

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**Construcción de una Eslinga de Izado para  
Remoción e Instalación de la reversa del motor  
JT8D de los aviones BOEING 737 – 200 para el  
Taller de Mantenimiento del CEMA**

**Por:**

**Paulina Andrea Iturralde García**

**Proyecto de Grado como requisito para la obtención  
del título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**2009**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la Srta. **PAULINA ANDREA ITURRALDE GARCÍA**, como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONAÚTICA**.

**Ing. Dag Bassantes**

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

Latacunga, febrero del 2008.

## **DEDICATORIA**

Este proyecto va dedicado a todas las personas que creen que todo en la vida se consigue con paciencia, esfuerzo y dedicación, gracias por brindarme su confianza y demostrarme que toda persona es capaz de alcanzar sus objetivos si se los propone.

**Paulina I.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a DIOS por haberme permitido conocer una de las carreras más hermosas del mundo con la cual su servidora no podría vivir, además de darme la salud, la fuerza, el valor y sobre todo el entusiasmo para continuar llevando una vida plena y satisfactoria.

A mis padres el Sr. Hugo Iturralde y la Sra. Noemí García; gracias por enseñarme valores como la honestidad, el respeto y por brindarme su amor, comprensión y cariño.

A mis hermanas y a toda mi familia, por su apoyo y confianza, por brindarme su amor, respeto y cariño además de enseñarme que a pesar de que el tiempo pase no hay ningún obstáculo difícil para realizar nuestros sueños.

A mis amigos y amigas que siempre estuvieron ahí apoyándome brindándome su amistad pero sobre todo su cariño.

Al Ing. Dag Bassantes, gracias por impartir sus conocimientos en el desarrollo de este proyecto de grado.

Al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en especial a la carrera de Mecánica Aeronáutica por darme la oportunidad de conocer todo lo referente a mi carrera y poder obtener un título profesional.

**Paulina.**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>Páginas</b>
<b>CARÁTULA</b>	
<b>CERTIFICACIÓN</b>	<b>I</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>IV</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE ANEXOS</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>EL PROBLEMA</b>	
<b>1.1 Planteamiento del Problema</b>	<b>3</b>
1.1.1 Formulación del Problema	5
<b>1.2 Justificación e Importancia</b>	<b>5</b>
<b>1.3 Objetivos</b>	<b>5</b>
1.3.1 General	7
1.3.2 Específicos	7
<b>1.4 Alcance</b>	<b>8</b>

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

<b>2.1 Antecedentes de la Investigación</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Fundamentación Teórica</b>	<b>9</b>
2.2.1 Mantenimiento	9
2.2.2 Tipos de Mantenimiento	10
2.2.3 Mantenimiento Aeronáutico	11
2.2.4 Tipos de Inspecciones	11
2.2.5 Manual	12
2.2.6 Eslinga de Izado	13
2.2.7 Equipos de Apoyo en Tierra	14

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>3.1 Modalidad Básica de la Investigación</b>	<b>15</b>
3.1.1 Tipos de Investigación	15
3.1.2 Niveles de Investigación	16
<b>3.2 Población y Muestra</b>	<b>16</b>
<b>3.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>18</b>
3.3.1 Métodos	18
3.3.2 Técnicas	19
<b>3.4 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</b>	<b>20</b>
<b>3.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</b>	<b>21</b>
<b>3.6 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>21</b>

<b>3.7 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENTREVISTA</b>	<b>31</b>
<b>3.8 Conclusiones y Recomendaciones de la Investigación</b>	<b>40</b>
3.8.1 Conclusiones	40
3.8.2 Recomendaciones	41

## **CAPÍTULO IV**

### **FACTIBILIDAD**

<b>4.1 TEMA</b>	<b>42</b>
<b>4.2 FACTIBILIDAD TÉCNICA</b>	<b>42</b>
<b>4.3 FACTIBILIDAD LEGAL</b>	<b>42</b>
<b>4.4 FACTIBILIDAD DE APOYO</b>	<b>43</b>
<b>4.5 RECURSOS</b>	<b>43</b>
4.5.1 Recurso Humano	44
4.5.2 Recurso Material	44
<b>4.6 Cronograma</b>	<b>45</b>

## **CAPÍTULO V**

### **DESARROLLO DE LA FACTIBILIDAD**

<b>5.1 Antecedentes</b>	<b>46</b>
<b>5.2 Justificación</b>	<b>46</b>
<b>5.3 Objetivos</b>	<b>46</b>
5.3.1 Objetivo General	46
5.3.2 Objetivo Específico	47
<b>5.4 Alcance</b>	<b>47</b>
<b>5.5 Marco Teórico</b>	<b>47</b>
5.5.1 Soldadura	47
5.5.2 Templadores	48
5.5.3 Grillete en forma de U	48
5.5.4 Gancho Loco	49

<b>5.6 Tipos de Eslinga de Izado</b>	<b>49</b>
<b>5.7 Planteamiento y Estudio de Alternativas</b>	<b>52</b>
5.7.1 Planteamiento de Alternativas	52
5.7.2 Estudio de Alternativas	53
5.7.3 Parámetros de Evaluación	53
5.7.4 Matriz de Evaluación y Decisión	55
5.7.5 Selección de la Mejor Alternativa	57
<b>5.8 Requerimientos Técnicos</b>	<b>57</b>
<b>5.9 Cálculos Básicos</b>	<b>57</b>
5.9.1 Centro de Gravedad Reversa	58
5.9.2 Cálculo de fuerzas y Momentos de la Eslinga de Izado	60
<b>5.10 Construcción</b>	<b>70</b>
5.10.1 Orden de Construcción	70
5.10.2 Herramientas, máquinas y equipos	75
5.10.3 Proceso de Construcción	75
5.10.4 Tabla de Procesos	84
5.10.5 Pruebas de Funcionamiento	84
<b>5.11 Manuales y Hojas de Registro</b>	<b>86</b>
5.11.1 Manual de Mantenimiento	88
5.11.2 Manual de Operación	89
5.11.3 Hojas de Registro	90
<b>5.12 Presupuesto</b>	<b>94</b>
<b>5.13 Conclusiones</b>	<b>96</b>
<b>5.14 Recomendaciones</b>	<b>96</b>
<b>5.15 Glosario de Términos</b>	<b>97</b>
<b>5.16 Abreviaturas</b>	<b>98</b>
<b>5.15 Bibliografía</b>	<b>99</b>
<b>Anexos</b>	
<b>Planos de la Eslinga de Izado</b>	



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura № 5.1</b>	Templador de 1/2"	48
<b>Figura № 5.2</b>	Grillete de 3/4"	49
<b>Figura № 5.3</b>	Eslinga de izado de los cobertores de las entradas del motor	50
<b>Figura № 5.4</b>	Eslinga de izado para el traslado de las aletas del Borde de salida de las alas	51
<b>Figura № 5.5</b>	Sling Assembly – Thrust Reverser	52
<b>Figura № 5.6</b>	Dimensiones de la Reversa	59
<b>Figura № 5.7</b>	Centro de Gravedad de la Reversa	59
<b>Figura № 5.8</b>	Dimensiones de la eslinga de Izado	60
<b>Figura № 5.9</b>	Ubicación de Centro de Gravedad de la Eslinga	62
<b>Figura № 5.10</b>	Distribución de Fuerzas	62
<b>Figura № 5.11</b>	Distribución de Fuerzas por Secciones	63
<b>Figura № 5.12</b>	Sección 1–1	63
<b>Figura № 5.13</b>	Sección 2 – 2	64
<b>Figura № 5.14</b>	Sección 3 – 3	64
<b>Figura № 5.15</b>	Sección 4 – 4	65
<b>Figura № 5.16</b>	Sección 5 – 5	66
<b>Figura № 5.17</b>	Diagrama de Cargas	67
<b>Figura № 5.18</b>	Diagrama de Fuerzas Cortantes	68
<b>Figura № 5.19</b>	Diagrama de Momento Flector	68
<b>Foto № 5.20</b>	Estructura Principal de la Eslinga de Izado	71
<b>Foto № 5.21</b>	Refuerzo de Realce	72
<b>Foto № 5.22</b>	Refuerzo Superior	73
<b>Foto № 5.23</b>	Platos de Izado Delanteros	74
<b>Foto № 5.24</b>	Ensamble de la estructura de la Eslinga de Izado	74
<b>Foto № 5.25</b>	Pintado de la Eslinga de Izado 1	74
<b>Foto № 5.26</b>	Pintado de la Eslinga de Izado 2	74
<b>Foto № 5.27</b>	Prueba de la Eslinga de Izado con Carga	87

## **Lista de Tablas**

<b>Tabla 3.1</b> Población y Muestra	17
<b>Tabla 3.2</b> Análisis de Resultados	22
<b>Tabla 3.3</b> Análisis de Resultados	23
<b>Tabla 3.4</b> Análisis de Resultados	24
<b>Tabla 3.5</b> Análisis de Resultados	25
<b>Tabla 3.6</b> Análisis de Resultados	26
<b>Tabla 3.7</b> Análisis de Resultados	27
<b>Tabla 3.8</b> Análisis de Resultados	28
<b>Tabla 3.9</b> Análisis de Resultados	29
<b>Tabla 4.1</b> Recurso Humano	44
<b>Tabla 4.2</b> Costos Primarios	44
<b>Tabla 5.1</b> Planteamiento de Alternativas	54
<b>Tabla 5.2</b> Matriz de Evaluación y Decisión	57
<b>Tabla 5.3</b> Centro de Gravedad de la Reversa	59
<b>Tabla 5.4</b> Cálculo del centro de gravedad	61
<b>Tabla 5.5</b> Características Técnicas de la Herramienta, máquinas y equipos utilizados en la construcción de la eslinga de izado con su respectiva codificación	76
<b>Tabla 5.6</b> Simbología	77
<b>Tabla 5.7</b> Tabulación de Procesos	85
<b>Tabla 5.8</b> Prueba con Carga	86
<b>Tabla 5.9</b> Codificación de los Manuales	88
<b>Tabla 5.10</b> Costos de Materiales y Mano de Obra	96
<b>Tabla 5.11</b> Costos Varios	97
<b>Tabla 5.12</b> Costo Total	97

## **LISTA DE ANEXOS**

### **Anexo A:** Investigación.

Anexo A.1: Ficha de Observación.

Anexo A.2: Ficha de la Encuesta.

Anexo A.3: Ficha de la Entrevista.

Anexo A.4: Tabulación de los Resultados de la Encuesta.

Anexo A.5: Resultados Estadísticos.

### **Anexo B:** Factibilidad

Anexo B.1: Sling – CFM56-3 Engine Inlet Cowl.

Anexo B.2: Sling Assembly – Trailing Edge Flaps.

Anexo B.3: Sling Assembly – Thrust Reverser.

Anexo B.4: Dimensiones y Propiedades de Tubos Estándar de Acero Americano.

### **Anexo C:** Pruebas de Funcionamiento.

## RESUMEN

El Centro de Mantenimiento Aeronáutico (CEMA) no cuenta con equipos y soportes contemplados en el Manual de Herramientas y Equipos para realizar trabajos de remoción e instalación de elementos, de ahí que surgió la idea de la fabricación de un eslinga de izado para la reversa del motor JT8D de los aviones Boeing 737-200.

El objetivo principal de este proyecto de grado es optimizar la operación de remoción e instalación de la reversa del motor del avión descrito de las empresas que soliciten el servicio de mantenimiento a la DIAF/CEMA.

Realizada la investigación se concluyó la factibilidad para la fabricación de la eslinga de izado. En el desarrollo del proyecto surgieron dos alternativas para su construcción: Eslinga de izado triangular con adaptadores para la construcción e instalación; y, The Sling Assembly - Trust Reverser

De estas dos alternativas, se escogió The Sling Assembly - Trust Reverser por ser la más apropiada y que garantizaría alcanzar los objetivos planteados; pues los parámetros contemplados en su fabricación fueron: mecánicos, económicos y complementarios.

Dentro de los factores mecánicos tenemos las facilidades para su construcción, su operación, su mantenimiento; y, su operabilidad. El costo de fabricación está relacionado con el factor económico mientras que su forma y su tamaño constituyen el factor complementario.

Los cálculos utilizados para la construcción fueron: Centro de Gravedad y Cálculo de Fuerzas y Momentos del Eslinga de Izado. Una vez construida la eslinga de izado se procedió a la verificación de su funcionalidad para observar su comportamiento y determinar si los cálculos y materiales utilizados fueron los más idóneos.

Las pruebas de funcionamiento a las que fue sometida la eslinga de izado superó las expectativas, por lo que se elaboraron los Manuales de Mantenimiento y Operación para resguardar de esta manera, la vida útil del equipo y de sus componentes.

## SUMMARY

Aircraft Maintenance Center (CEMA) has no equipment and carriers listed in the manual tools and equipment to carry out installation and removal of elements, hence the idea of making a sling for lifting the reverse JT8D engine of the Boeing 737-200.

The main objective of this grade project to optimize the operation of removal and installation of reverse engine plane out of the companies requesting the maintenance service Diaf / CEMA

Once the investigation is completed the feasibility for the fabrication of the lifting sling. In the development of the project were two options for construction: Sling lifting triangular with adapters for the construction and installation, and Sling Assembly - Trust Reversed

Of these two alternatives is chosen The Sling Assembly - Reversed Trust as the most appropriate and would ensure achieving the objectives, as outlined in its manufacturing parameters were: mechanical, economic and complementary.

Among the mechanical factors have the facilities for construction, operation, its handling, and its functionality. The manufacturing cost is related to the economic factor, while their form and size are the factor.

The calculations used for the construction were: center of gravity and Calculation of Forces and Moments of the lifting slings. Once constructed the lifting sling was checked to its functionality to their notes and determine if the calculations and materials used were the best.

Function tests was subjected to the lifting sling exceeded expectations, which were developed by the Operation and Maintenance Manuals to keep in this way, the useful life of equipment and its components

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Dirección de la Industria Aeronáutica FAE (DIAF) fue creada para contribuir con las necesidades propias de la FAE, en el mes de marzo de 1989 comienza entregando sus servicios aeronáuticos en el Centro de Mantenimiento Aeronáutico (CEMA) de la ciudad de Latacunga con dos aviones Aravá de la Aviación de la Fuerza Terrestre y luego en el mes de julio del mismo año a un avión BOEING 727-100 de la Compañía TAME.

La FAE se encarga de mantenimientos mayores de los diferentes escuadrones de combate, transporte y helicópteros de los repartos de la Fuerza Aérea, de aviones militares de la Aviación de la Fuerza Terrestre, Naval, mientras que el Centro de Mantenimiento Aeronáutico (CEMA) presta sus servicios en lo que respecta a aviación comercial, privada tanto nacional como internacional.

La DIAF está formada por personal técnico y administrativo con un alto nivel de conocimiento quienes realizan varios trabajos en las diferentes secciones de aviónica, motores y estructuras con la ayuda rigurosa de manuales de mantenimiento y de overhaul los cuales fundamentan los procesos a seguir de forma sistémica y secuencial, empleando equipos y herramientas correspondientes y necesarias. Dentro de los trabajos mencionados se encuentra la **remoción e instalación** de la reversa de los motores JT8D y de sus componentes

La empresa cuenta desde el año 2007 con la habilitación para realizar inspecciones en aviones BOEING 737 – 200 en su taller de mantenimiento, que es el eje principal de la empresa debido a los resultados obtenidos en él; la empresa ha alcanzado niveles altos de calidad y desarrollo en lo que

respecta a la aviación logrando las licencias de operación como son las de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) y la Federal Aviation Administration (FAA).

La DIAF realiza inspecciones de tipo A, B, C, C1, C2, en aeronaves de empresas operadoras y explotadoras aeronáuticas nacionales e internacionales en el CEMA. Desde su inicio fue contratado por la compañía TAME para realizar mantenimientos mayores de su flota de aviones BOEING727-100 y 200, además ha efectuado mantenimiento menor para otras compañías el cual consiste en trabajos de tratamiento corrosivo, pintura, soldaduras especiales, peso y balance, inspecciones no destructivas, programas de envejecimiento etc., y cumpliendo eficazmente boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad.

Al interior del taller de mantenimiento del CEMA no se cuenta con equipos y soportes contemplados en el manual de Herramientas y Equipos para realizar trabajos de remoción e instalación de elementos cuya accesibilidad es limitada por su ubicación y peso relativamente alto; como, la reversa del motor JT8D.

El taller de Mantenimiento CEMA al no poseer equipos y soportes requeridos tiene dificultades en la operatividad y ejecución de trabajos como la remoción e instalación de la reversa; para realizar el trabajo en mención se requiere de una Eslinga de Izado, equipo que es alquilado a las empresas ICARO y AEROGAL.

En tal razón, la DIAF se encuentra en la obligación de adquirir y/o construir equipos que permitan a los técnicos realizar los trabajos respectivos de una manera eficiente, eficaz y segura.

Debido a que los trabajos de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D no son realizados con el equipo correspondiente, el personal técnico de mantenimiento de la empresa se ve en la necesidad de ejecutarlo de una forma empírica, utilizando equipamiento y accesorios no contemplados

en los manuales de mantenimiento, overhaul, equipos y herramientas; lo cual, complica la operatividad de dicho proceso. Además, que la reversa del motor JT8D es un elemento de peso promedio elevado, los trabajadores corren peligro de sufrir incidentes y/o accidentes que pueden producir daño físico y degenerar en enfermedades profesionales.

La carencia de una Eslinga de Izado para la remoción e instalación de la reversa del motor JT8D por parte de la empresa data desde su génesis, e incrementando su requerimiento a partir del año 2007 en el cual la DIAF obtiene la Habilitación para realizar inspecciones y trabajos de mantenimiento en los aviones BOEING 737 100/200.

La DIAF al no poseer equipos acordes y pertinentes con los manuales de mantenimiento, overhaul, herramientas y equipos, es vulnerable a sanciones como es el retiro de licencias otorgadas por la FAA y la DGAC.

### **1.1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuáles son las características requeridas tanto físicas y técnicas que se deben tener en cuenta para optimizar el proceso de las operaciones de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200 que son inspeccionados en el taller de la DIAF/CEMA?

### **1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

La reversa del motor JT8D se ubica en la parte posterior del motor en una zona de fácil acceso con el equipo correspondiente. Al no contar con el equipo adecuado las operaciones de remoción e instalación se tornan incómodas y complejas de realizarlas debido a la altura de su ubicación y elevado peso.



La adquisición o construcción de una Eslinga de Izado que reúna las condiciones necesarias y suficientes facilita las operaciones de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de manera eficiente, eficaz, segura y confiable, mejorando las condiciones operativas del trabajo.

La DIAF cuenta con personal técnico especializado, herramientas y equipos adecuados y correspondientes para la ejecución de los trabajos que se realizan en el taller de mantenimiento aeronáutico; ésta no posee equipamiento requerido para realizar los trabajos de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D, para ello alquilan la eslinga de izado a otras empresas.

A fin de que los trabajos de remoción e instalación de la reversa de los motores JT8D de los aviones BOEING 737-200 en los talleres de mantenimiento aeronáutico del CEMA, se realicen de manera eficiente, eficaz, ergonómica y segura, la DIAF debe adquirir o construir una eslinga de izado para la reversa lo que beneficiará al personal técnico para dicho trabajo.

Por la importancia relevante de este equipo y lo arriba anotado se justifica la construcción de una eslinga de izado, esto beneficia tanto al taller de mantenimiento CEMA en los trabajos de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D, como al estudiante del ITSA al desarrollar y obtener conocimientos prácticos sobre los procesos mencionados en la rama de mantenimiento aeronáutico.

## **1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1 GENERAL**

- Determinar los requerimientos físicos y técnicos necesarios que permitan optimizar la realización de operaciones de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D en los aviones BOEING 737–200 de las empresas aeronáuticas que solicitan servicio de mantenimiento a la DIAF/CEMA.

### **1.3.2 ESPECÍFICOS**

- Determinar mediante investigación de campo la forma en que los técnicos del CEMA realizan las operaciones de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D al interior del taller de mantenimiento aeronáutico.
- Mediante investigación documental bibliográfica y de campo, determinar las características dimensionales y geométricas de la eslinga de izado.
- Promover la construcción de una eslinga de izado para la reversa del motor JT8D.

## **1.4 ALCANCE**

Analizando las condiciones físicas y técnicas con las que se realizan las operaciones de trabajo en el CEMA se determinó las características necesarias de una eslinga de izado que permitirá la remoción e instalación de la reversa de forma eficaz, técnica y segura, disminuyendo considerablemente el riesgo de accidentes o incidentes a los que se encuentran expuestos todo el personal técnico del aérea de mantenimiento de dicha empresa.

El presente trabajo está direccionado a facilitar las operaciones de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D a los técnicos del taller de mantenimiento aeronáutico del CEMA. A su vez, se crea un referente para el personal de alumnos del ITSA y otras personas que tengan interés en realizar trabajos de esta naturaleza.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

En la investigación de campo realizada en los talleres de mantenimiento CEMA se pudo comprobar que no existe una eslinga de izado para las operaciones de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 - 200, y para este efecto se utiliza un conjunto adaptado de poleas y bandas de sujeción que no es el equipo correspondiente y pertinente de acuerdo a los manuales de mantenimiento, overhaul y, herramientas y equipos, para las operaciones en mención; o a su vez, alquilan la eslinga de izado a otras empresas de aviación como ICARO y AEROGAL.

En la investigación documental de los manuales de mantenimiento del motor JT8D de la casa fabricante Pratt & Whitney para los aviones Boeing 737 – 200 y el manual de herramientas y equipos que reposan en la biblioteca del CEMA, se determinó que las operaciones de remoción e instalación se las debe realizar con el equipo denominado Sling Assembly-Trust Reverser.

#### **2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

##### **2.2.1 MANTENIMIENTO**

Conjunto de operaciones direccionadas a preservar e incrementar la vida útil de máquinas, equipos e instalaciones.

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.

El mantenimiento no solo debe ser realizado por el departamento encargado de este trabajo. El trabajador debe ser concientizado a mantener en buenas condiciones los equipos, herramientas, maquinarias, ésto permitirá mayor responsabilidad del trabajador y prevención de accidentes.

## **2.2.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO**

### **Mantenimiento de Diseño**

Un mantenimiento de diseño se da cuando la afectación directa es realizada sobre el diseño del fabricante de la máquina o equipo, con la finalidad de mejorar sus características técnicas y operacionales.

### **Mantenimiento Predictivo**

Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción.

## **Mantenimiento Preventivo**

Es un mantenimiento basado fundamentalmente en prever fallas de equipos, sistemas de infraestructura e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

## **Mantenimiento Correctivo**

El mantenimiento correctivo se basa fundamentalmente en garantizar que cualquier problema se corrija en el menor tiempo posible, para que el sistema, máquina o equipo vuelva a estar operativo y se reanude su proceso logístico sin demora.

### **2.2.3 Mantenimiento Aeronáutico**

Es un mantenimiento que realiza inspecciones, revisiones, reparaciones, la conservación y cambio de partes, tendientes a conservar las condiciones de Aeronavegabilidad de una aeronave y/o componentes de ella.

### **2.2.4 TIPOS DE INSPECCIONES:**

- Inspección Inicial
- Inspección de Daños Ocultos
- Inspección Progresiva
- Inspección Programada
- Inspección Final

### **- Inspección Inicial**

Es una inspección visual, se realiza para determinar daños externos superficiales en la estructura de las aeronaves y sus sistemas, como son rajaduras, golpes, fugas de aceite, etc.

### **- Inspección de Daños Ocultos**

Son inspecciones que se realizan a elementos específicos, aplicando ensayos no destructivos (NDT), a fin de determinar daños internos que no son apreciables en una inspección visual

### **- Inspección Progresiva**

Es conocida como inspección Programada, son inspecciones que se realizan en base a los manuales de operación y mantenimiento, al cumplir la aeronave una cantidad determinada de horas de operación.

### **- Inspección Final**

La inspección final es la verificación documentada de los distintos trabajos de mantenimiento realizados previa la autorización de operación de las aeronaves en mantenimiento.

### **2.2.5 Manual:**

Es un documento o folleto donde se encuentran de forma definible, invariable y ordenada las obligaciones, tácticas y herramientas de un trabajo determinado,

- Manual de Mantenimiento
- Manual de Overhaul

- Manual de Herramientas y Equipos

**Manual de Mantenimiento:**

Manual, documento o libro en el que se contiene todos los consejos y advertencias referentes a la conservación y reparación de un equipo de producción, a través del mantenimiento preventivo y/o correctivo, se le conoce como MM, utilizan ATAS, lista de materiales, equipos y revisiones.

**Manual de Overhaul:**

Manual, documento o libro que contiene consejos para reparar componentes y volverlos operativos y eficientes es decir recibir un mantenimiento que deje al equipo como nuevo o vuelva a su condición inicial. Su abreviatura es OHM.

**Manual de Herramientas y Equipos:**

Manual, documento o libro que contiene lista de herramientas y equipos donde se indican números de parte y diagramas para realizar su respectivo mantenimiento, se lo conoce como ITEL.



### **2.2.6 Eslinga de izado:**

Una eslinga es un elemento intermedio que permite enganchar una carga a un gancho de izado o de tracción. Las eslingas son de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en que deben ser empleadas.

Una eslinga queda definida por:

1. El tipo de cables empleados (composición, diámetro, resistencia, etc.).
2. Su longitud total, incluida la de las gasas o ganchos.
3. El tipo de confección de las gasas (con casquillo o trenzadas).

El tipo de accesorios que la complementan (guardacabos, ganchos, grilletes, tensores, argollas, etc.).

### **2.2.7 EQUIPOS DE APOYO EN TIERRA**

Son aquellos equipos que se los emplean para ser utilizados en tierra y ayuden a cumplir con el objetivo de vuelo de los aviones; estos sirven para mantenimiento, reparación y puesta en marcha de las aeronaves.

Así se puede referenciar algunos equipos existentes:

Gatos hidráulicos.

- Bancos hidráulicos.
- Generadores Hobart, Houchim.
- Remolcadores y/o tractores.
- Montacargas.
- Turbina de gas o APU
- Turbinas Hidráulicas
- Compresores
- Escaleras
- Coches transportadores,
- Eslinga de izado etc.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Modalidad Básica de la Investigación**

Por la importancia que reviste la presente investigación, misma que permitirá implementar el equipo Sling Assembly-Trust Reverse, el grupo investigador se ubicó al interior del paradigma crítico propositivo, porque interrelaciona la información a través de la interpretación no tanto de cuantificación sino de cualificación en razón a que es importante optimizar el recurso humano en las operaciones de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 - 200 en el taller del CEMA.

La investigación de campo refiere al conocimiento de las prácticas operacionales que realizan para la remoción de la reversa del motor, y esto, se lo realizó investigando al interior del taller de mantenimiento aeronáutico CEMA.

La investigación bibliográfica - documental describe el estudio de los requerimientos técnicos a satisfacer por parte de la eslinga de izado para el correcto acople de la reversa y así poder ejecutar su remoción e instalación bajo las directivas de los manuales de mantenimiento, overhaul y herramientas y equipos.

##### **3.1.1 Tipos de Investigación**

La investigación de campo fundamentalmente es no experimental porque se limitó a la observación de las prácticas operacionales que se realizan para la remoción e instalación de la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200 por parte de los técnicos que laboran en el CEMA; a su vez, se registró la información por medio de una ficha de observación.

Durante el desarrollo de la factibilidad y su aplicación, la investigación se tornará cuasi experimental en lo referente a la configuración geométrica de la eslinga de izado, y experimental durante la realización de los ensayos y pruebas operacionales del equipo transportador.

### **3.1.2 Niveles de la Investigación**

La investigación es descriptiva en razón a que detalla las operaciones secuenciales que realizan los técnicos de mantenimiento durante las operaciones de remoción e instalación de la reversa del motor. Así también, se torna explicativa ya que da a conocer los equipos que se deben utilizar en este trabajo.

La investigación es exploratoria porque detalla las visitas que se han realizado al CEMA, donde se desarrollan los trabajos de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D.

### **3.2 Población y Muestra**

La investigación de campo está delimitada especialmente en este caso es el Centro de Mantenimiento CEMA, para conocer y determinar los requerimientos operacionales que se realizan en procesos para la remoción e instalación de la reversa del motor JT8D operativo en los aviones BOEING 737, se considera como población a los técnicos en mantenimiento aeronáutico que laboran en el CEMA.

La población a investigar la constituyen 18 personas y como muestra se tomara a 14 debido a que la población es pequeña, clasificándolas de la siguiente manera:

**Tabla № 3.1: Población y Muestra.**

<b>PERSONAL ADMINISTRATIVO Y TÉCNICO</b>	
Gerente de mantenimiento	1
Inspector de mantenimiento	1
Inspector de motores	1
Supervisor de motores	1
Técnicos motoristas	4
Técnicos mantenimiento	10
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>

**Fuente:** Personal administrativo y técnico.

**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde G.

### **3.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.3.1 Métodos**

##### **Análisis**

El análisis de los procesos operacionales es un método de investigación que facilita el estudio individual de los hechos y objetos de investigación es así que el análisis para la remoción e instalación de la reversa del motor determinó, las condiciones técnicas en cuanto a equipos y herramientas utilizados en este trabajo por parte de los técnicos del taller de mantenimiento del CEMA, operaciones que se hallan en el límite de lo permitido para la ejecución de una remoción e instalación segura, ergonómica eficaz y eficiente. De conformidad con los lineamientos estipulados en los manuales de mantenimiento y overhaul.

##### **Síntesis**

La remoción e instalación de la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200 se lo realiza en el taller de mantenimiento del CEMA de manera

inapropiada, sin emplear la eslinga de izado correspondiente de acuerdo al manual de equipos y herramientas.

### **Deducción**

Sobre la base operacional establecida en los manuales de mantenimiento y overhaul se deduce que el equipo adecuado para este trabajo es la Sling Assembly -Trust Reverser, que se encuentra especificado en el manual de equipos y herramientas.

### **Inducción**

Una Sling Assembly -Trust Reverser improvisada para las operaciones de traslado de la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200, provoca en los técnicos inseguridad y riesgo de incidentes o accidentes en el momento de remover o instalar la reversa.

### **3.3.2 Técnicas**

#### **La observación**

Se realizó una observación de campo la cual permitió conocer la manera poco técnica en la que se remueve e instala la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200 en el taller del CEMA. Para lo cual se hizo uso de una ficha de observación (anexo A.1).

#### **La encuesta**

Esta técnica se fundamenta en la recopilación de información y consiste en un conjunto de preguntas enumeradas que el encuestado debe contestar, obteniéndose de esta manera información sobre las necesidades que tiene el personal técnico del taller de Mantenimiento Aeronáutico CEMA.

Mediante este instrumento que se lo conoce también como encuesta, empleando preguntas dicotómicas, se obtuvo información clara de las necesidades de los técnicos (anexo A.2).

### **La entrevista**

Se realizó entrevistas al personal técnico administrativo: inspectores y supervisor del área de mantenimiento y motores, lo que permitió obtener información sobre las técnicas que se realizan en el proceso de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200 (Anexo A.3).

### **3.4 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Los datos informativos recopilados poseen confiabilidad y validez ya que fueron realizados con ayuda de técnicas e instrumentos apropiados señalados en los párrafos anteriores, además se adjunta el criterio juicioso de personas que conocen acerca de mantenimiento aeronáutico y se las realizó al personal técnico que se encuentra trabajando en el taller del CEMA,

El campo bibliográfico – documental, investigativo se obtuvo al recopilar información de manuales como son el de mantenimiento, el de herramientas y overhaul, adicionalmente con ayuda del Internet a través de sus páginas web y la adquisición de documentos recopilados en bibliotecas que tratan sobre el tema a tratar.

Las operaciones de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200, realizadas en el taller del CEMA, constituyen la observación de campo y la obtención de las herramientas, equipos y procedimientos que se aplican en los trabajos ya antes mencionados.

Las encuestas realizadas al personal técnico motoristas y de mantenimiento del CEMA fueron ejecutados por el grupo investigador. La encuesta aplicada es la auto-administrativa ya que el encuestado lee las preguntas y

anota las respuestas y tiene una base fundamental que es la de obtener una clara visión del tema a tratar y no deja abierto a conjeturas ni divagaciones y la interpretación de resultados mediante este método de investigación es claro, conciso y veraz.

El personal técnico - administrativo como lo son: Inspectores y supervisores, fueron sometidos a una entrevista, que constó de cuatro preguntas abiertas cuya finalidad es de conocer acerca de los procedimientos y trabajos realizados tales como son la remoción, instalación de la reversa del motor y las herramientas y equipos que son utilizados en estos trabajos para que estos sean realizados de forma técnica, eficiente y segura.

### **3.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Para realizar el procesamiento de la información y adquirir los resultados de la investigación, se procedió a registrar los resultados obtenidos en las encuestas y entrevistas, con ayuda de los siguientes pasos:

- Tabular los resultados obtenidos
- Realizar una gráfica total estadística con todos los resultados obtenidos (Anexo A.5).
- Interpretar los resultados.
- Conclusiones y recomendaciones del procesamiento de los resultados de la investigación.

### **3.6 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Para realizar el análisis e interpretación de resultados y teniendo en cuenta el objetivo de la investigación se toma como base las fundamentaciones presentadas en el Marco Teórico, además de aplicar ciertas técnicas de investigación (encuestas, entrevistas) que fueron realizados al personal técnico de mantenimiento aeronáutico del CEMA (Anexos A.2, A.3), cuyo análisis de resultados se presentan a continuación.

**Análisis de las preguntas que se encuentran en la encuesta realizada al personal técnico del Taller de Mantenimiento aeronáutico (CEMA).**

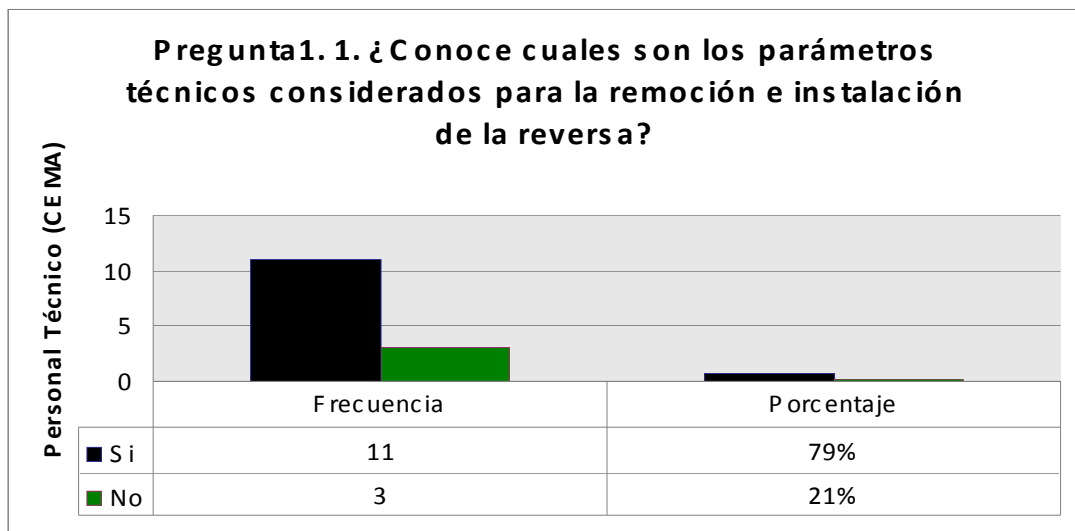
**Pregunta N° 1.**

¿Conoce cuáles son los parámetros técnicos considerados para la remoción e instalación de la reversa?

**Tabla N° 3.2:** Análisis de Resultados.

<b>Pregunta N° 1. ¿Conoce cuáles son los parámetros técnicos considerados para la remoción e instalación de la reversa?</b>		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	11	78
<b>NO</b>	3	22
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta a personal de técnicos de el Taller de Mantenimiento aeronáutico del CEMA.  
**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.



**Fuente:** Técnicos de Mantenimiento y Motores del CEMA  
**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.

**Análisis:** El 22% de los del personal técnico del CEMA no conocen cuáles son los parámetros técnicos considerados para la remoción e instalación de la reversa debido a que las personas encuestadas son personal de mantenimiento y no se encuentran laborando en el área de motores, además no han recibido el curso inicial del avión BOEING 737 – 200.



**Interpretación:** Se debe tener en cuenta que la mayoría de los técnicos no conoce cuáles son los parámetros técnicos considerados para la remoción e instalación de la reversa debido a que no han realizado el curso inicial del avión BOEING 737 – 200.

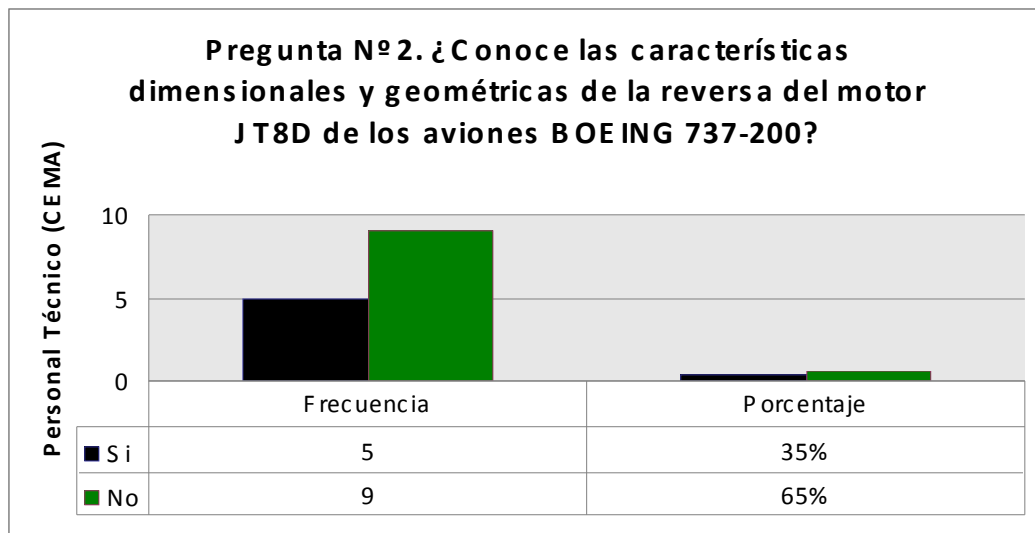
**Pregunta Nº 2.**

¿Conoce las características dimensionales y geométricas de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737-200?

**Tabla Nº 3.3:** Análisis de Resultados.

<b>Pregunta Nº 2. ¿Conoce las características dimensionales y geométricas de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737-200?</b>		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	5	35
<b>NO</b>	9	65
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico del CEMA.  
**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.



**Fuente:** Técnicos de Mantenimiento y Motores del CEMA.

**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.

**Análisis:** El 65% del personal técnico del CEMA no conoce las características dimensionales y geométricas de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737-200, debido a que la mayoría del personal encuestado realiza sus trabajos en el área de mantenimiento y estructuras,

teniendo poco conocimiento en lo que respecta al área de motores y en si en las operaciones de remoción, instalación de la reversa del motor.

**Interpretación:** Cada técnico que labora en el Taller de Mantenimiento Aeronáutico CEMA, posee un alto conocimiento en el área respectiva de trabajo, sin embargo en lo que respecta al área de motores como son las características dimensionales y geométricas de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737-200 no poseen mucho conocimiento.

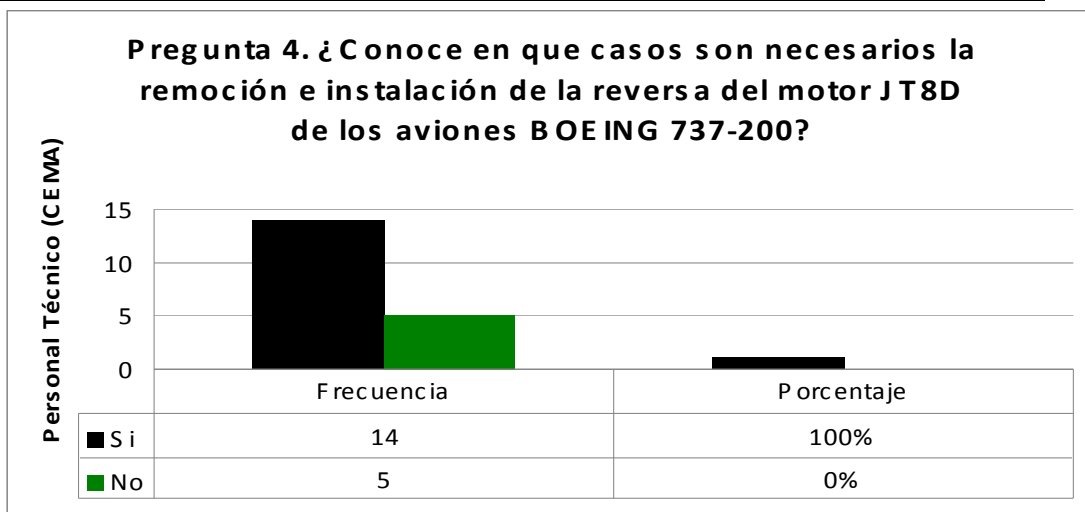
**Pregunta N° 3:**

¿Conoce en qué casos son necesarios la remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737-200?

**Tabla N° 3.4:** Análisis de Resultados.

<b>Pregunta N° 3</b> ¿Conoce en qué casos son necesarios la remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737-200?		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	14	100
<b>NO</b>	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico del CEMA.  
**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.



**Fuente:** Técnicos de Mantenimiento y Motores del CEMA  
**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.

**Análisis:** El 100% del personal técnico, del Taller de Mantenimiento Aeronáutico (CEMA) tiene conocimiento de cuándo es necesario la remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737-200.

**Interpretación:** El personal técnico conoce los casos en que es necesario la remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737-200.

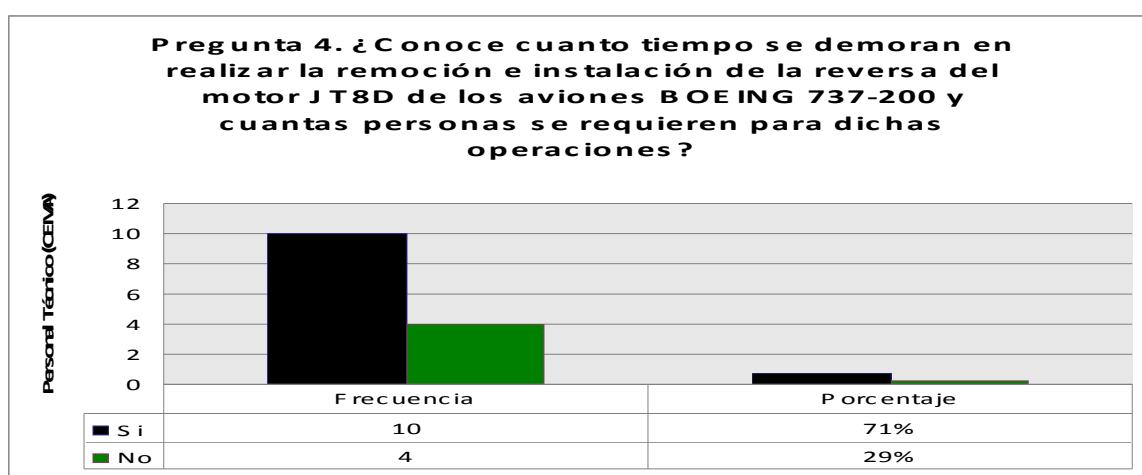
**Pregunta N° 4.**

¿Conoce cuánto tiempo se demoran en realizar la remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737-200 y cuántas personas se requieren para dichas operaciones?

**Tabla N° 3. 5:** Análisis de Resultados.

<b>Pregunta N° 4</b> ¿Conoce cuánto tiempo se demoran en realizar la remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737-200 y cuántas personas se requieren para dichas operaciones?		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	10	71
<b>NO</b>	4	29
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico del CEMA.  
**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.



**Fuente:** Técnicos de Mantenimiento y Motores del CEMA  
**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.

**Análisis:** El 79% del personal técnico del CEMA conoce cuanto tiempo se demoran en realizar la remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737-200 y las personas que se requieren para dichas operaciones.

**Interpretación:** Los técnicos conocen en términos generales cuanto tiempo se demoran en realizar la remoción e instalación y cuanto personal se requiere para realizar dichas operaciones.

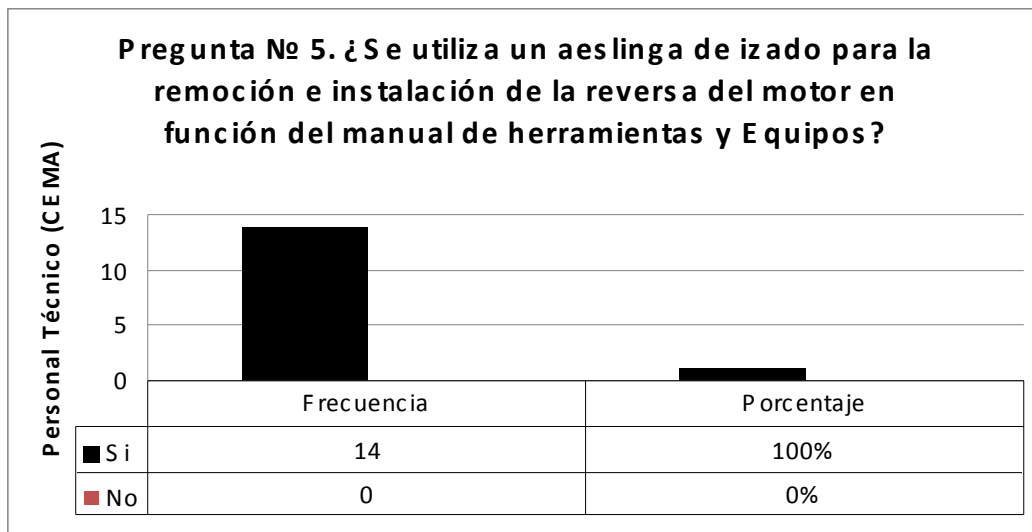
**Pregunta N° 5.**

¿Se utiliza una eslinga de izado para la remoción e instalación de la reversa del motor en función del manual de Herramientas y Equipos?

**Tabla N° 3.6:** Análisis de Resultados.

<b>Pregunta N° 5 ¿Se utiliza una eslinga de izado para la remoción e instalación de la reversa del motor en función del manual de Herramientas y Equipos?</b>		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	14	100
<b>NO</b>	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico del CEMA.  
**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.



**Fuente:** Técnicos de Mantenimiento y Motores del CEMA.  
**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.

**Análisis:** El 100% del Personal Técnico del CEMA afirma que se utiliza una eslinga de izado para la remoción e instalación de la reversa del motor en función del manual de Herramientas y Equipos pero este equipo es alquilado por la empresa.

**Interpretación:** El Personal Técnico de CEMA realiza los trabajos de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737-200 con una eslinga de izado que es alquilada por la empresa.

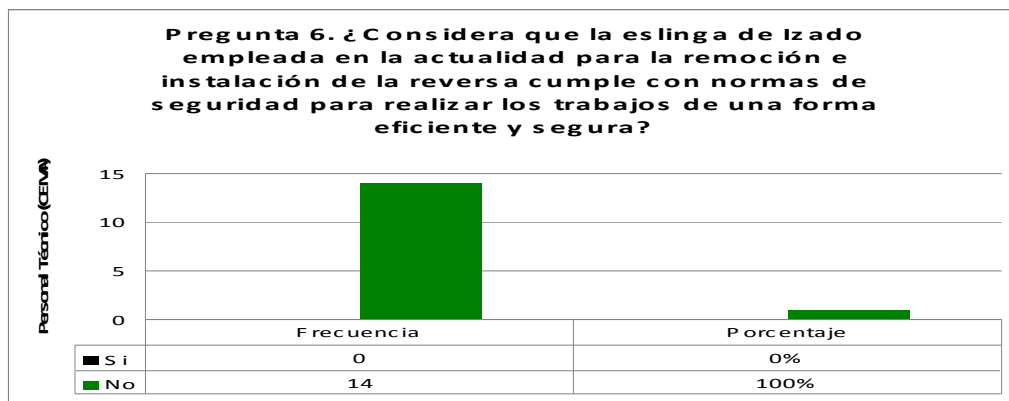
**Pregunta Nº 6.**

¿Considera que la eslinga de izado empleada en la actualidad para la remoción e instalación de la reversa cumple con normas de seguridad para realizar los trabajos de una forma eficiente y segura?

**Tabla Nº 3. 7:** Análisis de Resultados.

<b>Pregunta Nº 6 ¿Considera que la eslinga de izado empleada en la actualidad para la remoción e instalación de la reversa cumple con normas de seguridad para realizar los trabajos de una forma eficiente y segura.</b>		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	0	0
<b>NO</b>	14	100
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico del CEMA.  
**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.



**Fuente:** Técnicos de Mantenimiento y Motores del CEMA  
**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.

**Análisis:** El 100% de los técnicos, considera que la eslinga utilizada actualmente no posee las características dimensionales y geométricas que les permita realizar las operaciones de mantenimiento de la reversa del motor.

**Interpretación:** Esto significa, que la eslinga de izado utilizado por el taller de mantenimiento del CEMA no cumple con los requerimientos ideales para realizar las operaciones de remoción e instalación de la reversa del.

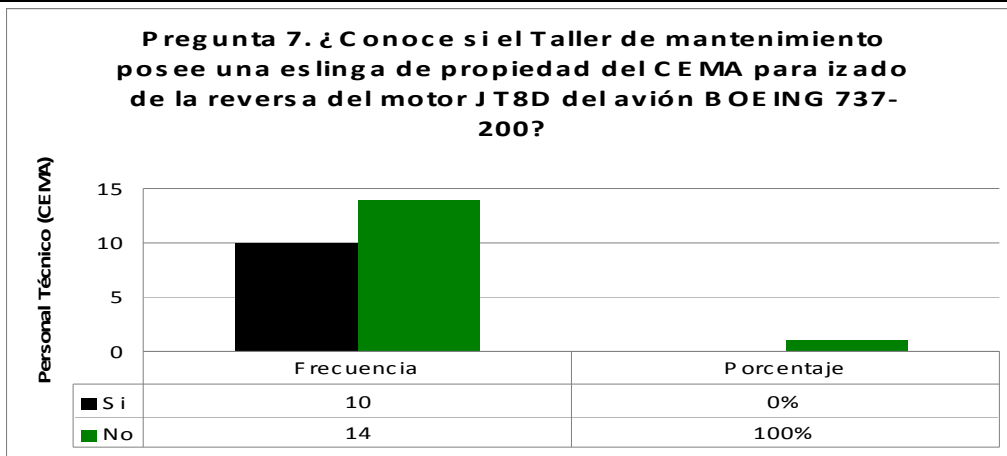
**Pregunta Nº 7.**

¿Conoce si el Taller de mantenimiento posee una eslinga de propiedad del CEMA para izado de la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737-200?

**Tabla Nº 8:** Análisis de Resultados.

<b>Pregunta Nº 7</b> ¿Conoce si el Taller de mantenimiento posee una eslinga de propiedad del CEMA para izado de la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737-200		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	0	0
<b>NO</b>	14	100
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico del CEMA.  
**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.



**Fuente:** Técnicos de Mantenimiento y Motores del CEMA  
**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.

**Análisis:** El 100% del personal técnico, a segura que la empresa no posee en sus instalaciones una eslinga de izado para las operaciones de remoción e instalación de la reversa del motor.

**Interpretación:** Esto significa, que la eslinga de izado utilizada por el taller de mantenimiento del CEMA no es propia de este establecimiento por tal motivo las operaciones de remoción e instalación se las realiza con un equipo alquilado por la empresa.

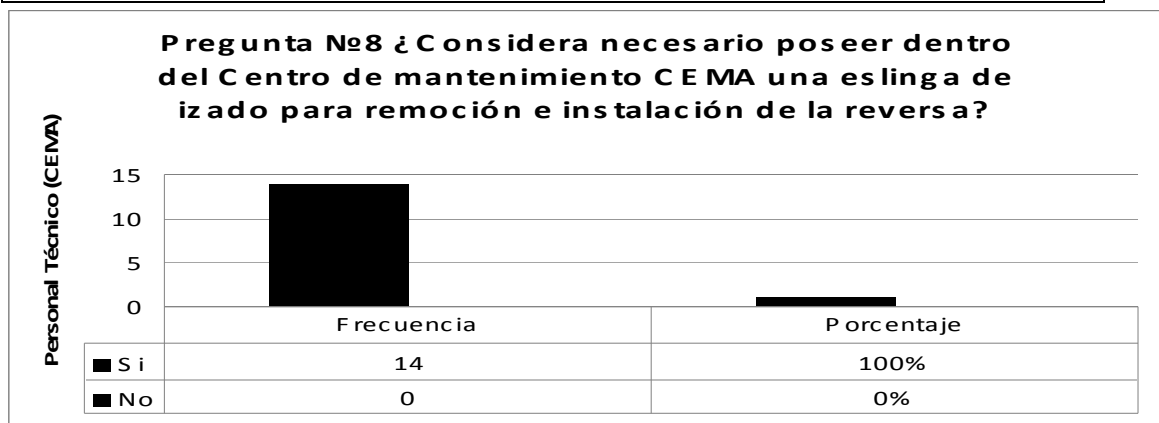
**Pregunta Nº 8.**

¿Considera necesario poseer dentro del Centro de mantenimiento CEMA una eslinga de izado que sea utilizada para la remoción, instalación de la reversa?

**Tabla Nº 3.9:** Análisis de Resultados.

<b>Pregunta Nº 8 ¿Considera necesario poseer dentro del Centro de mantenimiento CEMA una eslinga de izado que sea utilizado para la remoción, instalación de la reversa?</b>		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	14	100
<b>NO</b>	0	100
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico del CEMA.  
**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.



**Fuente:** Técnicos de Mantenimiento y Motores del CEMA

**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.

**Análisis:** El 100% del personal técnico, que trabaja en el CEMA asevera el hecho de que es necesario y urgente el poseer una eslinga de izado propia para la remoción e instalación de la reversa del motor debido que al ser alquilada representa un costo para la empresa.

**Interpretación:** Esto quiere decir, que las operaciones de remoción e instalación de la reversa del motor son realizadas con una eslinga de izado que no es propia de la empresa.



### 3.7 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENTREVISTA

#### *Técnico de Mantenimiento Aeronáutico del CEMA.*

**Nombre:** Sr. Geovanny Orozco.  
**Formación académica:** Bachiller Físico Matemático.  
**Cargo que ocupa:** Inspector de Mantenimiento de Motores.

1.- ¿Qué herramientas y equipos se deben emplear para la ejecución de los trabajos de remoción, instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200 que reciben mantenimiento en el CEMA?

De acuerdo a las instrucciones del manual de Mantenimiento son varios los equipos que se deben utilizar va a mencionar algunos de ellos como son el equipo de izamiento es básico para la remoción e instalación así como los coches, tunes que sirven para cuando el motor este bajado a tierra sean almacenados y puedan ser trabajados posteriormente así como el equipo de Balanzas y Dinamómetros que sirven para ver las cargas en los motores y un sin número de herramientas estándar para el proceso mismo de remoción e instalación del motor

**Análisis:** Las herramientas y equipos que son utilizados en las operaciones de remoción, instalación de la reversa y para todos los trabajos son los que se encuentran en el manual de equipos y herramientas.

**Interpretación:** Las operaciones tanto de remoción e instalación de la reversa de motores desarrollados en el CEMA, se las realiza utilizando las herramientas, máquinas y equipos que se encuentran ilustrados en el manual de mantenimiento, overhaul y equipos y herramientas. El criterio presentado es contradictorio ya que al no poseer el equipo adecuado las operaciones no se realizan de una manera apropiada.

2.- ¿Considera que los trabajos de remoción, instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200 que reciben mantenimiento en el CEMA, se los realiza bajo normas y estándares de seguridad

utilizando las herramientas, máquinas y equipos establecidos en los manuales de mantenimiento y overhaul y de Herramientas y Equipos?

Si se considera que en el CEMA se realizan los trabajos tanto es de remociones, motores y reversas con todos los estándares de calidad a exigir tanto en el manual de Mantenimiento y overhaul.

**Análisis:** En el taller de mantenimiento se cumple con todas las normas y estándares de seguridad en función de la reglamentación interna del CEMA.

**Interpretación:** El taller cumple con normativas internas del CEMA para la ejecución de los trabajos de remoción e instalación que se realizan, cabe recalcar que los equipos utilizados para estos procesos, en ocasiones son alquilados cumpliendo con las normativas señaladas en los manuales de mantenimiento, equipo y herramientas y overhaul.

3.- ¿Considera que adquirir el equipo de remoción e instalación Sling Assembly -Thrust Reverser sería más conveniente y económico que construir e implementar un equipo de similares características?

De ninguna manera siempre la adquisición de equipos en el exterior es bastante costoso por el hecho mismo que toca realizar importaciones de equipos, cualquier trabajo que se pueda ejecutar aquí en forma local es bienvenido siempre y cuando cumplan con todos los estándares de seguridad exigidos por el ITEL que es el catálogo ilustrado de herramientas siempre y cuando se cumpla todas las dimensiones, tipo de materiales de resistencia no hay ningún inconveniente a que se puedan realizar herramientas y equipos aquí en el país.

**Análisis:** El costo de los equipos que se utilizan para cualquier trabajo en la aviación y que provee la casa fabricante es alto, sin embargo es recomendable construir un equipo de similares características en razón a que su importe económico sería mucho menor.

**Interpretación:** El adquirir el equipo de remoción e instalación Sling Assembly -Thrust Reverser representa una inversión económica alta, por lo

que una alternativa válida es que sea construida manteniendo las características en razón a que su importe económico es menor en comparación con un equipo importado.

4.- ¿Considera conveniente que el equipo de remoción e instalación de la reversa sea construido e implementado como proyecto de grado por parte de un estudiante del ITSA?

Por supuesto que está muy de acuerdo con la construcción de ese stand porque favorecerá al proceso de remoción e instalación de la reversa que es un trabajo rutinario que se cumple en todas las inspecciones de los aviones Boeing 737-200 por tal motivo bienvenida esta construcción que va a ser de mucho beneficio para el CEMA ya que va a constar de un equipo seguro con normas de calidad y va a dar un gran beneficio

**Análisis:** La construcción e implementación del equipo de remoción e instalación para la reversa del motor como proyecto de grado es conveniente para el CEMA, en la forma más adecuada, puesto que de esa manera el estudiante puede adquirir un conocimiento práctico de cómo funciona este componente crear y a su vez retribuir los conocimientos adquiridos en el CEMA y en el ITSA.

**Interpretación:** La realización de un proyecto de grado, en base a la construcción e implementación del equipo de remoción e instalación es benéfico para el estudiante, ya que se puede aplicar el conocimiento adquirido en el ITSA de una manera práctica ya que este instrumento es utilizado en el campo aeronáutico rama en la cual se están siguiendo los estudios, además de ser aplicado en equipos de apoyo en tierra, además de implementar el equipo en el CEMA.

***Técnico de Mantenimiento Aeronáutico del CEMA.***

**Nombre:** Sr. Marcelo Muñoz.  
**Formación académica:** Lcdo. En formación Académica  
**Cargo que ocupa:** Supervisor de Mantenimiento de Motores.

1.- ¿Qué herramientas y equipos se deben emplear para la ejecución de los trabajos de remoción, instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200 que reciben mantenimiento en el CEMA?

Los que nos dictan en el manual de mantenimiento que es el que nos dicta las herramientas y equipos precisos nosotros no podemos ni aumentar ni disminuir en manual que nos dice el número de herramientas, las partes y las herramientas están calibradas y actualizadas al momento.

**Análisis:** Las herramientas y equipos que son utilizados para todos los trabajos, además de las operaciones de remoción, instalación de la reversa son los que se encuentran en el manual de herramientas.

**Interpretación:** En el CEMA, se utiliza herramientas, máquinas y equipos que se encuentran ilustrados en el manual de equipos y herramientas sin embargo algunas operaciones no se desarrollan según los manuales ya que el equipo utilizado no pertenece al taller porque en algunos casos es alquilado.

2.- ¿Considera que los trabajos de remoción, instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200 que reciben mantenimiento en el CEMA, se los realiza bajo normas y estándares de seguridad utilizando las herramientas, máquinas y equipos establecidos en los manuales de mantenimiento y overhaul y de Herramientas y Equipos?

Afirmativo todos los trabajos que aquí realizamos estamos obligados a seguir los pasos de los manuales actualizados de herramientas y equipos que nos dicta el manual y al ATA correspondiente.

**Análisis:** Todas las operaciones que se realizan dentro del taller están sometidas bajo la supervisión de personas que son inspectores que se rigen a los manuales y ATAS correspondientes.

**Interpretación:** Las operaciones que se realizan dentro del CEMA siguen las normas y estándares con los manuales de mantenimiento, overhaul y equipos, herramientas sin embargo el hecho de no poseer las herramientas y equipos necesarios se ven obligados a utilizar equipos alquilados por empresas que desarrollan su mantenimiento en el CEMA.

3.- ¿Considera que adquirir el equipo de remoción e instalación Sling Assembly -Thrust Reverser sería más conveniente y económico que construir e implementar un equipo de similares características?

Bueno nosotros siempre quisimos tener ese equipo de remoción e instalación de la reversa ya que como todo cayó de golpe una cantidad de aviones que necesitaban ser llevados a mantenimiento y el taller de mantenimiento CEMA no se poseía el equipo necesario y estábamos sujetos a un informe por parte de la DAC por no utilizar las herramientas aprobadas por los manuales.

**Análisis:** El adquirir el equipo necesario para el taller constituiría un costo relativamente alto que construirlo bajo las normas y estándares requeridos.

**Interpretación:** El Taller de mantenimiento CEMA al no poseer el equipo, maquinaria y herramientas necesarias estuvieron sujetos a un informe de la DAC, debido a esto la empresa necesita obtener el equipo de remoción e instalación para la reversa del motor y una de estas formas es construirlo de tal manera que el equipo cumpla con las normas que rigen los manuales y el ITEL, además que el costo de construirlo es menos costoso que adquirirlo.

4.- ¿Considera conveniente que el equipo de remoción e instalación de la reversa sea construido e implementado como proyecto de grado por parte de un estudiante del ITSA?

Correcto yo siempre he pensado eso y he sido el precursor de que los tecnólogos provean de esta clase de equipos siempre y cuando estén basados en órdenes de ingeniería y lo que dice el ITEL por eso justamente nosotros tenemos que regirnos al departamento de ingeniería y ahí se obtienen los manuales y las especificaciones de cada unidad o artefacto que hagan los señores tecnólogos

**Análisis:** La aplicación de los conocimientos de los estudiantes del ITSA de manera práctica beneficiará de manera positiva a las empresas de aviación de tal manera que esto engrandezca el desarrollo aeronáutico existente en el país.

**Interpretación:** El Taller de Mantenimiento CEMA brinda la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en el ITSA por parte de los estudiantes de una forma práctica en la construcción de un equipo para la remoción e instalación de la reversa del motor y que este se haya aprobado como proyecto de grado, siempre y cuando el equipo a construir se base en órdenes de ingeniería, manuales y las especificaciones correspondientes de cada unidad.

***Técnico de Mantenimiento Aeronáutico del CEMA.***

**Nombre:** Sr. José Panchi Herrera.  
**Formación académica:** Técnico en Mantenimiento en Aviones y Motores  
**Cargo que ocupa:** Supervisor de Mantenimiento de Motores.

1.- ¿Qué herramientas y equipos se deben emplear para la ejecución de los trabajos de remoción, instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200 que reciben mantenimiento en el CEMA?

Bueno en realidad las herramientas y equipos que se utilizan para la remoción e instalación de la reversa del los motores JT8D de los aviones BOIENG 737-200 son aquellas que se dictan en los manuales.

**Análisis:** Los trabajos de remoción e instalación de la reversa del motor son realizados con las herramientas adecuadas según los manuales.

**Interpretación:** La realización de trabajos como son de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737-200 se rigen a los manuales de mantenimiento, overhaul y equipos, herramientas pero no disponen de el equipo de izado correspondiente.

2.- ¿Considera que los trabajos de remoción, instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200 que reciben mantenimiento en el CEMA, se los realiza bajo normas y estándares de seguridad utilizando las herramientas, máquinas y equipos establecidos en los manuales de mantenimiento y overhaul y de Herramientas y Equipos?

Todos los trabajos que se realizan ya sea de remoción e instalación en lo que respecta a las reversas de los motores siguen los pasos de los manuales actualizados de herramientas y equipos que nos dicta el manual y al ATA correspondiente.

**Análisis:** Los trabajos de remoción, instalación de la reversa del motor se los realiza bajo los estándares de seguridad.

**Interpretación:** El taller de mantenimiento CEMA realiza los trabajos de remoción, instalación de la reversa del motor, teniendo en cuenta normas y estándares de seguridad. Al no poseer los equipos pertinentes, el personal técnico debe improvisar no cumpliendo con lo indicado en los manuales de mantenimiento y overhaul y, de equipos y herramientas o a su vez alquilan el equipo apropiado.

3.- ¿Considera que adquirir el equipo de remoción e instalación Sling Assembly -Thrust Reverser sería más conveniente y económico que construir e implementar un equipo de similares características?

La adquisición de equipos en el exterior es bastante costoso si el trabajo se lo puede realizar con la coordinación del departamento de Ingeniería y utilizando tanto los manuales como el Itel sería una ventaja positiva para el CEMA.

**Análisis:** Para la adquisición de un equipo de remoción e instalación se requiere un aporte económico bastante alto por lo que el construir un equipo de iguales o similares características puede disminuir los costos y el diseño del equipo de izamiento consta en el manual de herramientas y equipos y el ITEL.

**Interpretación:** El equipo Sling Assembly -Thrust Reverser al ser construido con iguales o similares características tiene un menor costo y constituye una forma económicamente viable que al ser adquirido ya que su valor es elevado.

4.- ¿Considera conveniente que el equipo de remoción e instalación de la reversa sea construido e implementado como proyecto de grado por parte de un estudiante del ITSA?

En realidad sería una forma práctica para que el estudiante que está por graduarse conozca como funciona la reversa y como se realiza la remoción



e instalación de la misma, además que beneficiaría al CEMA poder contar con un equipo de tales características.

**Análisis:** Constituye una parte fundamental que un estudiante del ITSA construya e implemente una eslinga de izado para la reversa del motor como proyecto de grado, ya que esto hará que el estudiante conozca más sobre el funcionamiento propiedades y características que posee la reversa de un motor de una manera práctica.

**Interpretación:** Para la realización de los trabajos de remoción e instalación de la reversa del motor no se dispone de una eslinga de izado, por tal motivo se ha solicitado que se lo construya como proyecto de grado de un estudiante del ITSA.

### **3.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.8.1 CONCLUSIONES**

- Al desarrollarse la investigación de campo en los talleres de Mantenimiento del CEMA se llegó a determinar que el personal técnico que labora en dicho establecimiento realiza las operaciones de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200, de forma inapropiada empleando un equipo improvisado que no cumple con los manuales de mantenimiento, equipos y herramientas.
- Las operaciones de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200, causan en el personal técnico que trabaja en el Taller de Mantenimiento del CEMA inseguridad debido a que al ser realizadas sin el equipo adecuado pueden producirse enfermedades profesionales en el trabajador y en efecto el deterioro del componente ocasionando grandes pérdidas productivas a la empresa.

- La construcción de una eslinga de izado en base a datos de su conformación geométrica y dimensional para las operaciones de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200, es recopilada mediante la información analizada en la investigación documental y bibliográfica de los manuales de mantenimiento, overhaul y herramientas y equipos.
- El grupo investigador aplicando los métodos y técnicas de investigación proponen establecer los requerimientos necesarios para considerarse el diseño y construcción de una eslinga de izado para operaciones como son remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200, que se fundamenta en las condiciones actuales en las que se realiza esta clase trabajo obteniendo de esta manera que el personal técnico de la empresa labore de una forma segura y eficiente.

### **3.8.2 RECOMENDACIONES**

- Para la recolección de la información mostrada anteriormente se utilizaron investigaciones observatorios, bibliográficas, descriptivas y exploratorias dentro de las técnicas de investigación se hallan encuestas entrevistas que hacen que la recolección de la información, siendo esta procesada nos brinda resultados de una forma veraz y eficiente.
- Se puede apreciar claramente que operaciones de remoción e instalación para la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200, que realiza el Taller de Mantenimiento CEMA no son ejecutadas de forma segura y eficaz por lo que este taller no posee dentro de sus instalaciones una eslinga de izado para realizar las operaciones ya antes mencionadas.

- En base a los resultados obtenidos durante la investigación realizada, el grupo investigador recomienda la construcción de una eslinga de izado basándose en manuales de mantenimiento y de equipos y herramientas dentro de los cuales se encuentran características geométricas y dimensionales del equipo con la finalidad de que operaciones como son la remoción e instalación para la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200, se realizan de forma eficaz.

### CRONOGRAMA DE DESARROLLO DEL PROYECTO DE GRADO

	MAYO	JUNIO				JULIO				AGOS.				SEPT.				OCT.				NOV.				DICIEMBRE				ENERO				
TIEMPO	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Elaboración del Problema	X																																	
Presentación del Problema		X																																
Aprobación del Problema			X	X																														
Recopilación de Datos					X																													
Conclusión						X	X	X																										
Desarrollo del Proyecto									X	X	X	X	X	X																				
Informe de Avance 50%														X	X	X	X	X																
Entrega del 100% del Proyecto																	X	X	X	X														
Entrega de Ejemplares																					X	X												
Designación del Tribunal																						X	X											
Entrega de Original Calificado por el Tribunal																								X	X									
Declaración de Apta para la Defensa																									X									
Defensa Oral del Proyecto																										X								
Entrega de Ejemplares																											X							
Empastados																																X		

## **CAPÍTULO IV**

### **FACTIBILIDAD**

#### **4.1 TEMA**

**“Construcción de una Eslinga de Izado para Remoción e Instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200 para el Taller de Mantenimiento del CEMA”**

#### **4.2 FACTIBILIDAD TÉCNICA**

El proyecto de investigación presentado a continuación muestra que es factible la construcción de una eslinga de izado para la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737-200, debido a que se cuenta con un taller, equipo y materiales necesarios para la realización del equipo.

#### **4.3 FACTIBILIDAD LEGAL**

La DGAC en los volúmenes de la Recopilación de Derecho Aeronáutico establece que todo taller de Mantenimiento Aeronáutico, para su operación debe contar con la autorización de dicha entidad, lo que se fundamenta en las RDAC, parte 145.109 literal a, que textualmente indica.

#### **“145.109 REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS, MATERIALES Y DATOS.**

- a) A menos que la DGAC prescriba lo contrario, una estación reparación certificada tiene que tener el equipo, herramienta y material necesario para realizar el mantenimiento, mantenimiento preventivo o alteraciones de acuerdo a su certificado de estación de reparación y especificaciones operacionales y de conformidad con la Parte 43. Los equipos, herramientas y materiales tienen que estar localizados en las

instalaciones y servicios y bajo el control de la estación de reparación cuando se está realizando el trabajo;”

#### **4.4 FACTIBILIDAD DE APOYO**

Para realizar el siguiente proyecto de trabajo de graduación se contará con el apoyo del Taller de Mantenimiento CEMA del cual se podrá obtener la información técnica y documental.

Además se podrá contar con la ayuda del Sr. Ing. Dag Bassantes como asesor de este proyecto que se fundamenta en el proceso de análisis investigativo y diseño del componente.

En el proceso de construcción de la eslinga de izado se contará con la ayuda del Sr. Alberto Hervas, cuyo taller está provisto de herramientas máquinas, equipos y accesorios para la elaboración del componente.

#### **4.5 RECURSOS**

##### **4.5.1 Talento Humano**

**Tabla N° 4.1:** Talento Humano.

<b>N</b>	<b>RECURSOS</b>	<b>DESIGNACIÓN</b>
1	Srta. Paulina Iturralde	Investigador
2	Sr. Ing. Dag Bassantes	Asesor

**Fuente:** Consejo de Carreras

**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.

#### 4.5.2 Recurso Material

**Tabla Nº 4.2 Costo Primario**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COST/UNID</b>	<b>VALOR TOT.</b>
Mano de Obra	1	400	400
Tubo redondo de 3 1/2 " x 6mm de espesor	1	180	180
Plancha de Acero de 1/2"	1	70	70
Plancha de Acero de 5/16"	1	70	70
Grillete en U de 1/2"	2	10	20
Grillete en U de 3/4"	1	35	35
Cable de 4.10m de 1/4"	1	50	50
Gancho Giratorio de 1/2"	1	45	45
Templador de 1/2"	1	43	43
Pintura de Fondo	1lit	3,35	3,35
Pintura Amarilla Caterpillar	2lit	3,35	6,7
Tiñer	2lit	3	6
Masilla	1lit	4	4
Superlon	1m	5,55	5,55
<b>Total</b>			<b>938,60USD</b>

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.

## **CAPÍTULO V**

### **DESARROLLO DE LA FACTIBILIDAD**

#### **5.1 ANTECEDENTES**

Concerniente a la investigación ejecutada se comprobó que el Centro de mantenimiento aeronáutico CEMA no posee una eslinga de izado propia para la Reversa del Motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200 que reciben mantenimiento en el taller. La remoción e instalación se la realiza con una eslinga alquilada por la empresa (anexo A.1), contraviniendo con los manuales de equipos y herramientas que debe poseer la empresa.

#### **5.2 JUSTIFICACIÓN**

El CEMA al no contar con una eslinga de izado propia para la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200, realiza las operaciones de remoción, instalación y mantenimiento de la reversa del motor incumpliendo las leyes preestablecidas por la DGAC que se fundamenta en las RDAC, parte 145.109 literal a. Dicho elemento es alquilado a empresas como son: AEROGAL e ICARO. En tal razón, se justifica la construcción de una eslinga de izado que cumpla con los requerimientos para las operaciones antes mencionadas, detalladas en los manuales correspondientes.

#### **5.3 OBJETIVOS**

##### **5.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Construir una eslinga de izado para operaciones de remoción e instalación reversa del motor JT8D operativo en los aviones BOEING 737 – 200 que reciben mantenimiento en el CEMA.



### **5.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un estudio técnico para la construcción de una eslinga de izado aplicable en operaciones de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200.
- Realizar un diseño básico de la estructura de la eslinga.
- Construir la eslinga de izado y realizar las pruebas operacionales correspondientes.
- Elaborar los manuales de operación y mantenimiento de la eslinga de izado y las respectivas hojas de registro.

### **5.4 ALCANCE**

Al efectuar la construcción de una eslinga de izado para la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200, se logra optimizar los procesos de remoción e instalación del elemento en mención y las operaciones de mantenimiento correspondiente. El personal que se beneficia directamente de este trabajo de graduación es el de aerotécnicos que laboran en el taller de mantenimiento del CEMA. No obstante, se facilita un referente constructivo de este tipo de equipos para personal de estudiantes y otras personas que vayan a realizar trabajos de similar característica.

### **5.5 MARCO TEÓRICO**

#### **5.5.1 Soldadura**

Se conoce como proceso de soldadura a la unión rígida de dos o más materiales sólidos sin la utilización de un elemento mecánico adicional. Este proceso puede llevarse a cabo con o sin temperatura, con o sin fusión, con o sin material de aporte, etc.

## Oxicorte

Es un grupo de procesos térmicos de corte usados para separar o remover metales por medio de la reacción química del oxígeno con el metal a temperatura elevada.

### **5.5.2 Templadores**

Son dispositivos que son sometidos a soportar grandes tensiones debido a que como su nombre lo indica templan a la cadena que sujetan soportando el peso del accesorio que quieren sujetar.



**Figura № 5.1:** Templador de 1/2".

### **5.5.3 Grilletes en forma de U**

Los grilletes son fabricados bajo las Especificaciones Federales y su galvanizado se hace bajo las normas ASTM. Todos los grilletes están marcados sobre relieve, con su medida y con su carga de trabajo en toneladas.



**Figura № 5.2:** Grillete de 3/4".

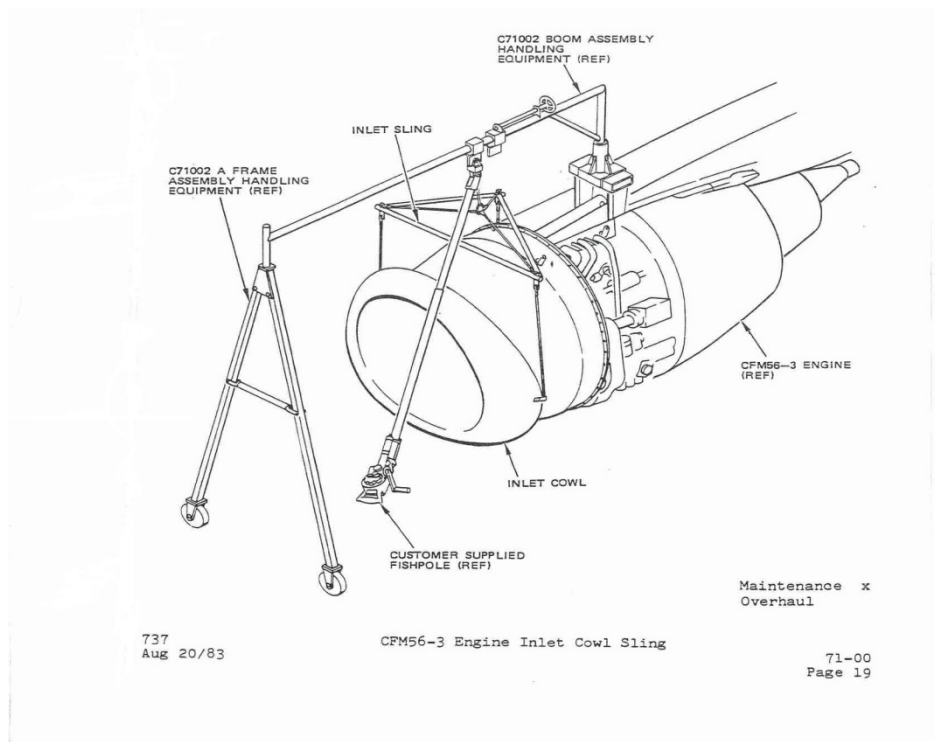
### **5.5.4 Gancho Loco**

Son dispositivos de seguridad contra desenganches accidentales y que presenten todas las características de una buena resistencia mecánica.

## 5.6 Tipos de Eslingas de Izado:

- **Eslinga de Izado para los Cobertores de las entradas del Motor:**

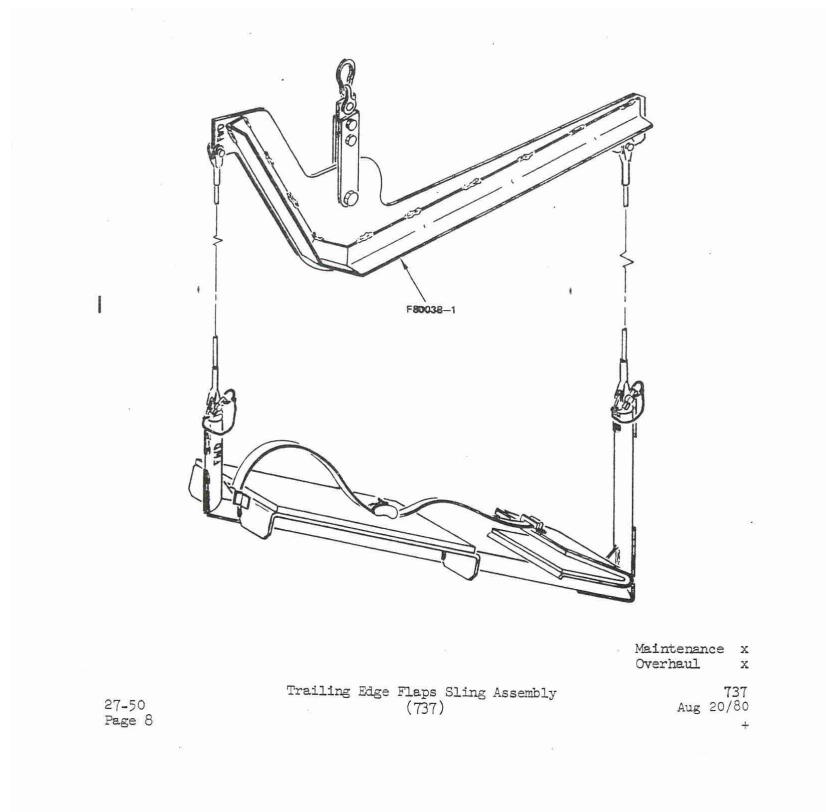
De acuerdo al manual de herramientas y equipos la eslinga de izado fue diseñada para la remoción e instalación de cobertores de las entradas del motor, consiste en un triángulo tubular de acero soldado con seis cables ensamblados en la eslinga, adaptados con las seguridades necesarias para que los técnicos realicen los trabajos de una forma segura.



**Figura Nº 5.3:** Eslinga de Izado de los Cobertores de las entradas del Motor.

- **Eslinga de Izado para el traslado de las Aletas del borde de Salida de las Alas:**

De acuerdo al manual de herramientas y equipos esta eslinga fue diseñada para la remoción e instalación de las aletas del borde de salida de las alas y consiste en un separador de ensamble, tubería de ensamble, perno de ensamble, dos cables y una correa. Que beneficia al personal técnico para los trabajos antes mencionados y los ejecuten de una manera segura, ergonómica, eficaz.

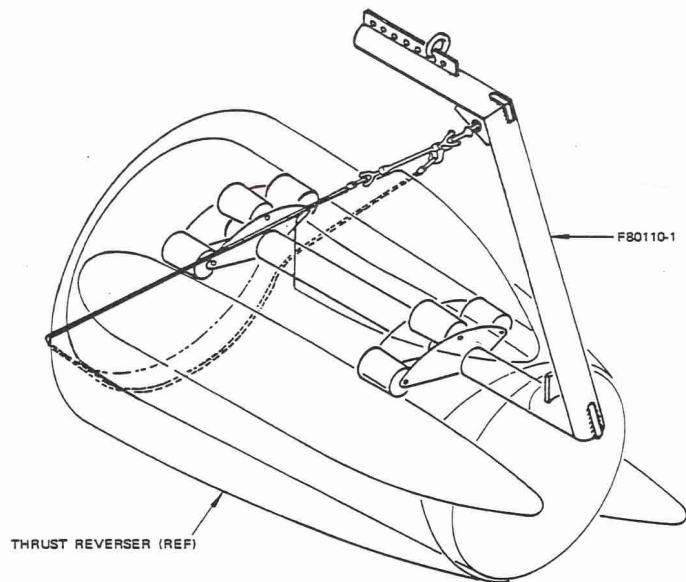


**Figura No 5.4:** Eslinga de izado para el traslado de las Aletas del borde de Salida de las Alas:

- **Sling Assembly- Thrust Reverser**

Este tipo de eslinga de izado se utiliza para la remoción e instalación de la reversa del motor JT8D, consta de un tubo de acero soldado cuya forma es una T, seis rodillos de caucho acoplados que al momento de ejecutar las operaciones mencionadas sujetan a la reversa en la parte superior al momento que esta siendo izada, un cable recubierto que envuelve a la reversa por medio de un gancho que se encuentra acoplado en uno de los refuerzos de la eslinga, un templador que inmoviliza el otro extremo del cable; este equipo proporciona a los técnicos realizar los trabajos pertinentes de forma segura y ergonómica.

The snackle can be moved along the lifting plate to eight different positions depending upon the configuration of the thrust reverser being handled e.g., thrust reverser only, thrust reverser without deflector doors, and thrust reverser and tailpipe without tailpipe fairing.



Maintenance x  
Overhaul x

78-30  
Page 6

Thrust Reverser Installation and Handling Sling Assembly

737  
Feb 20/89

**Figura Nº 5.5:** Sling Assembly – Thrust Reverser

## 5.7 Planteamiento y Estudio de Alternativas

### 5.7.1 Planteamiento de Alternativas.

Presentando algunas alternativas factibles para la construcción se considera los siguientes eslingas de izado.

- Eslinga de izado Triangular con adaptadores para la remoción e instalación de la reversa del Motor JT8D del Avión Boeing 737-200.

- Sling Assembly –Trust Reverser

## **Estudio Técnico**

### **Primera Alternativa**

#### **Eslinga de Izado Triangular con Adaptadores**

La eslinga de izado triangular con adaptadores, consiste en un triángulo tubular de acero soldado con seis cables ensamblados en la eslinga, los tres primeros cables son rígidos y mantiene la estructura triangular, en el punto de intersección, están unidos a otro cable acoplado a un tubo de acero, los tres subsiguientes poseen en sus extremos ganchos. En el motor deben situarse pasadores hallando el centro de gravedad de la reversa los cuales van acoplados a adaptadores de anclaje.

### **Segunda Alternativa**

#### **Sling Assembly –Trust Reverser**

La Sling Assembly –Trust Reverser consta de un tubo de acero soldado cuya forma es una T, seis rodillos de caucho acoplados que al momento de ejecutar las operaciones mencionadas sujetan a la reversa en la parte superior al momento que esta siendo izada, un cable recubierto que envuelve a la reversa por medio de un gancho que se encuentra acoplado en uno de los refuerzos de la eslinga, un templador que inmoviliza el otro extremo del cable. <sup>1</sup>

#### **5.7.2 Estudio de Alternativas**

El estudio de alternativas se lo realiza mediante las características técnicas de las eslingas de izado planteadas, se toma en consideración las ventajas y desventajas de cada una de ellas con la finalidad de precisar el análisis y la selección de la mejor opción.

**Tabla Nº 5.1:** Planteamiento de Alternativas.

ALTERNATIVAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>Eslinga de Izado Triangular con Adaptadores</b>	Fácil operación	Mayores elementos de protección y seguridad
	Fácil mantenimiento	Dificultad en la construcción
	Accesorio de bajo peso	Alto costo de adquisición
		Dificultad en la operación
<b>Sling Assembly –Trust Reverser</b>	Facil construcción	Costo de Adquisición Bajo
	Facil operación	
	Fácil mantenimiento	
	Accesorio de bajo peso	
	Bajo costo de adquisición	

**Fuente:** Investigación de Campo.

**Elaborado por:** Srta. Paulina Iturralde.

### 5.7.3 Parámetros de Evaluación

Los parámetros de evaluación se realizan, tomando en consideración las ventajas y desventajas de las alternativas existentes y la selección se la ejecuta con la opción que tenga mayor calificación.

Son tres los factores en que se dividen los parámetros de evaluación y son: (mecánico, económico, complementario).

1 Traducción del Manual de herramientas y equipos Pag 6.

#### **Factor Mecánico**

- Construcción.
- Facilidad de operación y control.
- Mantenimiento.
- Material.
- Operación.

#### **Factor económico**

- Costo de fabricación.

#### **Factor complementario**

- Tamaño.

- Forma.

A continuación se describen cada uno de los parámetros.

### **Factor Mecánico**

- **Construcción:** Se cimienta en las características técnicas del material utilizado en la estructura y construcción, al mismo tiempo que las piezas que lo conforman, todo el conjunto deberá fabricarse con tolerancia de construcción para obtener buenos resultados tanto en la maniobrabilidad como en su funcionamiento.
- **Facilidad de operación y control:** La operatividad y control de la eslinga de izado tiene como finalidad facilitar las operaciones de remoción, instalación y mantenimiento de la reversa del motor minimizando el esfuerzo realizado por los técnicos.
- **Mantenimiento:** Todo mantenimiento realizado a cualquier equipo es de vital importancia ya que se preserva la vida útil del componente en este caso de la eslinga de izado, conservándolo en condiciones estándar de operación.
- **Material:** El material recomendable para la construcción óptima de la eslinga de izado debe poseer propiedades como son: maniobrabilidad, resistencia a la deformación, además de su fácil adquisición.
- **Operación:** Se define como el funcionamiento de la eslinga de izado y la facilidad con que se puede realizar las operaciones de remoción e instalación de la reversa.



## Factor Económico

- **Costo de Fabricación:** Este es un parámetro de gran importancia ya que la accesibilidad de compra de los materiales, a ser utilizados, para la construcción de la eslinga de izado, deben ser económicos además de contar con las propiedades requeridas.

## Factor complementario

- **Tamaño:** Hace referencia al espacio que ocupa el equipo.
- **Forma:** Se fundamenta en la estética de cada uno de los dispositivos que forman parte de la eslinga de izado.

### 5.7.4 Matriz de Evaluación y Decisión

La matriz de evaluación y decisión consta de un cuadro, en el cual se elige la mejor alternativa en función de las ventajas y desventajas, se evalúa cada parámetro y la opción que obtenga el valor más alto será seleccionada para ser construida, los valores que deben tener cada alternativa tienen un rango entre cero y uno.

La asignación de los valores X dependerá de la importancia del parámetro y su valor de ponderación estará entre:

$$0 < X \leq 1 \quad (\text{Ec. 5.1})$$

En función de las ventajas y desventajas que presentan las alternativas, se evaluó cada parámetro y la alternativa que obtenga el valor más alto en la calificación de parámetros de evaluación y decisión será la seleccionada para ser construida.

Las alternativas también tendrán una calificación entre cero y uno. acerca de las dos alternativas planteadas para la construcción de la eslinga de izado para remoción e instalación de la reversa del motor JT8D del avión 737-200.

**Tabla N° 5.2:** Matriz de evaluación y decisión.

PARAMETRO DE EVALUACIÓN	F. POND X	ALTERNATIVAS			
		1	1xi	2	2xi
➤ Construcción.	0.2	3	0.60	4	0.80
➤ Facilidad de operación y control.	0.05	3	0.15	4	0.20
➤ Mantenimiento.	0.05	4	0.20	5	0.25
➤ Material.	0.2	2	0.40	5	1.00
➤ Operación.	0.1	5	0.50	5	0.50
➤ Costo de fabricación.	0.2	3	0.60	5	1.00
➤ Tamaño.	0.05	4	0.20	3	0.15
➤ Forma.	0.1	4	0.40	5	0.50
<b>TOTAL</b>	1.0		3.05		4.45

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Srta. Paulina Iturralde.

### 5.7.5 Selección de la Mejor Alternativa

En base a los resultados obtenidos en la matriz de evaluación y decisión, se determina, que la segunda alternativa es la que posee mejores características tanto técnicas como económicas para la construcción de la eslinga de izado.

## 5.8 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

Los requerimientos técnicos son los siguientes:

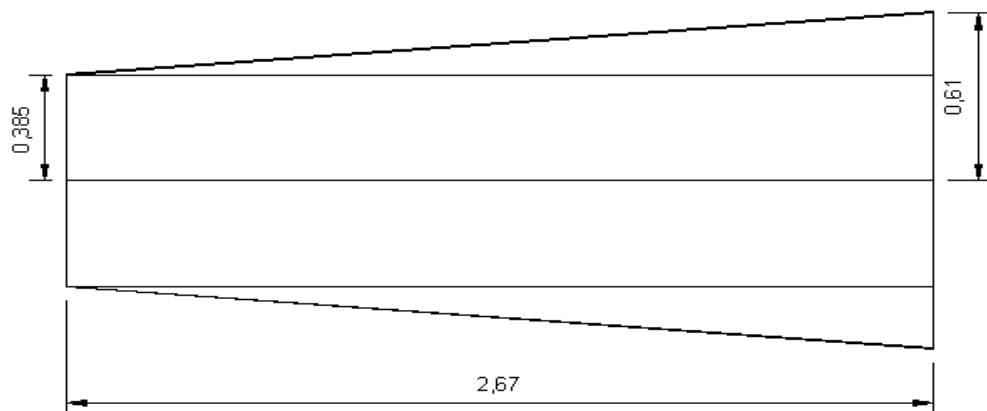
- La seguridad que debe ofrecer la eslinga de izado para la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200 al ser sometida a operaciones como son la remoción e instalación por parte del técnico.
- El soportar el peso de la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200 que es de 392 lb.

## 5.9 CÁLCULOS BÁSICOS

### 5.9.1 Centro de gravedad

- Centro de gravedad de la reversa.

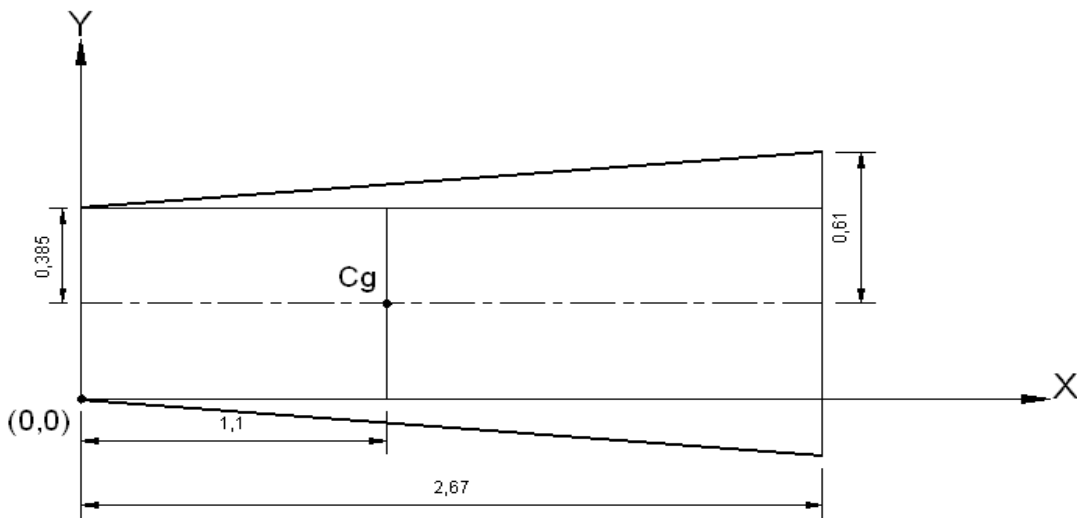
En el manual de mantenimiento que se encuentra reposando en el taller del CEMA se encontró que el peso de la reversa es aproximadamente de 392 lb.



**Figura Nº 5.6:** Dimensiones de la reversa.

**Tabla N° 5.3:** Centro de gravedad de la Reversa.

FIGURA	ÁREA $m^2$	$\bar{x}$	$A\bar{x}$
Triángulo	0,30	1,78	0,53
Cuadrado	2,08	1,34	2,79
	2,68		2,96



**Figura N° 5.7:** Centro de gravedad de la reversa.

$$\bar{x} = \frac{\sum A \bar{x}}{\sum A} \quad (\text{Ec. 5.2})$$

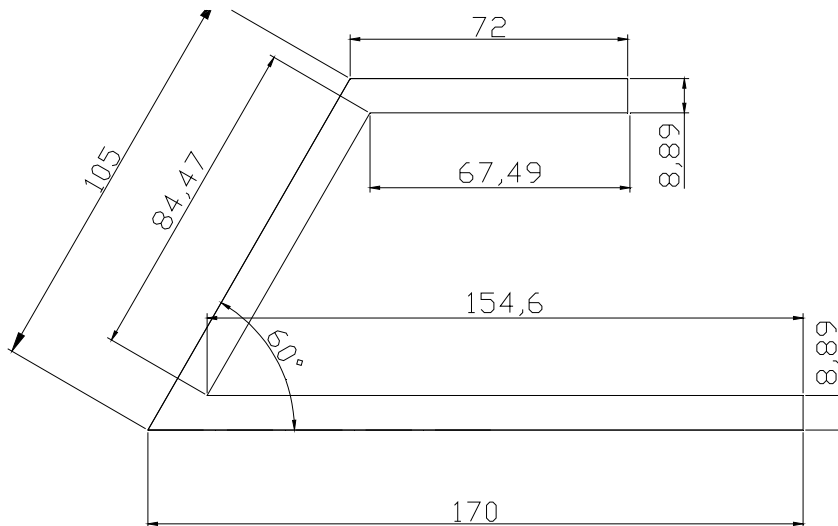
$$\bar{x} = \frac{2,96}{2,68}$$

$$\bar{x} = 1,10 \text{ m}$$

- Cálculo de fuerzas y Momentos de la Eslinga de Izado

Para poder tener una idea clara y construir la eslinga de izado se realizó un estudio técnico de la forma geométrica y dimensiones de la reversa,

instituyéndose la configuración de la figura Nº 5.6 y, en base a las características del material a utilizarse se determinó que el peso aproximado de la eslinga de izado es de 50.722. kgf.



**Figura Nº 5.8:** Dimensiones del la Eslinga de Izado.

**Tabla Nº 5.4:** Cálculo del centro de gravedad

Nº	FIGURA	A (m <sup>2</sup> )	$\bar{x}$	A $\bar{x}$	$\bar{y}$	A $\bar{y}$
1	Rectángulo	1.581	0.85	1.344	0.465	0.735
2	Rectángulo	0,463	1.386	-0.641	0.359	-0.169
3	Rectángulo	0.505	0.83	-0.419	0.472	-0.238
4	Triángulo	-0.164	0.356	-0.058	0.344	-0.056
5	Triángulo	-0.244	0.175	-0.0427	0.62	-0.151
		<b>0.205</b>		<b>0.138</b>		<b>0.121</b>

El centro de gravedad de la eslinga de izado se la realizó utilizando las dimensiones expuestas en la figura № 5.6 y empleando las siguientes ecuaciones:

$$\bar{x} = \frac{\sum A_i x_i}{\sum A_i} \quad (\text{Ec. 5.3})$$

$$\bar{x} = \frac{0.183}{0.205}$$

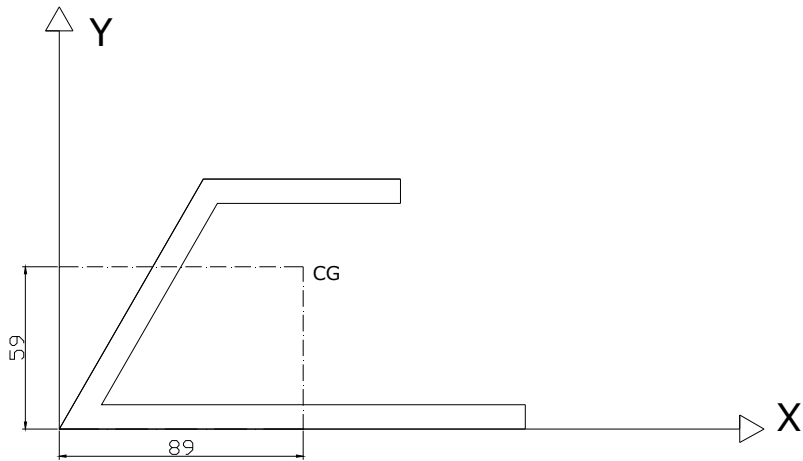
$$\bar{x} = 0.89m$$

$$\bar{y} = \frac{\sum A_i y_i}{\sum y_i} \quad (\text{Ec. 5.4})$$

$$\bar{y} = \frac{0.121}{0.205}$$

$$\bar{y} = 0.59m$$

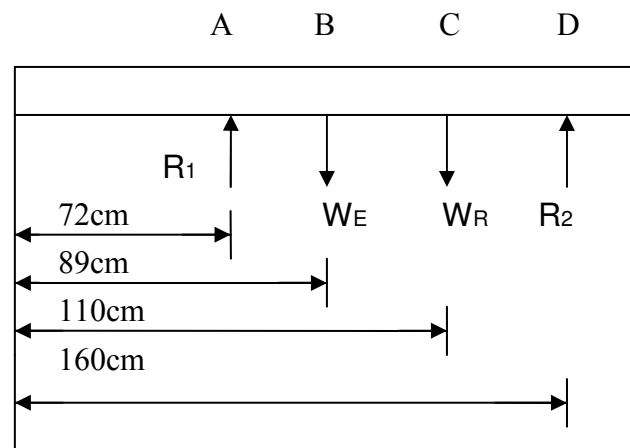
El centro de gravedad de la eslinga de izado se encuentra ubicada en las coordenadas Cg (0.89; 0.59; 0) m.



**Figura № 5.9:** Ubicación del centro de gravedad.

### 5.9.2 Cálculo de Fuerzas y momentos de la Eslinga de Izado

Asumiendo que la base de la eslinga se encuentra en Cantiliver



**Figura № 5.10:** Distribución de fuerzas.

$$\sum F_Y = 0 \quad (\text{Ec.5.5})$$

$$R_1 + R_2 = W_E + W_R$$

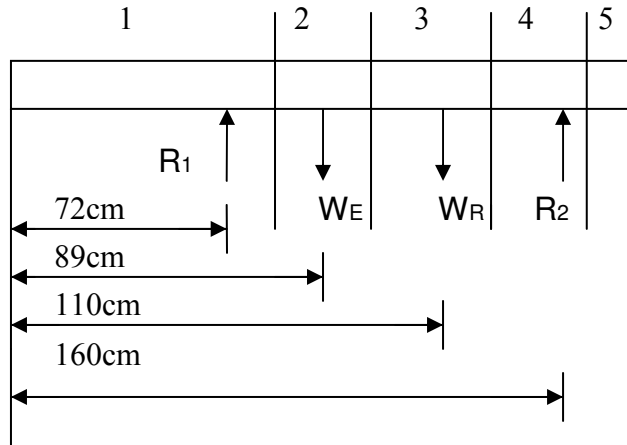
$$R_1 + R_2 = 546 \text{lbft.}$$

$$\sum M_A = 0 \quad (\text{Ec.5.6})$$

$$R_2(88) = W_E(17) + W_R(38)$$

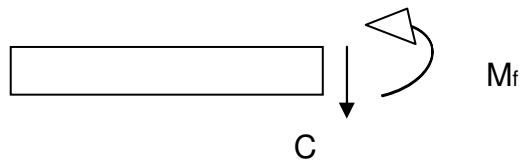
$$R_2 = 199.02$$

$$R_1 = 546 - 199.02 = 346.98 \text{ lbf.}$$



**Figura № 5.11:** Distribución de fuerzas por Secciones.

Sección 1 - 1 ( $0 \text{ cm} \leq x \leq 72 \text{ cm}$ )



**Figura № 5.12:** Sección 1-1

$$\sum F_v = 0$$

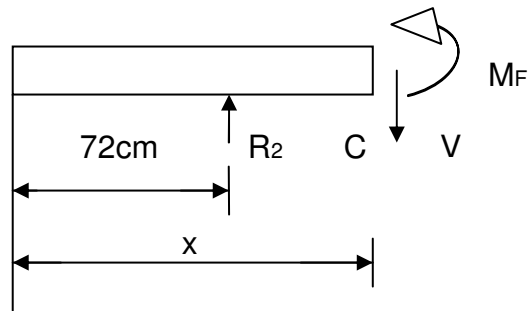
$$V = 0$$

$$\sum M_C = 0$$

$$M_F = 0$$



Sección 2 - 2 ( $72\text{cm} \leq x \leq 89\text{cm}$ )



**Figura № 5.13:** Sección 2 - 2

$$\sum F_V = 0$$

$$R_1 = V$$

$$V = 346.98\text{Lbf.}$$

$$\sum M_C = 0$$

$$M = R_1 x(x - 72)$$

$$x = 72$$

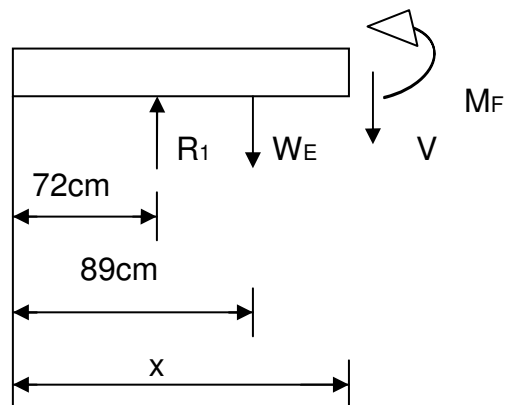
$$M = 0$$

$$x = 89$$

$$M = 346.98 \times 17$$

$$M = 5898.6\text{Lbf.cm}$$

Sección 3 - 3 ( $89\text{cm} \leq x \leq 110\text{cm}$ )



**Figura № 5.14:** Sección 3 - 3.

$$\sum F_V = 0$$

$$W_E + V = R_1$$

$$V = R_1 - W_E$$

$$V = 346.98 - 154$$

$$V = 192.98\text{Lbf.}$$

$$\sum M_C = 0$$

$$M + W_E(X - 89) = R_1(72)$$

$$M = R_1(X - 72) - W_E(X - 89)$$

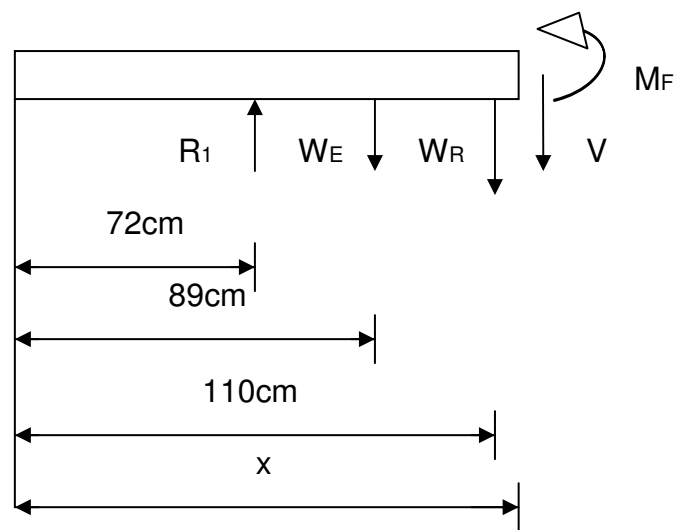
$$x = 89$$

$$M = R_1(89 - 72) - W_E(89 - 89)$$

$$M = 346.98(110 - 72) - 154(110 - 89)$$

$$M = 9951.24 \text{Lbf.cm}$$

Sección 4 - 4 ( $110\text{cm} \leq x \leq 160\text{cm}$ )



**Figura No 5.15:** Sección 4 - 4

$$\sum F_V = 0$$

$$R_1 - W_E - W_R - V = 0$$

$$V = R_1 - W_E - W_R$$

$$V = 346.98 - 154 - 392$$

$$V = -199.02 \text{Lbf.}$$

$$\sum M_C = 0$$

$$M = R_1(X - 72) - W_E(X - 89) - W_R(X - 110)$$

$$x = 110$$

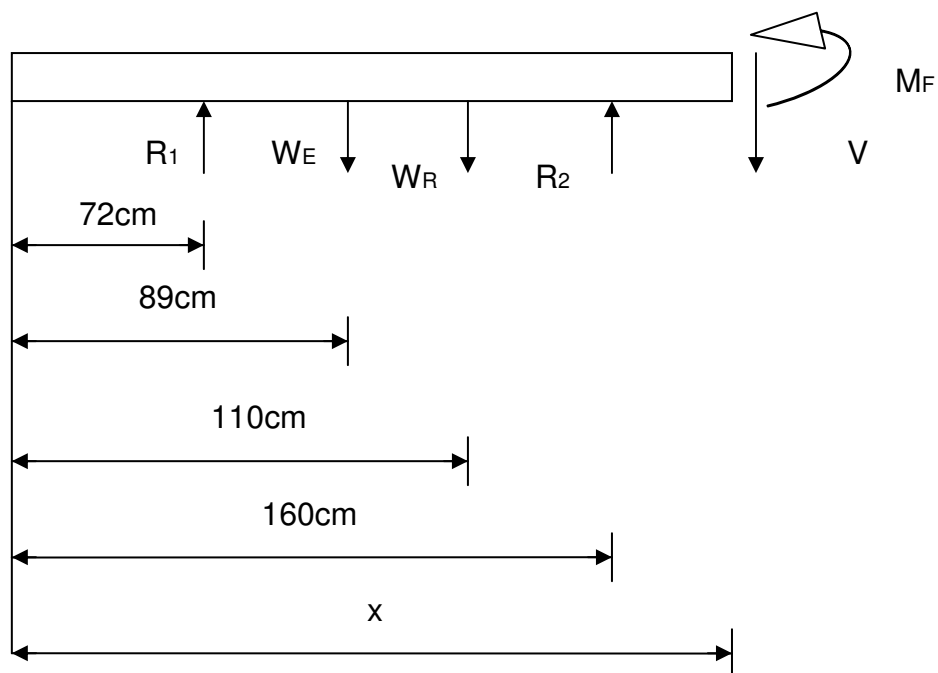
$$M = 346.98(38) - 154(21) = 9951.24 \text{Lbf.cm}$$

$$x = 160$$

$$M = 346.98(88) - 154(71) - 392(50) = 0.24$$

$$M \cong 0$$

Sección 5-5 ( $160 \text{cm} \leq x \leq 170 \text{cm}$ )



**Figura № 5.16:** Sección 5 – 5.

$$\sum F = 0$$

$$R_1 - W_E - W_R + R_2 = V$$

$$V = 346.98 - 154 - 392 + 199.02$$

$$V = 0$$

$$\sum M_C = 0$$

$$-R_1(x - 72) + W_E(x - 89) + W_R(x - 110) - R_2(x - 160) + M = 0$$

$$M = R_1(x - 72) - W_E(x - 89) + W_R(x - 110) - R_2(x - 160)$$

$$x = 160$$

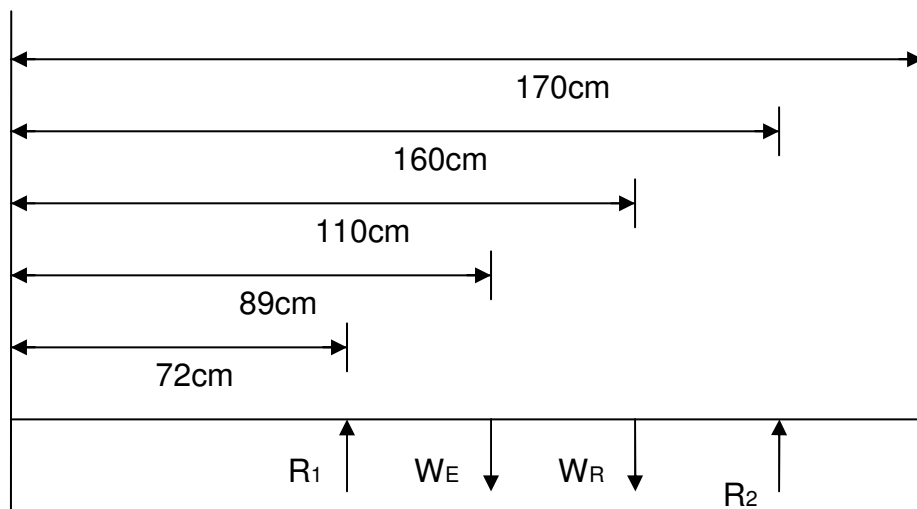
$$M = R_1(x - 72) - W_E(x - 89) + W_R(x - 110) - R_2(x - 160) = 0.24$$

$$M =$$

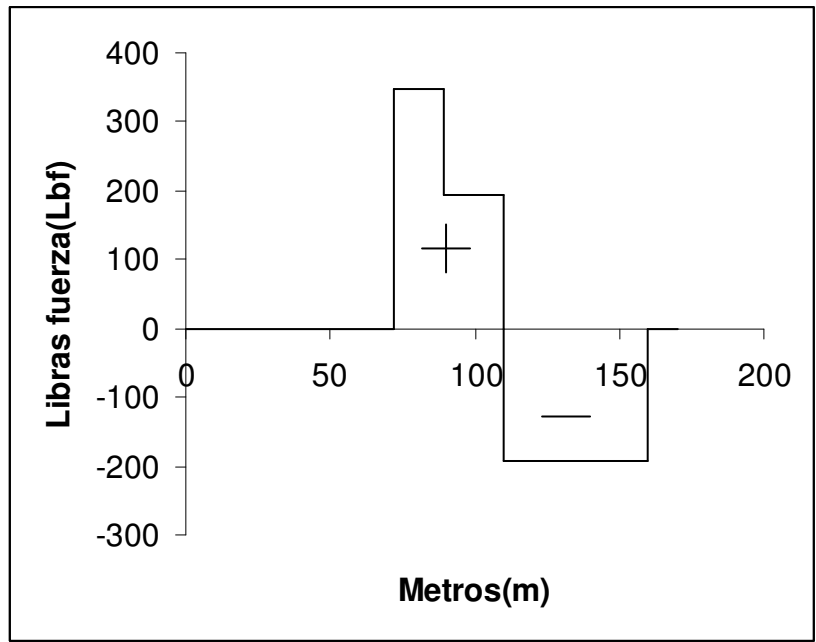
$$M \cong 0$$

$$x = 170$$

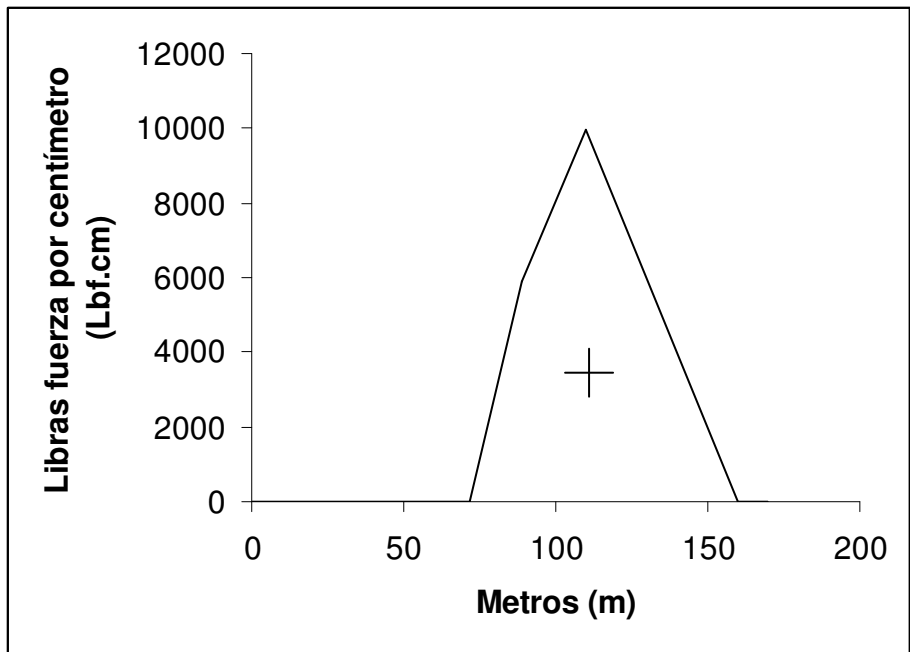
$$M = 346(170 - 72) - 154(170 - 89) - 392(170 - 110) = -1990 \text{Lbf.cm}$$



**Figura № 5.17:** Diagrama de Cargas.



**Figura № 5.18:** Diagrama de Fuerzas Cortantes.



**Figura № 5.19:** Diagrama de Momento Flector.

El momento flector máximo de la eslinga de izado es de 9951.24 Lbf.cm y se muestra en la parte más alta de la gráfica anterior

- Cálculo del esfuerzo del Material.

$$\sigma_{cal} = \frac{Mf_{m\acute{a}x}}{W} \quad (\text{Ec. 5.9})$$

Donde:

- $\sigma$  es el esfuerzo.
- $Mf_{m\acute{a}x}$  es el momento flector máximo.
- $W$  es el módulo sección ( $cm^2$ ).

$$\sigma_{cal} = \frac{4523.29 \text{kgf.cm}}{0.0312 \text{cm}^3}$$

$$\sigma_{cal} = 144977.24 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{ad} = 1538654.38 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{ad} > \sigma_{cal}$$

Mediante el cálculo realizado se puede verificar que el esfuerzo calculado es menor que el admisible por lo tanto se justifica y acepta la selección del tubo redondo de 3 1/2" x 6mm de espesor.

En la construcción de toda la estructura se utilizó un tubo redondo de 3 1/2" x 6mm de espesor. Una plancha de 1/2" y otra plancha de 5/16"

## **5.10 CONSTRUCCIÓN**

Este tema tiene como objetivo, resumir las consideraciones principales en los procesos de manufactura y ensamble, en la construcción de las partes que conforman la eslinga de izado, considerando tiempo y recursos. La construcción de la eslinga de izado se explica a continuación:

### **5.10.1 Orden de Construcción**

- Estructura Principal.
- Construcción de los refuerzos.
- Construcción de los Platos de Izado.
- Ensamble de la estructura principal con los refuerzos y los platos de izado.
- Pintura y acabado de la eslinga de izado.

La construcción de la eslinga de izado se la realizó en la Mecánica Industrial Hervas localizada en la ciudad de Latacunga, ciudadela Rumipamba se utilizaron las herramientas, máquinas y equipos existentes en dicho taller.

### **Detalles de la construcción de las diferentes partes de la eslinga de izado.**

#### **Estructura Principal**

La estructura principal de la eslinga de izado esta construída con tubo redondo de 3½" y 6mm de espesor, de largo 4m, cuyo material es acero galvanizado, el mismo que fue cortado por oxicorte en tres partes de medidas 1.70m, 1.05m y 85cm, a continuación se cortó los extremos donde se encuentran ubicados los refuerzos, el acoplamiento de las tres secciones del tubo, dando forma a la eslinga de izado, se logró de acuerdo a los grados obtenidos, mediante el uso de escuadras falsas, medidas que fueron obtenidas de la eslinga tipo que se encuentra en el taller del CEMA, luego se procedió a soldar la estructura principal.



**Foto No 5.20:** Estructura principal de la Eslinga de Izado.

### **Construcción de los Refuerzos**

Primeramente se construyó el refuerzo de alce utilizando una plancha de 1/2" se procedió a plasmar las medidas en la plancha y a trazarlas, para cortar mediante oxicorte, se verificó las medidas, en uno de los extremos de la plancha se cortó uno de los extremos a un ángulo de 45 grados, después se realizaron los orificios que posee la estructura que en su totalidad suman 15 esto se lo ejecutó con un taladro de pedestal cuya primera pasada se la realizó con una broca de 1/4", la segunda de 7/16" y la tercera de 1/2", la distancia de separación de un orificio a otro es de 1/2".



**Foto No 5.21:** Refuerzo de Realce.



Se procedió a construir el refuerzo superior utilizando una plancha de 1/2", se procedió a plasmar las medidas en la plancha y a trazarlas, para cortar mediante oxicorte, en la esquina que se encuentra ubicada en la parte superior de abajo del tubo se realizó un orificio de 3/4 "de diámetro y se ejecutó el mismo procedimiento que se efectuó con el refuerzo de realce.



**Foto Nº 5.22:** Refuerzo Superior.

A continuación se construyó el refuerzo inferior, al igual que los demás refuerzos, como material se utilizó una plancha de 1/2", se procedió a plasmar las medidas en la plancha y a trazarlas, para cortar mediante oxicorte.

### **Construcción de los Platos de Izado**

Se construyó los platos de izado interiores, como material se utilizó una plancha de 5/16", se procedió a plasmar las medidas en la plancha y a trazarlas, para cortar mediante oxicorte, se verificó medidas, esta estructura posee tres orificios donde se encuentran ubicados los cauchos cónicos cada perforación tubo el mismo procedimiento mencionado anteriormente y ubicado en la posición correcta mediante las medidas tomadas en la eslinga tipo encontrada en el CEMA.

A continuación se construyó los platos de izado delanteros ejecutando el mismo procedimiento que se realizó con el plato de izado posterior.



**Foto № 5.23:** Platos de Izado Delanteros.

### **Ensamble de la estructura principal con los refuerzos y los platos de izado**

El ensamble se lo realizó con la utilización de suelda por arco eléctrico uniéndolo así a la estructura principal, con los refuerzos y los platos de izado.



**Foto № 5.24:** Ensamble de la estructura de la Eslinga de Izado.

## **Pintado y acabado de la Eslinga de Izado**

Este proceso se lo realizó al terminar de ensamblar todas las secciones que forman parte de la eslinga, y se utilizó dos tipos de pintura: la primera de fondo plomo anticorrosivo y la segunda pintura amarilla caterpillar, para salvaguardar a la eslinga de izado de la corrosión.



**Foto Nº 5.25:** Pintado de la Eslinga de Izado 1.



**Foto Nº 5.26:** Pintado de la Eslinga de Izado 2.

### 5.10.2 Herramientas, máquinas y equipos

**Tabla № 5.5:** Características técnicas de las herramientas, máquinas y equipos utilizados en la construcción de la eslinga con su respectiva codificación.

MÁQUINA HERRAMIENTA	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO		
		Herra.	Máqui.	Equip.
Máquina eléctrica de soldar	110 V, 220 V		M1	
Moto Soldadora	400 Amp, rotativa		M2	
Taladro de pedestal	115 W, 1725 rpm		M3	
Amoladora	220 V, 6800 rpm			E1

**Fuente:** Investigación de campo.

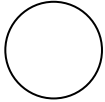
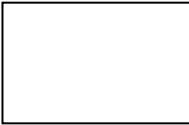
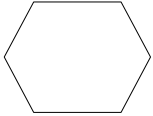
**Elaborado por:** Srta. Paulina Iturralde.

### 5.10.3 Proceso de construcción

#### Simbología

Los diferentes procesos, que se realizaron, para la construcción de la eslinga son representados a través de diagramas y estos a su vez presentan la siguiente simbología.

**Tabla № 5.6:** Simbología.

<b>FIGURA</b>	<b>DETALLE</b>
	Operación
	Inspección o verificación
	Ensamble

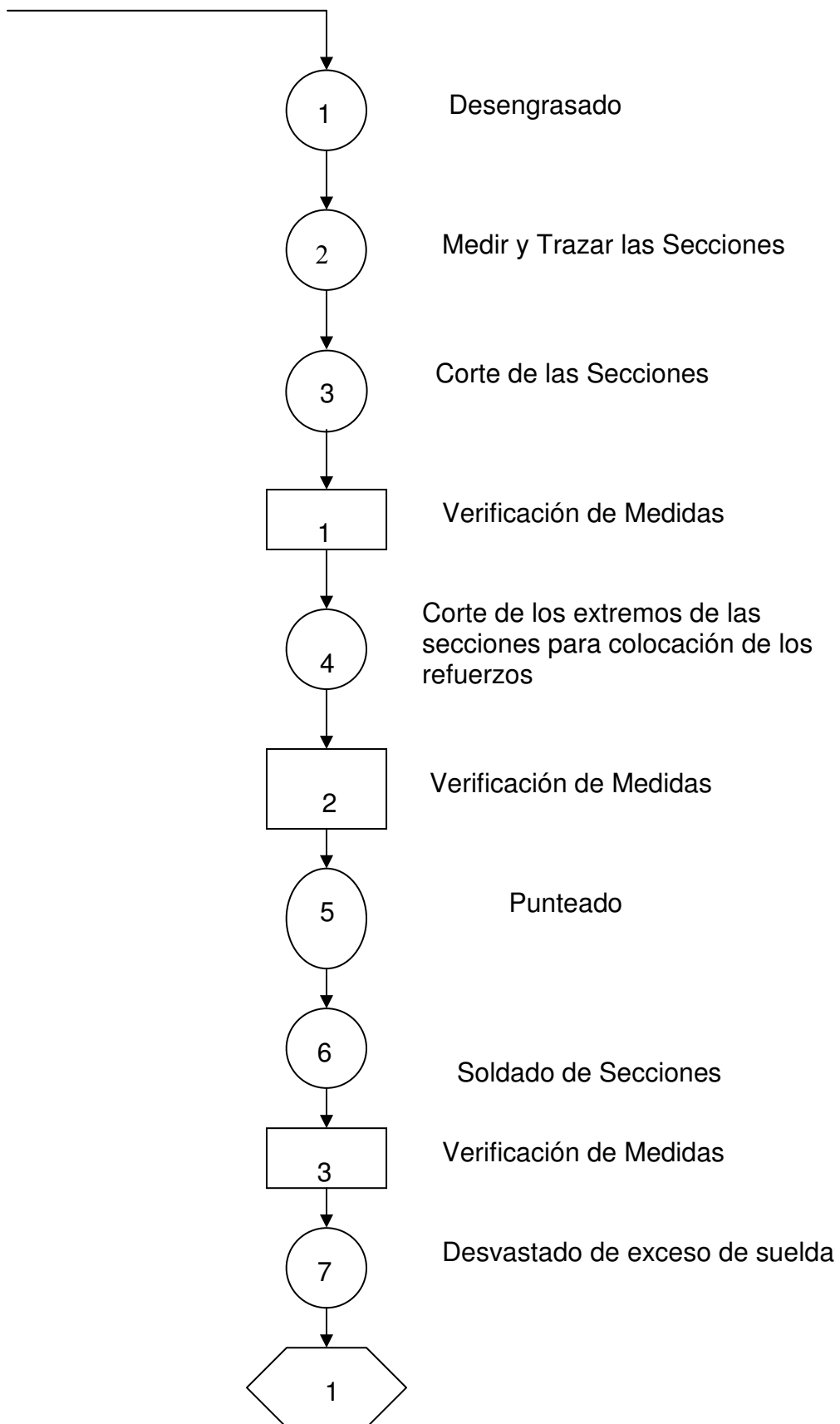
**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Srta. Paulina Iturralde.

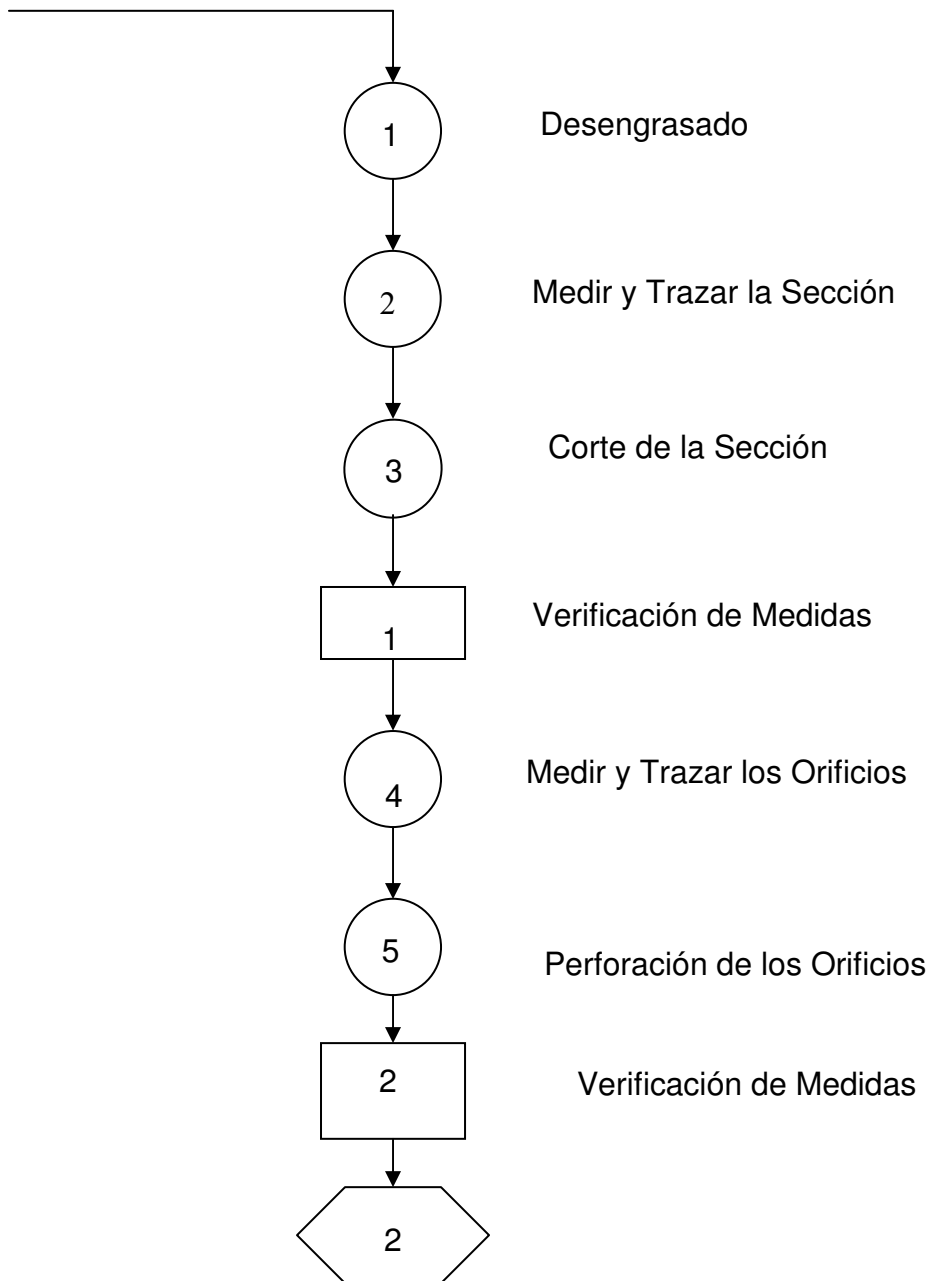
## Diagramas de Procesos

Estructura Principal

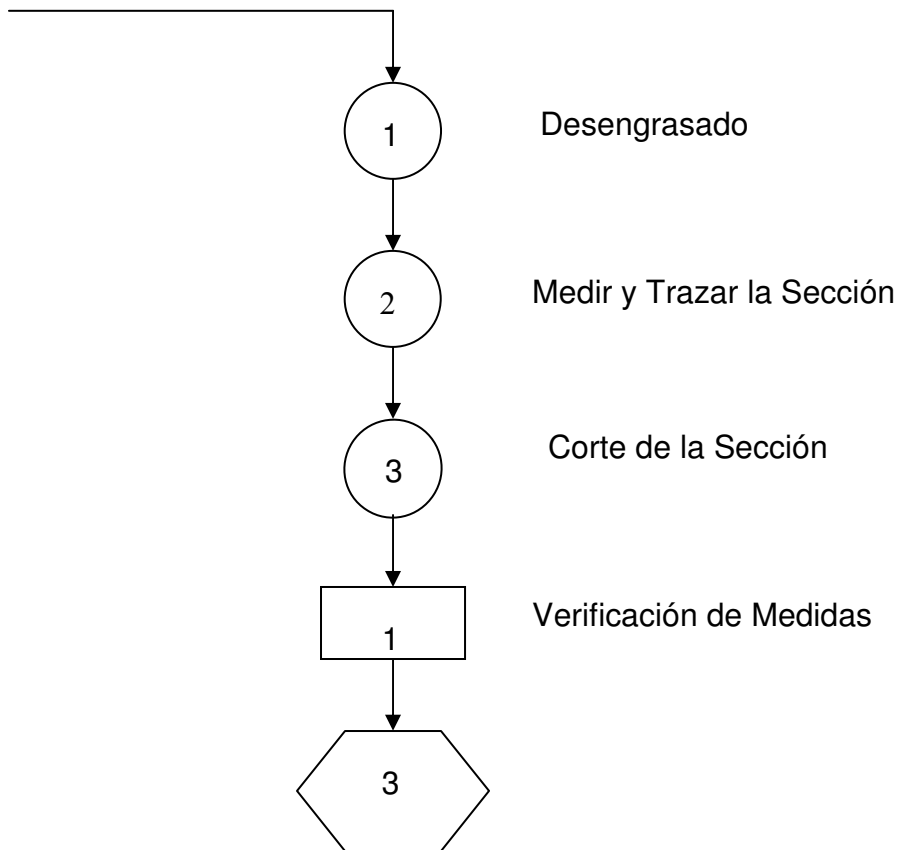
Tubo Redondo de 3 1/2" x 6mm de espesor



Refuerzo de Realce  
Plancha de 1/2"

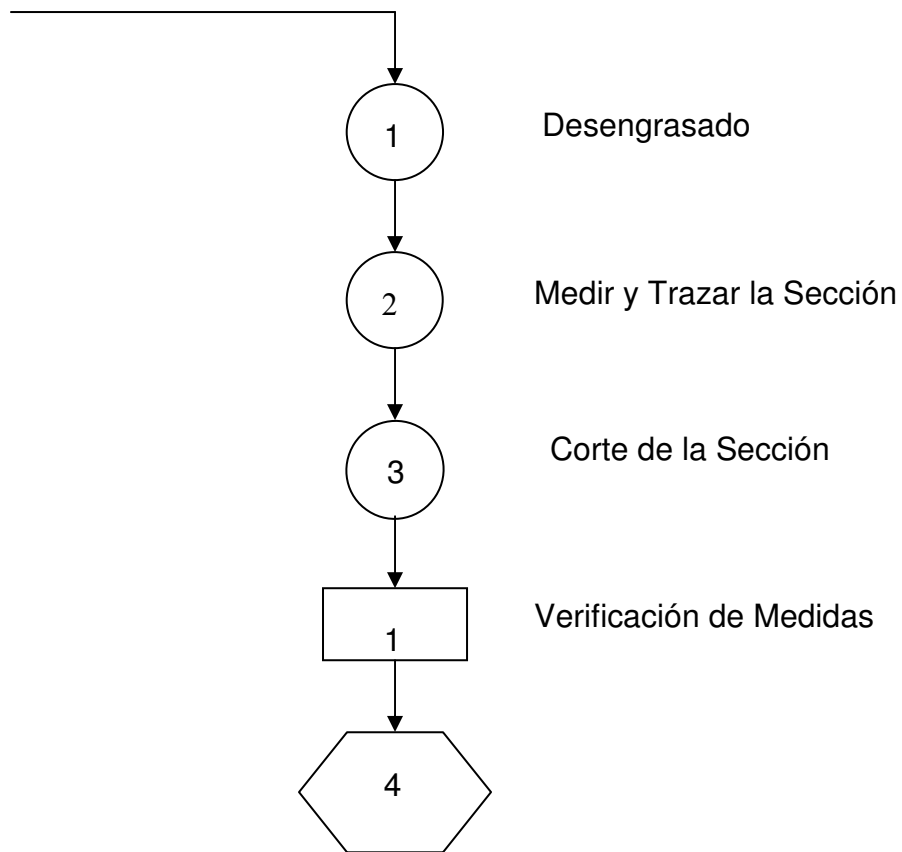


Refuerzo Superior  
Plancha de 1/2"



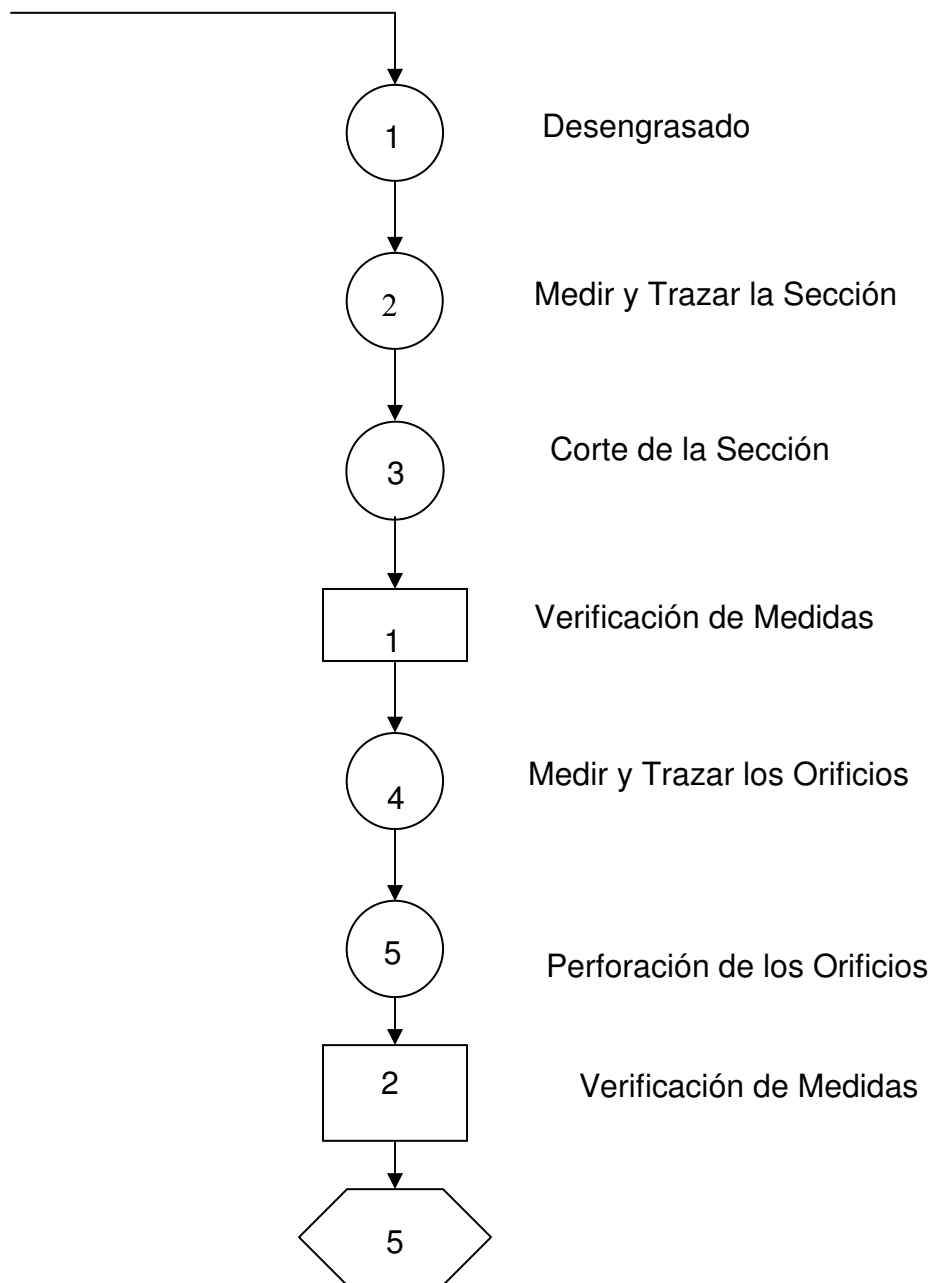


Refuerzo Inferior  
Plancha de 1/2"



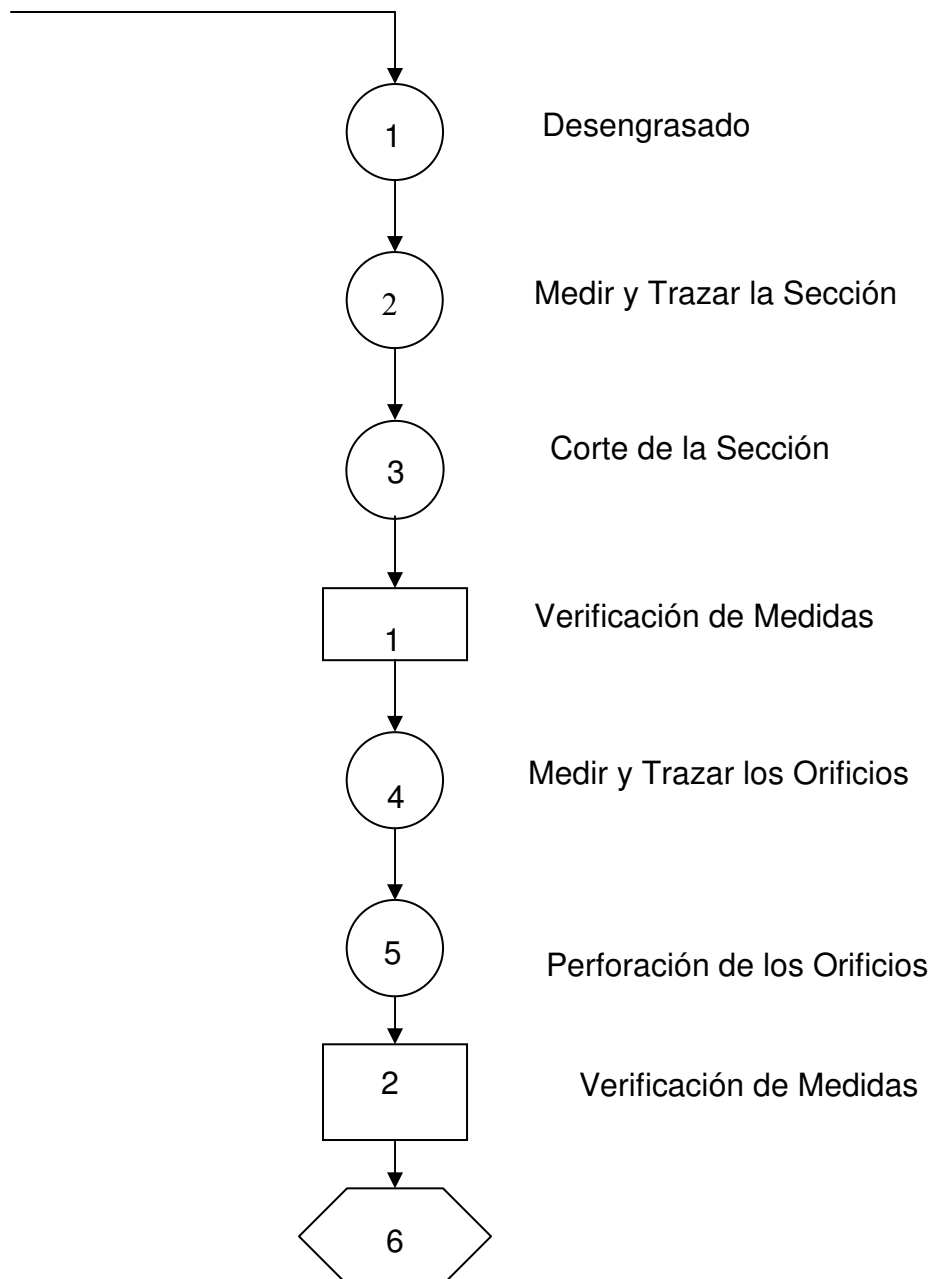
Platos de Izado № 1

Plancha de 5/16" (se realizaron 2 platos de izado para la colocación de los cauchos).

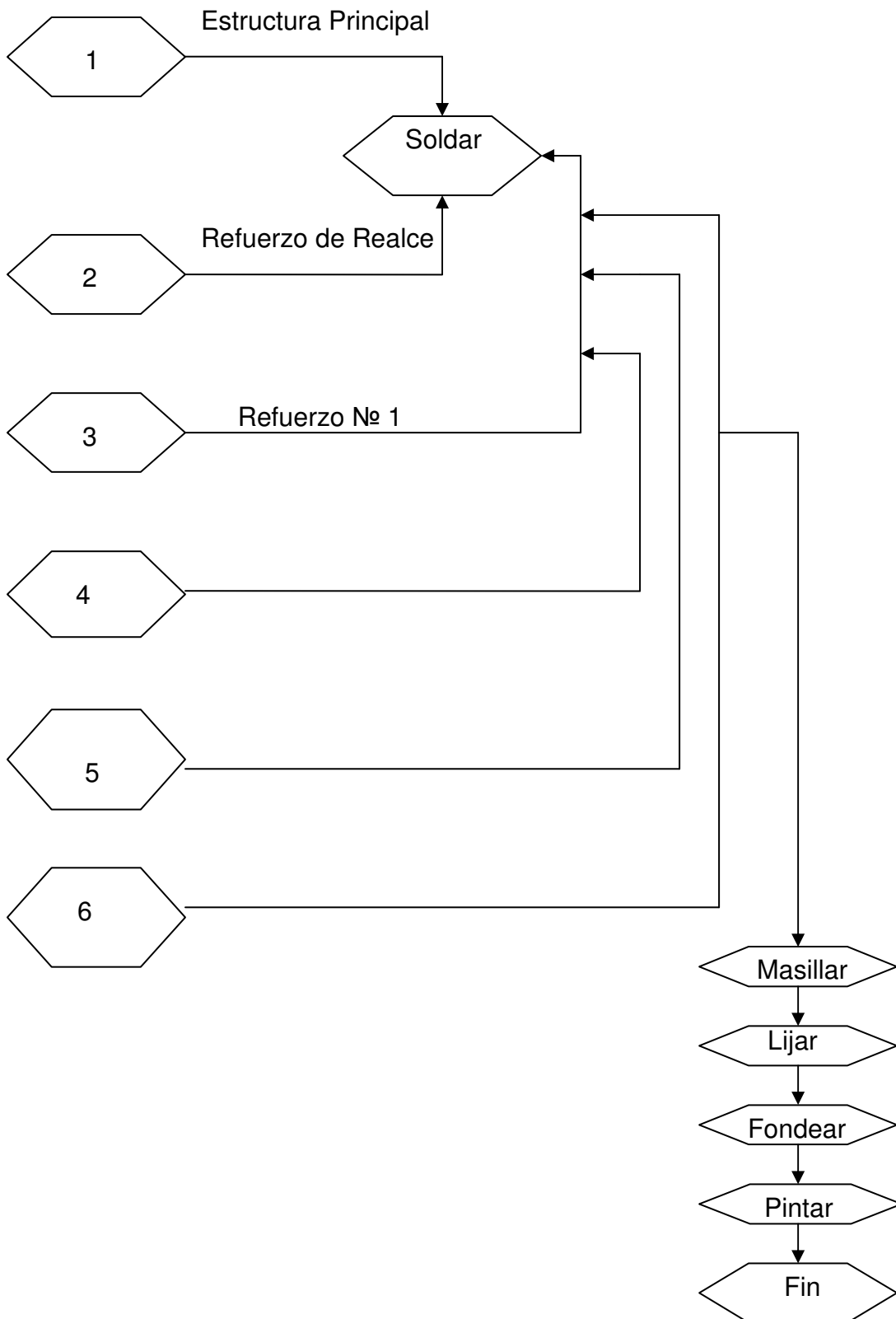


Platos de Izado № 2

Plancha de 5/16" (se realizaron 2 platos de izado para la colocación de los cauchos).



## DIAGRAMA DE EMSAMBLE



### 5.10.4 Tabla de procesos

**Tabla № 5.7:** Tabulación de procesos.

№	PROCESO	CÓD Y TIEMPOS						OBSERVACIONES
		H	T	M	T	E	T	
1	Desengrasado							Se lo realizó con tiñer y guaípe.
2	Medidas y trazos							Se lo realizó con flexo metro.
3	Cortes			M2	2h			Se lo ejecutó con oxicorte
4	Taladrado	H1	2h					Se lo realizo con una Amoladora
5	Soldado			M1	2h	E2	4h	
6	Desbastado del exceso de suelda					E1	1h	
7	Inspecciones y verificación de medidas							Se lo realizó después de cada trabajo

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Srta. Paulina Iturralde.

### 5.10.5 Pruebas de Funcionamiento

Ya finalizada la construcción de la eslinga de izado, se colocó los accesorios y se procede a realizar las pruebas con carga, se instala la eslinga en la reversa, a través de, una grúa pequeña se levanta a la eslinga, esta a su vez eleva a la reversa, se observa que todos las secciones de izado soporten el peso de la reversa y no sufran alguna flexión en los extremos de unión entre la estructura principal y los refuerzos y que cumplan normas como son estabilidad, rigidez y sobre todo seguridad.

**Tabla № 5.8:** Prueba con Carga.

<b>ESTADO DE LAS PARTES DE LA ESLINGA DE IZADO DE LA REVERSA DEL MOTOR JT8D</b>		
<b>Denominación</b>	<b>Cumple</b>	<b>Ensamble óptimo</b>
Estructura Principal	✓	✓
Refuerzo de Alce	✓	✓
Refuerzo Superior	✓	✓
Refuerzo Inferior	✓	✓
Platos de izado Posteriores	✓	✓
Platos de izado Delanteros	✓	✓

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Srta. Paulina Iturralde



**Foto Nº 5.27:** Prueba de la Eslinga de Izado con carga.

## **5.11 MANUALES Y HOJAS DE REGISTRO**

### **Descripción general**

Los manuales realizados a continuación, son aplicables para el correcto y manejo seguro de la eslinga de izado; estos a su vez ayudan a inspeccionar y reparar el equipo de remoción e instalación de la reversa, antes que se produzca alguna falla, con este proceso se alargará la vida útil del equipo y los manuales son:

- Manual de mantenimiento.
- Manual de operación.
- Hojas de registro.


**Tabla Nº 5.9:** Codificación de los manuales.

<b>PROCEDIMEINTOS</b>	<b>CÓDIGO</b>
Manual de mantenimiento	ITSA – EI – M1
Manual de operación	ITSA – EI – M2
Hojas de registro	ITSA – EI - HR


Los formatos de cada manual y hojas de registro, para el mantenimiento, operación, funcionamiento, daños, entre otros; de la eslinga de izado para remoción e instalación de la reversa del motor del avión BOEING 737 – 200 que recibe mantenimiento en el CEMA se describen a continuación.



### 5.11.1 Manual de Mantenimiento

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>		<b>Pág.:</b>
	<b>MANTENIMIENTO DE LA ESLINGA DE IZADO PARA REMOCIÓN E INSTALACIÓN DE LA REVERSA DEL MOTOR JT8D DEL AVIÓN BOEING 737 – 200.</b>		<b>Código:</b> ITSA – EI – M1
	<b>Elaborado por:</b> Srta. Paulina Iturralde.		<b>Revisión N°:</b> 1
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes Dag.	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>
<p><b>1. OBJETIVO</b></p> <p>Los procedimientos para un mantenimiento íntegro de la Eslinga de Izado para remoción e instalación de la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200; deberán ser documentados.</p> <p><b>2. ALCANCE</b></p> <p>La eslinga de izado de la reversa del motor JT8D del avión BOEING737 - 200, debe cumplir con las perspectivas de trabajo en el CEMA.</p> <p><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>Se debe ejecutar una limpieza retirando todas las suciedades de la superficie de la eslinga de izado, que pudieran ocasionar alguna oxidación afectando a la resistencia del equipo.</p> <p><b>4. PROCEDIMIENTO</b></p> <p>Los siguientes mantenimientos deberán ser ejecutados por el técnico delegado.</p> <p><b>4.1. Mantenimiento Quincenal.</b></p> <p>4.1.1 Realizar una inspección visual en los refuerzos de realce como en los refuerzos de unión de la eslinga, verificando la no existencia de fisuras superficiales.</p> <p><b>4.2. Mantenimiento Mensual.</b></p> <p>4.2.1 Revisar que los platos de izado se encuentren en posición vertical con respecto a su posición en la parte inferior de la eslinga y que no posean ninguna flexión.</p> <p>4.2.2 Revisar que los accesorios de la eslinga se encuentren en perfecto funcionamiento.</p> <p><b>4.3. Mantenimiento anual.</b></p> <p>4.3.1 Realizar pruebas de ensayos no destructivos (tintas penetrantes, ultrasonido, corrientes inducidas) así se lo requiera, en el área de refuerzos de la eslinga.</p> <p>4.3.2 Examinar esmeradamente poniendo énfasis en áreas como son refuerzos y la unión entre los platos de izado y la estructura de la eslinga.</p> <p>4.3.3 Limpiar y pintar de color amarillo la eslinga de izado para evitar corrosión y oxidación de dicho equipo.</p> <p><b>Firma del técnico:</b> _____</p>			

## 5.11.2 Manual de Operación

<b>ITSA</b>  	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>		<b>Pág.:</b>
	<b>SEGURIDAD DE LA ESLINGA DE IZADO PARA REMOCIÓN E INSTALACIÓN DE LA REVERSA DEL MOTOR JT8D DEL AVIÓN BOEING 737 – 200.</b>		<b>Código:</b> ITSA – EI– M2
	<b>Elaborado por:</b> Srta. Paulina Iturralde.		<b>Revisión N°:</b> 1
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes Dag.	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>
<p><b>1. OBJETIVO</b></p> <p>Fundamentar los procedimientos de operación de la eslinga de izado para remoción e instalación de la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200.</p> <p><b>2. CÓDIGO DEL EQUIPO:</b> F80110-1</p> <p><b>3. UBICACIÓN DEL EQUIPO:</b> No determinado.</p> <p><b>4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b></p> <p>4.1. Peso: 50.722 kgf</p> <p>4.2. Capacidad máxima de carga: 550 lbf</p> <p>4.3. Tipo de motor: JT8D</p> <p><b>5. NORMAS DE FUNCIONAMIENTO</b></p> <p>5.1 Verificación de que la eslinga de izado se encuentra en perfecto estado de funcionamiento.</p> <p>5.2. Traslado de la eslinga al lugar donde de realizarán las operaciones de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737-200.</p> <p>5.3. Sujetar la eslinga de izado a la pequeña grúa y dirigirla donde se encuentra la reversa del motor.</p> <p>5.4. En el instante que se encuentre la parte inferior de la eslinga dentro de la reversa colocar la cadena envolviendo la reversa para que se encuentre segura y se pueda ejecutar los procesos de remoción e instalación de la reversa del motor.</p> <p>5.5. Con ayuda de la grúa subir la eslinga de izado hasta que los cauchos que se encuentran sujetos a los platos de izado topen con la parte superior de la reversa del motor y realizar las operaciones antes mencionadas.</p> <p><b>Firma del técnico:</b> _____</p>			

### **5.11.3 Hojas de registro**


Las hojas de registro como su nombre lo indican registran todos los desperfectos (fallas) que va adquiriendo la eslinga de izado desde el instante en que empieza a ponerse en funcionamiento y a su vez las hojas de registro son la base fundamental para la organización del trabajo ejecutado.

La hoja de registro se encuentra formada por las partes siguientes:

- Número de Registro
- Número de actividad
- Fecha de Trabajo (inicio, final)
- Trabajo realizado
- Material o repuesto utilizado
- Nombre del técnico o encargado (persona que realiza el trabajo)
- Observaciones
- Firma o rúbrica del técnico o encargado (responsable del trabajo)

En la hoja se indica la última actividad que se ha ejecutado con la eslinga de izado y constituye un apoyo para el personal técnico que ejecuta un cambio de partes, brinda mantenimiento o continúa con el trabajo que no pudo terminar otro operario.



	<b>REGISTRO</b>	<b>Código: ITSA- CT-HR-R1 CT-HR-R1</b>
	<b>Partes y Repuestos</b>	<b>Registro No:</b>

Hoja:.....de.....

<b>Nº</b>	<b>Nombre</b>	<b>Nº DE PARTE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>OBSERVACIONES</b>

.....  
**Responsable**




<b>REGISTRO</b>	<b>Código: ISTA - CT - HR - R2</b>
<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>Registro №:</b>

Hoja:.....de.....

Nº	FECHA		TRABAJO REALIZADO	MATERIAL Y/O REPUESTO UTILIZADO	RESPONSABLE	OBSERVACIONES
	INICIO	FINAL				
	/	/				
	/	/				
	/	/				
	/	/				
	/	/				
	/	/				
	/	/				
	/	/				
	/	/				
	/	/				
	/	/				
	/	/				

.....  
**Responsable**

		<b>REGISTRO</b>	<b>Código: ITSA - CT - HR - R3</b>
		<b>LIBRO DE VIDA - DAÑOS</b>	<b>Registro No:</b>

Hoja.....de.....

No	FECHA	DAÑO PRODUCIDO	CAUSAS DEL DAÑO	ACCIÓN CORECTIVA	OBSERVACIONES
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				

.....  
**Responsable**

## 5.12 Presupuesto

Desarrollada la construcción de la eslinga de izado para la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200 y tomando en cuenta los costos de material, mano de obra y varios, el presupuesto utilizado fue de 1268.60 USD, a continuación se muestran las tablas de los costos:

- Materiales y mano de obra.
- Varios

### Materiales y Mano de Obra.

**Tabla N° 5.10:** Costos materiales y mano de obra.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COST/UNID	VALOR TOT.
Mano de Obra	1	400	400
Tubo redondo de 3 1/2 " x 6mm de espesor	1	180	180
Plancha de Acero de 1/2"	1	70	70
Plancha de Acero de 5/16"	1	70	70
Grillete en U de 1/2"	2	10	20
Grillete en U de 3/4"	1	35	35
Cable de 4.10m de 1/4"	1	50	50
Gancho Giratorio de 1/2"	1	45	45
Templador de 1/2"	1	43	43
Pintura de Fondo	1lit	3,35	3,35
Pintura Amarilla Caterpillar	2lit	3,35	6,7
Tiñer	2lit	3	6
Masilla	1lit	4	4
Superlon	1m	5,55	5,55
<b>Total</b>			<b>938,60USD</b>

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.

**Tabla Nº 5.11:** Costos varios.

Nº	MATERIAL	COSTO
1	Pago de Aranceles Derecho de Grado	120 USD
2	Impresiones e Internet	60 USD
3	Anillados y Empastados	60 USD
4	Transporte y varios	150 USD
<b>TOTAL</b>		<b>330 USD</b>

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.

**Tabla Nº 5.12:** Costo Total.

<b>COSTO TOTAL</b>	
Costo Primario	938,6
Costo Secundario	330
<b>Total</b>	<b>1268,60USD</b>

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaboración:** Srta. Paulina Iturralde.



## **5.13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.13.1 Conclusiones**

- La eslinga de izado para remoción e instalación para la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200, ha sido construida en su totalidad, cumpliendo con las normas establecidas, las necesidades requeridas, basándose en las pruebas de funcionamiento y se encuentra en condiciones estándar de operación.
- El estudio técnico ejecutado previa la construcción de la eslinga de izado permitió plantear, analizar y seleccionar la mejor alternativa a construir, satisfaciendo los requerimientos dimensionales, geométricos y operacionales para la remoción e instalación de la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200, facilitando los trabajos de mantenimiento.
- Los manuales elaborados permiten realizar un correcto mantenimiento de la eslinga de izado e instaurar los parámetros operacionales para su correcto manejo.

### **5.13.2 Recomendaciones**

- Se recomienda realizar las inspecciones de las áreas soldadas a través de ensayos no destructivos.
- No se debe utilizar la eslinga de izado en otro elemento que no sea el respectivo y se debe ejecutar el mantenimiento especificado en el manual correspondiente.
- La movilización del equipo se debe ejecutar con las con las correspondientes medidas de seguridad con ello se evitará algún daño o accidente.

## 5.14 GLOSARIO DE TÉRMINOS

### Términos

**Eficiencia:** Logro de los objetivos previamente establecidos, utilizando un mínimo de recursos. El concepto de eficiencia describe la relación entre dos magnitudes físicas: la producción física de un bien o servicio, y los insumos que se utilizaron para alcanzar ese nivel de producto.

**Aeronavegabilidad:** Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura, de tal manera que:

- a) Cumpla con su certificado Tipo.
- b) Que exista la seguridad o integridad física, incluyendo sus partes, componentes y subsistemas, su capacidad de ejecución y sus características de empleo.
- c) Que la aeronave lleve una operación efectiva en cuanto al uso (corrosión, rotura, pérdida de fluidos, etc.), hasta su próximo mantenimiento.

**Seguridad:** Se define como la ausencia de riesgo o también a la confianza en algo o alguien. Sin embargo, el término puede tomar diversos sentidos según el área o campo a la que haga referencia.

**Eficacia:** Se refiere al grado de cumplimiento de los objetivos planteados, es decir, en qué medida el área, o la institución como un todo, está cumpliendo con sus objetivos, sin considerar necesariamente los recursos asignados para ello. Es posible obtener medidas de eficacia en tanto exista claridad respecto de los objetivos de la institución.

**Cualificar:** Atribuir o apreciar cualidades.

**Cuantificar:** Expresar numéricamente una magnitud.

**Remoción:** Acción de remover, quitar un objeto, pieza de un lugar a otro.

**Instalación:** Acción de poner, agregar un objeto, pieza de una maquina, artefacto o equipo que sea parte del mismo y que cumpla con la funcionalidad adecuada.

**Reversa:** Impulso Negativo, dar marcha atrás.

**Overhaul:** Mantenimiento realizado a cualquier equipo para repararlo y volverlo operativo y se lo ejecuta en un tiempo determinado.

**Eslinga:** Es el elemento intermedio que permite enganchar una carga a un gancho de izado o de tracción.

## **ABREVIATURAS**

**ATA:** Asociación de Transporte Aéreo.

**CEMA:** Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

**DIAF:** Dirección de Industria Aeronáutica FAE.

**ITEL:** Manual de herramientas.

**MM:** Manual de Mantenimiento.

**OHM:** Manual de Overhaul.

**DGAC:** Dirección General de Aviación Civil

**RDAC:** Recopilación de Derecho Aeronáutico Civil.

**FAA:** Federación Aérea Americana.

**NDI:** Ensayos no destructivos.

## 5.17 BIBLIOGRAFÍA

### Libros

- **Popov**, Egor. 1997. Mecánica de Sólidos. Segunda Edición.
- **Bonilla**, Daniela (2008). Proyecto de Grado – ITSA. Construcción de un Soporte para la reversa del motor JT8D de los aviones Boeing 737-200 para el taller de mantenimiento del CEMA.
- Recopilación de Derecho Aeronáutico, marzo 2008

### Manuales

- THE BOEING COMPANY, “737 Illustrated Tool and Equipment List” Rev. 94, Boeing Commercial Aeroplanes Group, enero 2008.
- THE BOEING COMPANY, “737 Maintenance Manual” Rev. 94, Boeing Commercial Aeroplanes Group, enero 2008.

### Internet

- [www.diaf-ecu.com.org](http://www.diaf-ecu.com.org)
- [www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial](http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial)
- [www.tenso.es/productos/eslingas/cable.asp](http://www.tenso.es/productos/eslingas/cable.asp).

**ANEXOS**

## **ANEXO A**

### **INVESTIGACION**

**ANEXO A.1:** Ficha de Observación

**ANEXO A.2:** Ficha de la Encuesta

**ANEXO A.3:** Ficha de la Entrevista.

**ANEXO A.4:** Tabulación de los Resultados en la Encuesta

**ANEXO A.5:** Resultados Estadísticos.

## **ANEXO A.1: Ficha de Observación**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO  
MECANICA AERONÁUTICA – MOTORES  
OBSERVACIÓN REALIZADA EN LOS TALLERES TÉCNICOS DEL CEMA**

### **DATOS INFORMATIVOS:**

**Lugar:** CEMA.  
**Observador:** Srta. Paulina Iturralde.  
**Equipo:** Cámara fotográfica

### **Objetivo:**

Determinar las condiciones en las cuales la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200 es removida e instalada para su mantenimiento.

### **Observaciones:**

En base a una observación de campo realizada en el taller de Mantenimiento Aeronáutico CEMA las operaciones de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200 se las realiza con un equipo alquilado por la empresa debido a que la misma no posee dicho elemento.



## **ANEXO A.2: Ficha de la Encuesta**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO  
MECANICA AERONÁUTICA – MOTORES  
ENCUESTA REALIZADA A LOS TÉCNICOS DE MOTORES Y MANTENIMIENTO  
DEL CEMA**

### **DATOS INFORMATIVOS:**

**Lugar:** CEMA

**Encuestador:** Srta. Paulina Iturralde

**Encuestados:** Supervisores e Inspectores de motores y mantenimiento del Taller de Mantenimiento del CEMA.

**Tipo de Encuesta:** Autoadministrada

### **Objetivo:**

La presente encuesta tiene como objetivo conocer sobre la necesidad que tiene el personal técnico del taller de Mantenimiento CEMA en los trabajos de remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING



737 – 200 que reciben mantenimiento en dicho establecimiento, para poder realizar la implementación de una eslinga de izado, por parte de estudiantes del ITSA.

**Cuestionario:**

1. ¿Conoce cuales son los parámetros técnicos considerados para la remoción e instalación de la reversa?

SI  NO

2. ¿Conoce las características dimensionales y geométricas de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200?

SI  NO

3. ¿Conoce en que casos son necesarios la remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200?

SI  NO

4. ¿Conoce cuanto tiempo se demoran en realizar la remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200 y cuantas personas se requieren para dichas operaciones?

SI  NO

5. ¿Se utiliza una eslinga de izado para la remoción e instalación de la reversa del motor en función del manual de herramientas y equipos?

SI  NO

6. ¿Considera que la eslinga empleada en la actualidad para la remoción e instalación de la reversa cumple con normas de seguridad para realizar los trabajos de una forma eficiente y segura?

SI  NO

7. ¿Conoce si el taller posee una eslinga de propiedad del CEMA para izado de la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200?

SI  NO

8. ¿Considera necesario poseer dentro del Centro de Mantenimiento CEMA una eslinga de izado que sea utilizado para la remoción, instalación de la reversa?

SI

NO

**Gracias**

### **ANEXO A.3:** Ficha de la Entrevista.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO  
MECÀNICA AERONÁUTICA – MOTORES  
ENTREVISTA REALIZADA AL PERSONAL DE INSPECTORES, SUPERVISORES  
DE MANTENIMIENTO Y MOTORES, DEL CEMA.**

**DATOS INFORMATIVOS:**

**Lugar:** CEMA

**Entrevistador:** Srta. Paulina Iturralde

**Entrevistados:** Supervisores e Inspectores de motores y mantenimiento del Taller de Mantenimiento del CEMA.

**Tipo de entrevista:** Cerrada

**Equipo:** Grabadora de voz

**Objetivo:**

La presente entrevista tiene por objetivo conocer los puntos de vista sobre las operaciones, trabajos, herramientas, máquinas y equipos, que se emplean en la remoción, instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200 que reciben mantenimiento en el CEMA, con el propósito de construir e implementar una eslinga de izado .

**Cuestionario:**

1.- ¿Qué herramientas y equipos se deben emplear para la ejecución de los trabajos de remoción, instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200 que reciben mantenimiento en el CEMA?

2.- ¿Considera que los trabajos de remoción, instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200 que reciben mantenimiento en el CEMA, se los realiza bajo normas y estándares de seguridad utilizando las herramientas, máquinas y equipos establecidos en los manuales de mantenimiento y overhaul y de Herramientas y Equipos?

3.- ¿Considera que adquirir el equipo de remoción e instalación Sling Assembly -Thrust Reverser sería más conveniente y económico que construir e implementar un equipo de similares características?

4.- ¿Considera conveniente que el equipo de remoción e instalación de la reversa sea construido e implementado como proyecto de grado por parte de un estudiante del ITSA?

**Gracias**

## **ANEXO A.4:** Tabulación de los Resultados en la Encuesta

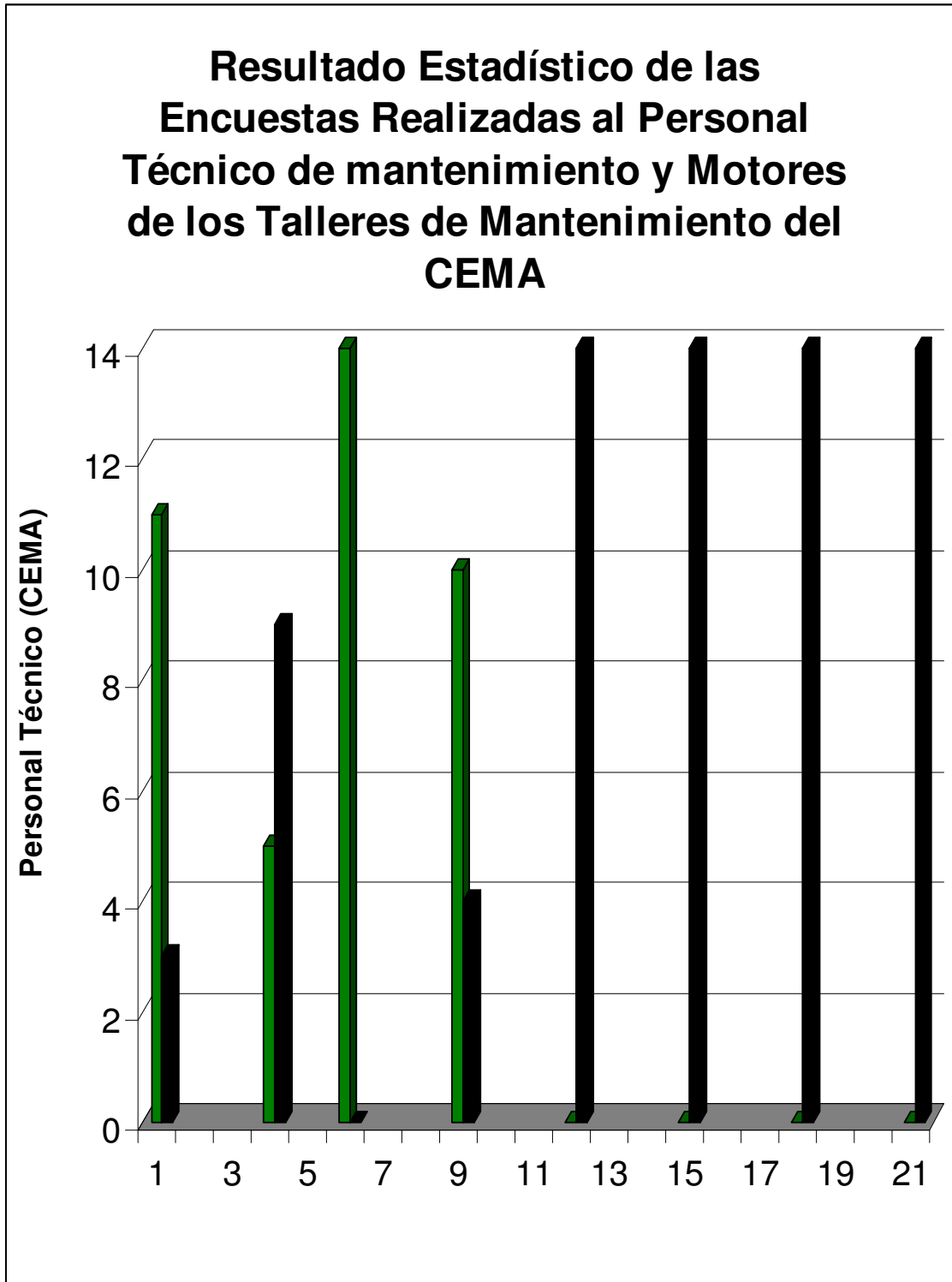
### **Tabulación de las Encuestas Realizadas.**

La tabla presentada a continuación, nos muestra los datos obtenidos en las encuestas (anexo A.2) realizadas al Personal Técnico del CEMA cuya población es de 14 técnicos; 10 de los cuales pertenecen al área de mantenimiento y 4 del área de motores.

N°	PREGUNTA	DISTRACTOR	
		SI	NO
1	¿Conoce cuales son los parámetros técnicos considerados para la remoción e instalación de la reversa?	11	3
2	¿Conoce las características dimensionales y geométricas de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200?	5	9
3	¿Conoce en qué casos son necesarios la remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200?	14	0
4	¿Conoce cuanto tiempo se demoran en realizar la remoción e instalación de la reversa del motor JT8D de los aviones BOEING 737 – 200 y cuantas personas se requieren para dichas operaciones?	10	4
5	¿Se utiliza una eslinga de izado para la remoción e instalación de la reversa del motor en función del manual de herramientas y equipos?	14	0
6	¿Considera que la eslinga empleada en la actualidad para la remoción e instalación de la reversa cumple con normas de seguridad para realizar los trabajos de una forma eficiente y segura?	0	14
7	¿Conoce si el taller posee una eslinga de propiedad del CEMA para izado de la reversa del motor JT8D del avión BOEING 737 – 200?	0	14
8	¿Considera necesario poseer dentro del Centro de Mantenimiento CEMA una eslinga de izado que sea utilizado para la remoción, instalación de la reversa?	14	0

**ANEXO A.5: Resultados Estadísticos.**

**Resultado Estadístico de las Encuestas Realizadas al Personal Técnico de mantenimiento y Motores de los Talleres de Mantenimiento del CEMA**



## **Anexo B**

### **Factibilidad**

**Anexo B.1:** Sling – CFM56-3 Engine Inlet Cowl.

**Anexo B.2:** Sling Assembly – Trailing Edge Flaps.

**Anexo B.3:** Sling Assembly – Thrust Reverser.

**Anexo B.4:** Dimensiones y Propiedades de Tubos Estándar de Acero Americano.



**Anexo B.1: Sling – CFM56-3 Engine Inlet Cowl.**

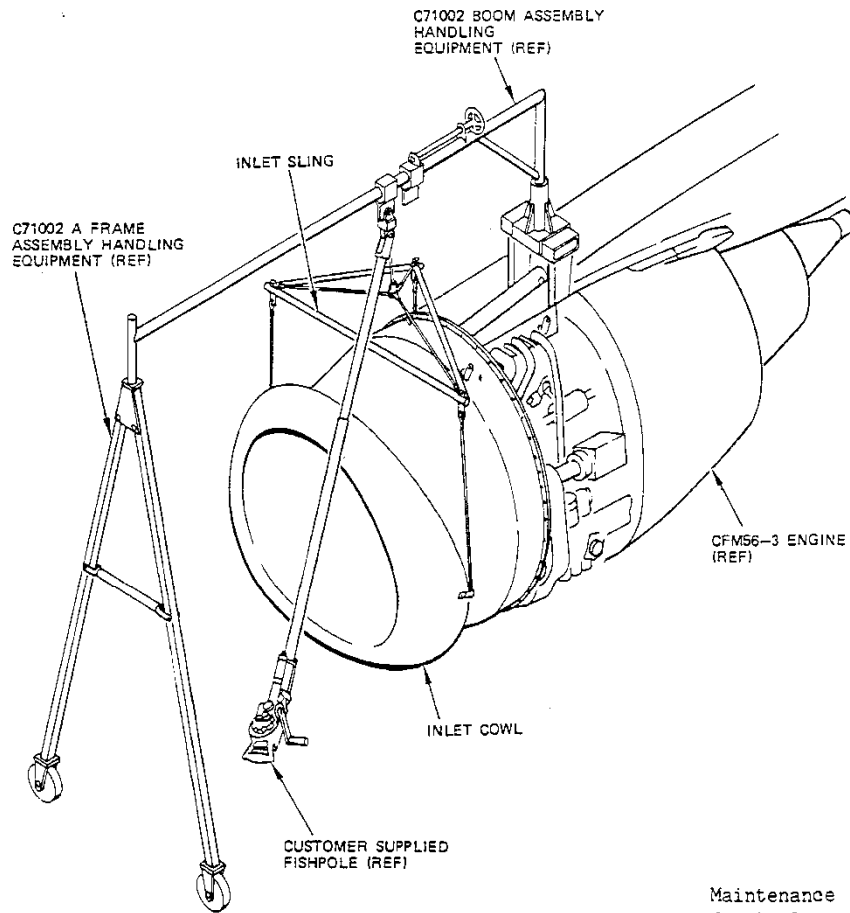


PART NUMBER: C71004-1

Name.....Sling - CFM56-3 Engine Inlet Cowl

Usage.....This tool is used to remove and install the engine inlet cowl. The fishpole hoist and C71002 boom assembly and A-frame assembly are used with the sling to support and maneuver the inlet cowls.

Description.....The sling assembly consists of a triangular steel tubular weldment, six wire rope cable assemblies and associated hardware.



Maintenance x  
Overhaul

737  
Aug 20/83

CFM56-3 Engine Inlet Cowl Sling

71-00  
Page 19

**Anexo B.2: Sling Assembly – Trailing Edge Flaps.**



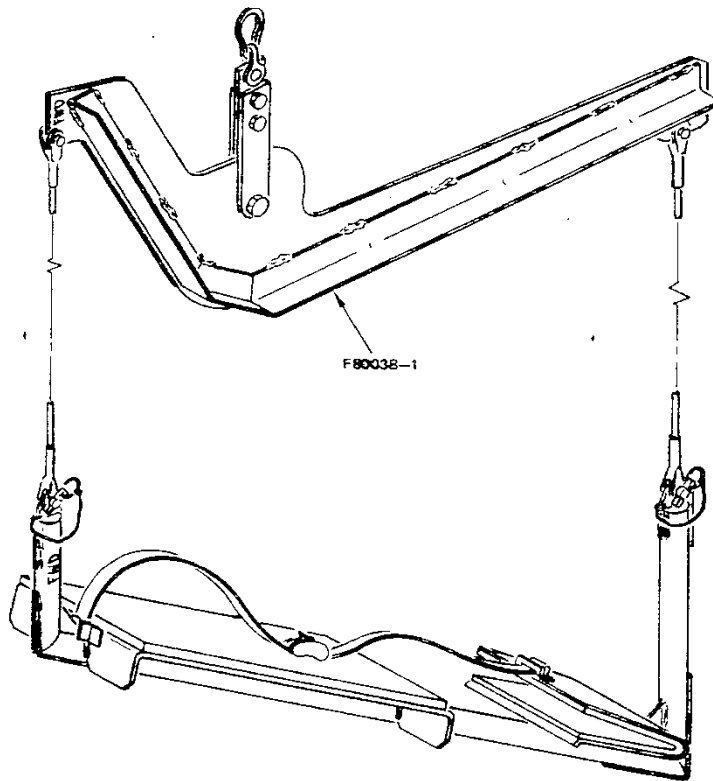
PART NUMBER: F80038-1

Name.....Sling Assembly - Trailing Edge Flaps

Usage.....To remove and install the trailing edge flaps

Description.....The sling assembly consists of a spreader assembly, cradle assembly, yoke assembly, and two cable and strap assemblies.

NOTE: Replaced by F80213-1



Maintenance x  
Overhaul x

Trailing Edge Flaps Sling Assembly  
(737)

737  
Aug 20/80  
+

**Anexo B.3: Sling Assembly – Thrust Reverser.**

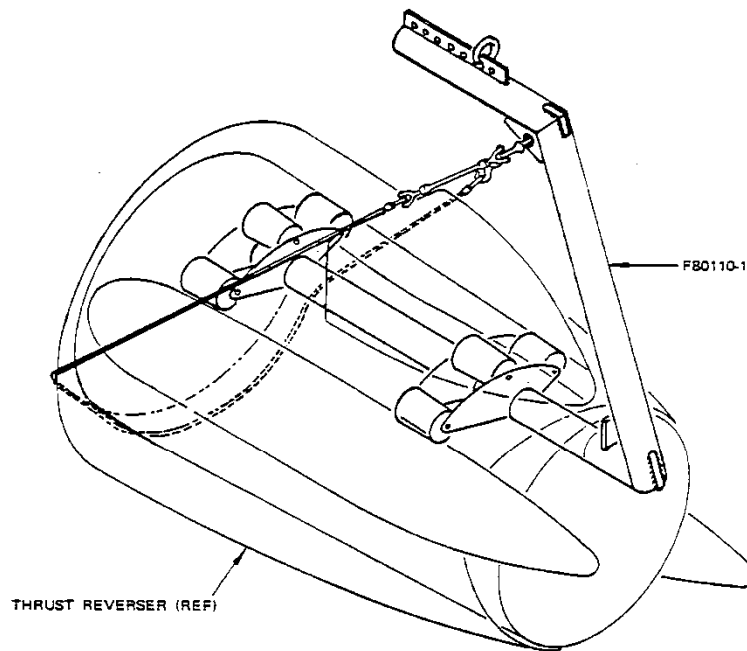


PART NUMBER: F80110-1

Name.....Sling Assembly - Thrust Reverser Installation and Handling

Usage.....To install or remove the target-type thrust reverser.  
Applicable to 737-100/-200 only.

Description.....The sling assembly consists of a welded stainless steel tube frame; six rollers attached to the lower tube of the sling that contact the inside, upper surface of the thrust reverser; a cable assembly and a lifting plate with shackle. The shackle can be moved along the lifting plate to eight different positions depending upon the configuration of the thrust reverser being handled e.g., thrust reverser only, thrust reverser without deflector doors, and thrust reverser and tailpipe without tailpipe fairing.



Maintenance x  
Overhaul x

78-30  
Page 6

Thrust Reverser Installation and Handling Sling Assembly

737  
Feb 20/89

## Anexo B.4: Dimensiones y Propiedades de Tubos Estándar de Acero Americano.

APENDICE 851

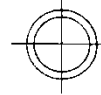


TABLA 7. DIMENSIONES Y PROPIEDADES DE TUBOS ESTÁNDAR DE ACERO AMERICANOS EN UNIDADES DEL SISTEMA INGLÉS Y DEL SI (LISTA ABREVIADA)

Dimensiones					Peso por pie	Propiedades			
Diámetro nominal	Diámetro exterior	Diámetro interior	Espesor de pared	A		I	S	r	
in	mm	in	in	in	lb/ft	in <sup>2</sup>	in <sup>4</sup>	in <sup>3</sup>	in
1/2	13	0.840	0.622	0.109	0.85	0.250	0.017	0.041	0.261
3/4	19	1.050	0.824	0.113	1.13	0.333	0.037	0.071	0.334
1	25	1.315	1.049	0.133	1.68	0.494	0.087	0.133	0.421
1 1/4	32	1.660	1.380	0.140	2.27	0.669	0.195	0.235	0.540
1 1/2	38	1.900	1.610	0.145	2.72	0.799	0.310	0.326	0.623
2	51	2.375	2.067	0.154	3.65	1.070	0.666	0.561	0.787
2 1/2	64	2.875	2.469	0.203	5.79	1.700	1.530	1.060	0.947
3	75	3.500	3.068	0.216	7.58	2.230	3.020	1.720	1.160
3 1/2	89	4.000	3.548	0.226	9.11	2.680	4.790	2.390	1.340
4	102	4.500	4.026	0.237	10.79	3.170	7.230	3.210	1.510
5	127	5.563	5.047	0.258	14.62	4.300	15.20	5.450	1.880
6	152	6.625	6.065	0.280	18.97	5.580	28.10	8.500	2.250
8	203	8.625	7.981	0.322	28.55	8.400	72.50	16.80	2.940
10	254	10.750	10.020	0.365	40.48	11.90	161.0	29.90	3.670
12	310	12.750	12.000	0.375	49.56	14.60	279.0	43.80	4.380
mm	in	mm	mm	mm	kg/m	mm <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	mm
13	1/2	21.3	15.8	2.77	1.3	161	0.007	0.667	6.640
19	3/4	26.7	20.9	2.87	1.7	215	0.015	1.160	8.490
25	1	33.4	26.6	3.38	2.5	319	0.037	2.190	10.70
32	1 1/4	42.2	35.1	3.56	3.4	431	0.081	3.820	13.70
38	1 1/2	48.3	40.9	3.68	4.0	516	0.129	5.340	15.80
51	2	60.3	52.5	3.91	5.4	693	0.277	9.190	20.00
64	2 1/2	73.0	62.7	5.16	8.6	1 100	0.637	17.50	24.10
75	3	88.9	77.9	5.49	11.3	1 440	1.260	28.30	29.60
89	3 1/2	102.0	90.1	5.74	13.6	1 730	2.080	40.80	34.70
102	4	114.0	102.0	6.02	16.1	2 050	2.980	52.30	38.10
127	5	141.0	128.0	6.55	21.8	2 770	6.230	88.40	47.40
152	6	168.0	154.0	7.11	28.2	3 600	11.50	137.0	56.50
203	8	219.0	203.0	8.18	42.5	5 420	29.60	270.0	73.90
254	10	273.0	255.0	9.27	60.2	7 680	65.10	477.0	92.10
310	12	324.0	305.0	9.52	73.3	9 410	116.0	716.0	111.0

Nota:  $S = I/(d_o/2)$ .

ANEXO C  
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO



**Foto Nº 5.28:** Eslinga de izado para remocion de la reversa del motor JT8D.



**Fotos № 5.29:** Prueba de Funcionamiento de la Eslinga de Izado con carga.