

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**“CONSTRUCCIÓN DEL SOPORTE VERTICAL DE LA PLUMA MECÁNICA E IMPLEMENTACIÓN DEL TECLE PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL MOTOR ROLL ROYCE DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227”.**

**POR:**

**GUAMUSHIG ROBAYO EDGAR PAÚL**

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título  
de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
MOTORES**

**2013**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. GUAMUSHIG ROBAYO EDGAR PAÚL, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

.

---

Ing. Herbert Viñachi  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Latacunga, 05 de Agosto del 2013

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se la dedico a mi familia en especial a mis padres Edgar Guamushig y Gladys Robayo quienes hicieron posible con su ejemplo, con su esfuerzo y apoyo incondicional que culmine una etapa más en mi vida.

A mis hermanos quienes estuvieron siempre apoyándome moralmente durante este transcurso de formación

De igual forma dedico mi trabajo a una persona que siempre me dio su confianza, mi abuelo que hoy está con Dios y que fue símbolo de superación por su forma de luchar en la vida

A mis sobrinos Jostin, Mathew y Andy quienes con su sinceridad e inocencia hacían que jamás desista en mis objetivos planteados

A mis amigos, a mis profesores con quienes compartí durante este proceso de formación y llegamos a tener una buena amistad.

**GUAMUSHIG ROBAYO EDGAR PAÚL**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente quisiera dirigirme en agradecimiento a Dios quien me ha guiado durante toda mi vida y que siempre está presente en todo momento.

Agradezco en todo momento a mi familia porque siempre hemos avanzado juntos, a mis padres que me cuidaron y supieron dar todo su apoyo para avanzar en esta etapa de formación.

Al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico por permitir formarme en sus instalaciones y con una gama de profesores responsables y eficientes.

A mi tutor de trabajo de graduación Ing. Herbert Viñachi, una persona responsable que busca el bienestar de los estudiantes.

**GUAMUSHIG ROBAYO EDGAR PAÚL**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria .....	III
Agradecimiento .....	IV
Índice de contenido .....	V
Índice de tablas .....	IX
Índice de figuras .....	X
Resumen.....	1
Summary.....	2
Introducción.....	3

### CAPÍTULO I

#### EL TEMA

1.1 Antecedentes .....	4
1.2 Justificación.....	5
1.3 Objetivos .....	6
1.3.1 Generales.....	6
1.3.2 Específicos .....	6
1.4 Alcance.....	6

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1 Motor roll Royce .....	7
----------------------------	---

2.1.1 Características generales.....	7
2.2 Tecele o polipasto .....	8
2.2.1 Polipastos manuales .....	8
2.2.2 Polipastos eléctricos.....	8
2.3 Acero.....	9
2.3.1 Aspectos generales del acero estructural.....	10
2.3.2 Propiedades físicas del acero .....	11
2.3.3 Perfiles de acero .....	12
2.3.4 Empleo más usual de las estructuras metálicas.....	12
2.3.5 Tipos de aceros usados en construcción .....	13
2.3.5.1 ASTM A36.....	13
2.4 Esfuerzos .....	14
2.4.1 Esfuerzos normales.....	14
2.4.2 Esfuerzos cortantes.....	15
2.5 Elementos utilizados en construcción .....	15
2.5.1 Pie de rey .....	15
2.5.2 Flexómetro .....	16
2.5.3 Rayador.....	17
2.5.4 Tornillo de banco.....	17
2.5.5 Alicates.....	18
2.5.6 Cinceles.....	19
2.5.7 Llaves .....	20
2.5.8 Martillos y mazos.....	22
2.5.9 Seguetas .....	23
2.5.10 Pulidora .....	24
2.6 Clasificación de uniones.....	25
2.6.1 Análisis de uniones de un solo perno.....	26

2.6.2 Soldadura por arco eléctrico.....	26
2.6.2.1 Soldadura con electrodo metálico revestido .....	27
2.6.2.2 Cordón de soldadura .....	28
2.6.2.3 Clasificación de los cordones de soldadura .....	29
2.7 Pintura.....	31
2.7.1 Limpieza con solventes .....	31
2.7.2 Elección de la Pintura Correcta .....	32
2.7.3 Procedimiento por Capas .....	32
2.8 Equipo de protección individual.....	32

### CAPÍTULO III

#### DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares .....	34
3.2 Alternativas de diseño .....	34
3.2.1 Primera alternativa .....	34
3.2.2 Segunda alternativa .....	35
3.2.3 Tercera alternativa .....	36
3.3 Descripción del diseño .....	37
3.4 Selección del material .....	37
3.5 Cálculos estructurales .....	37
3.6 Componentes principales del soporte vertical.....	43
3.7 Componentes secundarios del soporte vertical.....	43
3.8 Componentes externos ensamblados al soporte vertical .....	43
3.9 Simbología del proceso de construcción .....	44
3.10 Pilares .....	45
3.10.1 Procedimiento de construcción de los pilares .....	46

3.10.1.1 Corte del material de los pilares .....	46
3.10.1.2 Uniones de los pilares .....	47
3.10.1.3 Pintura del pilar ensamblado .....	48
3.11 Viga .....	49
3.11.1 Procedimiento de construcción de la viga .....	49
3.11.1.1 Cortes del material de la viga .....	50
3.11.1.2 Uniones de la viga .....	50
3.11.1.3 Pintura de la viga .....	52
3.12 Máquinas, Equipos y Herramientas utilizadas .....	52
3.13 Elaboración de Manuales .....	54
3.13.1 Descripción General .....	54
3.13.2 Tipos de Manuales .....	54
3.14 Estudio económico .....	57

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones .....	58
4.2 Recomendaciones .....	58
Glosario .....	60
Abreviaturas .....	62
Bibliografía .....	63
Anexos .....	64
Hoja de vida .....	72
Hoja de legalización de firmas .....	74
Cesión de derechos de propiedad intelectual .....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Propiedades mecánicas ASTM A36 .....	13
Tabla 3.1 Perfil estructural cuadrado hueco .....	39
Tabla 3.2 Marcado de pernos de acero.....	42
Tabla 3.3 Simbología de construcción .....	44
Tabla 3.4 Máquinas .....	53
Tabla 3.5 Herramientas .....	53
Tabla 3.6 Equipos .....	54
Tabla 3.7 Codificación de manuales .....	54
Tabla 3.8 Costo primario .....	57
Tabla 3.9 Costo secundario.....	57
Tabla 3.10 Costo total .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Motor Roll Royce.....	7
Figura 2.2 Tecla manual y electrico.....	9
Figura 2.3 Acero fundido .....	9
Figura 2.4 Intervalos de deformación estructural del acero.....	10
Figura 2.5 Perfiles más comunes .....	12
Figura 2.6 Esfuerzos .....	14
Figura 2.7 Esfuerzo normal .....	14
Figura 2.8 Esfuerzo cortante .....	15
Figura 2.9 Pie de rey .....	16
Figura 2.10 Flexómetro .....	16
Figura 2.11 Rayador.....	17
Figura 2.12 Tornillo de banco.....	17
Figura 2.13 Tipo de alicates .....	18
Figura 2.14 Mala utilización de alicates.....	19
Figura 2.15 Cincel .....	20
Figura 2.16 Tipo de llaves .....	21
Figura 2.17 Llaves de boca alustable.....	21
Figura 2.18 Llave con mordazas gastadas y defectos mecánicos .....	22
Figura 2.19 Partes de un martillo .....	22
Figura 2.20 Forma de golpear sobre una superficie.....	23
Figura 2.21 Pieza fijada firmemente antes de serrar.....	24
Figura 2.22 Esmeriladora .....	25
Figura 2.23. Tipo de uniones de un solo perno .....	26
Figura 2.24 Equipo para soldar .....	27
Figura 2.25 Soldadura con electrodo metálico revestido.....	28

Figura 2.26 Partes del cordón de soldadura .....	29
Figura 2.27 Cordón de soldadura a tope y en ángulo .....	30
Figura 2.28 Cordones de soldadura respecto al esfuerzo .....	30
Figura 2.29 Cordón de soldadura según su posición de soldar.....	31
Figura 2.30 Equipo de protección individual.....	33
Figura 3.1 Soporte para tecla .....	34
Figura 3.2 Soporte vertical .....	35
Figura 3.3 Soporte vertical tipo pluma mecánica.....	36
Figura 3.4 Cortes del perfil rectangular y cuadrado.....	46
Figura 3.5 Unión del perfil rectangular y cuadrado.....	47
Figura 3.6 Estructura ensamblada .....	47
Figura 3.7 Pintura del soporte vertical.....	48
Figura 3.8 Cortes del perfil rectangular y platina .....	50
Figura 3.9 Unión de la viga con la platina .....	51
Figura 3.10 Unión de la platina con los distribuidores de carga .....	51
Figura 3.11 Unión para articulación del gato hidráulico.....	52
Figura 3.12 Pintura de la viga.....	52

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación, está realizado para optimizar el proceso de formación de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica y su diseño está basado en imágenes investigadas en internet sobre pluma mecánica.

El software que se utiliza para la elaboración del soporte vertical de la pluma mecánica para el montaje y desmontaje del motor Roll Royce es Auto cad , debido a que permite realizar los planos y observar en distintas vistas el cuerpo sólido para tener una mejor perspectiva de construcción

Luego de haber realizado los planos del soporte vertical de la pluma mecánica, se procede a realizar los cálculos para luego elegir el material que se necesita para la construcción.

El soporte vertical de la pluma mecánica se une mediante suelda por arco eléctrico y pernos que trabajan a cortante doble, el soporte vertical cuenta con un gato hidráulico y un tecele.

Tiene tres capas de pintura, la primera es anticorrosiva, la segunda de relleno y la tercera es de acabado y se utiliza pintura de color amarillo Caterpillar, permitiendo una protección contra la corrosión debido a la oxidación al contacto con el medio ambiente.

## SUMMARY

The present graduation work, is realized to optimize the process of training students in the career of aviation mechanics and structure based design is vested on the internet about mechanical crane.

The software that is used to support the development of vertical mechanical crane for assembly and disassembly of the engine Rolls Royce is Auto cad, because that allows the planes and see in different views to get a better perspective of construction.

After completing the upright planes mechanical crane, proceed to perform the calculations and then choose the material needed for the construction.

The vertical support of the mechanical crane is attached by electric arc welding and bolts that working in double shear, the vertical support has a hydraulic jack and a hoist.

Has three layers of paint, the first is corrosive, the second and the third filler is finished and Caterpillar yellow paint is used, allowing protection against corrosion due to oxidation on contact with the environment.

## INTRODUCCIÓN

La construcción del soporte vertical e implementación del tecele para el montaje y desmontaje del motor Roll Royce se realiza debido al impacto que tiene en la formación académica de los estudiantes y de cómo ayudará a mejorar la habilidad en ellos.

El presente trabajo de graduación está planteado de forma que se realice una investigación de estructuras similares, para luego realizar los planos de la estructura que se utilizará, debido a que en nuestro medio se puede encontrar varias formas de hacer un diseño.

La construcción es un punto importante porque estudia los materiales a utilizar y los elementos que intervienen en su ejecución; así como las máquinas y equipos, ya que el trabajo que requiere el material es de medida, cortes, uniones, en fin la construcción del soporte vertical implica varios elementos a ser utilizados.

Para ello se realizó un estudio acerca de construcciones en estructuras metálicas y se utiliza un proceso constructivo para optimizar el desarrollo de la ejecución estructural, tomando como base un plano y el material a utilizar debido, a que estos dos elementos son indispensables para la ejecución de la estructura metálica.

La construcción del soporte vertical una vez terminado se utilizará para el montaje y desmontaje del motor Roll Royce del avión Fairchild FH-227, que tiene un carga igual a 561.1 Kg.

# CAPÍTULO I

## EL TEMA

### 1.1 Antecedentes

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico al contar con el avión Fairchild FH-227 se ve en la necesidad de incorporar un equipo mecánico que sirva para montar los motores al avión.

De los proyectos de grado investigados en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico se considera el siguiente proyecto de graduación cuyos datos son los siguientes:

Tutor: Sgop. Téc. Avc. Ing. Washington Molina.

Estudiante: Ulquiango Ulco Fausto Patricio.

Tema: IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO DE MONTAJE Y DESMONTAJE PARA LOS NEUMÁTICOS DEL TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727 PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”

Conclusiones:

- La construcción de la Plataforma y del Adaptador NLG se logró gracias a la información recopilada en manuales de mantenimiento de aeronaves de acuerdo a las necesidades que requerían este tipo de herramientas.

- La construcción de las herramientas representan un aporte muy significativo con el fin de beneficiar al desarrollo académico de ITSA.

Debido a esta investigación realizada en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico y a los beneficios que tiene este tipo de trabajo se propone el siguiente tema:

CONSTRUCCIÓN DEL SOPORTE VERTICAL DE LA PLUMA MECÁNICA E IMPLEMENTACIÓN DEL TECLE PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL MOTOR ROLL ROYCE DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227.

## **1.2 Justificación**

Implementar al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico de un equipo especial para la utilización de levante de dispositivos pesados es de gran importancia debido a que maximiza la eficiencia en el traslado de máquinas y herramientas sumamente pesadas las cuales son utilizadas durante el mantenimiento y no pueden ser trasladadas por la fuerza normal de una persona.

Es por ello que la construcción de la pluma mecánica e implementación del teclé, para el montaje y desmontaje del motor Roll Royce del avión Fairchild FH-227 es necesario debido a que los motores necesitan ser analizados por los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica, para que luego de ser estudiados e inspeccionados, se pueda dar mantenimiento a los motores.

La institución al contar con su primer avión escuela Fairchild FH 227 se ve en la necesidad de utilizar un equipo especial de levante, para realizar el mantenimiento de la aeronave y mejorar el entrenamiento de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica y así elevar la calidad educativa intelectual, práctica y de valores que ofrece a sus estudiantes.

La construcción de la pluma mecánica e implementación del teclé, generará un impacto positivo en la carrera de Mecánica Aeronáutica; de tal manera que

aumentará la motivación de los estudiantes debido a la operación de la pluma mecánica en donde podrán desarrollar sus habilidades y destrezas

El manual de operación del proyecto contribuirá a un manejo adecuado por parte de los estudiantes y docentes encargados del mantenimiento del avión escuela Fairchild FH-227, generando así seguridad para quienes operen el proyecto de graduación.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Generales**

Construir un soporte vertical para el montaje y desmontaje del motor Roll Royce del avión Fairchild FH-227, dentro de las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

#### **1.3.2 Específicos**

- Recopilar información específica acerca del motor roll Royce del avión Fairchild FH-227 para el proceso de construcción.
- Buscar información concerniente de los materiales a utilizar en la construcción del soporte vertical.
- Elaborar un manual de operaciones y de mantenimiento para mantener operativa la pluma mecánica.
- Realizar pruebas de operación a la pluma mecánica

### **1.4 Alcance**

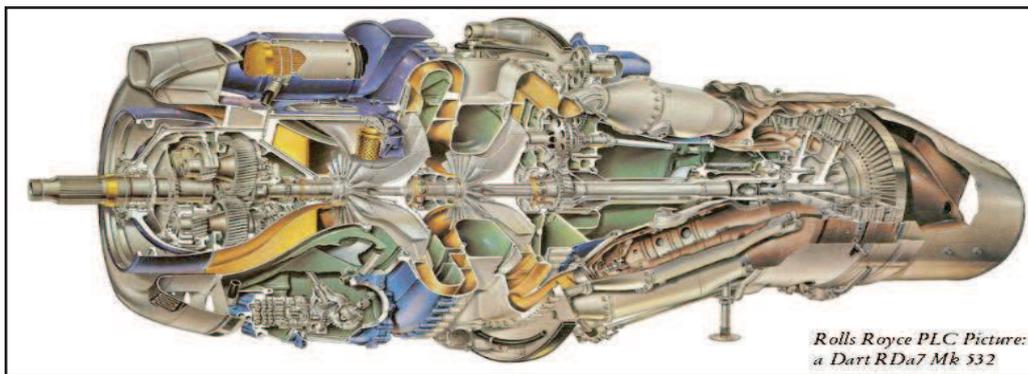
La construcción de la pluma mecánica e implementación de un teclé, para el montaje y desmontaje del motor Roll Royce del avión Fairchild FH-227, conlleva a ser un proyecto de elevada la calidad educativa para los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica, siendo así el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico el primer centro educativo de Latacunga en utilizar un equipo especial para montar y desmontar motores aeronáuticos dentro de sus instalaciones.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Motor roll Royce<sup>1</sup>

Es un motor de turbohélice británico de larga duración diseñado, construido y fabricado por Rolls-Royce Limited. Producido por primera vez a finales de 1940, se impulsó la primera Vickers Viscount vuelo inaugural en 1948, y todavía estaba en la producción hasta los últimos F27s y SA 748s fueron producidos en 1987.



**Figura 2.1.** Motor Roll Royce

**Fuente:** <http://www.avplan.co.nz/Downloads/DART-Engine.pdf>

#### 2.1.1 Características generales

- Tipo: Turboprop
- Longitud: 97.6 en
- Diámetro: 37.9 en
- Peso seco: 1207 libras

---

<sup>1</sup> [http://centrodeartigos.com/articulos-informativos/article\\_66807.html](http://centrodeartigos.com/articulos-informativos/article_66807.html)

- Compresor: compresor centrífugo de dos etapas
- Incineradores: 7 cámaras de combustión de flujo recto con encendedores en No 3 y 7 cámaras
- Turbina: 3-etapa de la turbina axial
- Combustible: queroseno
- Sistema de aceite: Autónomo, 25 litro de capacidad del depósito de aceite

## **2.2 Tecles o polipasto<sup>2</sup>**

Un polipasto es un dispositivo mecánico suspendido que sirve para elevar, mantener y/o bajar una carga libre suspendida no-guiada, por medio de un sistema de reducción de poleas que pueden utilizar cable o cadena y podrán ser polipastos manuales o polipastos eléctricos.

Hay dos tipos de polipastos eléctricos y manuales, la principal diferencia entre los polipastos eléctricos y manuales está en el mecanismo de izaje. Un polipasto manual eleva la carga halando la cadena a través de piñones, mientras que un polipasto de eléctrico iza la carga mediante un cable que se envuelve en un tambor acanalado. El sistema de frenos, el motor y los controles son similares en ambos tipos de polipastos.

### **2.2.1 Polipastos manuales**

- Requieren menos mantenimiento
- Cuestan menos
- El gancho no se desplaza lateralmente al levantar la carga

### **2.2.2 Polipastos eléctricos**

- Ofrecen velocidades de izaje muy rápidas
- Orecen una amplia gama de opciones
- Necesitan un fuente eléctrica para operar

---

<sup>2</sup> <http://www.mpw.cl/tecles.htm>

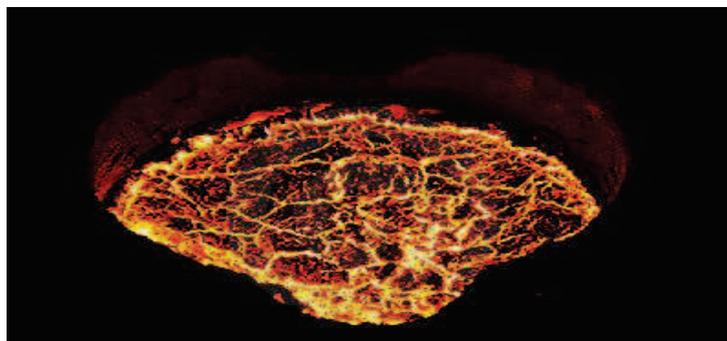


**Figura 2.2.** Tecele manual y eléctrico

**Fuente:** <http://www.zeboli.com>

### 2.3 Acero<sup>3</sup>

Es la combinación entre un metal (el hierro) y un no metal (el carbono), que conserva las características metálicas del primero, pero con propiedades notablemente mejoradas gracias a la adición del segundo y de otros elementos metálicos y no metálicos, ampliamente usado y a un precio relativamente bajo, el acero combina la resistencia y la trabajabilidad, lo que se presta a fabricaciones diversas. Así mismo sus propiedades pueden ser manejadas de acuerdo a las necesidades específicas mediante tratamientos con calor, trabajo mecánico, o mediante aleaciones.



**Figura 2.3.** Acero fundido

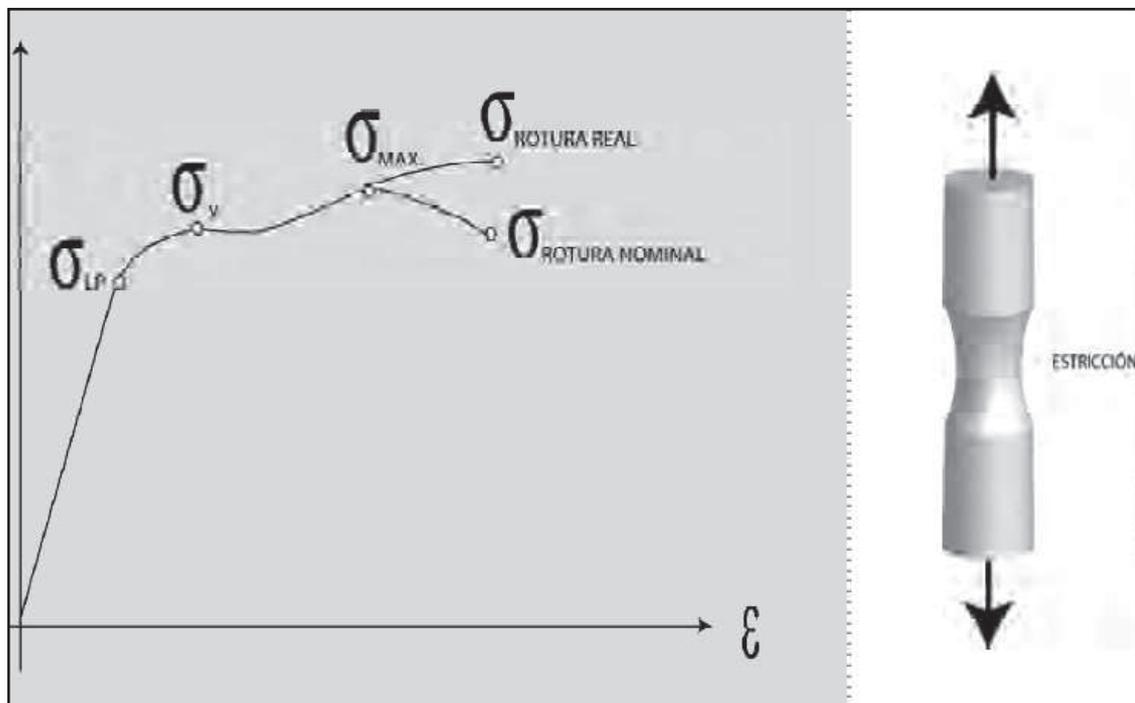
**Fuente:** <http://es.dreamstime.com/imagenes-de-archivo-acero-fundido-image8771644>

<sup>3</sup> <http://www.construmatica.com/construpedia/Acero>

### 2.3.1 Aspectos generales del acero estructural<sup>4</sup>

El acero es el metal más importante utilizado para fines estructurales porque combina una alta resistencia, tanto en tensión como en compresión, con gran rigidez (módulo de elasticidad elevado), y facilidad de fabricación, con un precio relativamente bajo.

El acero es un material dúctil por naturaleza, que tiene, además un comportamiento estable bajo inversiones de carga y tiene una relación resistencia/peso favorable.



**Figura 2.4.** Intervalos de deformación estructural del acero

**Fuente:** Manual de diseño para la construcción con Acero

$\sigma_{LP}$ : Esfuerzo en el límite de proporcionalidad. Hasta este punto la gráfica es lineal. Proporcionalidad directa entre Esfuerzo y Deformación.

$\sigma_y$  : Esfuerzo de fluencia (yield point). A partir de este punto el material "fluye" produciéndose un aumento de la deformación sin necesidad de aumentar el esfuerzo.

<sup>4</sup> Manual de Diseño para la Construcción con Acero

$\sigma_{max}$ : Después de la fluencia, al producirse un "endurecimiento por deformación" (la energía aplicada calienta el material), el material adquiere capacidad de resistir más esfuerzo produciéndose un aumento de la pendiente de la gráfica hasta alcanzar el esfuerzo máximo.

$\sigma$  Rotura nominal: A partir del esfuerzo máximo alcanzado se produce un angostamiento de la sección de la barra ensayada (Estricción) hasta que finalmente se produce la rotura. La rotura nominal es igual a la carga de rotura dividida por el área inicial de la probeta (sin tener en cuenta la estricción).

$\sigma$  Rotura real: Es igual a la carga de rotura dividida por el área final de la sección transversal (calculada con el diámetro final de la probeta).

### 2.3.2 Propiedades físicas del acero<sup>5</sup>

Las propiedades del acero, que se conjuntan con un bajo costo en comparación con el de otros metales, han propiciado su aprovechamiento industrial intensivo.

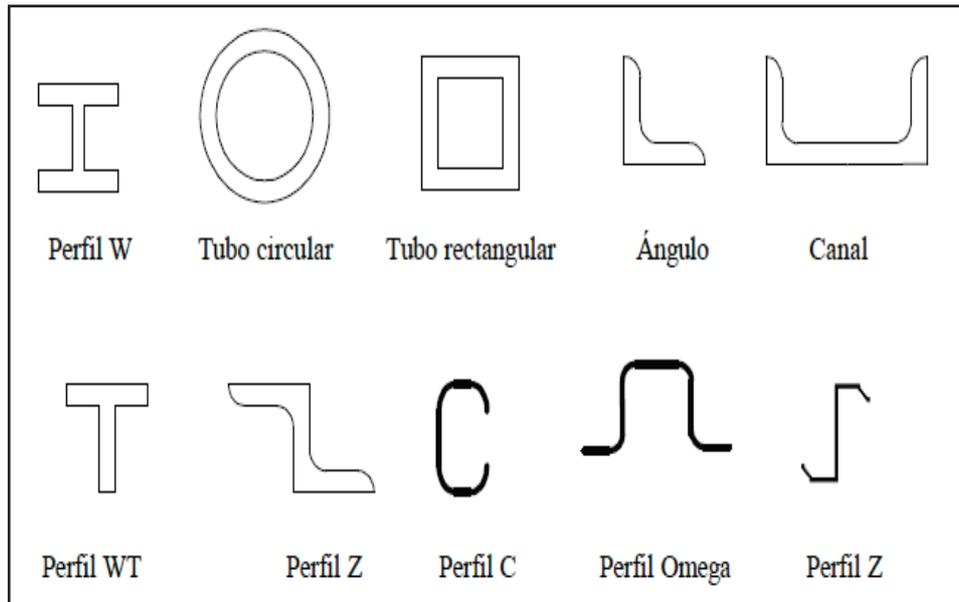
- **Elasticidad:** Recuperación de su forma inicial.
- **Ductibilidad:** Capacidad para alargarse, estirarse y adelgazarse.
- **Forjabilidad:** Acepta nuevas formas por medio de martillazos.
- **Maleabilidad:** Puede aplastarse en láminas.
- **Tenacidad:** Es resistente a la ruptura.
- **Soldabilidad:** Se puede pegar mediante arco voltaico o fusión con calor y presión.
- **Conductibilidad:** Es transmisor de temperatura y electricidad lo que en construcción es desfavorable.
- **Oxidación:** Entra en composición con el oxígeno, lo que igualmente es una característica inadecuada.
- **Cortado:** Puede hacerse con facilidad.

---

<sup>5</sup><http://www.biblioteca.upibi.ipn.mx/Archivos/Material%20Didactico/APUNTES%20ELEMENTOS%20PARA%20EL%20DISE%20C3%91O%20III.pdf>

### 2.3.3 Perfiles de acero<sup>6</sup>

La industria de la construcción ha estandarizado ciertos elementos de acero con formas y propiedades conocidas para facilitar a calculistas, productores y constructores hablar un lenguaje común. Algunos de los más empleados se aprecian a continuación.



**Figura 2.5.** Perfiles más comunes

**Fuente:** <http://www.bdigital.unal.edu.co/5923/1/9589322891.pdf>

### 2.3.4 Empleo más usual de las estructuras metálicas

La utilización de estructuras metálicas está presente en las siguientes construcciones:

Estructuras de edificios urbanos e industriales en: columnas, trabes, marcos, armaduras, sistemas de contratraves, apoyos, etc.

Estructuras de puentes: igual que el anterior más diafragmas y parapetos.

Estructuras especiales como: tanques, compuertas, ductos, etc.

<sup>6</sup> <http://www.bdigital.unal.edu.co/5923/1/9589322891.pdf>

### 2.3.5 Tipos de aceros usados en construcción

Los aceros ASTM A7, A36, A42 y A52, el primero se utiliza en elementos estructurales de menor calidad y los demás para estructuras que requieren altos esfuerzos. El de alta resistencia por lo general se usa en forma de varillas lisas o corrugadas, estas últimas empleadas como refuerzo del concreto armado, los templados son para usos especiales.

#### 2.3.5.1 ASTM A36<sup>7</sup>

Esta norma es aplicable a una gran variedad de perfiles estructurales laminados en caliente y a placas de la misma calidad que aún están disponibles en el mercado. Tiene un esfuerzo de fluencia de (250 MPa, 36 ksi) y un esfuerzo mínimo de ruptura en tensión de (400 a 550MPa, 58 a 80 ksi), y su soldabilidad es adecuada.

Se desarrolló desde hace muchos años en Estados Unidos para la fabricación de estructuras remachadas, atornilladas y soldadas, mejorando el contenido de carbono de los aceros disponibles en aquella época, como el ASTM A7. Con la innovación de este tipo de acero, las conexiones soldadas empezaron a desplazar a las remachadas que pronto desaparecieron.

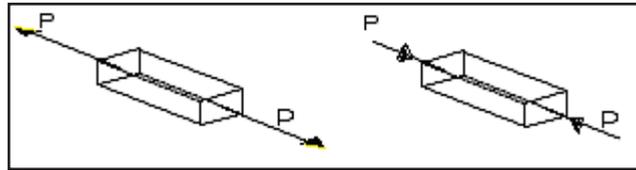
**Tabla 2.1** Propiedades Mecánicas ASTM A36

Limite de fluencia mínimo		Resistencia a la Tracción			
Mpa	Psi	Psi		Mpa	
		Min	Max	Min	Max
250	36000	58000	80000	400	550

<sup>7</sup> Manual de diseño para la construcción con Acero

## 2.4 Esfuerzos<sup>8</sup>

Considérese una barra sometida a la acción de dos fuerzas iguales, opuestas y colineales en sus extremos. Se verifica el equilibrio:  $P - P = 0$

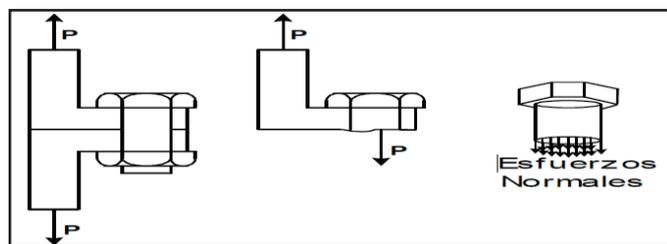


**Figura 2.6.** Esfuerzos

**Fuente:** MAYORI, A. “Resistencia de materiales aplicada”. Primera edición.  
Editorial Yucatán Hermosa. La Paz – Bolivia

### 2.4.1 Esfuerzos normales

Aquellos esfuerzos o fuerzas que soporta cada unidad de área cuya dirección es perpendicular a la sección transversal se conocen como esfuerzos normales. Para fuerzas de compresión el esfuerzo normal será negativo y para fuerzas de tracción el esfuerzo normal será positivo. Se muestran dos perfiles unidos por un perno que soportan la acción de dos fuerzas opuestas  $P$  y paralelas al eje del perno. En las secciones transversales al perno aparecen fuerzas internas perpendiculares a estas secciones que se distribuyen generando solo esfuerzos normales.



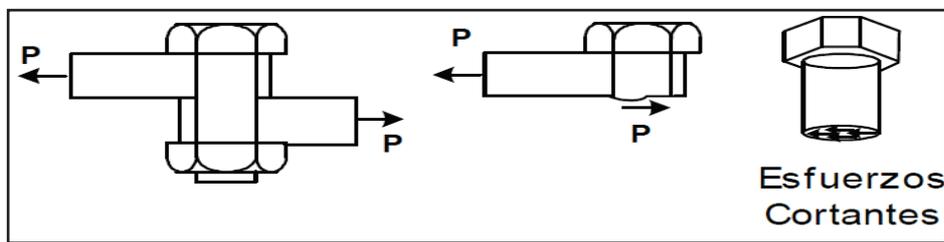
**Figura 2.7.** Esfuerzo normal

**Fuente:** MAYORI, A. “Resistencia de materiales aplicada”. Primera edición.  
Editorial Yucatán Hermosa. La Paz – Bolivia

<sup>8</sup> MAYORI, A. “Resistencia de materiales aplicada”. Primera edición. Editorial Yucatán Hermosa. La Paz - Bolivia

## 2.4.2 Esfuerzos cortantes

Aquellos esfuerzos o fuerzas que soporta cada unidad de área cuya dirección es tangencial a la sección transversal se conocen como esfuerzos cortantes. Los esfuerzos de corte no son positivos ni negativos. Se muestran dos piezas unidas por un perno que soportan la acción de dos fuerzas opuestas  $P$  y perpendiculares al eje del perno. En las secciones transversales al perno aparecen fuerzas internas tangenciales a ellas que se distribuyen generando solo esfuerzos cortantes.



**Figura 2.8.** Esfuerzo cortante

**Fuente:** MAYORI, A. "Resistencia de materiales aplicada". Primera edición.  
Editorial Yucatán Hermosa. La Paz – Bolivia

## 2.5 Elementos utilizados en construcción<sup>9</sup>

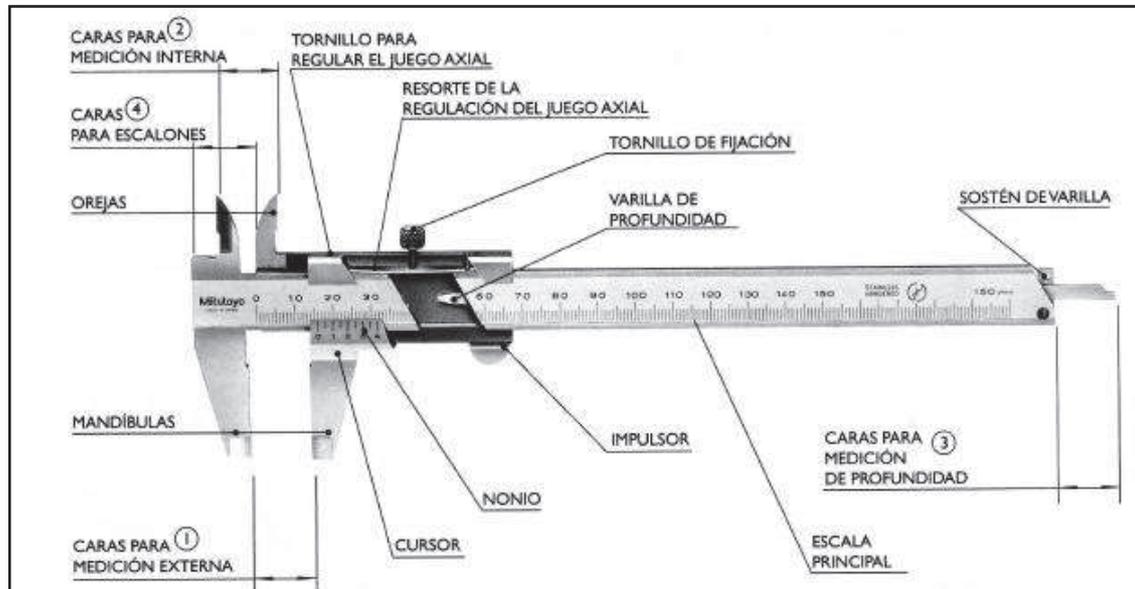
Los elementos que intervienen en la construcción de estructuras metálicas son varias pero básicamente son de medida, corte y acabado.

### 2.5.1 Pie de rey

Es un instrumento para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros ( $1/10$  de milímetro,  $1/20$  de milímetro,  $1/50$  de milímetro). Mediante piezas especiales colocadas en la parte móvil, en la parte superior y en su extremo, el pie de rey permite realizar tres tipos de medidas:

<sup>9</sup> <http://mmcdp.webcindario.com/capitulos/04a-vernier.pdf>

- Medidas exteriores
- Medidas interiores
- Profundidades



**Figura 2.9.** Pie de rey

**Fuente:** <http://mmcdp.webcindario.com/capitulos/04a-vernier.pdf>

## 2.5.2 Flexómetro

Es una cinta métrica metálica con forma de media caña (para darle rigidez), alojada en una carcasa de plástico o metálica, con un muelle de retorno para una recogida rápida. Sus longitudes varían desde 1 hasta 15 metros.

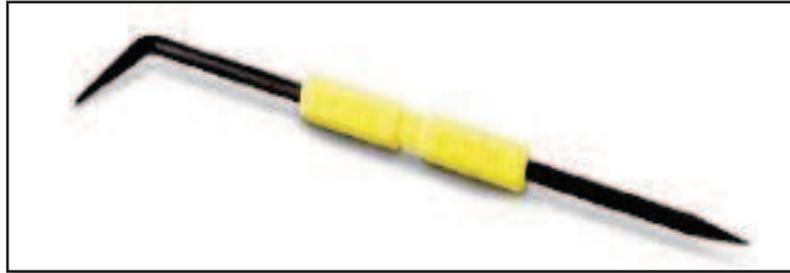


**Figura 2.10.** Flexómetro

**Fuente:** <http://mmcdp.webcindario.com/capitulos/04a-vernier.pdf>

### 2.5.3 Rayador<sup>10</sup>

El rayador es una herramienta utilizada para marcar líneas del trazado en las superficies de metal, los rayadores se hacen de acero con puntas endurecidas y templadas, a fin de poder marcar líneas delgadas y claras en la pieza, es importante que la punta este afilada.



**Figura 2.11.** Rayador

**Fuente:** <http://es.scribd.com/doc/43435072/Trazado>

### 2.5.4 Tornillo de Banco

Herramienta que sirve para dar una eficaz sujeción, a las piezas para que puedan ser sometidas a diferentes operaciones como aserrado, limado o marcado, se suele asentar en una mesa o banco de trabajo, bien atornillado a la superficie de la misma o apoyado en el suelo del taller. Tiene dos mordazas, una fija y la otra movida por un tornillo, normalmente de roca cuadrada, que gira gracias a una palanca, entre ellas se fijan las piezas a mecanizar.



**Figura 2.12.** Tornillo de banco

**Fuente:** [http://www.ecured.cu/index.php/Tornillo\\_de\\_banco](http://www.ecured.cu/index.php/Tornillo_de_banco)

---

<sup>10</sup> <http://es.scribd.com/doc/43435072/Trazado>

### 2.5.5 Alicates<sup>11</sup>

Los alicates son herramientas manuales diseñadas para sujetar, doblar o cortar, las partes principales que los componen son las quijadas, cortadores de alambre, tornillo de sujeción y el mango, el cual posee aislamiento cuando es para realizar trabajos eléctricos y es antideslizante para trabajos en mecánica. Cabe anotar que este último aunque tiene el mango plástico no es aislante, razón por la cual sirve para trabajos eléctricos sin suministro de energía. Los tipos de alicates más utilizados son:

- Punta redonda.
- Tenaza.
- Corte, corta frío diagonal y frontal.
- Mecánico o de combinación.
- Punta semiplana o fina (plana).
- Electricista.
- Punta Curva
- De Presión (Hombre Solo)



**Figura 2.13.** Tipo de alicates

**Fuente:** [http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos\\_base/Manual\\_Adquisicion\\_Herramientas.pdf](http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos_base/Manual_Adquisicion_Herramientas.pdf)

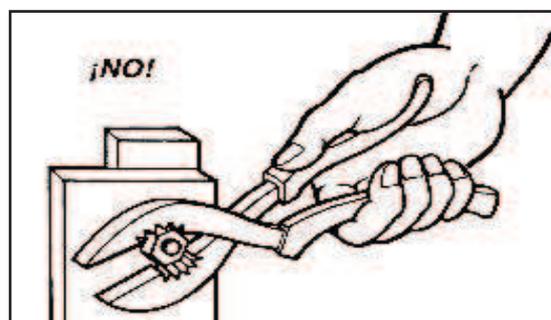
---

<sup>11</sup> [http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos\\_base/Manual\\_Adquisicion\\_Herramientas.pdf](http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos_base/Manual_Adquisicion_Herramientas.pdf)

Los alicates deben utilizarse exclusivamente para sujetar, doblar o cortar. En ningún caso deben utilizarse los alicates en lugar de las llaves para aflojar o apretar tornillos o tuercas, ya que sus mordazas son flexibles y frecuentemente resbalan, además tienden a redondear los ángulos de las cabezas de los tornillos y tuercas, dejando marcas de las mordazas sobre las superficies. No se deben utilizar los alicates para cortar materiales más duros que el material de las quijadas de estos.

Cuando se precise cortar un hilo metálico o cable se debe realizar el corte perpendicularmente a su eje, efectuado ligeros giros a su alrededor y sujetando sus extremos para evitar la proyección violenta de algún fragmento. Lo anterior, se debe realizar ubicando el hilo o cable de la mitad de la sección de corte hacia el tornillo de sujeción o eje, con el fin de tener mayor capacidad de corte (fuerza).

Se recomienda no extender demasiado los mangos del alicate con el fin de conseguir un mayor radio. Si es preciso, se deben utilizar unos alicates más grandes.



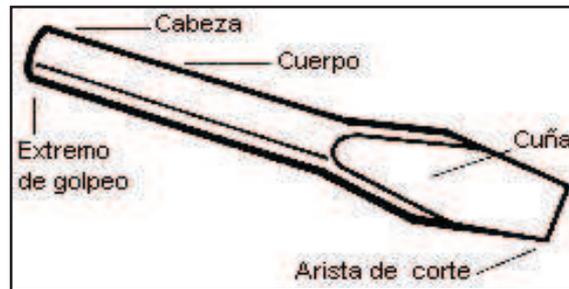
**Figura 2.14.** Mala utilización de alicates

**Fuente:** [http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos\\_base/Manual\\_Adquisicion\\_Herramientas.pdf](http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos_base/Manual_Adquisicion_Herramientas.pdf)

### 2.5.6 Cincel

Los cincelos son herramientas de mano diseñadas para cortar, ranurar o desbastar material en frío, mediante la transmisión de un impacto. Son de acero en forma de barras, de sección rectangular, hexagonal, cuadrada o redonda, con filo en un extremo y biselado en el extremo opuesto. También sirven para cortar

piezas de acero no tratado térmicamente o aleaciones. Se seleccionan por el tamaño de la punta y la longitud total (ej.  $\frac{1}{2}$  x 8"). Las partes principales son la arista de corte, cuña, cuerpo, cabeza y extremo de golpeo.



**Figura 2.15.** Cincel

**Fuente:** [http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos\\_base/Manual\\_Adquisicion\\_Herramientas.pdf](http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos_base/Manual_Adquisicion_Herramientas.pdf)

### 2.5.7 Llaves

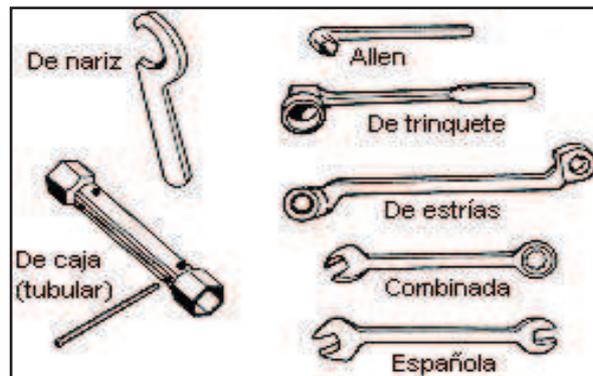
Son herramientas manuales destinadas a ejercer fuerzas de torsión para tuercas y tornillos. Existen dos tipos de llaves: boca fija y boca ajustable.

Boca fija: las llaves de boca fija vienen de diferentes tamaños y formas que permiten adaptarse a la cabeza de la tuerca o tornillo a aflojar. Están diseñadas para sujetar generalmente las caras opuestas de estas cabezas cuando se montan o desmontan piezas.

Tienen formas diversas pero constan como mínimo de una o dos cabezas, una o dos bocas y de un mango o brazo. Los principales tipo de llaves de boca fija son

- Fijas o Españolas
- De estrella o Estriadas
- Mixtas
- Llaves de gancho o nariz
- Tubulares
- Trinquete
- Hexagonal o Allen

La anchura del calibre de la tuerca se indica en cada una de las bocas en mm o pulgadas.

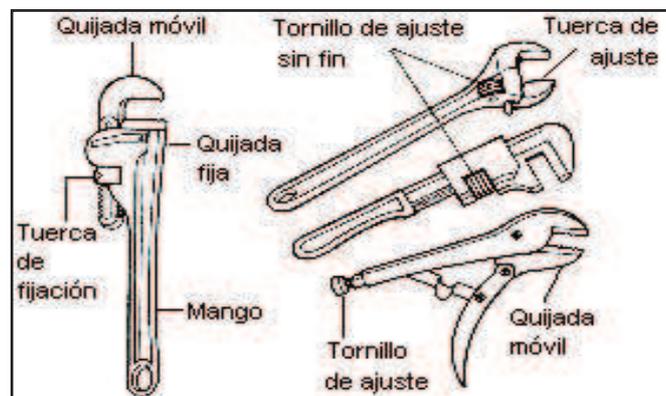


**Figura 2.16.** Tipo de llaves

**Fuente:** [http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos\\_base/Manual\\_Adquisicion\\_Herramientas.pdf](http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos_base/Manual_Adquisicion_Herramientas.pdf)

Boca ajustable: Las llaves de boca ajustables son herramientas manuales diseñadas para ejercer esfuerzos de torsión, con la particularidad de que pueden variar la abertura de sus quijadas en función del tamaño de la tuerca a apretar o desapretar, los distintos tipos son:

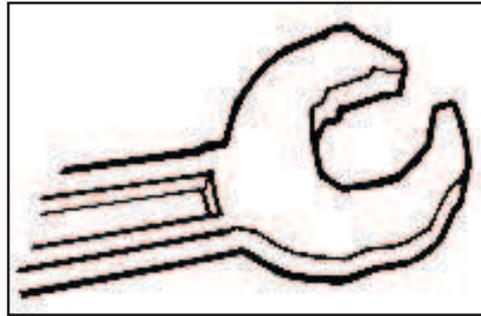
Llave ajustable para tubos Inglesa), Llave ajustable para tuercas y tornillos (Alemana). Las partes principales de las llaves de boca ajustable son: mango, tuerca de fijación, quijada móvil, quijada fija y tornillo de ajuste.



**Figura 2.17.** Llaves de boca ajustable

**Fuente:** [http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos\\_base/Manual\\_Adquisicion\\_Herramientas.pdf](http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos_base/Manual_Adquisicion_Herramientas.pdf)

Las quijadas, mordazas y mecanismos de las llaves ajustables no deben presentar defectos mecánicos visibles, de tal forma que puedan operarse suavemente sin ajuste o juegos excesivos.



**Figura 2.18.** Llave con mordazas gastadas y defectos mecánicos

**Fuente:**[http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos\\_base/Manual\\_Adquisicion\\_Herramientas.pdf](http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos_base/Manual_Adquisicion_Herramientas.pdf)

### 2.5.8 Martillos y mazos

El martillo es una herramienta de mano, diseñada para golpear; básicamente consta de una cabeza pesada y de un mango que sirve para dirigir el movimiento de aquella.

La parte superior de la cabeza se llama boca y puede tener formas diferentes, la parte inferior se llama cara y sirve para efectuar el golpe. Las cabezas de los martillos, de acuerdo con su uso, se fabrican en diferentes formas, dimensiones, pesos y materiales.



**Figura 2.19.** Partes de un martillo

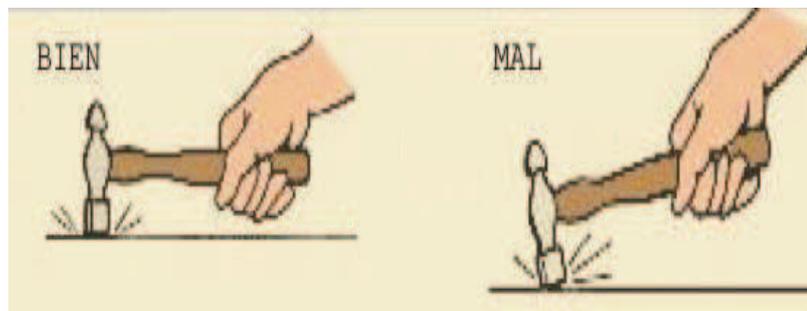
**Fuente:**[http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos\\_base/Manual\\_Adquisicion\\_Herramientas.pdf](http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos_base/Manual_Adquisicion_Herramientas.pdf)

Los martillos deben ser fabricados en acero SAE 1055 o sus equivalentes, forjados en una sola pieza y tratados térmicamente, las caras de trabajo deberán estar templadas y revenidas y tendrán una dureza comprendida entre 50 y 55 Rockwell C, verificar a través de ficha técnica.

Los martillos deben estar totalmente barnizados o provistos de un recubrimiento apropiado, capaz de protegerlos de la oxidación, la cara expuesta a los golpes debe estar pulida y los bordes redondeados o chaflanados (corte de aristas) de manera que no presenten aristas vivas.

Las cabezas de los martillos deben estar libres de rebabas, grietas o cualquier otro defecto que afecte su funcionamiento. Los mangos de los martillos deben ser de madera (nogal o fresno) de longitud proporcional al peso de la cabeza y sin astillas, el mango debe ser resistente, sin presencia de agrietamiento o rugosidad.

El mango debe estar fijado con cuñas introducidas oblicuamente respecto al eje de la cabeza del martillo de forma que la presión se distribuya uniformemente en todas las direcciones radiales.



**Figura 2.20.** Forma de golpear sobre una superficie

**Fuente:**[http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos\\_base/Manual\\_Adquisicion\\_Herramientas.pdf](http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos_base/Manual_Adquisicion_Herramientas.pdf)

### 2.5.9 Seguetas

Las seguetas son herramientas manuales diseñadas para cortar superficies de diversos materiales. Se componen de un bastidor o soporte en forma de arco, fijo

o ajustable; una hoja, un mango recto o tipo pistola y una tuerca de mariposa para fijarla.

La hoja de la segueta es una cinta de acero de alta calidad, templado y revenido; tiene un orificio en cada extremo para sujetarla en el pasador del bastidor; además uno de sus bordes está dentado.



**Figura 2.21.** Pieza fijada firmemente antes de serrar

**Fuente:**[http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos\\_base/Manual\\_Adquisicion\\_Herramientas.pdf](http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos_base/Manual_Adquisicion_Herramientas.pdf)

### 2.5.10 Pulidora

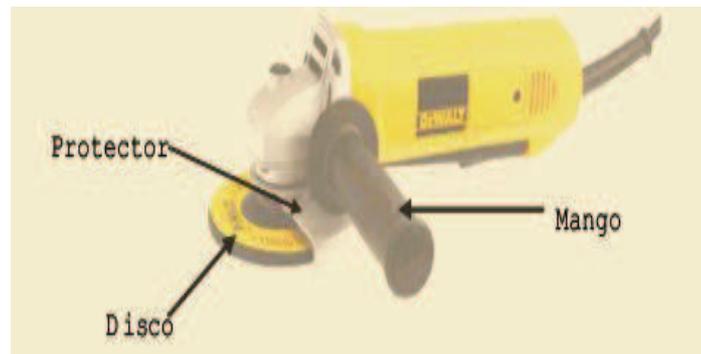
Las pulidoras son herramientas portátiles mecanizadas utilizadas en la eliminación de rebabas (desbarbado), acabado de cordones de soldadura y amolado de superficies.

El principal riesgo de estas máquinas estriba en la rotura del disco, que puede ocasionar heridas de consideración en el cuerpo, principalmente en manos y ojos, también debe tenerse en cuenta el riesgo de inhalación de material particulado que se produce en las operaciones de pulido, especialmente cuando se trabaja sobre superficies tratadas con cromato de plomo, minio, u otras sustancias peligrosas.

El origen de estos riesgos reside en:

- El montaje defectuoso del disco

- Una velocidad tangencial demasiado elevada
- Disco agrietado o deteriorado
- Esfuerzos excesivos ejercidos sobre la máquina que conducen al bloqueo del disco
- Carencia de un sistema de extracción de polvo



**Figura 2.22.** Esmeriladora

**Fuente:** [http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos\\_base/Manual\\_Adquisicion\\_Herramientas.pdf](http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos_base/Manual_Adquisicion_Herramientas.pdf)

## 2.6 Clasificación de uniones<sup>12</sup>

Los tipos de uniones utilizadas en las estructuras, se pueden clasificar aproximadamente como:

**Remachadas:** las fuerzas se transmiten por medio de miembros intermedios tales como: pernos, remaches, pasadores, etc), sujetando a compresión las superficies de contacto.

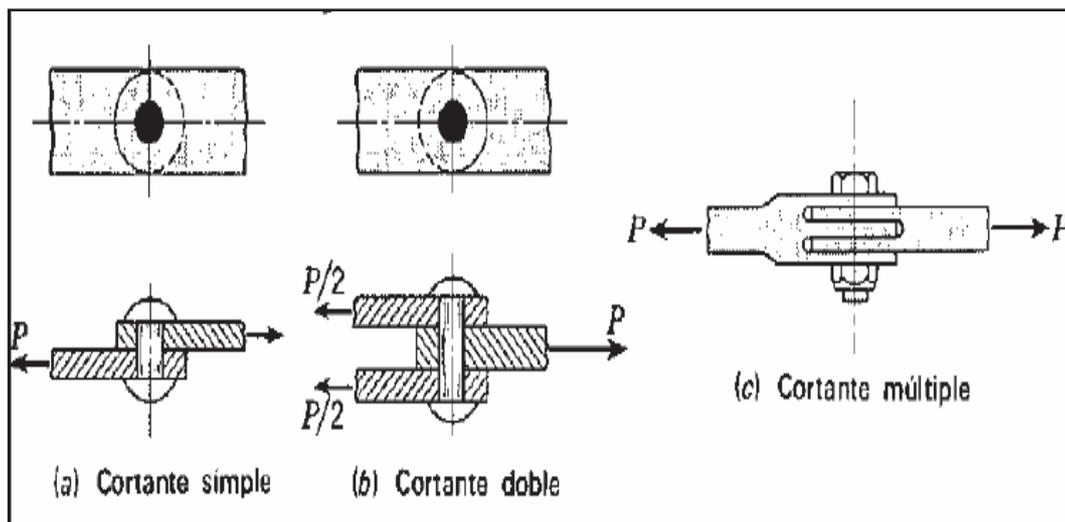
**Adheridas:** los miembros se unen por un agente de ligazón, sin la necesidad de taladrar agujeros.

**Soldadas:** la unión se hace por aplicación de calor, y presión suficiente como para establecer una verdadera adhesión interatómica; es decir se une el mismo metal.

<sup>12</sup> SHANLEY, F. (1971). "Mecánica de materiales". Primera edición. Editorial. McGRAW-HILL. México

### 2.6.1 Análisis de uniones de un solo perno

Existen varios tipos de juntas de un solo perno. El tipo (a) cortante simple, se designa así porque el perno o remache tendría que cortarse o romperse únicamente a través de un plano. En el tipo (b) cortante doble, se encuentran disponibles dos planos de cortante, doblando así la resistencia cortante de la unión. En el tipo (c), se involucra un número mayor de planos de cortante.



**Figura 2.23.** Tipo de uniones de un solo perno

**Fuente:** SHANLEY, F. (1971). "Mecánica de materiales". Primera edición. Editorial. McGRAW-HILL. México

### 2.6.2 Soldadura por arco eléctrico<sup>13</sup>

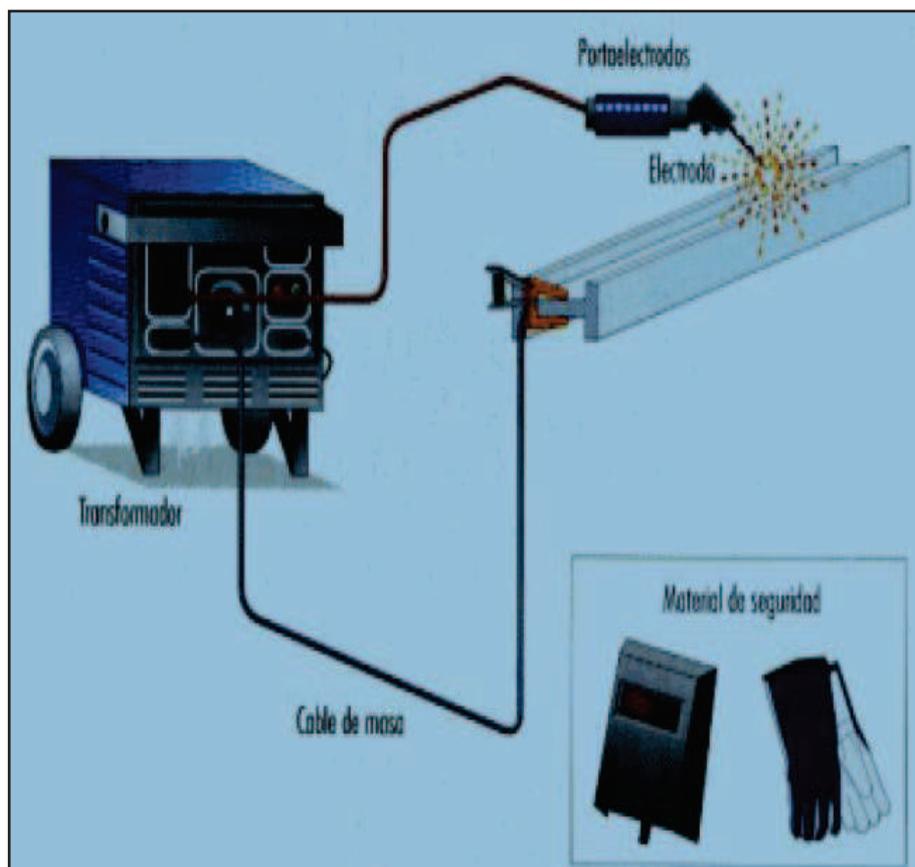
La soldadura por arco se basa en que si a dos conductores en contacto se les somete a una diferencia de potencial, establecemos entre ambos una corriente. Si posteriormente se les separa, provocamos una chispa, cuyo efecto es ionizar el gas o el aire que la rodea, permitiendo así el paso de la corriente, a pesar de no estar los conductores en contacto.

Con esto lo que hacemos es crear entre ellos un arco eléctrico por transformación de la energía eléctrica en energía luminosa y calorífica.

<sup>13</sup> [http://www.ingenieriarural.com/Trans\\_const/ElementosConstruccion02.pdf](http://www.ingenieriarural.com/Trans_const/ElementosConstruccion02.pdf)

El calor provocado por el arco no sólo es intenso, sino que además está muy localizado, lo que resulta ideal para la operación de soldar. Las temperaturas alcanzadas son del orden de 3500°C.

En el circuito eléctrico formado por los electrodos y el arco, la intensidad de corriente depende de la tensión y de la resistencia del circuito. Si los electrodos se acercan o se separan variará la resistencia y la intensidad y, por lo tanto, la energía se transformará en calor, con lo que la soldadura no será uniforme.



**Figura 2.24.** Equipo para soldar

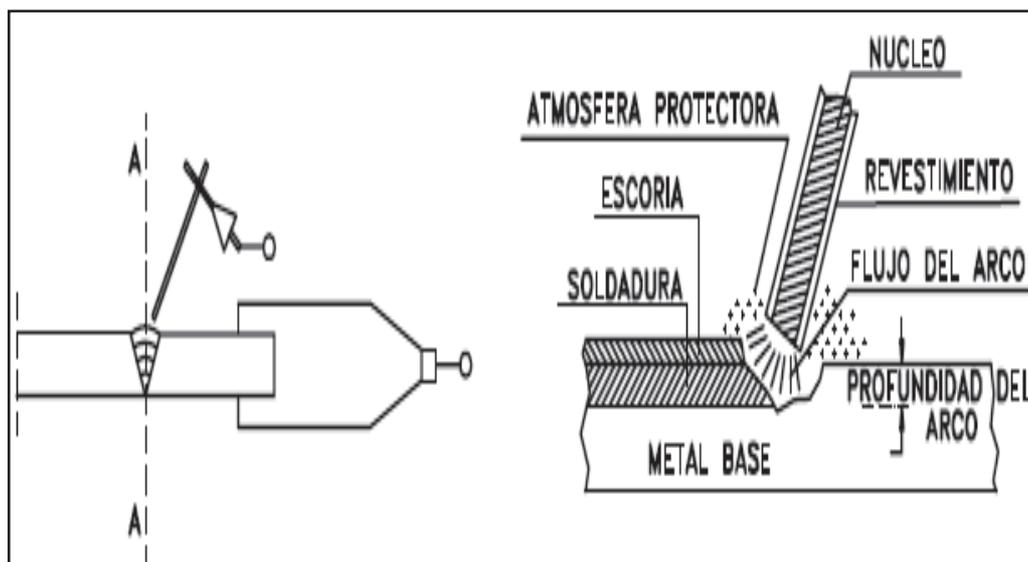
**Fuente:**[http://www.ingenieriarural.com/Trans\\_const/ElementosConstruccion02.pdf](http://www.ingenieriarural.com/Trans_const/ElementosConstruccion02.pdf)

### 2.6.2.1 Soldadura con electrodo metálico revestido.

Es el procedimiento de unión normalmente utilizado en la construcción metálica, pudiendo afirmarse sin titubeos que el gran desarrollo de la construcción metálica actual se debe en gran parte a este sistema.

La unión se consigue al provocar un arco eléctrico entre las piezas a unir y un electrodo que sirve de material de aportación. El operario establece un contacto inicial entre el electrodo y la pieza a soldar (llamada trabajo), con lo que se inicia un flujo de corriente.

A continuación se retira ligeramente el electrodo y se establece un arco, que funde el electrodo y los bordes de la pieza a unir, formándose el cordón de soldadura.



**Figura 2.25.** Soldadura con electrodo metálico revestido

**Fuente:** [http://www.ingenieriarural.com/Trans\\_const/ElementosConstruccion02.pdf](http://www.ingenieriarural.com/Trans_const/ElementosConstruccion02.pdf)

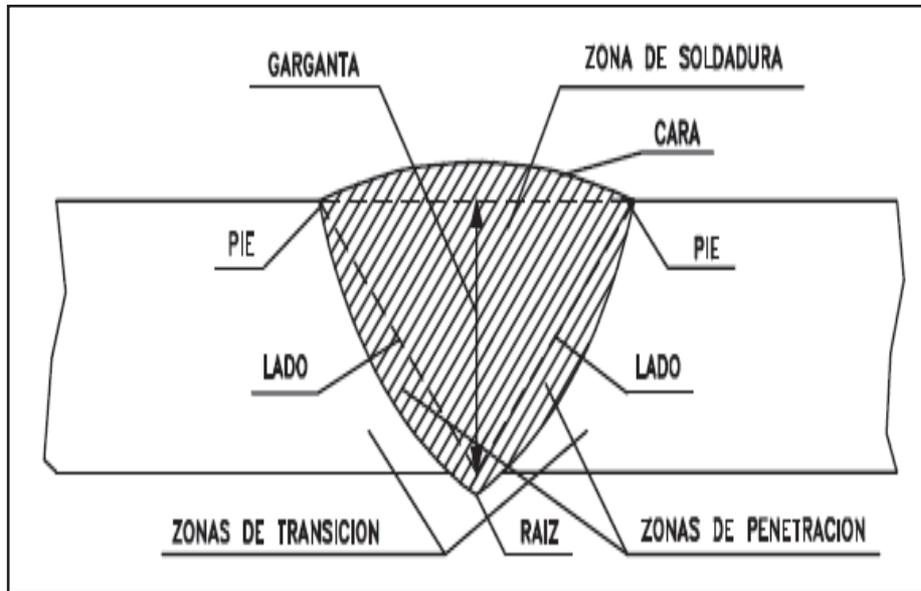
### 2.6.2.2 Cordón de soldadura

El cordón de soldadura tiene tres partes bien diferenciadas.

**Zona de soldadura.** Es la zona central, que está formada fundamentalmente por el metal de aportación.

**Zona de penetración.** Es la parte de las piezas que ha sido fundida por los electrodos, la mayor o menor profundidad de esta zona define la penetración de la soldadura. Una soldadura de poca penetración es una soldadura generalmente defectuosa.

Zona de transición. Es la más próxima a la zona de penetración. Esta zona, aunque no ha sufrido la fusión, sí ha soportado altas temperaturas, que la han proporcionado un tratamiento térmico con posibles consecuencias desfavorables, provocando tensiones internas.



**Figura 2.26.** Partes del cordón de soldadura

**Fuente:** [http://www.ingenieriarural.com/Trans\\_const/ElementosConstruccion02.pdf](http://www.ingenieriarural.com/Trans_const/ElementosConstruccion02.pdf)

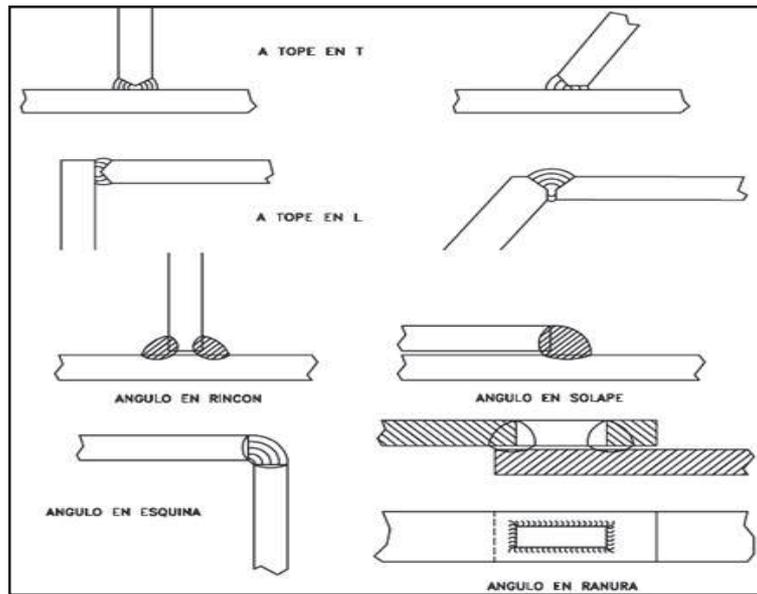
Las dimensiones fundamentales que sirven para determinar un cordón de soldadura son la garganta y la longitud.

La garganta: es la altura del máximo triángulo isósceles cuyos lados iguales están contenidos en las caras de las dos piezas a unir y es inscribible en la sección transversal de la soldadura.

### 2.6.2.3 Clasificación de los cordones de soldadura

Por la posición geométrica de las piezas a unir.

- Soldaduras a tope
- Soldaduras en ángulo

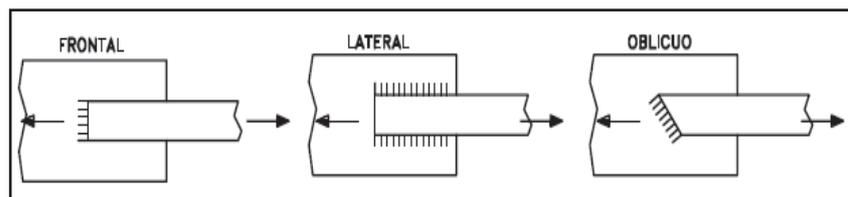


**Figura 2.27.** Cordón de soldadura a tope y en ángulo

**Fuente:** [http://www.ingenieriarural.com/Trans\\_const/ElementosConstruccion02.pdf](http://www.ingenieriarural.com/Trans_const/ElementosConstruccion02.pdf)

Por la posición del cordón de soldadura respecto al esfuerzo.

- Cordón frontal
- Cordón lateral
- Cordón oblicuo

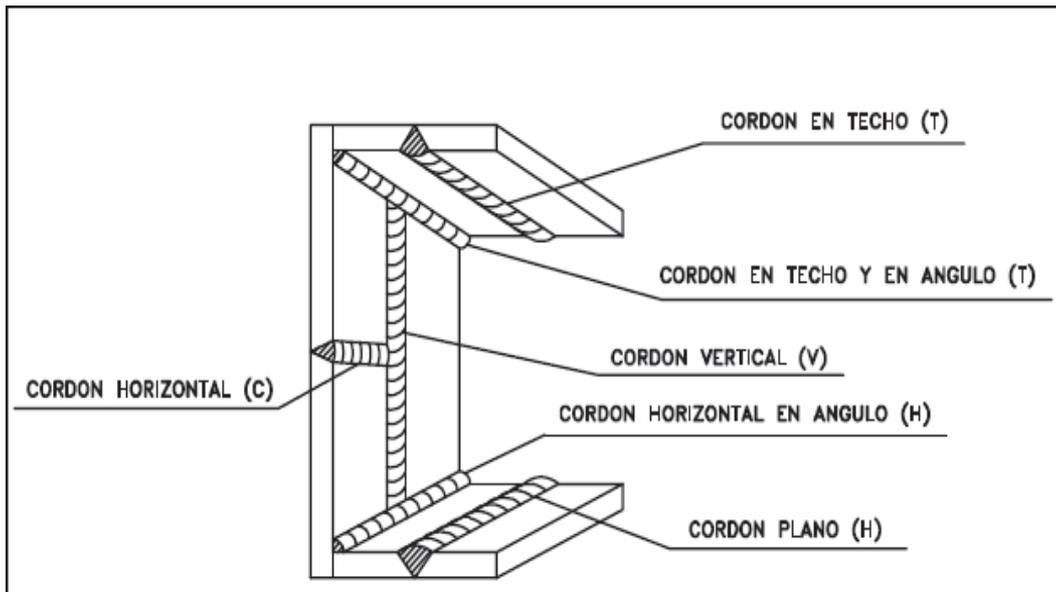


**Figura 2.28.** Cordones de soldadura respecto al esfuerzo

**Fuente:** [http://www.ingenieriarural.com/Trans\\_const/ElementosConstruccion02.pdf](http://www.ingenieriarural.com/Trans_const/ElementosConstruccion02.pdf)

Por la posición del cordón de soldadura durante la operación de soldar

- Cordón plano (se designa con H)
- Cordón horizontal u horizontal en ángulo (se designa por C).
- Cordón vertical (se designa con V)
- Cordón en techo o en techo y en ángulo (se designa con T)



**Figura 2.29.** Cordón de soldadura según su posición de soldar

**Fuente:** [http://www.ingenieriarural.com/Trans\\_const/ElementosConstruccion02.pdf](http://www.ingenieriarural.com/Trans_const/ElementosConstruccion02.pdf)

## 2.7 Pintura

El empleo de pintura evita el proceso de corrosión, se puede aplicar sobre superficies de muy diversas y complicadas formas, aislando el metal de los agentes climáticos u otros factores que producen degradación del material desnudo.

### 2.7.1 Limpieza con solventes

Limpieza con solventes es un procedimiento para remover materiales extraños perjudiciales tales como: aceite, grasa, manchas y otras contaminaciones de la superficie del acero mediante el uso de solventes, emulsiones, compuestos limpiadores, limpieza con vapor o materiales y métodos similares, los cuales determinan una acción solvente o limpiadora.

La grasa y el aceite pueden ser removidos fregando o cepillando las superficies con raspadores o cepillos humedecidos con un solvente, el fregado final debe darse con solventes limpio y cepillo o raspador limpio. De otra manera el aceite y las otras contaminaciones son únicamente esparcidos sobre la superficie.

Rociando la superficie con solvente, el rociado final debe darse con solvente limpio o vapor desengrasado usando estabilizador hidrocarburos clorados como solventes. El solvente de la última inmersión no debe contener sustancias contaminantes.

En relación con los métodos usados para limpiar superficies de aceites, grasas o contaminantes, no deben quedar residuos perjudiciales en la superficie, las superficies limpiadas con solventes pueden ser imprimadas o preparadas como se especifica antes de que ocurra una corrosión.

### **2.7.2 Elección de la Pintura Correcta**

Según sea el fabricante, puede haber diferencias entre calidades y precios sobre un mismo producto; por ello es conveniente adquirir productos de empresas de calidad reconocida, que además, asesoran al comitente sobre las mejores soluciones en casos particulares.

### **2.7.3 Procedimiento por Capas**

La protección usualmente empleada es un espesor total entre 150 y 200 micras, es la que se realiza en tres capas:

- Primera capa de imprimación.
- Segunda capa intermedia.
- Tercera capa de acabado.

## **2.8 Equipo de protección individual<sup>14</sup>**

Se entiende por EPI, cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que lo proteja de uno o más riesgos que puedan amenazar su seguridad y/o su salud, así como cualquier complemento destinado al mismo fin.

---

<sup>14</sup> <http://personales.gestion.unican.es/martinji/Archivos/EProtIndividual.pdf>

Los EPI son pues elementos de protección individuales del trabajador, muy extendidos y utilizados en cualquier tipo de trabajo y cuya eficacia depende, en gran parte, de su correcta elección y de un mantenimiento adecuado del mismo.



**Figura 2.30.** Equipo de protección individual

**Fuente:** <http://personales.gestion.unican.es/martinji/Archivos/EProtIndividual.pdf>

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TEMA

#### 3.1 Preliminares

El desarrollo del soporte vertical de la pluma mecánica se procede a ejecutar luego de haber investigado la necesidad de montar y desmontar el motor del avión Fairchild FH-227 dentro de las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

#### 3.2 Alternativas de diseños

##### 3.2.1 Primera alternativa



**Figura 3.1.** Soporte para tecele

**Fuente:** [http://www.paginasamarillas.com.pe/b/cosmetalicas-chavez-e-i-r-l-352603/portillo-para-tecele-movil\\_01](http://www.paginasamarillas.com.pe/b/cosmetalicas-chavez-e-i-r-l-352603/portillo-para-tecele-movil_01)

Este tipo de soporte vertical es rápido de construir, pero su diseño no es adecuado, debido a que el motor Roll Royce se debe montar y desmontar desde el ala del avión Fairchild.

## Ventajas

- Rápida construcción
- Costo bajos para su construcción

## Desventajas

- Diseño no apto para el montaje y desmontaje del motor Roll Royce
- Sus extremos de apoyo están muy distantes

### 3.2.2 Segunda alternativa



**Figura 3.2.** Soporte vertical

**Fuente:** <http://www.autotek.cl/2herramientas%20ajuste2.htm>

Este diseño es mejor al anterior debido a que puede realizar el montaje y desmontaje del motor, pero su base debe ser empotrada al suelo, lo que genera pérdida de tiempo durante su funcionamiento. Su carga hace concentración en un punto.

## Ventajas

- Diseño apto para montar y desmontar el motor Roll Royce
- Fácil de operar

## Desventajas

- Al empotrar al suelo, el contacto puede producir corrosión
- La carga se concentra en un solo punto

### 3.2.3 Tercera alternativa



**Figura 3.3.** Soporte vertical tipo pluma mecánica

**Fuente:** <http://www.autotek.cl/2herramientas%20ajuste2.htm>

Este diseño es el más adecuado para que se lleve a la construcción, ya que se puede montar y desmontar el motor Roll Royce al avión Fairchild. Hace concentración en más de un punto y el pilar principal tiene una inclinación.

## Ventajas

- Diseño adecuado para utilizar en el montaje y desmontaje del motor Roll Royce
- Fácil de operar
- La carga que soporta se distribuye en más de un punto

## Desventajas

- Involucra más tiempo durante su construcción

## Conclusiones

- De las tres opciones de soportes verticales que se plantean las dos primeras se pueden construir pero el diseño que se necesita no es el requerido, la tercera opción tiene más ventajas que las dos opciones anteriores debido a la disposición del pilar principal.
- El soporte vertical de la tercera opción tiene más de un punto para distribuir la carga a la que será sometida durante su operación, estas distribuciones evitaran que se sobre esfuerce la estructura.

### 3.3 Descripción del diseño

Se toma como referencia diseños investigados en el internet acerca de pluma mecánica, tipos de soporte y de acuerdo a las dimensiones del motor y altura de izaje, se procedió a realizar en el software Autocad los planos.

- **El diseño se muestra en el ANEXO A**

### 3.4 Selección del material

Dentro de la variedad de aceros investigados se procedió a escoger teóricamente el acero ASTM A36 debido a sus características constructivas, su esfuerzo es de 250Mpa o 36Ksi y se debe verificar si es apto para llevarlo a la construcción.

### 3.5 Cálculos estructurales

Para realizar los siguientes cálculos estructurales se parte de la información que se posee:

Peso del motor Roll Royce<sup>15</sup> = 561.1kg = 1234.42 lb, esfuerzo del material 36Ksi=36000 psi.

---

<sup>15</sup> Manual de mantenimiento del avión Fairchild Hiller FH-227

Como se tiene estos datos se parte con la fórmula de factor de seguridad:

$$\text{Factor.Seguridad} = \frac{\text{carga.última}}{\text{carga.permisible}}$$

$$\text{(TAB)} \quad F.S = \frac{Fu}{Fp} \quad \text{(3.1) (TAB)}$$

$$Fu = (F.S)(Fp)$$

$$Fu = (3)(1234.42lb)$$

$$Fu = 3703.26lb$$

- Ahora se utiliza la fórmula de esfuerzo para saber qué área se necesita de acuerdo al factor de seguridad

$$\text{Esfuerzo} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Área}}$$

$$\text{(TAB)} \quad \sigma = \frac{F}{A} \quad \text{(3.2) (TAB)}$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F}{\sigma}$$

$$A = \frac{3703.26lb}{36000psi}$$

$$A = 0.10287in^2$$

$$A = 0.10287in^2 \frac{(25.4mm)^2}{(1in)^2}$$

$$A = 66.3676mm^2$$

Después de haber calculado el área requerida para soportar esta carga se debe dirigir a la tabla de perfiles estructurales y elegir el perfil que se necesita.

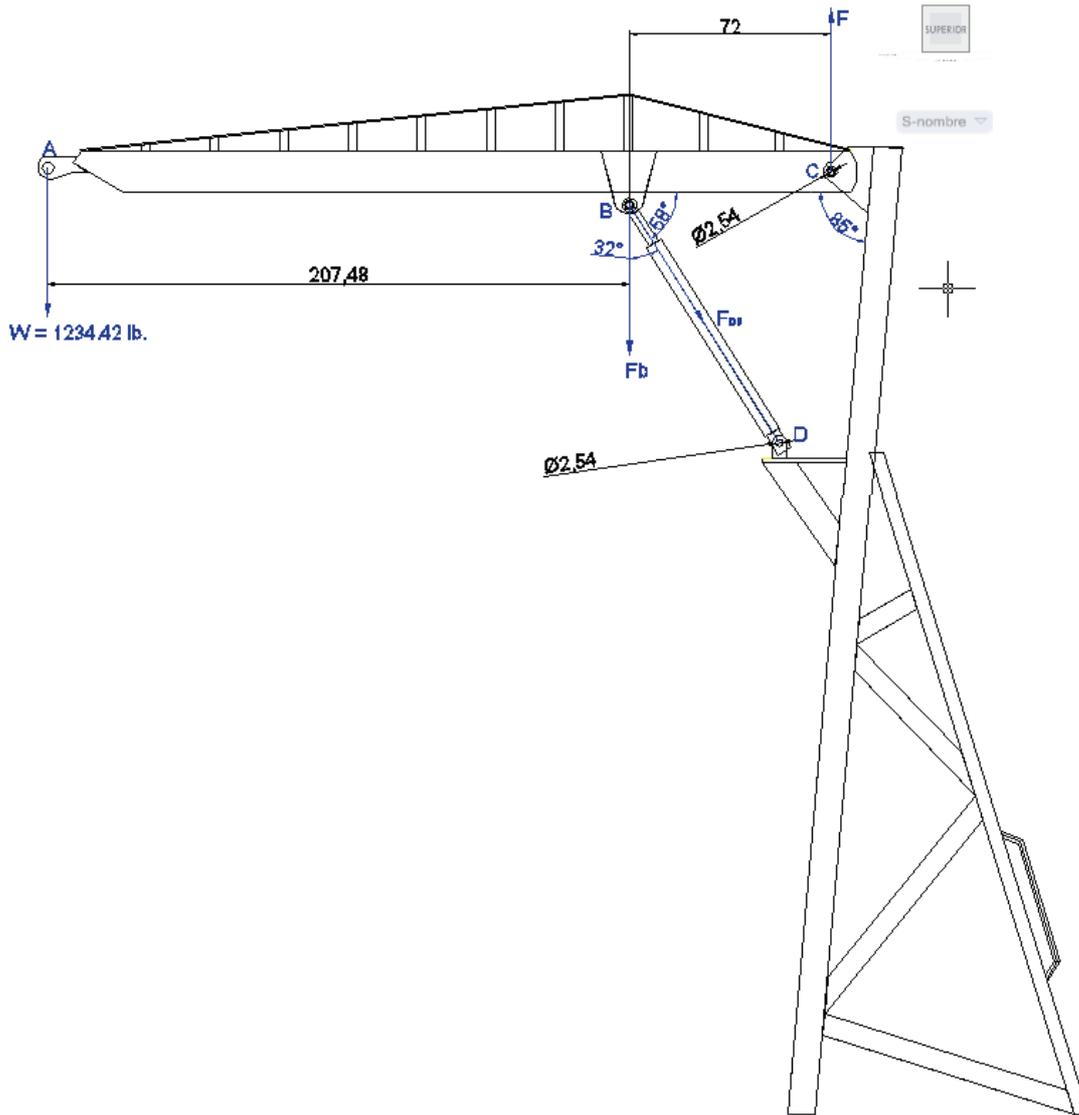
**Tabla 3.1 Perfil estructural cuadrado hueco**

Perfil		Peso	Dimensiones (mm)					Área secc. Transv.
HxB (mm)	e (mm)		G (kg/m)	B	H	r <sub>o</sub>	r <sub>i</sub>	e
90x90	3	8,01	90	90	6	3	3,0	1020,82
90x90	4	10,48	90	90	8	4	4,0	1334,80
90x90	5	12,84	90	90	10	5	5,0	1635,62
90x90	6	15,10	90	90	12	6	6,0	1923,29
100x100	3	8,96	100	100	6	3	3,0	1140,82
100x100	4	11,73	100	100	8	4	4,0	1494,80
100x100	5	14,41	100	100	10	5	5,0	1835,62
★ 100x100	6	16,98	100	100	12	6	6,0	2163,29
100x100	7	19,12	100	100	17,5	10,5	7,0	2435,75
110x110	3	9,90	110	110	6	3	3,0	1260,82
110x110	4	12,99	110	110	8	4	4,0	1654,80
110x110	5	15,98	110	110	10	5	5,0	2035,62
110x110	6	18,87	110	110	12	6	6,0	2403,29
110x110	7	21,32	110	110	17,5	10,5	7,0	2715,75

- Se procede a escoger el perfil cuadrado hueco señalado en la tabla anterior por una estrella, en donde:

### Área Material >> Área calculada

- Esta consideración se toma debido a que la estructura no solo trabajará a compresión y tracción, sino también estará expuesta a carga de flexión y uniones en sus caras lo que puede causar desgarramiento laminar
- Los pernos tienen una pulgada de diámetro y están expuestos a esfuerzo cortante doble y se asume la carga el peso total del motor que es 561.1 kg o 1234.42 lb.



$$\sum M_C = 0$$

$$(1234.42lb)(279.5cm) - Fb(72cm) = 0$$

$$Fb = \frac{345020.39lbcm}{72cm}$$

$$Fb = 4791.95lb$$

$$\cos 32^\circ = \frac{Fb}{F_{BD}}$$

$$F_{BD} = \frac{4791.95lb}{\cos 32^\circ}$$

$$F_{BD} = 5650.56lb$$

- Una vez obtenida la carga que actuará en los pernos se precede a calcular el área transversal del perno.

$$(TAB) \quad A = \pi r^2 \quad (3.3) \quad (TAB)$$

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi(0.5in)^2$$

$$A = 0.7854in^2$$

- Ahora calculamos el esfuerzo cortante doble que ejercen los pernos de apoyo en los extremos del gato hidráulico.

$$(TAB) \quad \tau = \frac{F}{2A} \quad 3.4 \quad (TAB)$$

$$\tau = \frac{F}{2A}$$

$$\tau = \frac{5650.56lb}{2(0.7854in^2)}$$

$$\tau = 3597.25psi$$

- Ahora se calcula la carga que se genera en el perno ubicado en el punto C.

$$\sum M_B = 0$$

$$(1234.42lb)(207.5cm) - F(72cm) = 0$$

$$F = \frac{256142.15lbcm}{72cm}$$

$$F = 3557.53lb$$

$$\tau = \frac{F}{2A}$$

$$\tau = \frac{3557.53lb}{2(0.7854in^2)}$$

$$\tau = 2264.79psi$$

Después de haber calculado el esfuerzo cortante doble que se genera en los pernos se considera el que tenga mayor valor, y para este caso es el de 3597.25 psi.

Entonces como se tiene el esfuerzo cortante producido por la carga del motor, se compara con el esfuerzo del perno a través de la siguiente tabla.

**Tabla 3.2** Marcado de pernos de acero

Marcado de pernos de acero grado SAE					
Número de grado SAE	Rango del diámetro [inch]	Carga de prueba [kpsi]	Esfuerzo de ruptura [kpsi]	Material	Marcado de la cabeza
1 2	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{8}$ $\frac{7}{8}$ - $1\frac{1}{2}$	55 33	74 60	Acero de bajo carbono ó acero al carbono	
5	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{8}$ - $1\frac{1}{2}$	85 74	120 105	Acero al carbono, Templado y Revenido	
5.2	$\frac{1}{4}$ - 1	85	120	Acero de bajo carbono martensítico, Templado y Revenido	
7	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$	105	133	Acero al carbono aleado, Templado y Revenido	
8 ☆	$\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$	120	150	Acero al carbono aleado, Templado y Revenido	
8.2	$\frac{1}{4}$ - 1	120	150	Acero de bajo carbono martensítico, Templado y Revenido	

De acuerdo a las características que muestra el perno en su cabeza se puede identificar su esfuerzo y para este caso, es el perno que se marca en la tabla con una estrella y es de 120 kpsi, entonces:

**Esfuerzo del perno >> Esfuerzo de corte**  
**120kpsi >> 3.6 kpsi**

### **3.6 Componentes principales del soporte vertical**

El soporte vertical consta de tres elementos principales los cuales se detallan a continuación:

- Pilar de mayor longitud
- Pilar de menor longitud
- Viga

### **3.7 Componentes secundarios del soporte vertical**

El soporte vertical tiene incorporado distribuciones de carga las cuales están ubicadas entre los pilares y otra parte se encuentra sobre la viga:

- Distribuidores de cargas entre los pilares
- Distribuidores de carga para la viga
- Platina
- Planchas de acero
- Eje de acero
- Pernos

### **3.8 Componentes externos ensamblados al soporte vertical**

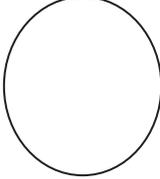
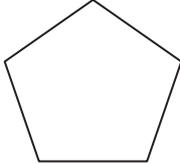
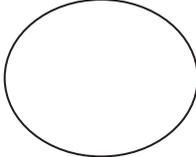
Al soporte vertical, una vez concluida su estructura se incorporan los siguientes componentes:

- Gato hidráulico
- Tecele

### 3.9 Simbología del proceso de construcción

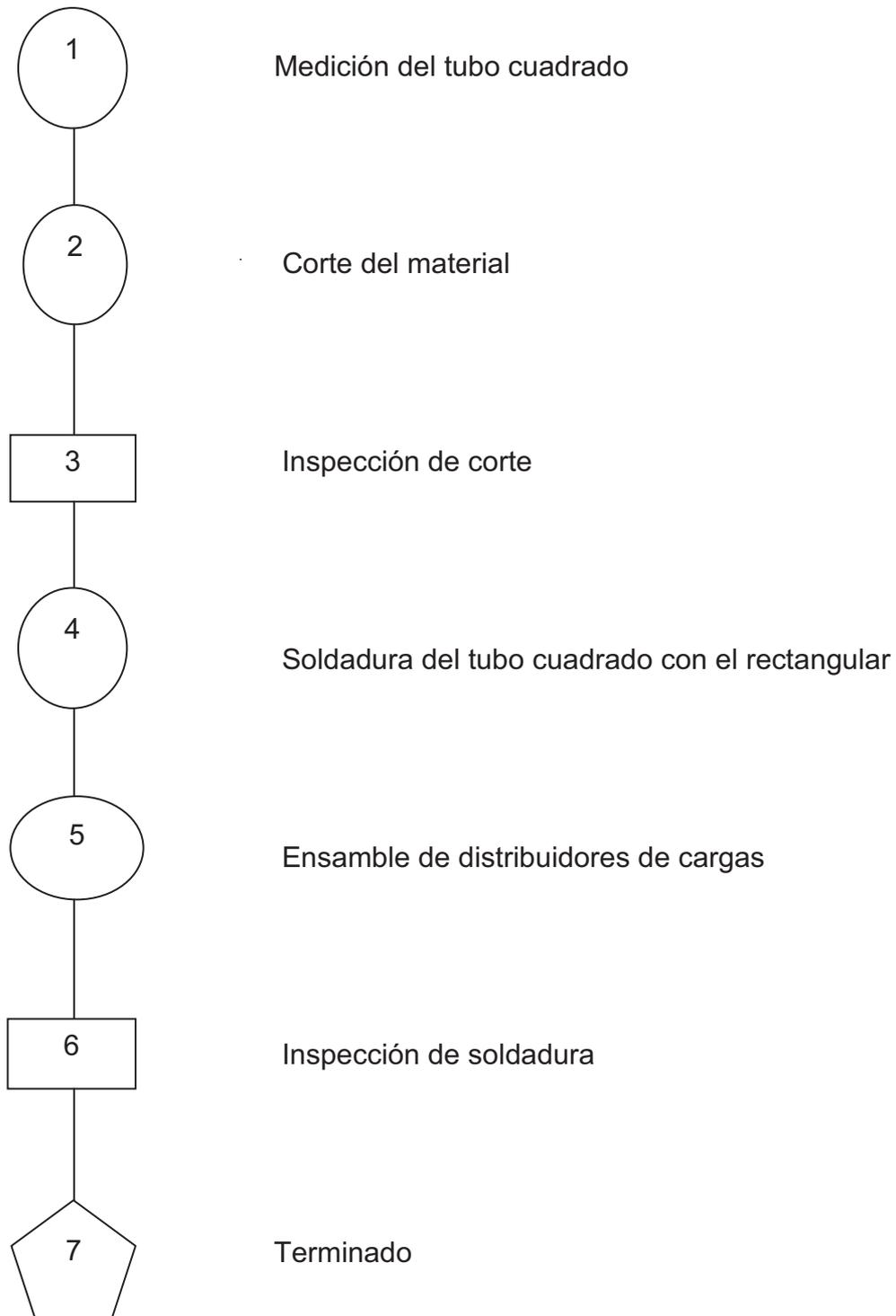
Para la construcción del soporte vertical se debe proceder de forma secuencial por lo que se necesita de procesos de construcción para ejecutar la estructura metálica del soporte vertical

**Tabla 3.3** Simbología de construcción

Número	Símbolo	Significado
1		Proceso
2		Inspección
3		Proceso terminado
4		Ensamblaje

### 3.10 Pilares

Estos elementos de soporte vertical tienen perfil cuadrado y son de material ASTM A36 y el proceso de construcción al que se rige es el siguiente.



### 3.10.1 Procedimiento de construcción de los pilares

El procedimiento de construcción del soporte vertical inicia con la medida de los pilares, luego se procede con el corte, la unión de material y pintura.

#### 3.10.1.1 Corte del material de los pilares

Se realiza el corte del material de acuerdo a las medidas dadas en el plano realizado en el software autocad las cuales son:

- Pilar de mayor longitud: 3500 mm
- Pilar de menor longitud: 2500mm
- Planchas de acero: 21mm espesor
- Distribuidores de cargas



**Figura 3.4.** Cortes del perfil rectangular y cuadrado

**Fuente:** Investigación de campo

### 3.10.1.2 Uniones de los pilares

Luego de los cortes del material se procede a la unión de los elementos a través de suelda y se utilizan electrodos 6011 por su penetración y electrodos 7018 para el segundo cordón de resistencia



**Figura 3.5.** Unión del perfil rectangular y cuadrado

**Fuente:** Investigación de campo

Unión total del los pilares, es aquí donde los soportes verticales están unidos



**Figura 3.6.** Estructura ensamblada

**Fuente:** Investigación de campo

### 3.10.1.3 Pintura del pilar ensamblado

Se procede a realizar la limpieza de la estructura, luego se lija para dejar la superficie lista para la aplicación de las tres capas de pintura, la primera capa de protección anticorrosiva, luego la segunda capa que es la capa intermedia y por último la capa de acabado que es de color amarillo Caterpillar.

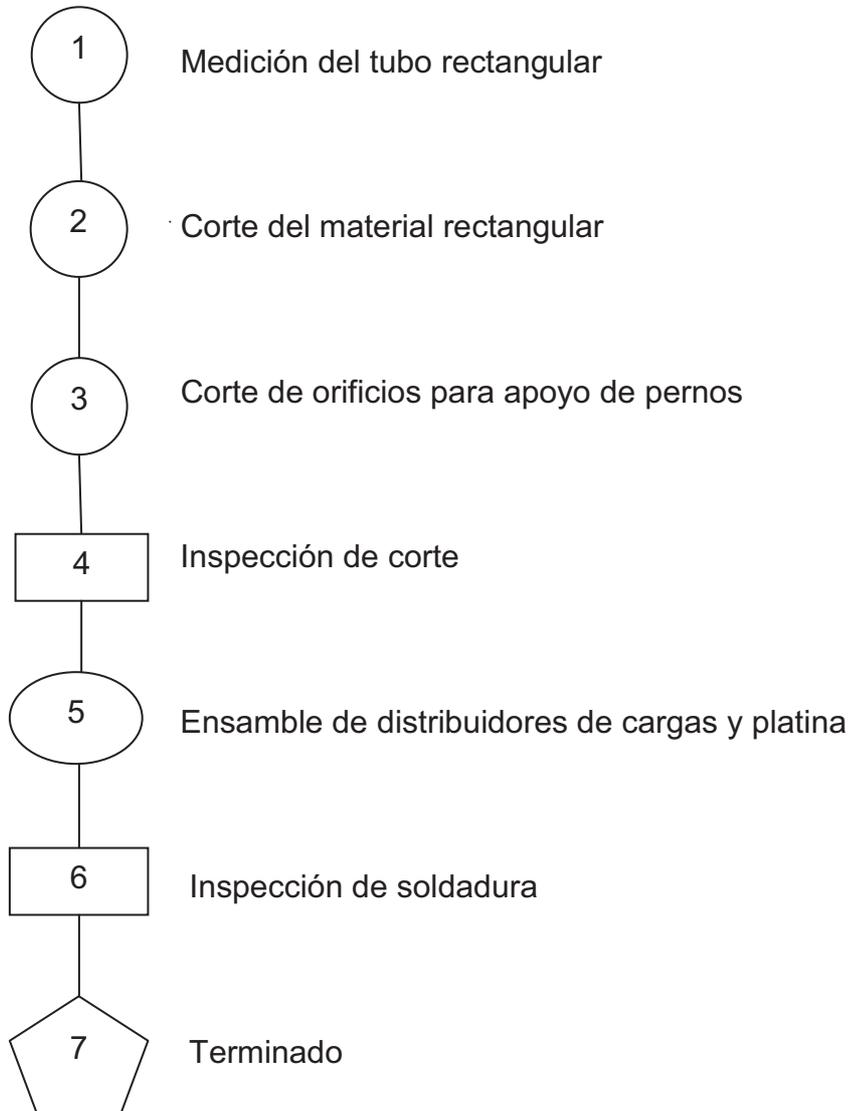


**Figura 3.7.** Pintura del soporte vertical

**Fuente:** Investigación de campo

### 3.11 Viga

Este elemento de soporte lateral tiene perfil rectangular y es de material ASTM A36 y el proceso de construcción al que se rige es el siguiente.



#### 3.11.1 Procedimiento de construcción de la viga

El procedimiento de construcción del soporte vertical, incorpora una viga y su procedimiento de construcción inicia con las medidas del material de la viga, luego se procede con el corte del material, una vez cortado se procede con la unión y después la pintura.

### 3.11.1.1 Cortes del material de la viga

Una vez medido el tubo rectangular de acuerdo a la longitud del plano se procede a realizar el corte tomando en cuenta que también se realizaran cortes circulares en donde se apoyarán los pernos.



**Figura 3.8.** Cortes del perfil rectangular y platina

**Fuente:** Investigación de campo

### 3.11.1.2 Uniones de la viga

La viga de tubo rectangular se une a través de suelda utilizando electrodo 6011 para unir los distribuidores de cargas con la platina y esta su vez a la viga.



**Figura 3.9.** Unión de la viga con la platina

**Fuente:** Investigación de campo

A continuación se observa el procedimiento para unir la platina con los distribuidores de cargas.



**Figura 3.10.** Unión de la platina con los distribuidores de carga

**Fuente:** Investigación de campo

En la siguiente figura se observa el proceso de unión que se realiza a la viga para que se pueda articular al gato hidráulico a través de pernos mediante la unión del material de 17 mm que está unido por suelda.



**Figura 3.11.** Unión para articulación del gato hidráulico

**Fuente:** Investigación de campo

### 3.11.1.3 Pintura de la viga

Se procede a realizar la limpieza de la viga, luego se lija para dejar la superficie lista para la aplicación de las tres capas de pintura.

La primera capa de protección anticorrosiva, luego la segunda capa de relleno y por último la capa de acabado que es de color amarillo Caterpillar estas capas de pintura ayudará a preservar la estructura del soporte vertical



**Figura 3.12.** Pintura de la viga

**Fuente:** Investigación de campo

### 3.12 Máquinas, Equipos y Herramientas utilizadas

Para la construcción del soporte vertical se utilizó varios tipos de maquinas, equipos y herramientas que se detallan a continuación en las siguientes tablas.

**Tabla 3. 4 Máquinas**

<b>MÁQUINAS</b>		
<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código</b>
1	Entenalla/Banco de trabajo	M1
2	Cizalla	M2
3	Rectificadora	M3
4	Pulidora	M4
5	Taladro	M5
6	Esmeril	M6
7	Amoladora	M7
8	Soplete	M8

**Tabla 3. 5 Herramientas**

<b>HERRAMIENTAS</b>		
<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CÓDIGO</b>
1	Flexómetro	H1
2	Calibrador	H2
3	Escuadras	H3
4	Tiza	H4
5	Cinzel	H5
6	Arco de sierra	H6
7	Martillo de goma	H7
8	Martillo se acero	H8
9	Disco de corte	H9
10	Disco de pulir	H10
11	Llaves de boca y corona	H11
12	Playo de presión	H12
13	Destornilladores	H13
14	Brocas	H14

**Tabla 3.6 Equipos**

<b>EQUIPOS</b>		
<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código</b>
1	Oxicorte	E1
2	Suelda por arco eléctrico	E2
3	Compresor	E3

### **3.13 Elaboración de Manuales**

La elaboración de manuales ayudará al correcto uso del soporte vertical y optimizará el tiempo de trabajo del operario.

#### **3.13.1 Descripción General**

Se establece los manuales que detallan las descripciones de los pasos que se deberán seguir para la manipulación y operación correcta del equipo, así como para realizar el adecuado mantenimiento y obtener óptimos resultados en el uso del soporte vertical, tomando en cuenta que dentro del mantenimiento aeronáutico todo equipo de apoyo tiene su propio manual.

#### **3.13.2 Tipos de Manuales**

A continuación se da a conocer los diferentes manuales que se aplican en el contenedor de preservación, para su correcta utilización:

- Manual de Operación.
- Manual de Mantenimiento.

**Tabla 3.7** Codificación de manuales

<b>CODIFICACIÓN DE MANUALES PARA EL SOPORTE VERTICAL</b>	
<b>Procedimiento</b>	<b>Código</b>
Manual de Operación del soporte vertical	MOSV-1
Manual de Mantenimiento del soporte vertical	MMSV-1

	<b>MANUAL DE OPERACIONES</b>	<b>Pág.:</b> 1/1
	SOPORTE VERTICAL DE LA PLUMA MECÁNICA PARA MONTAR Y DESMONTAR EL MOTOR ROLL ROYCE	<b>Código:</b> MOSV-1
		<b>Revisión</b> <b>Nº:</b> 1
	<b>Elaborado por:</b> Guamushig Paúl	<b>Fecha:</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Herbert Viñachi	05/08/2013

## 1. OBJETIVO

Informar un procedimiento seguro para la operación del soporte vertical

## 2. ALCANCE

El manual está dirigido al personal encargado de operar el soporte vertical

## 3 PROCEDIMIENTOS

**NOTA:** El soporte vertical debe estar sin carga

- I. Despejar el área de posibles obstrucciones
- II. Ubicarse en sentido de empuje y trasladar
- III. Colocar el soporte vertical cuidadosamente frente al motor a izar
- IV. Colocar calzos
- V. Coloque el tecele
- VI. Accione el gato hidráulico hasta la altura de trabajo
- VII. Conecte el tecele con el motor a izar
- VIII. Verificar que el motor está conectado seguro al tecele
- IX. Observe que el personal esté ubicado en zonas de seguridad
- X. Accione el tecele desde un lugar seguro, jamás bajo el motor
- XI. Verificar que la cadena del tecele no se obstruya al izar el motor
- XII. Para bajar el motor trabaje solo con el tecele, de ser necesario accione el gato hidráulico.
- XIII. No accione el tecele con el gato hidráulico al mismo tiempo.

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Pág.:</b> 1/1
	SOPORTE VERTICAL DE LA PLUMA MECÁNICA PARA MONTAR Y DESMONTAR EL MOTOR ROLL ROYCE	<b>Código:</b> MMSV-1
		<b>Revisión Nº:</b> 1
	<b>Elaborado por:</b> Guamushig Paúl	<b>Fecha:</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Herbert Viñachi	05/08/2013

## 1. OBJETIVO

Preservar la vida útil del soporte vertical.

## 2. ALCANCE

El manual está dirigido al operado y a las personas encargadas del mantenimiento del soporte vertical.

## 3 PROCEDIMIENTOS

**NOTA:** No limpiar con solventes

### 3.1 INSPECCIÓN VISUAL

- I. Inspeccionar visualmente todo el soporte vertical
- II. Asegurarse que los pernos estén seguros
- III. Verifique la manguera por donde pasa el fluido hidráulico
- IV. Verifique que no haya derrame de fluido hidráulico
- V. Verificar minuciosamente si existen grietas

### 3.2 MANTENIMIENTO

- I. Cambiar el aceite del gato hidráulico cada 6 meses
- II. Realice una limpieza al soporte vertical después de su uso
- III. Si se requiere desmontar el mando realizar cuidadosamente puesto que se puede derramar el fluido hidráulico.
- IV. Chequee el soporte vertical con ultra sonido o corriente inducida cada año

### 3.14 Estudio Económico

El factor económico es un punto importante que se considera durante la construcción del soporte vertical, a continuación detallaremos los materiales, instrumentos y mano de obra que intervienen en el proceso de construcción.

**Tabla 3. 8** Costo primario

<b>COSTO PRIMARIO</b>				
<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>V. Unit.</b>	<b>V. Total</b>
1	Tubo cuadrado de 100mm x 100mm x 6mm	1	80	80
2	Tubo cuadrado de 75mm x 75mm x 4mm	1	50	50
3	Tubo rectangular de 150mm x 50mm x 6mm	2	75	150
4	Plancha de Acero 17mm de espesor	1 m <sup>2</sup>	70	70
5	Platina de acero A36	1	25	25
6	Pernos	3	1.50	4.50
7	Pintura	1gln	30	30
8	Eje de acero	1	45	45
9	Disolventes		8	8
10	Tecele	1	600	600
11	Otros		100	100
	<b>TOTAL</b>		<b>TOTAL</b>	<b>\$1162.5</b>

**Tabla 3. 9** Costo secundario

<b>Costo secundario</b>		
<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
1	Derecho de trámite	300
2	Alquiler de maquinaria y equipos	150
3	Mano de obra	50
4	Internet	20
5	Anillado y empastado	25
6	Copias	15
7	Costos varios	80
	<b>TOTAL</b>	<b>640</b>

**Tabla 3.10** Costo total

<b>Costo total</b>		
<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
1	Costo primario	1162.50
2	Costo secundario	640
3	Total	<b>1802.50</b>

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

- La construcción del soporte vertical se ejecutó de acuerdo a los datos del motor roll Royce del avión Fairchild FH-227 y se logró un diseño deseado tomando en cuenta que el motor debe elevarse hacia la estructura del avión.
- La información obtenida del motor roll Royce sirvió para realizar las dimensiones de la pluma mecánica, debido a que se encontró su diámetro, longitud y peso en los manuales.
- La información obtenida de los materiales a utilizar resultó importante debido a que se pudo utilizar el acero ASTM A36, el mismo que fue escogido por su uso estructural y a la facilidad de encontrarlo en el mercado.
- El manual de operaciones contiene información importante que mantendrá seguros al personal que realice el procedimiento de montaje y desmontaje del motor Roll Royce
- Las pruebas operacionales de la pluma mecánica quedan garantizadas debido a que se procedió a levantar un peso similar al motor Roll Royce, y no hubo ningún problema durante este procedimiento de prueba

#### **4.2 Recomendaciones**

- Durante la construcción del soporte vertical se debe utilizar métodos

constructivos para seguir un orden y evitar pérdidas de tiempo durante su ejecución, ya que el contacto que tiene el material con el medio puede causar oxidación.

- Utilizar el manual del avión Fairchild FH-227 para buscar las dimensiones del motor, debido a que se puede optar por investigar en internet pero hay variaciones que pueden generar retraso en la construcción.
- Construir con un material que no solo sea resistente sino que se pueda encontrar en el mercado ecuatoriano, ya que hay gran variedad de materiales a utilizar teóricamente.
- Tomar todos los parámetros necesarios durante la elaboración del manual de operación y de mantenimiento, por lo que este será guía para operar la pluma mecánica y garantizará un correcto uso.

## GLOSARIO

### TÉRMINOS

**Sección transversal:** Separación que se hace en un cuerpo sólido con un instrumento cortante.

**Mecánica:** Parte de la física que trata del movimiento de los cuerpos (cinemática) y de las fuerzas que pueden producirlo (dinámica), así como del efecto que producen en las máquinas y el equilibrio (estática).

**Densidad:** Magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. Su unidad en el Sistema Internacional es el kilogramo por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ).

**Equilibrio:** Estado en que se encuentra un cuerpo cuando las fuerzas que actúan sobre él se compensan y anulan mutuamente:

**Esfuerzo:** Empleo enérgico de la fuerza física contra algún impulso o resistencia.

**Implementación:** Acción y efecto de poner en marcha un sistema.

**Inspección:** Actividad donde se verifica las condiciones de la aeronave, ya sea porque manda los manuales o por ocasión.

**Optimizar:** Buscar la mejor manera de realizar una actividad.

**Preservación:** Cuidado o protección que se tiene sobre un equipo o herramienta para evitar que sufra un daño o un peligro.

**Soporte:** Equipo que sirve para sostener o soportar un peso.

**Preliminar:** Que antecede o se antepone a una acción, a una empresa, a un litigio o a un escrito o a otra cosa.

**Fuerza:** Toda causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo:

**Tracción:** Esfuerzo a que está sometido un cuerpo por la acción de dos fuerzas opuestas que tienden a alargarlo.

**Compresión:** Esfuerzo a que está sometido un cuerpo por la acción de dos fuerzas opuestas que tienden a disminuir su volumen.

Ensanchamiento: Extender, dilatar, aumentar la anchura de algo.

**Flexión:** Encorvamiento transitorio que experimenta un sólido elástico por la acción de una fuerza que lo deforma.

**Estructura:** Distribución de las partes del cuerpo.

**Calor:** Energía producida por la vibración acelerada de las moléculas, que se manifiesta elevando la temperatura y dilatando los cuerpos y llega a fundir los sólidos y a evaporar los líquidos dependiendo el caso.

**Presión:** Fuerza que ejerce un gas, líquido o sólido sobre una unidad de superficie de un cuerpo.

**Plano:** Superficie imaginaria formada por puntos u objetos situados a una misma altura.

**Diagrama:** Dibujo geométrico que sirve para demostrar una proposición, resolver un problema o representar de una manera gráfica la ley de variación de un fenómeno.

**Diseño:** Actividad creativa y técnica encaminada a idear objetos útiles y estéticos que puedan llegar a producirse en serie.

**Turbohélice:** Motor de aviación en que una turbina mueve la hélice

## ABREVIATURAS

**Ksi:** Kilo libras por pulgada cuadrada

**Sy:** Límite de fluencia

**Kg:** kilogramos

**AC:** Corriente alterna.

**DC:** Corriente continua.

**AWS:** Sociedad Americana de Soldadura.

**Kpa:** Kilo pascales.

**PSI:** Libras por pulgada cuadrada

**FS:** Factor de seguridad.

**ASTM:** American Society for Testing and Materials

**SAE:** Sociedad de Ingenieros de la industria Automotriz

**Gal:** Galones

**EPI:** Equipo de protección individual

**Kg/m:** Kilogramos por metro

**N.m:** Newton por metro

**F:** Fuerza o carga

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros

- MAYORI, A. "Resistencia de materiales aplicada". Primera edición. Editorial Yucatán Hermosa. La Paz – Bolivia
- SHANLEY, F. (1971). "Mecánica de materiales". Primera edición. Editorial McGRAW-HILL. México

### Manuales

- Manual de Diseño para la Construcción con Acero
- Manual de mantenimiento del avión Fairchild Hiller FH-227

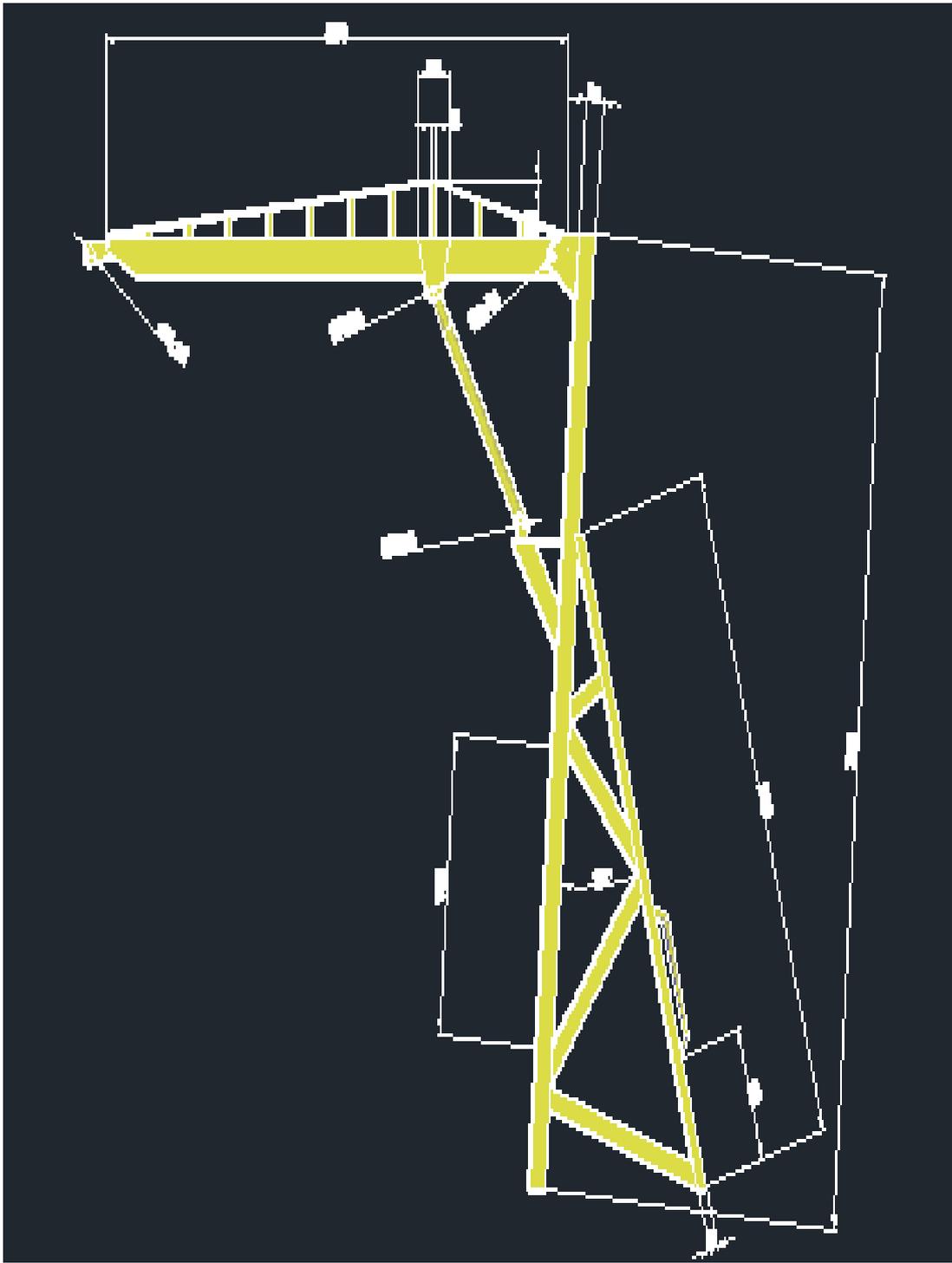
### Internet

- [http://centrodeartigos.com/articulos-informativos/article\\_66807.html](http://centrodeartigos.com/articulos-informativos/article_66807.html)
- <http://www.construmatica.com/construpedia/Acero>
- <http://www.mpw.cl/tecles.htm>
- <http://www.zeboli.com>
- <http://www.biblioteca.upibi.ipn.mx/Archivos/Material%20Didactico/APUNTES%20ELEMENTOS%20PARA%20EL%20DISE%20C3%91O%20III.pdf>
- <http://www.bdigital.unal.edu.co/5923/1/9589322891.pdf>
- <http://mmcdp.webcindario.com/capitulos/04a-vernier.pdf>
- [http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos\\_base/Manual\\_Adquisicion\\_Herramientas.pdf](http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos_base/Manual_Adquisicion_Herramientas.pdf)
- <http://es.scribd.com/doc/43435072/Trazado>
- [http://www.ecured.cu/index.php/Tornillo\\_de\\_banco](http://www.ecured.cu/index.php/Tornillo_de_banco)
- [http://www.ingenieriarural.com/Trans\\_const/ElementosConstruccion02.pdf](http://www.ingenieriarural.com/Trans_const/ElementosConstruccion02.pdf)
- <http://personales.gestion.unican.es/martinji/Archivos/EProtIndividual.pdf>
- <http://www.avplan.co.nz/Downloads/DART-Engine.pdf>

# ANEXOS

# **ANEXO A**





# **ANEXO B**

### DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR ROLL ROYCE

PAÍS DE ORIGEN	REINO UNIDO
LONGITUD	247.9 CM (97.6 PULGADAS)
DIÁMETRO	96.3 CM (37.9 PULGADAS)
PESO	561.1 Kg

**Fuente:** Manual de mantenimiento del avión Fairchild Hiller FH-227

# **ANEXO C**

## EQUIPO DE SEGURIDAD



## HOJA DE VIDA



### DATOS PERSONALES

NOMBRE: Guamushig Robayo Edgar Paúl  
NACIONALIDAD: Ecuatoriano  
FECHA DE NACIMIENTO: 05 de Abril de 1991  
CÉDULA DE CIUDADANÍA: 080377594-9  
TELÉFONOS: 0939418043  
CORREO ELECTRÓNICO: paulista-1991@hotmail.com  
DIRECCIÓN: Esmeraldas - Cantón Quinindé - Parroquia La Unión

### ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: Escuela Fiscal Mixta John F Kennedy  
SECUNDARIA: Colegio Raúl González Astudillo "La providencia"

### TÍTULOS OBTENIDOS

- Bachiller en Ciencias Físico Matemático.
- Suficiencia en el Idioma Inglés "ITSA"

### CURSOS Y SEMINARIOS

- Seminario de corrida de motores del avión T-34C"
- Seminario de trazabilidad

### EXPERIENCIA LABORAL

Cargo: Asistente de mecánico  
Sección: Avión T-34 C  
Lugar: Salinas  
Empresa: Escuela Superior Militar Aérea  
Tiempo: 180 Horas

Cargo: Asistente de mecánico  
Sección: Avionetas Cessna 150, 170  
Lugar: Guayaquil  
Empresa: Aeroclub del Ecuador  
Tiempo: 180 Horas

Cargo: Asistente de mecánico  
Sección: Avioneta Cessna T 206  
Lugar: Macas  
Empresa: Servicio Aeromisional  
Tiempo: 200 Horas

Cargo: Asistente de mecánico  
Sección: Avión Air bus A320, Boeing 767  
Lugar: Guayaquil  
Empresa: Aerolane  
Tiempo: 200 Horas

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA  
EL AUTOR**

---

**GUAMUSHIG ROBAYO EDGAR PAÚL**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DEMECÁNICA AERONÁUTICA**

---

**Ing. Hebert Atencio V.**

Latacunga, Agosto 05 del 2013

## **CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Yo, GUAMUSHIG ROBAYO EDGAR PAÚL, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores, en el año 2013, con Cédula de Ciudadanía N°0803775949, autor del Trabajo de Graduación CONSTRUCCIÓN DEL SOPORTE VERTICAL DE LA PLUMA MECÁNICA E IMPLEMENTACIÓN DEL TECLE PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL MOTOR ROLL ROYCE DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**Guamushig Robayo Edgar Paúl**

Latacunga, Agosto 05 del 2013