008 Capítulo Aeroespacial.
Certificado de haber realizado el curso INICIAL DEL BOEING 737-200.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA
EL AUTOR**

Andrés Alexander Balcázar Quizhpe

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA

Ing. Guillermo Trujillo

Latacunga, 21/07/2010

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, ANDRÉS ALEXANDER BALCÁZAR QUIZHPE, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones, en el año 2009, con Cédula de Ciudadanía N° 110406659-0, autor del Trabajo de Graduación Elaboración de una maqueta de ayuda didáctica para docentes y estudiantes, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico. Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Andrés Alexander Balcázar Quizhpe

Latacunga, 21/07/2010