

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO DE REMOCIÓN DE LOS PINES DEL
ESTABILIZADOR HORIZONTAL DE LOS AVIONES BOEING 737 –
100/200 PARA LA SECCIÓN DE MANTENIMIENTO DEL CEMA**

POR:

RAFAEL ANDRÉS CHIRIBOGA ERAZO

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

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2010

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. **RAFAEL ANDRÉS CHIRIBOGA ERAZO**, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

Sgos.Téc. Avc. Lcdo. CARLOS PURUNCAJAS.

Latacunga, Enero 29 del 2010

DEDICATORIA

El presente trabajo de graduación está dedicado al esfuerzo de mis Padres que gracias a su apoyo pude concluir mi carrera. A mis hermanos y familiares por su apoyo y confianza. A mi padre por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome. A mi madre por hacer de mi una mejor persona a través de sus consejos, enseñanza y amor. A mi amiga por estar en esos momentos difíciles, también por darme el tiempo para realizarme profesionalmente. Gracias a todos por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante.

Rafael Andrés Chiriboga Erazo

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a DIOS por darme la fuerza, valor, y salud en todo momento de mi vida, por permitirme vivir y seguir adelante con mis sueños.

A mi familia, por darme todo su apoyo y quererme por sobre todas las cosas.

A todos mis amigos, por siempre estar a mi lado apoyándome y brindándome su amistad sincera.

Rafael Andrés Chiriboga Erazo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	CONTENIDO	PÁG.
	CARÁTULA	I
	CERTIFICADO	II
	DEDICATORIA	III
	AGRADECIMIENTO	IV
	INDICE DE CONTENIDOS	V
	INDICE DE TABLAS	IX
	INDICE DE FIGURAS	X
	INDICE DE ANEXOS	XII
	RESUMEN	XV
	SUMARY	XVI

CAPÍTULO I

EL TEMA

N°	CONTENIDO	PÁG.
1.1	Antecedentes	1
1.2	Justificación	1
1.3	Objetivos	2
1.3.1	Objetivo General	2
1.3.2	Objetivo Específico	2
1.4	Alcance	2

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Torneado	3
2.2	Fresado	3
2.3	Mecanizado	4
2.4	Rectificado	4
2.5	Soldadura	4
2.6	Electrodo de Varilla	5
2.7	El Acero	5
2.8	Acero Estructural	6

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1	Tipos De Equipos De Remoción De Los Pines Del Estabilizador Horizontal Del Avión Boeing 737 – 100/200	7
3.2	Planteamiento y Estudio de Alternativas	9
3.3	Parámetros de evaluación	11
3.4	Matriz de evaluación y decisión	11
3.5	Selección de la mejor alternativa	12
3.6	Requerimientos Técnicos	12
3.7	Cálculos Básicos	13
3.7.1	Antecedentes	13
3.7.2	Datos Generales	13

3.7.3	Objetivo	13
3.7.4	Desarrollo	13
3.7.5	Ecuaciones	14
3.8	Construcción	22
3.8.1	Orden de la construcción	22
3.8.2	Detalles de la construcción	23
3.8.3	Herramientas, máquinas y equipos	27
3.8.4	Proceso de construcción	27
3.8.5	Pruebas De Funcionamiento	35
3.8.6	Manuales Y Hojas De Registro	35
3.8.7	Manual de mantenimiento	36
3.8.8	Manual de operación	37
3.9	Hojas de registro	38
3.10	Presupuesto	42

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	Conclusiones	44
4.2	Recomendaciones	44
	Glosario De Términos	45
	Bibliografía	47
	Anexos	48

ÍNDICE DE TABLAS

N° TAB.	CONTENIDO	PÁG.
3.1	Primera Alternativa	9
3.2	Segunda Alternativa	10
3.3	Matriz de Evaluación y Decisiones	12
3.4	Fuerza de Reacción	19
3.5	Fuerza de Cuerpo Libre	19
3.6	Momento de Cuerpo Libre	19
3.7	Resultados del Estudio	20
3.8	Datos técnicos de las herramientas, máquinas, equipos y codificación	27
3.9	Simbología	28
3.10	Codificación de los Manuales	35
3.11	Costo de Material y Mano de Obra	42
3.12	Costos Varios	43

ÍNDICE DE FIGURAS

N° FIG.	CONTENIDO	PÁG.
2.1	Torno en Paralelo	3

2.2	Fresadora	4
3.1	Pin Removal Equipment – Horizontal Stabilizer	7
3.2	Equipo de Remoción de los Pines del Estabilizador Horizontal (Departamento ingeniería CEMA)	8
3.3	Equipo de Remoción de los Pines del Estabilizador Horizontal	8
3.4	Prensa en C Estudio 1-Tensiones-Tensiones1	21
3.5	Prensa en C Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1	21
3.6	Prensa en C Estudio 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1	2
3.7	Elementos de la prensa 17cm	23
3.8	Elementos de la prensa 19cm	23
3.9	Construcción de las horquillas	24
3.10	Construcción de las tuercas	24
3.11	Protectores de rosca	25
3.12	Pernos	25
3.13	Fijado y centrado de la tuerca y horquilla	26
3.14	Soldado y cortado el anillo para que sea horquilla	26
3.15	Colocación de la prensa en “C”	116
3.16	Previo ajuste para la extracción del pin	116
3.17	Extracción del pin en el Estabilizador Horizontal	117
3.18	Observación de la ubicación de la prensa en “c”	117

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Anteproyecto del Trabajo de Graduación

N°	CONTENIDO	PÁG.
ANEX.		
1	El Problema	50
1.1	Planteamiento del Problema	50
1.2	Formulación del Problema	51
1.3	Justificación e Importancia	51
1.4	Objetivos	53
1.4.1	Objetivo General	53
1.4.2	Objetivo Específicos	53
1.5	Alcance	53
2	Plan Metodológico	54
2.1	Modalidad Básica de la Investigación	54
2.2	Tipos de Investigación	54
2.3	Niveles de Investigación	55
2.4	Universo, Población y Muestra	55
2.5	Recolección de Datos	55
2.5.1	Técnicas	55
2.6	Procesamiento de la Información	56
2.7	Análisis e Interpretación de Resultados	56
2.8	Conclusiones y Recomendaciones	57
2.9	Diagrama Causa Efecto	58
3	Marco Teórico	59
3.1	Antecedentes de la Investigación	59
3.2	Fundamentación Teórico	59
3.3	Fundamentación Legal	72
4	Ejecución del Plan Metodológico	73
4.1	Modalidad Básica de la Investigación	73
4.2	Tipos de Investigación	74
4.3	Niveles de Investigación	74

4.4	Universo, Población y Muestra	77
4.5	Recolección de Datos	78
4.6	Procesamiento de la Información	78
4.7	Análisis e Interpretación de Resultados	79
4.8	Conclusiones y Recomendaciones	86
5	Factibilidad del Tema	87
5.1	Técnica	87
5.2	Legal	88
5.3	Operacional	88
5.4	Económico Financiero	88
6	Denuncia del Tema	92
	Cronograma	94

ANEXO B: PROCESOS DE LA INVESTIGACIÓN DEL ANTEPROYECTO

B1	Ficha de la Encuesta	96
B2	Tabulación de Resultados de la Encuesta	98
B3	Resultados Estadísticos de la Encuesta	99

ANEXO C: MANUALES DE MANTENIMIENTO DE LOS AVIONES BOEING 737-100/200

C1	Pin Removal Equipment – Horizontal Stabilizer	101
C2	Horizontal Stabilizer – Removal/Installation	102
C3	Horizontal Stabilizer – Removal/Installation	103
C4	Horizontal Stabilizer – Removal/Installation	104
C5	Horizontal Stabilizer – Removal/Installation	105
C6	Horizontal Stabilizer – Removal/Installation	106

C7	Especificaciones operacionales	107
C8	Especificaciones operacionales	108
ANEXO D: PLANOS DEL EQUIPO DE REMOCIÓN		109
ANEXO E: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO		115

RESUMEN

El presente trabajo de graduación pretende detallar de forma simple y clara la construcción de equipos y/o herramientas precisas e insustituibles para el desarrollo del mantenimiento u overhaul de los pines del estabilizador horizontal del avión BOEING 737 -100/200, para lo cual se ha empleado términos comunes y de fácil asimilación.

Además se elaboró manuales para una correcta manipulación y mantenimiento de los equipos y/o herramientas, se han realizado pruebas de funcionamiento que constan en las Pruebas Funcionales en las cuales se considera a cada herramienta apta para realizar el trabajo para el que fue construido.

Los cálculos y los planos realizados darán soporte para una posterior construcción de equipos y/o herramientas de similares características, ya sea para el mismo u otros aviones.

Como también el anteproyecto servirá de guía para proyectos de grado de similares o igual característica.

SUMMARY

This graduation's work pretend to detail in simple and clear form the equipment structure and tools for the development of overhaul of the pines of horizontal stabilizer of airplane BOEING 737-100/200, for this reason in this work I am using common and easy words.

For a correct overhaul I mode manual, also made work test that have in the operation test which consider to each tool competent for to make the work and comply the goals.

The gravel and the plane gave a support for a construction posterior of equipment and tools to similar characteristic for the same or to other airplane.

As well as the preliminary design will serve as guide for grade projects of similar or characteristic equal.

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 ANTECEDENTES

El manual de herramientas y equipos del avión Boeing 737-100/200 indica que esta herramienta se usa para desmontar los pines del estabilizador horizontal lo cual en la actualidad el CEMA no cuenta con esta herramienta y dicho trabajo se lo efectúa alquilando a otra empresa aeronáutica.

De igual manera al no contar con este equipo de remoción, el taller tiene como consecuencia la pérdida de tiempo, recursos y procedimientos complejos que podrían dañar las partes al utilizar otras herramientas que no están diseñadas para este tipo de trabajos.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El CEMA no cuenta con el equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal para los aviones BOEING 737 – 100/200, existiendo gran dificultad para conseguirlos por su elevado costo en el mercado nacional e internacional, en tal razón se justifica la construcción del equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal como una alternativa de solución al problema será la construcción específica de este equipo, para que cumpla con los requerimientos de mantenimiento y se agilite el trabajo correspondiente

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Construir un equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal de los aviones BOEING 737 –100/200 destinado al taller del CEMA.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar el estudio de materiales a utilizarse para la construcción, tomando en cuenta las características técnicas para su utilización en este proyecto.
- Elaborar los planos de construcción del equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal de los aviones BOEING 737 –100/200.
- Construir el equipo de remoción de los pines y realizar las pruebas necesarias para su operación.
- Elaborar manuales de operación, mantenimiento y seguridad.

1.4 ALCANCE

La realización de este proyecto esta enfocado a facilitar el mantenimiento y overhaul de los pines del estabilizador horizontal de los aviones BOEING 737-100/200, como también al personal técnico que labora en el taller de mantenimiento del CEMA.

Es necesario mencionar que este trabajo de graduación va a ser de ayuda para los estudiantes del I.T.S.A. u otras personas que se encuentren desarrollando su trabajo de graduación o cualquier otro relacionado con el presente trabajo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Torneado.

Se llama tornear a la operación de mecanizado que se realiza en cualquiera de los tipos de torno que existen. El torneado consiste en los mecanizados que se realizan en los ejes de revolución u otros componentes que tengan mecanizados cilíndricos concéntricos o perpendiculares a un eje de rotación tanto exteriores como interiores.



Fig.2.1 Torno en paralelo

2.2 Fresado.

Una fresadora es una máquina herramienta utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa. En las fresadoras tradicionales, la pieza se desplaza acercando las zonas a mecanizar a la herramienta, permitiendo obtener formas diversas, desde superficies planas a otras más complejas.



Fig.2.2 Fresadora

2.3 Mecanizado

Las piezas de acero permiten mecanizarse en procesos de arranque de virutas en máquinas-herramientas (taladro, torno, fresadora, centros de mecanizado CNC, etc.) luego endurecerlas por tratamiento térmico y terminar los mecanizados por procedimientos abrasivos en los diferentes tipos de rectificadoras que existen.

2.4 Rectificado

El proceso de rectificado permite obtener muy buenas calidades de acabado superficial y medidas con tolerancias muy estrechas, que son muy beneficiosas para la construcción de maquinaria y equipos de calidad. Pero el tamaño de la pieza y la capacidad de desplazamiento de la rectificadora pueden presentar un obstáculo.

2.5 Soldadura

La soldadura es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, usualmente logrado a través de la coalescencia, en la cual las piezas son soldadas fundiendo ambas y agregando un material de relleno fundido, el cual tiene un punto de fusión menor al de la pieza a soldar, para conseguir un baño de material fundido que, al enfriarse, se convierte en una unión fuerte. A veces la presión es usada conjuntamente con el calor, o por sí misma, para producir la soldadura. Esto está en

contraste con la soldadura blanda y la soldadura fuerte, que implican el derretimiento de un material de bajo punto de fusión entre piezas de trabajo para formar un enlace entre ellos, sin fundir las piezas de trabajo.

Muchas fuentes de energía diferentes pueden ser usadas para la soldadura, incluyendo una llama de gas, un arco eléctrico, un láser, un rayo de electrones, procesos de fricción o ultrasonido. La energía necesaria para formar la unión entre dos piezas de metal generalmente proviene de un arco eléctrico. La energía para soldaduras de fusión o termoplásticos generalmente proviene del contacto directo con una herramienta o un gas caliente.

2.6 Electrodo de varilla.

Para las soldaduras de unión de aceros no aleados o de baja aleación y calidades de acero fundido semejante se utilizan electrodos desnudos (hoy se utilizan electrodos rellenos con un aditivo de materias minerales para estabilizar el arco voltaico) y electrodos revestidos.¹

Los recubrimientos para electrodos sirven para diversos fines: 1) facilitar el establecimiento y conservación del arco; 2) proteger el metal fundido contra el aire; 3) actuar como fundente de los metales que se funden; 4) constituir una forma de introducir ingredientes de aleación que no estén en los alambres del núcleo.

2.7 El Acero

Es el material estructural más usado para construcción de estructuras en el mundo. Es fundamentalmente una aleación de hierro (mínimo 98 %), con contenidos de carbono menores del 1 % y otras pequeñas cantidades de minerales como manganeso, para mejorar su resistencia, y fósforo, azufre, sílice y vanadio para mejorar su soldabilidad y resistencia a la intemperie. Es un material usado para la construcción de estructuras, de gran resistencia, producido a partir de materiales muy abundantes en la naturaleza. Entre sus ventajas está la gran resistencia a tensión y compresión y el costo razonable.

¹ Tecnología de los Metales, Deutsche Gesellschaft, Edición Especial.

2.8 Acero Estructural.

Se define como acero estructural al producto de la aleación de hierro, carbono y pequeñas cantidades de otros elementos tales como silicio, fósforo, azufre y oxígeno, que le aportan características específicas, además presenta alta resistencia, homogeneidad en la calidad y fiabilidad de la misma, soldabilidad, y, ductibilidad.

Clasificación del Acero Estructural.

Según su forma de clasifica en:

Perfiles Estructurales.- son piezas de acero laminado y cuya forma puede ser en I, H, T, G, U, C, etc.

Barras.- las barras de acero estructural son piezas de acero laminado, cuya sección transversal puede ser circular, hexagonal o cuadrada en todos los tamaños.

Planchas.- las planchas de acero estructural son productos planos de acero laminado en caliente con anchos de 203 mm y 219 mm, y espesores mayores de 5,8 mm y mayores de 4,5 mm, respectivamente.

Características del acero BÖHLER V 945.

Tipo de aleación: C 0,45 % Si 0,30% Mn 0,70%

Color de identificación: Blanco

Propiedades.- Acero al carbono de alta calidad, mejora sus propiedades mecánicas al ser bonificado

Empleo.- Para la fabricación de partes de maquinarias sometida a esfuerzos normales.

Resistencia a la tracción:

Natural: 370 N/mm

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Tipos De Equipos De Remoción De Los Pines Del Estabilizador Horizontal Del Avión Boeing 737 – 100/200

- **PIN REMOVAL EQUIPMENT HORIZONTAL STABILIZER (manual de herramientas y lista de equipo)**

De acuerdo al manual de herramientas y lista de equipos esta herramienta fue diseñada por BOEING (ver anexo C) para quitar los pines del estabilizador horizontal, con las seguridades necesarias para que los técnicos realicen los trabajos de mejor manera, la herramienta consta de dos "C" que sujetan, tres tornillos y dos protectores de hilo (rosca).

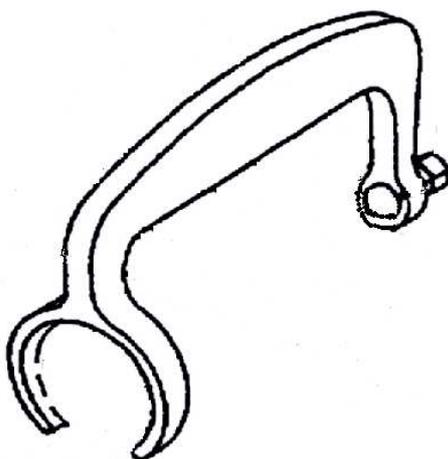


Fig. 3.1 Pin Removal Equipment – Horizontal Stabilizer

- **Equipo de Remoción de los Pines del Estabilizador Horizontal**
(Departamento ingeniería CEMA)

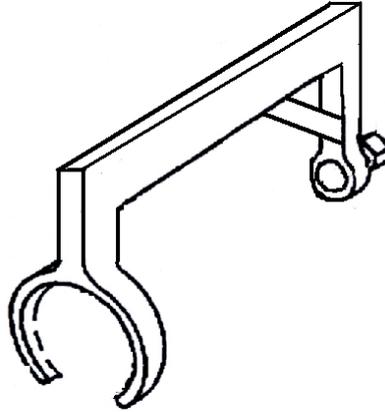


Fig. 3.2 Equipo de Remoción de los Pines del Estabilizador Horizontal

Ésta herramienta consiste en una plancha metálica, soldada en sus extremos varillas de acero con un anillo de acero nacido en una de sus partes y por el otro extremo, una tuerca para el ingreso de pernos que mediante un avance por el paso de rosca, presiona y permite desacoplar pines o bujes, además esta herramienta cuenta con una varilla de acero adicional como soporte de presión.

- **Equipo de Remoción de los Pines del Estabilizador Horizontal**

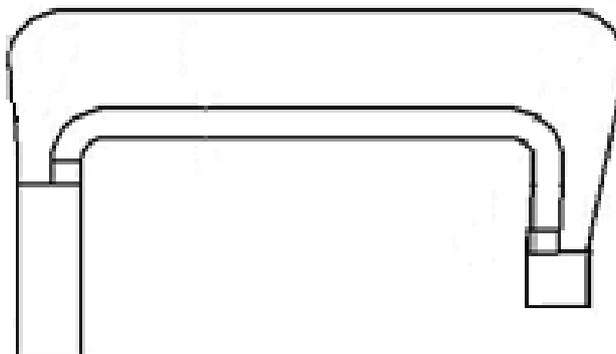


Fig. 3.3 Equipo de Remoción de los Pines del Estabilizador Horizontal

Este es la fusión entre el Equipo de remoción de los pines diseñada en el CEMA y Pin Removal Equipment – Horizontal Stabilizer el diseñado por la BOEING, como se puede observar consta de dos “C” que sujetan, dos tornillos y dos protectores de hilo (rosca), de manera que, proporcionará a los técnicos seguridad en el momento de remover y dar mantenimiento.

3.2 Planteamiento y Estudio de Alternativas

Planteamiento de Alternativas

A continuación se presenta dos alternativas de construcción del equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal de los aviones Boeing 737-100/200.

- Pin Removal Equipment – Horizontal Stabilizer
- Equipo de Remoción de los Pines del Estabilizador Horizontal.

Estudio de alternativas.

Para realizar el estudio de alternativas se toma en consideración las ventajas y desventajas de cada una de ellas para determinar la mejor y analizar las condiciones técnicas de la misma, con el fin de construir el equipo seleccionado.

Alternativa N° 1

Tabla N° 3.1: Alternativa N° 1 Pin Removal Equipment – Horizontal Stabilizer

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Posee gran rigidez para soportar la presión del pin. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Su costo es relativamente alto. ➤ La construcción es más

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ayuda que la remoción de los pines sea con mayor rapidez. ➤ Minimiza el esfuerzo físico de los técnicos. 	<p>compleja debido a que se debe hacer un molde y verter lo fundido.</p>
---	--

Fuente: investigación de campo.

Elaborado por: A/C Andrés Chiriboga.

Alternativa N° 2.

Tabla N° 3.2: Alternativa N° 2 Equipo de Remoción de los Pines del Estabilizador Horizontal.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ La remoción es segura en el momento de dar mantenimiento. ➤ Su construcción no es muy compleja. ➤ Se tiene mejor acceso y libertad para realizar la remoción. ➤ Es de fácil movilización manual. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Es más pesada.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: A/C Andrés Chiriboga.

3.3 Parámetros de evaluación.

Con el fin de realizar una evaluación de las alternativas propuestas se tomará en cuenta las ventajas y desventajas, la propuesta de mayor puntaje será la seleccionada para la construcción.

Los parámetros seleccionados para la evaluación se dividen en los siguientes factores:

Factor Mecánico:

- Material.- considera el material más idóneo para la construcción del equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal.
- Construcción.- se refiere al proceso, técnicas y herramientas necesarias para elaborar la estructura y acabados.
- Operación.- es la facilidad para manipular la herramienta y que esta cumpla con el trabajo para el que fue construida.
- Mantenimiento.- son los procesos para alargar la vida útil del equipo de remoción y mantenerlo operativo.

Factor Complementario:

- Tamaño.- se refiere al espacio que ocupa el equipo dentro del lugar de trabajo.
- Forma.- La estética de cada uno de los dispositivos.

Factor Económico:

- Costo de fabricación.- este aspecto es uno de los más importantes ya que este busca la alternativa más factible para la construcción del equipo de remoción.

3.4 Matriz de evaluación y decisión

La asignación de los valores x dependerá de la importancia del parámetro y su valor de ponderación estará entre 0 y 1.

Tabla N° 3.3: Matriz de evaluación y decisión.

PARAMETRO DE EVALUACIÓN	F. POND X	ALTERNATIVAS			
		1	1xi	2	2xi
➤ Material.	0.2	3	0.6	5	1.00
➤ Construcción.	0.2	2	0.4	4	0.4
➤ Operación.	0.15	4	0.6	5	0.75
➤ Mantenimiento.	0.1	4	0.4	4	0.4
➤ Tamaño.	0.05	3	0.15	5	0.25
➤ Forma.	0.1	4	0.40	5	0.50
➤ Costo de fabricación.	0.02	1	0.02	5	0.1
TOTAL			2.57		3.40

Fuente: investigación de campo.

Elaborado por: A/C Andrés Chiriboga

3.5 Selección de la mejor alternativa.

Mediante el estudio técnico, análisis y evaluación realizada de los parámetros, se concluye que la segunda alternativa es la más factible debido a su diseño, costo y pericia para desarrollar el trabajo de remoción de los pines del estabilizador horizontal de los aviones Boeing 737-100/200.

3.6 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.

Los requerimientos técnicos del equipo de remoción son los siguientes:

- Soportar la presión o troqué necesario para remover los pines del estabilizador de los aviones Boeing 737-100/200
- Ofrecer seguridad al personal técnico al momento de remover o instalar.
- Garantizar la manipulación técnica del equipo en las tareas de mantenimiento.

3.7 CÁLCULOS.

3.7.1 ANTECEDENTES

Se desea diseñar una prensa tipo C de tornillo para la extracción de pines circulares en las estructuras de los aviones.

3.7.2 DATOS GENERALES

Material del cuerpo C:	Acero AISI 1045 (en aceros BOHLER V945)
Material del Perno:	Acero Aleado AISI 4140 (en aceros BOHLER V320).
Material del separador:	Acero Aleado AISI 4140 (en aceros BOHLER V320).
Torque aplicado a la prensa:	50 libras-pulgada. (279,908 Kg-cm)
Diámetro del perno:	5/8 pulgada. (1,59 cm)
Paso del perno:	18 hilos/pulg.

3.7.3 OBJETIVO

Verificar que los esfuerzos sobre los elementos no superen la resistencia a la del límite elástico del material.

3.7.4 DESARROLLO:

Se decide trabajar en sistema CGS para facilitar los cálculos

Datos:

Para el material AISI 1045 se tiene:

Resistencia última a la tensión: $S_{ut}=102 \times 10^3 \text{ lb/plg}^2$ (7171.3 Kg/cm²)

Resistencia del límite elástico: $S_y=86.7 \times 10^3 \text{ lb/plg}^2$ (6095.6 Kg/cm²)

Con los datos antes anotados procedemos a obtener la fuerza axial generada por el perno de la prensa se usa la fórmula para el cálculo de los tornillos de potencia².

3.7.5 ECUACIONES:

3.7.5.1 Torque

$$T = \frac{F \cdot dm}{2} \left(\frac{l + \pi \cdot \mu_p \cdot dm \cdot \sec \alpha}{\pi \cdot dm - \mu_p \cdot l \cdot \sec \alpha} \right) + \frac{F \cdot \mu_p \cdot dc}{2}$$

(Ec.3.1)

De la ec.3.1 despejamos F:

3.7.5.2 Fuerza

$$F = \frac{2 \cdot T}{dm \cdot \left(\frac{l + \pi \cdot \mu_p \cdot dm \cdot \sec \alpha}{\pi \cdot dm - \mu_p \cdot l \cdot \sec \alpha} \right) + \mu_p \cdot dc}$$

(Ec.3.2)

Donde:

Diámetro medio del perno	dm=	1,5	cm
Diámetro			
Número de entradas del perno	n=	1	
Paso	P=	18	H/plg
	p=	0,14	cm
paso total; l= n x p, entonces:	l=	0,14	cm
Coefficiente de rozamiento perno	μp=	0,15	

² SHIGLEY. MANUAL DE DISEÑO MECANICO. Pág. 387

Coeficiente de rozamiento tope	$\mu_c =$	0,15	
Diámetro medio apoyo perno	$d_c =$	1,5	cm

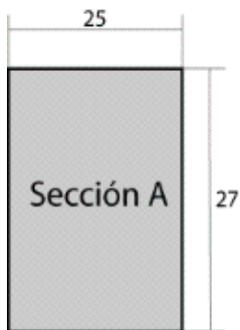
Por lo tanto:

La Fuerza axial generada es: **F= 1023,955 Kg**

Esta es la fuerza generada en el perno debida al torque máximo para tener un factor de seguridad de aproximadamente 1.25 sobre el punto máximo de trabajo se procede a diseñar los elementos. Por lo tanto la fuerza máxima aplicada a las prensas se considerará de aproximadamente 2500 Kg.

Para el cálculo de esfuerzos de corte en el cuerpo de la prensa:

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



Fuerza Generada:

F= 2500 Kg. a Newton's = 24516.625 N.

$$A = (27 \text{ mm} \cdot 25 \text{ mm})$$

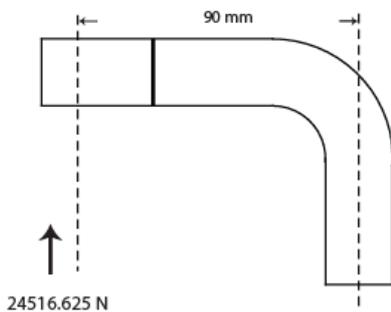
$$A = 675 \text{ mm}^2$$

$$A = 6.75e-4 \text{ m}^2$$

$$\tau = \frac{24516.625 \text{ [N]}}{6.75e^{-4} \text{ [m}^2\text{]}}$$

$$\tau = 3.6320925e^7 \text{ N/m}^2$$

Este valor de esfuerzo de corte se va a imprimir en los dos extremos del cuerpo de la prensa, y al estar el valor dentro de los límites permisibles según tablas para el acero AISI 1045.



$$M = F * d$$

$$M = 24516.625 \text{ N} * 0.09 \text{ m}$$

$$M = 2206.496 \text{ N.m}$$

Inercia:

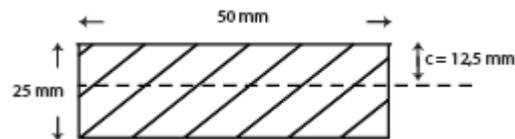
$$I = \frac{1}{12} * b * h^3$$

$$I = \frac{1}{12} * 0.050 \text{ m} * (0.025 \text{ m})^3$$

$$I = \frac{1}{12} * 0.050 \text{ m} * 1.562e^{-5} \text{ m}^3$$

$$I = \frac{1}{12} * 7.81125e^{-7} \text{ m}^4$$

$$I = 6.94e^{-8} \text{ m}^4$$



El Esfuerzo:

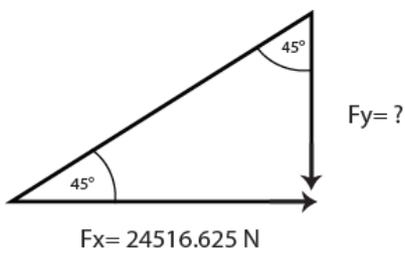
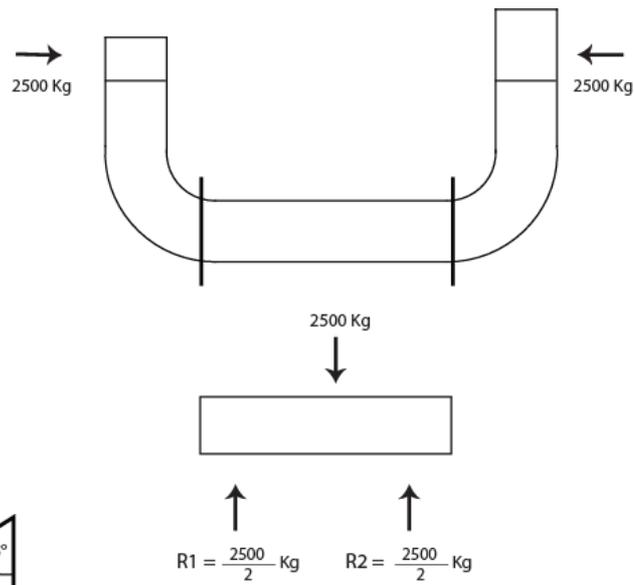
$$\sigma = \frac{M * C}{I}$$

$$\sigma = \frac{2206.496 \text{ N.m} * 0.0125 \text{ m}}{6.94e^{-8} \text{ m}^4}$$

$$\sigma = \frac{27.5812 \text{ N}}{6.94e^{-8} \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 3974.236 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

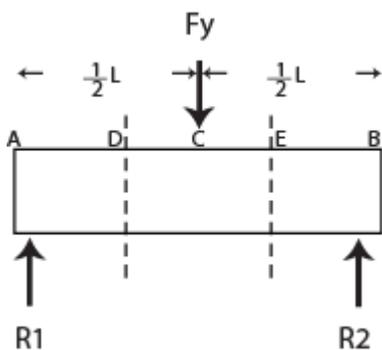
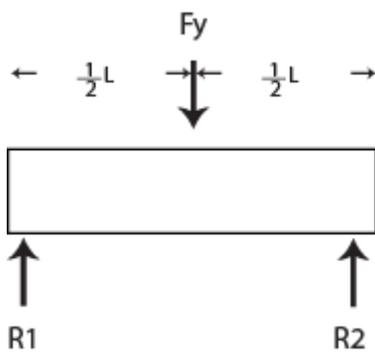
Diagrama de corte Momento flector

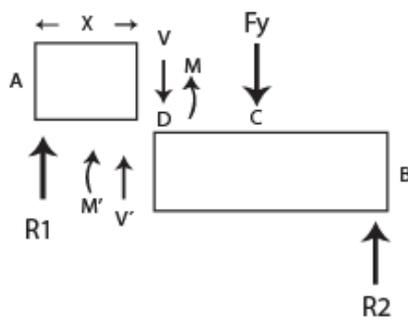


$$F_y = F_x * \text{sen}45^\circ$$

$$F_y = 24516.625 \text{ N} * 0.7071$$

$$F_y = 17335 \text{ N}$$

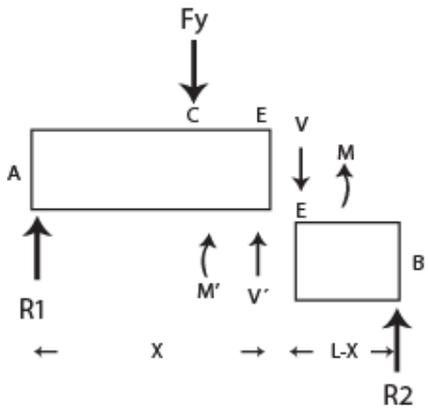




$$V = \frac{1}{2} Fy$$

$$V = \frac{17335N}{2}$$

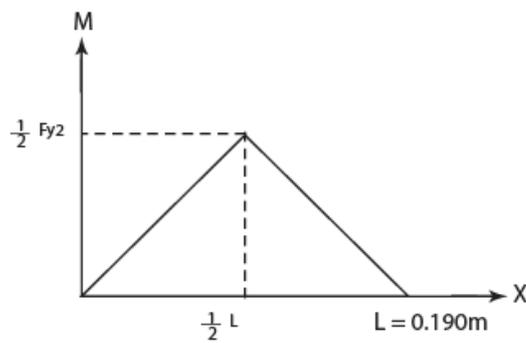
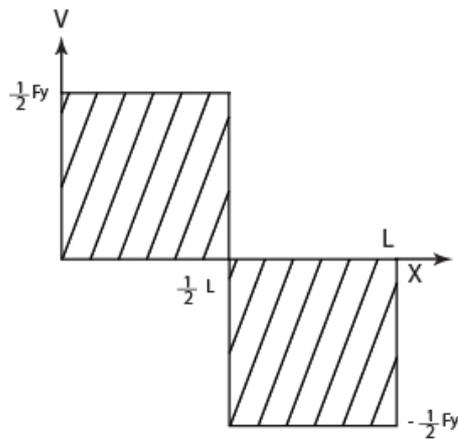
$$V = 8667N$$



$$M = \frac{1}{4} Fy * L$$

$$M = \frac{17335 N * 0.190m}{4}$$

$$M = 823.41N.m$$



En primer lugar se analiza el cuerpo en C de la prensa

Este elemento se analiza mediante el Programa COSMOSWORKS que emplea un método de cálculo por elementos finitos.

De cuyo análisis se observa que el esfuerzo máximo generado por la carga de 2500 Kg es de 517107872.0 Pascales (5273.0 Kg/cm²). Lo cual es menor a Resistencia del límite elástico.

Fuerzas de reacción

Tabla N° 3.4: Fuerzas de reacción.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	-24884	98.9741	1.1282	24884.2

Fuerzas de cuerpo libre

Tabla N° 3.5: Fuerza de cuerpo libre.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	0.044342	0.0124077	-0.00663006	0.0465202

Momentos de cuerpo libre

Tabla N° 3.6: Momento de cuerpo libre.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N-m	0	0	0	1e-033

Resultados del estudio

Tabla N° 3.7: Resultados del estudio.

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	83839.3 N/m ² Nodo: 242	(-123.19 mm, -95.0768 mm, 15.0119 mm)	5.17108e+008 N/m ² Nodo: 26675	(-95.9544 mm, -7.26541 mm, -1.38424 mm)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 m Nodo: 39	(-96.1845 mm, -82.7151 mm, -17 mm)	0.00184309 m Nodo: 183	(137.17 mm, -47.8565 mm, - 0.000444576 mm)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	3.63659e- 007 Elemento: 5378	(-121.839 mm, -93.473 mm, 16.4056 mm)	0.00192953 Elemento: 10379	(-96.5307 mm, -7.37948 mm, -0.790696 mm)

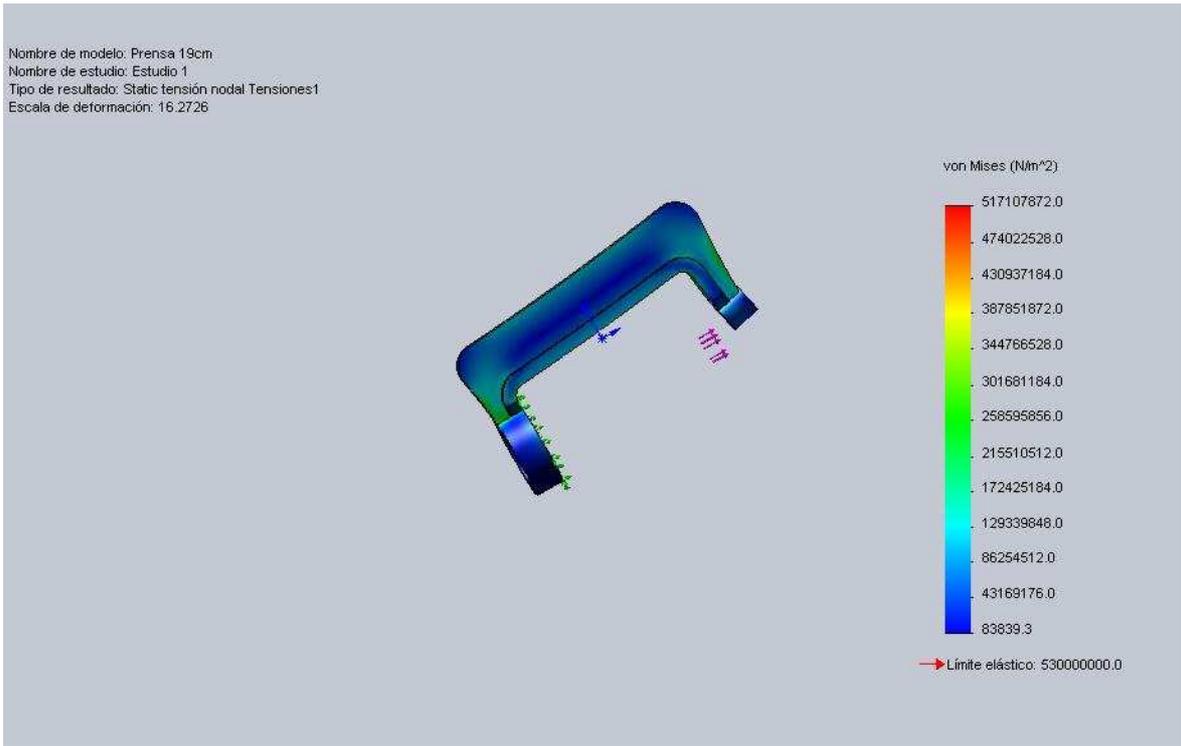


Fig.3.4 Prensa en C Estudio 1-Tensiones-Tensiones1

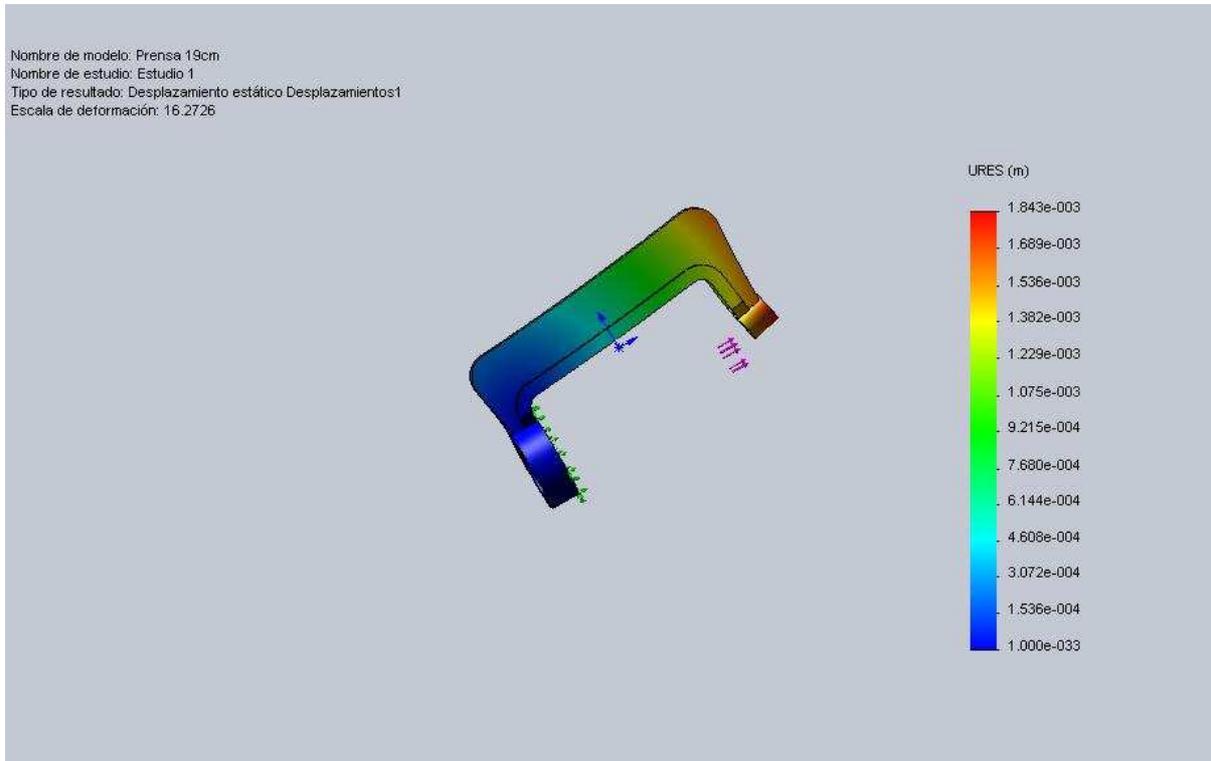


Fig.3.5 Prensa en C Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

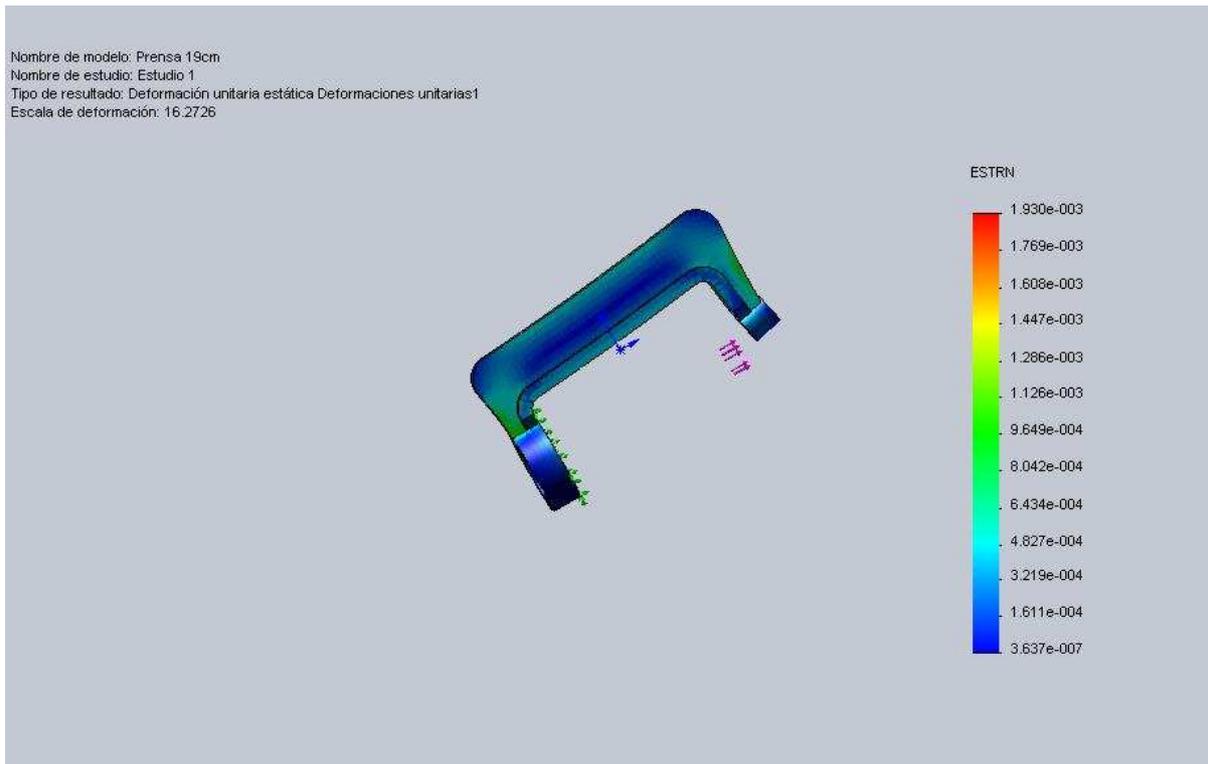


Fig.3.6 Prensa en C Estudio 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

3.8 CONSTRUCCIÓN

El objetivo de este tema es resumir las principales consideraciones de los procesos de manufactura y ensamble para la realización del equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal.

La construcción del equipo de remoción de los pines se lo realizó por partes para optimizar tiempo y recursos, se explica a continuación.

3.8.1 Orden de la construcción

- Corte de los elementos de las prensas
- Construcción de las tuercas y arquillas
- Construcción de los protectores de rosca
- Construcción de los pernos

- Ensamble de los elementos de las prensas con las tuercas y horquillas
- Rectificado y acabado del equipo de remoción

Para la construcción del equipo de remoción se utilizó las máquinas, herramientas y equipos existentes en la Ingeniería Mecánica y Fundición IMSA, Gerente Ing. Fander Santillán, ubicada en la ciudad de Riobamba en el parque industrial.

3.8.2 Detalles de la construcción

Corte de los elementos de las prensas



Fig. 3.7 Elementos de la prensa 17cm



Fig. 3.8 Elementos de la prensa 19cm

Luego de la adquisición de un retazo de plancha de acero BOHLER V945, cuyas dimensiones son 3800 x 110 x 25mm de espesor, como en las medidas están con exceso de 10mm según los planos, lo que nos permite trabajar con seguridad sin preocupación de errores.

Construcción de las tuercas y horquillas

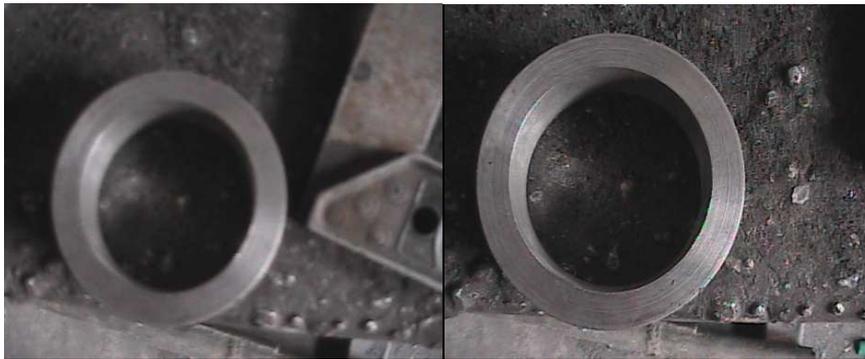


Fig. 3.9 Construcción de las horquillas



Fig. 3.10 Construcción de las tuercas

Con la utilización de un torno en paralelo procedemos a construir tanto las tuercas como las horquillas de guía, utilizando para ello dos retazos de eje de acero BOHLER V945, cuyas medidas son $\text{Ø}3'' \times 2''$ de longitud y $\text{Ø}1'' \frac{1}{2} \times 2''$ de longitud.

Con esta operación se conseguirá un anillo, el mismo que se deberá cortar un arco de acuerdo al plano y así obtener las horquillas.

Construcción de los protectores de rosca



Fig. 3.11 Protectores de rosca

Con la utilización de un torno en paralelo procedemos a construir los protectores de rosca, utilizando para ello 2 retazos de eje BOHLER V320 cuyas medidas son $\text{Ø}1\frac{1}{4}$ x 1" de longitud.

Con esta operación se conseguirá el cilindrado externo con la perforación previa al roscado.

Construcción de los pernos



Fig. 3.12 Pernos

Los pernos son los accesorios que nos permite transformar un movimiento giratorio, en un avance longitudinal.

Está construido con un acero que soporte altos torques, como un perno utilizado en extractores. Una roscado uniforme con un paso de 18 hilos/pulg.

Ensamble de los elementos de las prensas



Fig. 3.13 Fijado y centrado de la tuerca y horquilla



Fig. 3.14 Soldado y cortado el anillo para que sea horquilla

Este ensamble se lo realizó con la utilización de suelda de arco trifásica 220v de c.c uniendo así a las prensas con las tuercas y las horquillas, las cuales fueron cortadas de acuerdo a los planos.

Rectificado y acabado del equipo de remoción

Después del corte, la elaboración de las tuercas y horquillas se procedió a soldar todas las piezas con lo que tenemos realizado las prensas para la remoción de los pines, ahora debemos rectificar y mecanizar para llegar a las medidas establecidas en los planos.

El mecanizado se lo realizó en una fresadora con cabezal vertical, equipado con una fresa cilíndrica frontal de diámetro $\frac{3}{4}$ plg y 6 cuchillas de corte.

3.8.3 Herramientas, máquinas y equipos

Tabla N° 3.8: Datos técnicos de las herramientas, máquinas, equipos y codificación.

MÁQUINA HERRAMIENTA	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO		
		Herra.	Máqui.	Equip.
Máquina soldar eléctrica	220 V, C.C		M1	
Torno en paralelo	220 V, 1725 rpm		M2	
Fresadora	220 V, 1700rpm		M3	
Amoladora	220 V, 1400 rpm			E1
Machuelos	5/8", 3/4"	H1		
Arco de cierra		H2		

Fuente: Investigación de campo.

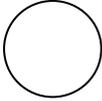
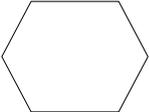
Elaborado por: Sr. Andrés Chiriboga.

3.8.4 Proceso de construcción

Simbología

La siguiente simbología para los diagramas representa a los diferentes procesos en los sistemas del equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal.

Tabla N° 3.9: Simbología.

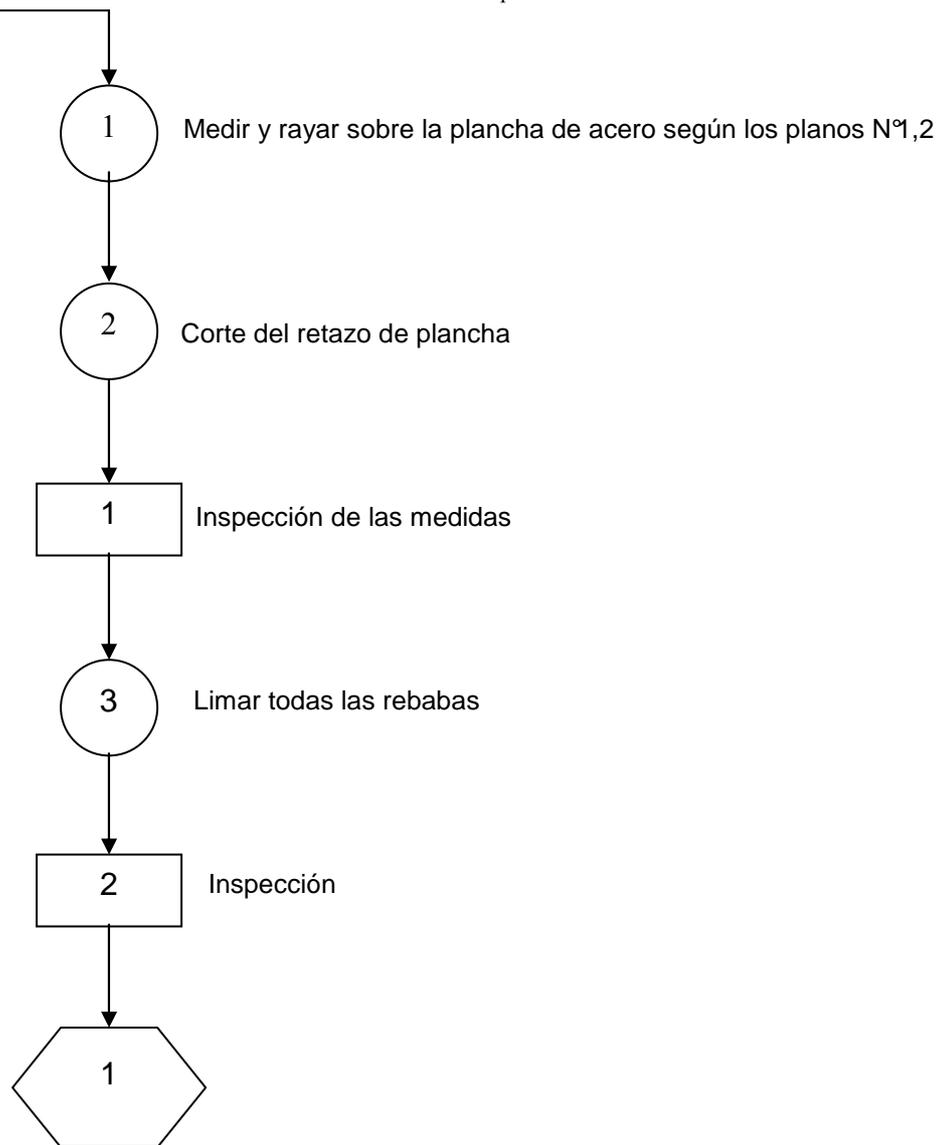
FIGURA	DETALLE
	Operación
	Inspección o verificación
	Ensamble

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Andrés Chiriboga.

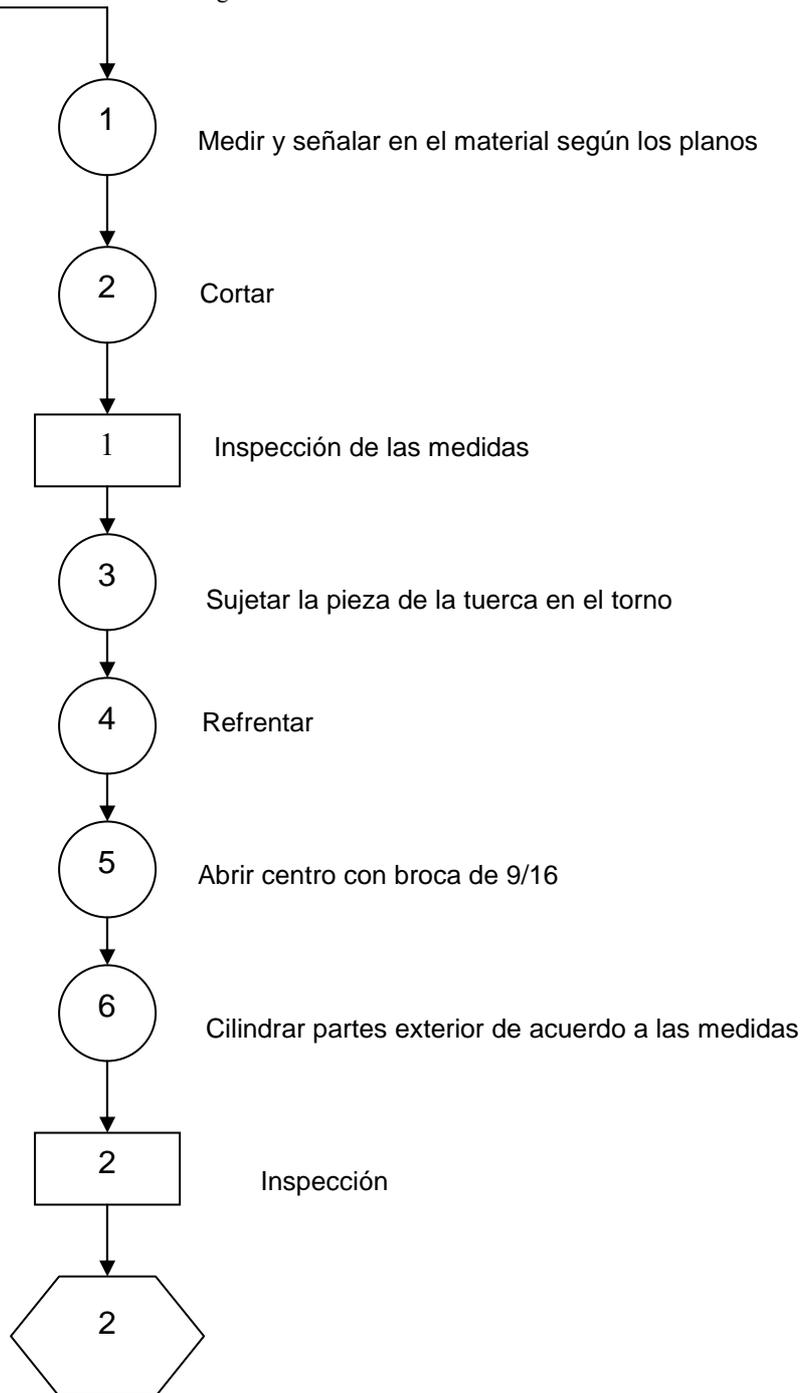
Cuerpo en C

Material: Retazo de Plancha de acero BOHLER V945 3800x110x25mm de espesor



ELEMENTOS DE LA PRENSA TUERCAS

Material: Acero BOHLER V945 Ø 1 1/2x 2" de longitud



ELEMENTO DE LA PRENSA ARQUILLAS

Material: Acero BOHLER V945 de $\varnothing 3'' \times 2''$ de longitud

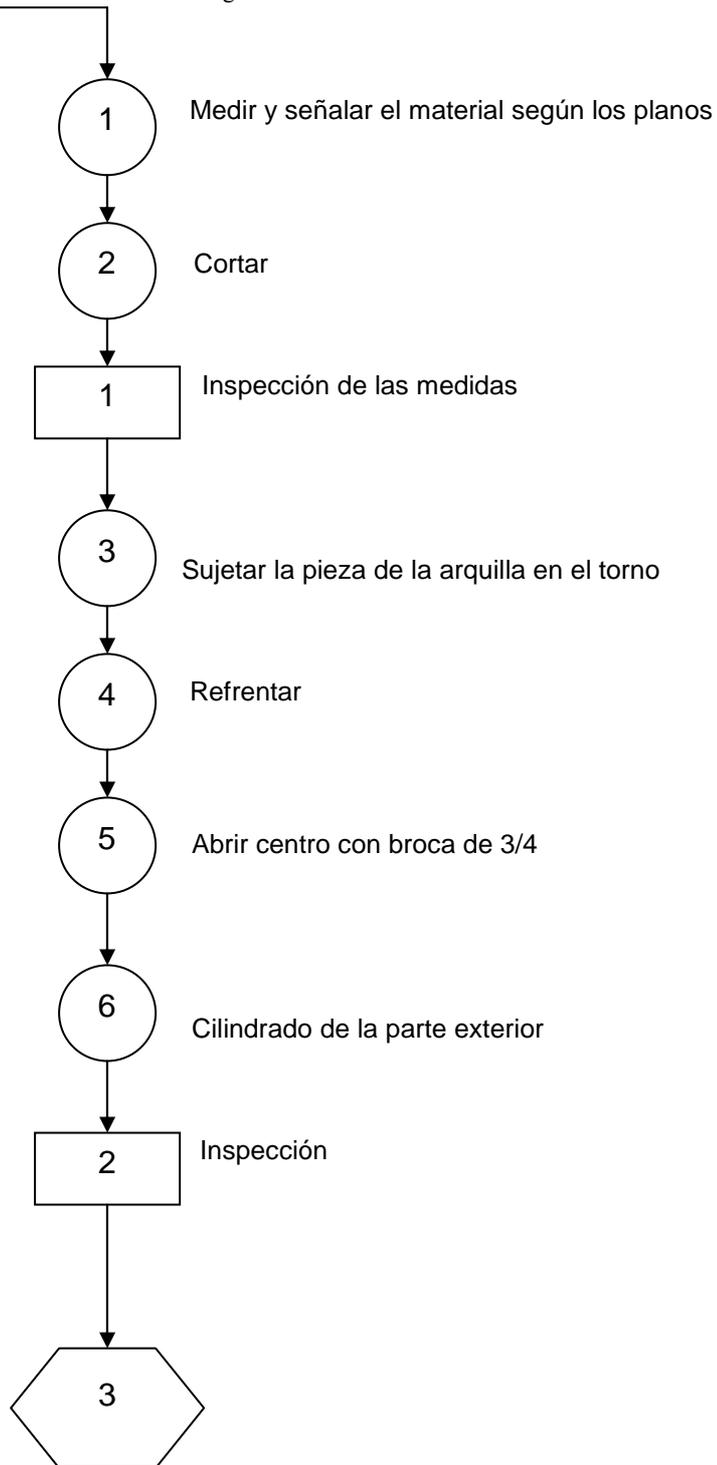
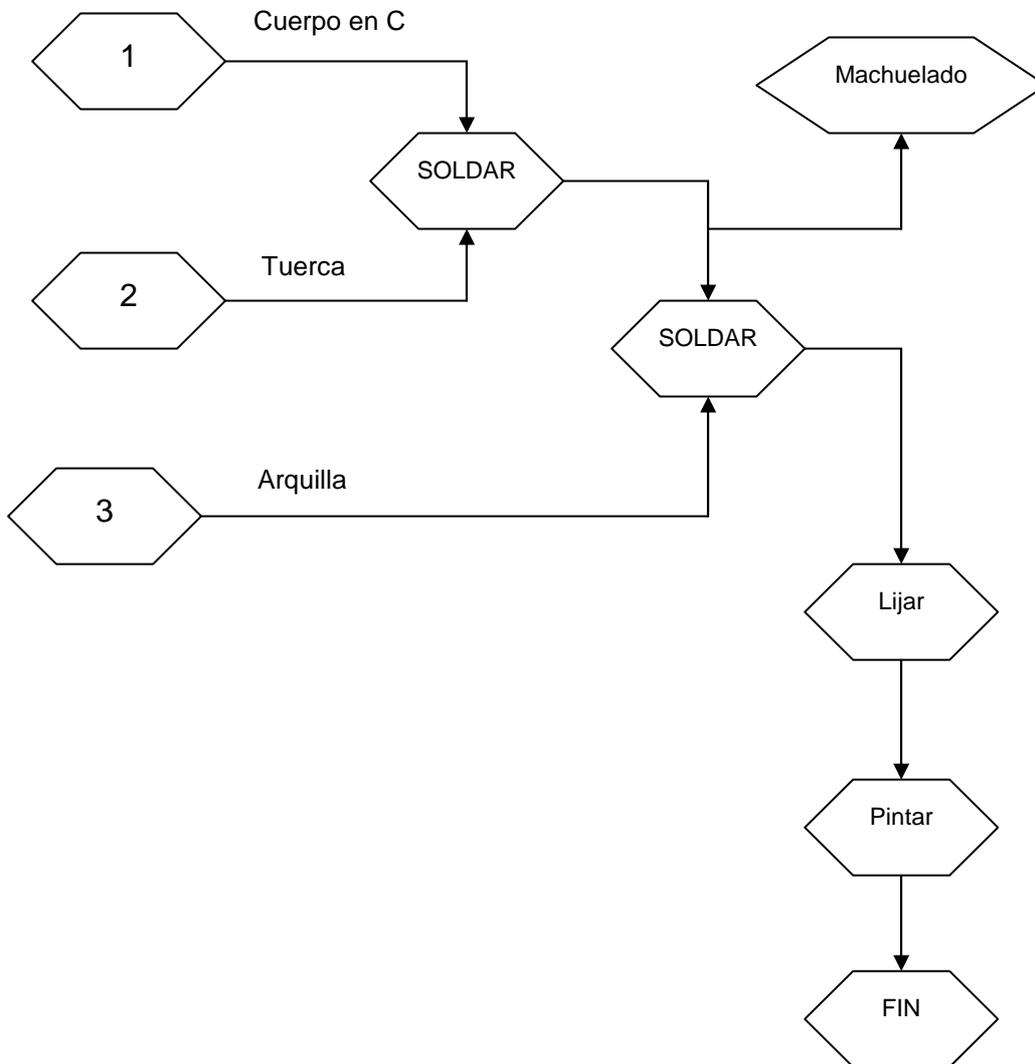
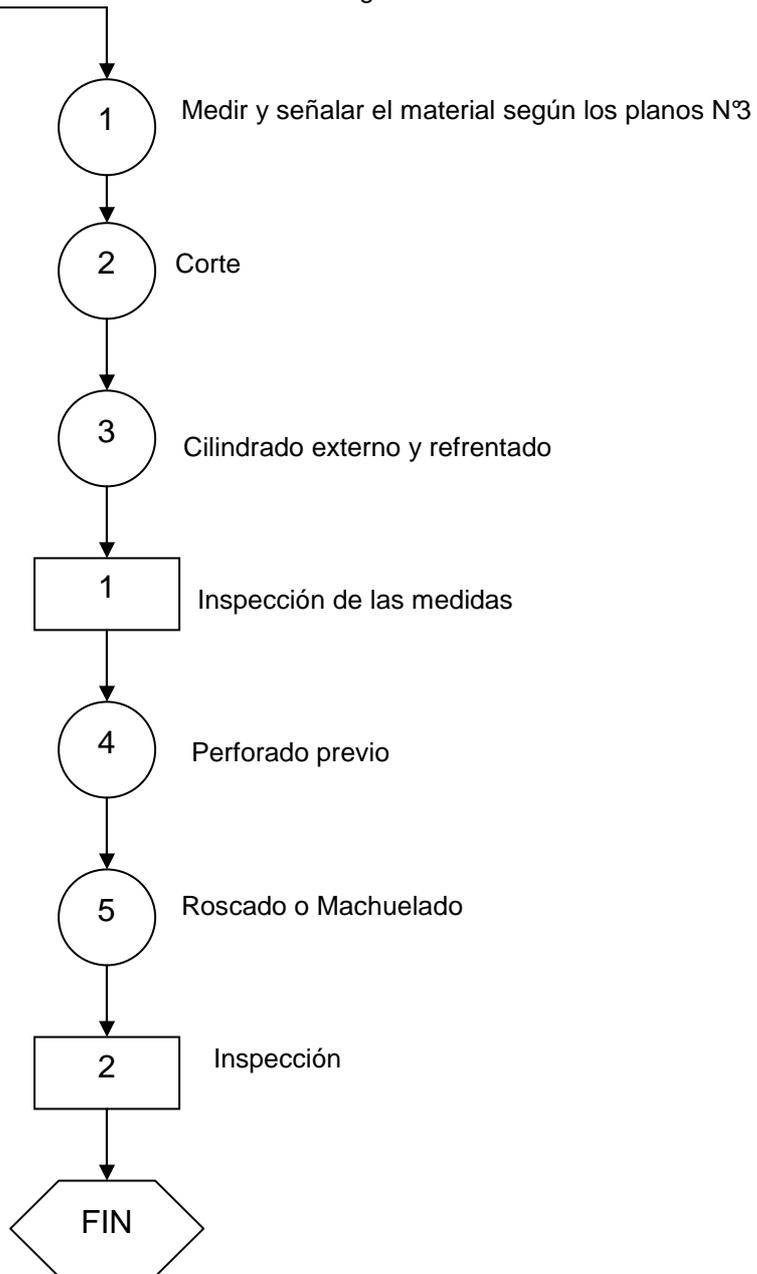


DIAGRAMA DE ENSAMBLE



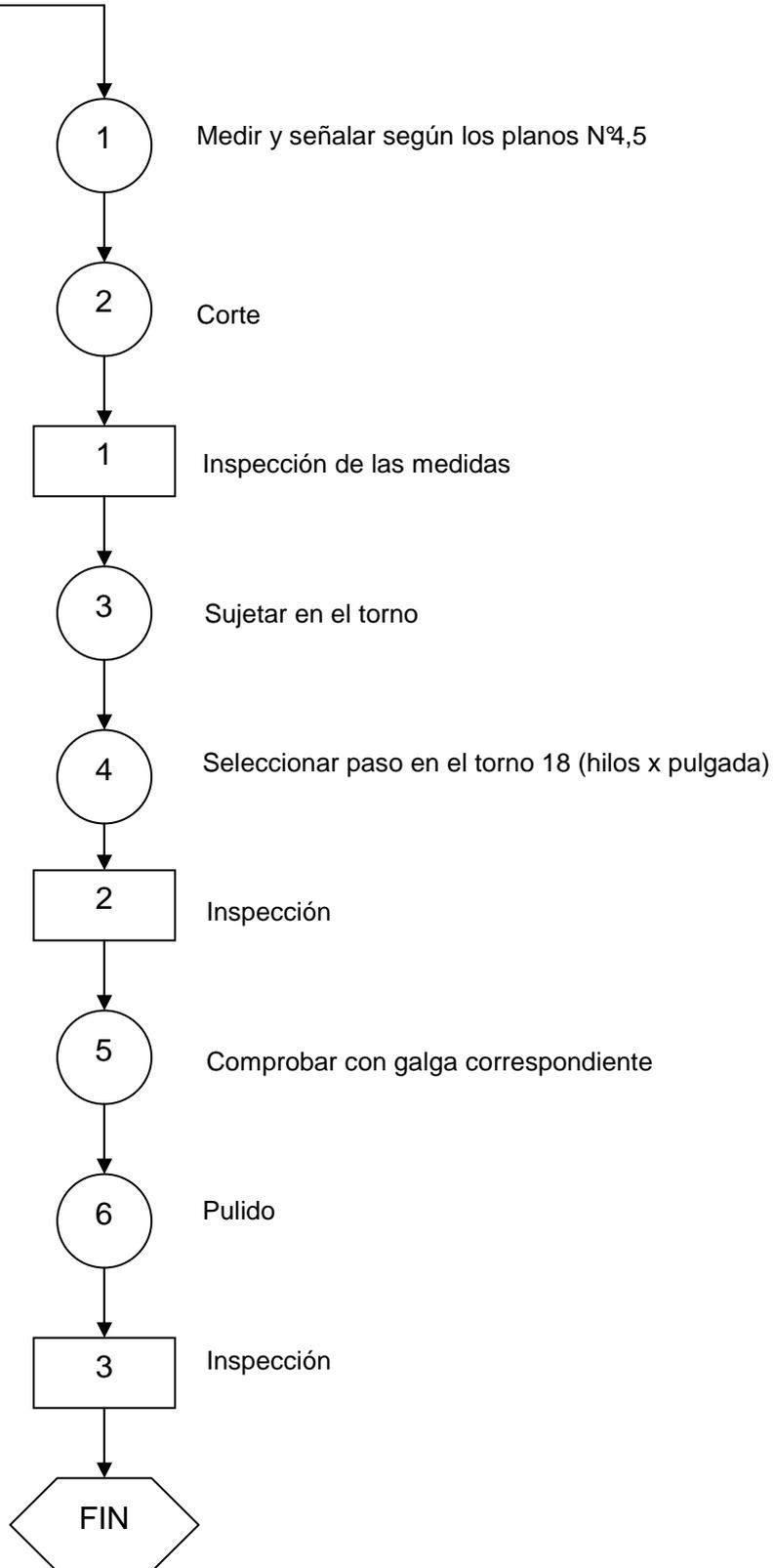
PROTECTORES DE ROSCA

Material: Acero BOHLER V320 Ø1"1/4 x 1" de longitud



PERNOS

Material: Acero BOHLER V320



3.8.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Una vez terminada la construcción de las diferentes partes del equipo de remoción se procede a realizar las pruebas de extracción de los pines, colocando el protector de rosa y se observa que todos los elementos soportan la presión, que se genera al aplicar un torque al perno, cumpliendo a cabalidad con la función de rigidez y seguridad. (Ver Anexo E)

3.8.6 MANUALES Y HOJAS DE REGISTRO

Descripción general

Para el manejo correcto y seguro del equipo de remoción a continuación se va a describir algunos manuales que van ayudar a inspeccionar y reparar el equipo antes que se produzca alguna falla del equipo de remoción.

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

Tabla N° 3.10: Codificación de los manuales.

PROCEDIMEINTOS	CÓDIGO
Manual de mantenimiento	ITSA – H1 – MM
Manual de operación	ITSA – H1 – MO
Hojas de registro	ITSA – H1 - HR

A continuación se describe los formatos de cada manual y hoja de registro para el mantenimiento, operación, funcionamiento, daños, entre otros del equipo de remoción de los pines del avión BOEING 737 – 100/200 que recibe mantenimiento en el CEMA.

3.8.7 Manual de mantenimiento

	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág.:
	MANTENIMIENTO DE EL EQUIPO DE REMOCIÓN DE LOS PINES DEL ESTABILIZADOR HORIZONTAL DEL AVIÓN BOEING 737 – 100/200.		Código: ITSA – H1 – MM
	Elaborado por: Sr. Andrés Chiriboga.		Revisión N° 1
	Aprobado por: Sgos. Tec. Puruncajas.	Fecha:	Fecha:

1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos a realizarse para conservar y preservar la herramienta en óptimas condiciones para garantizar el uso correcto del equipo de remoción de los pines del estabilizar horizontal del avión BOEING 737-100/200.

2. ALCANCE

Abarcar el equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal del avión BOEING 737-100/200, el mismo que cumplirá con las expectativas de trabajo en el Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

3. DEFINICIONES

Se debe realizar una limpieza minuciosa del equipo de remoción de los pines después de cumplir con el mantenimiento.

4. PROCEDIMIENTO

4.1 Retirar las tapas protectoras de los pines.

4.2 Desajustar las tuercas del pin.

4.3 Acoplar los protectores de rosca.

4.4 Acoplar la herramienta al protector de rosca y ajustar el tornillo para empezar a desacoplar los pines.

4.5 Inspeccionar cuidadosamente el estado de los pines, para evitar corrosión y si es necesario dar tratamiento para la corrosión.

Firma del técnico: _____

3.8.8 Manual de operación

ITSA 	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág.:
	SEGURIDAD DE EL EQUIPO DE REMOCIÓN DE LOS PINES DEL ESTABILIZADOR HORIZONTAL DEL AVIÓN BOEING 737-100/200.		Código: ITSA – H1 – MO
	Elaborado por: Sr. Andrés Chiriboga.		Revisión N°: 1
	Aprobado por: Sgos.Tec. Avc. Lcdo. Carlos Puruncajas.	Fecha:	Fecha:

1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos de operación del equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal del avión BOEING 737-100/200.

2. CÓDIGO DEL EQUIPO:

3. UBICACIÓN DEL EQUIPO:

Bodega del CEMA

4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

4.1. Diámetro del perno:

4.2. Capacidad máxima de Torque:

4.3. Paso del perno:

5. NORMAS DE FUNCIONAMIENTO

5.1. Preparar el equipo de remoción.

5.2. Al realizar la remoción de los pines del estabilizador horizontal del avión BOEING 737-100/200 se debe verificar que este bien ubicado en los protectores de rosca.

5.3. Asegurarse que el equipo de remoción este bien ubicado antes de realizar el mantenimiento.

Firma del técnico: _____

3.9 Hojas de registro

Las hojas de registro son instrumentos necesarios para la organización del trabajo realizado ya que se registran los datos de todas las imperfecciones que se van dando del equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal desde el momento que se empieza a utilizar.

Es un respaldo para el técnico que realiza la remoción de los pines o da mantenimiento, también es de gran ayuda ya que si aquella persona no puede continuar con el trabajo otra lo podrá hacer sin dificultad porque se indica la última actividad que se realizó con respecto al equipo de remoción.

La hoja de registro está compuesta de una serie de datos a completar como son: número de registro, fecha del trabajo realizado, motivo de uso, nombre del técnico o encargado de hacer el trabajo, horas de uso y observaciones que pueden existir, por último la rúbrica del técnico o encargado responsable del trabajo.

ITSA	HOJA DE REGISTRO	Pág.: 1 de 3
	Libro de vida de funcionamiento u operación del equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal del avión BOEING 737-100/200	Código: Nomenclatura:

N°	Fecha	Motivo de uso	Nombre del técnico	Horas de funcionamiento	Observaciones

.....
 Firma del responsable

ITSA	HOJA DE REGISTRO	Pág.: 2 de 3
	Libro de vida de mantenimiento del equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal del avión BOEING 737-100/200	Código: Nomenclatura:

N°	Fecha inicio	Fecha finalización	Trabajo realizado	Responsable	Observaciones

.....
 Firma Jefe de Taller

<p align="center">ITSA</p> 	<p align="center">HOJA DE REGISTRO</p> <p>Libro de vida de daños, modificaciones o reparaciones del equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal del avión BOEING 737-100/200</p>	<p>Pág.: 3 de 3</p> <p>Código:</p> <p>Nomenclatura:</p>
---	--	--

N°	Fecha	Daño producido	Causa de daño	Acción correctiva	Observaciones

.....

Firma del responsable

3.10 Presupuesto

Habiendo desarrollado la construcción del equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal del avión BOEING 737 – 100/200 y tomando en consideración los costos de material, mano de obra y varios, el presupuesto utilizado fue de 1319.34 USD, a continuación se detallan:

- Materiales y mano de obra.
- Varios

Materiales y mano de obra.

Tabla N° 3.11: Costos materiales y mano de obra.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COST/UNID	VALOR TOT.
Mano de obra	1	300	300 USD
Plancha de acero BOHLER V 945 2300x110x25mm	2	158	316 USD
Eje de acero BOHLER V320 190x450mm	1	10	10 USD
Eje de acero BOHLER V320 250x450mm	1	25,5	25,5 USD
TOTAL			651.5 USD

Fuente: Investigación de campo.

Elaboración: Sr. Andrés Chiriboga.

Varios

Tabla N° 3.12: Costos varios.

N	MATERIAL	COSTO
1	Pago aranceles Derecho de Grado	296.84 USD
2	Impresiones e Internet	221 USD
3	Anillados y empastados	50 USD
4	Transporte y varios	100 USD
TOTAL		667.84 USD

Fuente: Investigación de campo.

Elaboración: Sr. Andrés Chiriboga.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- El estudio de los componentes y partes del estabilizador horizontal del avión BOEING 737-100/200, permitió establecer las características necesarias de los materiales que se utilizó para construir el equipo de remoción de los pines.
- El equipo de remoción de los pines construido fue basado en formas geométricas de herramientas comunes.
- El equipo especial facilita los procedimientos de mantenimiento y overhaul del estabilizador horizontal del avión BOEING 737-100/200.
- Los planos del equipo de remoción facilitaron su proceso de construcción.
- Los manuales del equipo de remoción construidos proporcionan los procesos de utilización y empleo de este, para las operaciones de mantenimiento y overhaul.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización de los manuales presentados en este trabajo como guía en la operación del equipó de remoción.
- Se recomienda elaborar más herramientas y/o equipos especiales en el país para fomentar la economía del mismo abaratando costos, logrando con esto implementar un mayor número de herramientas y/o equipos para agilizar los procesos de mantenimiento y overhaul.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Avión.- Aeronave más pesado que el aire, provisto de alas, cuya sustentación y avance es consecuencia de la acción de uno o varios motores.

Aleación.- Producto homogéneo, de propiedades metálicas, compuesto de dos o más elementos, uno de los cuales, al menos, debe ser un metal.

ASTM.- Sociedad Americana de Pruebas de Materiales.

AISI.- Instituto Americano del Hierro y del Acero.

DGAC.- Dirección General de Aviación Civil.

Electrodo.- Extremo de un conductor en contacto con un medio, al que lleva o del que recibe una corriente eléctrica.

Envergadura.- Distancia entre los extremos de las alas de un avión.

Fundición.- Acción y efecto de fundir o fundirse.

Fuselaje.- Cuerpo del avión donde van los pasajeros y las mercancías.

Manual.- Libro en que se compendia lo más sustancial de una materia.

Montaje.- Acción y efecto de montar (ll armar las piezas de un aparato o máquina).

Optimización.- Acción y efecto de optimizar. Buscar la mejor manera de realizar una actividad.

Proceso.- Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.

Sección.- Cada una de las partes en que se divide o considera dividido un objeto, un conjunto de objetos, una empresa, una organización, etc.

Soldadura.- Material que sirve y está preparado para soldar.

Técnico.- Perteneciente o relativo a las aplicaciones de las ciencias y las artes.

Fiabilidad.- Probabilidad de buen funcionamiento de una cosa.

Pericia.- Sabiduría, práctica, experiencia, y habilidad en una ciencia o arte.

Habilitar.- Hacer a una persona o cosa hábil o apta para aquello que antes no lo era.

Cuantificar.- Expresar numéricamente una magnitud.

Alabeo.- Es el movimiento del avión cuando gira alrededor de su eje longitudinal se efectúa mediante los alerones.

Cabeceo.- Es el movimiento del avión cuando gira alrededor de su eje lateral se efectúa mediante los timones de profundidad.

Guiñada.- Es el movimiento del avión cuando gira alrededor de su eje vertical se efectúa mediante el timón de dirección.

Bibliografía.

- THE BOEING COMPANY, "737 Maintenance Manual"
- THE BOEING COMPANY, "737 Overhaul Manual"
- Regulaciones Aeronáuticas del Ecuador.
- Microsoft ® Encarta ® 2008. © 1993-2007 Microsoft Corporation.
- www.wikipedia.org/wiki/Boeing_737, 20 de octubre del 2008, 10:45.
- www.geocities.com/CapeCanaveral/Hangar/4037/especificaciones_tecnicas_aviones.html, 10 de Noviembre del 2008, 11:00
- www.antonio-garcia-rivas.com/wp-content/uploads/APU.pdf, 15 de diciembre del 2008, 10:15
- www.monografias.com/trabajos13/elproceso/elproceso.shtml, 05 de enero del 2009, 17:20
- www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080020/Lecciones/Capitulo%203/ACERO%20ESTRUCTURAL, 18 de marzo del 2009, 09:35

Anexos

ANEXO A

ANTEPROYECTO DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

La Dirección de Industrias Aeronáuticas F.A.E. (DIAF) nace con la aspiración de satisfacer las necesidades propias de la FAE, realizando mantenimiento a los aviones de combate de las Fuerzas Armadas. En el año de 1989 comienza brindando servicios aeronáuticos a aviones comerciales en el Centro de Mantenimiento Aeronáutico (CEMA), en el mes de julio del mismo año la compañía TAME contrata los servicios del CEMA para realizar el mantenimiento a sus aviones BOEING 727 – 100 y 200.

El “CEMA”, es una empresa de servicios técnicos destinada a dar mantenimiento al sector aeronáutico nacional e Internacional, sus siglas son: CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, se encuentra domiciliado en el Cantón Latacunga Provincia del Cotopaxi, en la Av. Amazonas dentro del aeropuerto de dicha ciudad.

La empresa se halla conformada por personal capacitado para cumplir con las necesidades y expectativas de las empresas tanto nacionales como extranjeras.

Desde el año 2007, “CEMA”, cuenta con la habilitación de la Dirección General de Aviación Civil, para realizar trabajos, de mantenimiento e inspecciones en aviones de tipo BOEING 737 – 100/200, en su taller de mantenimiento aeronáutico que es el corazón de la misma, pues, gracias a los trabajos realizados, la empresa ha alcanzado prestigio en el continente americano.

Tomando en consideración lo mencionado y ante el constante crecimiento de la empresa “CEMA” tiene varias dificultades para mejorar su capacidad de trabajo así se pudo detectar la falta de herramientas especiales que se utilizan en la remoción y instalación de pines, este entorno hace que afecte el desempeño laboral, de su cuerpo técnico profesional especializado en estas labores.

La carencia de este tipo de equipos y herramientas se ha venido solventando mediante el empleo de equipos alquilados por parte de los directivos del CEMA quienes mediante la improvisación han logrado trabajar de esta manera sin mayores contratiempos, sin embargo estas herramientas alquiladas no se obtiene con rapidez para realizar el trabajo en forma ergonómica y precisas, por lo que es necesario adquirir o construir estas herramientas especiales para un mejor y fácil manejo de las mismas a la hora de la remoción e instalación de pines.

El CEMA tiene la capacidad de adquirir o construir los equipos y herramientas que permitan a los técnicos realizar estos trabajos de manera segura y ergonómica; contribuyendo incluso a minimizar la presencia de accidentes laborales. De esta manera se aportará al mejor desempeño profesional de los técnicos sin pérdida de esfuerzos, tiempo y recursos que afectan la eficiencia laboral, y valores agregados que no estaban siendo aprovechados en su totalidad.

1.2 Formulación del Problema

¿Cómo contribuir al mejor desempeño del técnico en tareas de montaje y desmontaje del estabilizador horizontal del avión BOEING 737 – 100/200, que son inspeccionados en el taller del CEMA?

1.3 Justificación e Importancia

Es evidente que el “CEMA” y el personal técnico de la compañía realiza un trabajo muy capaz día a día en el mantenimiento de los aviones Boeing cumpliendo así con las regulaciones aeronáuticas para brindar un servicio seguro a los usuarios de la compañía.

Mediante la experiencia dentro del campo laboral en la sección de mantenimiento se ha visto necesario la implementación de una herramienta fundamental que ayude a realizar los trabajos de remoción e instalación de los pines del estabilizador horizontal de manera segura y eficiente.

Esto beneficiará a los técnicos ya que podrán trabajar de manera segura y eficaz evitando el riesgo de accidentes laborales y creando un ambiente laboral confortable, ayudando de este modo al técnico y por ende lograr que el trabajo se realice de una manera efectiva.

Los trabajos de mantenimiento e inspección que requieren remover los pines del Estabilizador Horizontal de los aviones se lo realizan cada 3,000 horas de vuelo, o 24 meses, quien ocurra primero, para realizar mantenimientos correctivos, chequeos periódicos, etc., ya que el taller de reparación cuenta con ocho aviones Boeing 737-100/200 al año y estos trabajos se presentan en un promedio de tres o cuatro aviones en este lapso de tiempo.

El desarrollo de este trabajo investigativo será de gran beneficio para la compañía ya que aumentará la eficacia y eficiencia en los trabajos de mantenimiento permitiendo optimizar esfuerzos, tiempo y recursos, entre otros factores que intervienen para el cumplimiento de las tareas que se ejecutan en la sección, optimizando de esta manera el proceso de mantenimiento de los aviones Boeing 737-100/200.

Por lo antes señalado es importante y prioritaria la investigación sobre el proceso de tecnificación en las tareas de mantenimiento y seguridad laboral para fortalecer la eficiencia profesional de los técnicos del Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

1.4 Objetivos:

1.4.1 General

- Mejorar el desempeño del técnico en tareas de montaje y desmontaje del Estabilizador Horizontal de los aviones BOEING 737-100/200, mediante la implementación de un equipo de apoyo en tierra para optimizar los procesos de mantenimiento del CEMA.

1.4.2 Específicos

- Recopilar información para el buen desarrollo del proyecto.
- Analizar las causas que podrían generar pérdidas en el desempeño.
- Investigar como contribuir a la optimización de los procesos de mantenimiento en las actividades de los técnicos del CEMA.
- Verificar si el personal técnico de mantenimiento está de acuerdo con la implementación de un equipo de apoyo para realizar sus actividades.

1.5 Alcance

El siguiente trabajo se realizará en las instalaciones del CEMA, aprovechando el espacio físico, talleres y hangares de trabajo específico que disponen y pretende brindar beneficio institucional, se convertirá en una herramienta clave muy importante para el buen desempeño de todos los técnicos, en la manipulación y el buen manejo de esta herramienta utilizada en el campo laboral y profesional.

2. PLAN METODOLOGÍCO

Mediante el seguimiento de un plan previamente elaborado se procederá a utilizar tipos, técnicas y términos en el proceso de la investigación mediante los siguientes parámetros:

2.1 Modalidad Básica de la Investigación

➤ Investigación de Campo

La presente investigación se la realizará en los talleres y hangares del CEMA, donde se produce el hecho.

➤ Investigación Bibliográfica

En este tipo de investigación se tomará como referencia lo siguiente:

Libros

Manuales técnicos

Internet

2.2 Tipos de investigación

- **No Experimental**

Se utilizará la investigación no experimental permitiendo la información de las destrezas operacionales que se realizan en el CEMA.

2.3 Niveles de Investigación

- **Descriptiva**

Mediante el nivel de investigación descriptivo se realizará un análisis de cómo es y cómo se manifestó el problema; es decir, se realizará un análisis del estado actual del taller de mantenimiento del CEMA, para así conocer sus necesidades y poder dar una solución eficiente.

2.4 Universo, Población y Muestra

En base a la delimitación especial el campo a investigar es el taller del centro de mantenimiento aeronáutico CEMA ubicado en la ciudad de Latacunga.

2.5 Recolección de Datos

Para la recolección de datos informativos, se utilizará una fuente primaria, es decir de primera mano, mismos que se aplicarán a personas que están vinculadas al ámbito de mantenimiento aeronáutico en el taller del CEMA, poniendo énfasis a los requerimientos a satisfacer.

Los métodos que se utilizarán para la recolección de datos son la encuesta que se realizará con los técnicos encargados del mantenimiento en el CEMA.

2.5.1 Técnicas

- **De campo**

Esta técnica servirá para recolectar información primaria.

- **Observación**

Mediante la observación profunda y directa, se permitirá registrar los datos en la encuesta de manera planificada y sistemática del objeto de estudio en su propio medio y ayudará a comprender mejor la necesidad real que se tiene en el taller dentro de la sección de mantenimiento ya que se logrará obtener información de cómo se están realizando los trabajos de mantenimiento.

- **La Encuesta**

Mediante la aplicación de este instrumento que se lo conoce también como cuestionario, se obtendrá información clara de las necesidades de los técnicos.

2.6 Procesamiento de la información

Al terminar de realizar las encuestas se realizará una revisión crítica y minuciosa para así eliminar la información defectuosa, contradictoria, e incompleta.

2.7 Análisis e Interpretación de Resultados

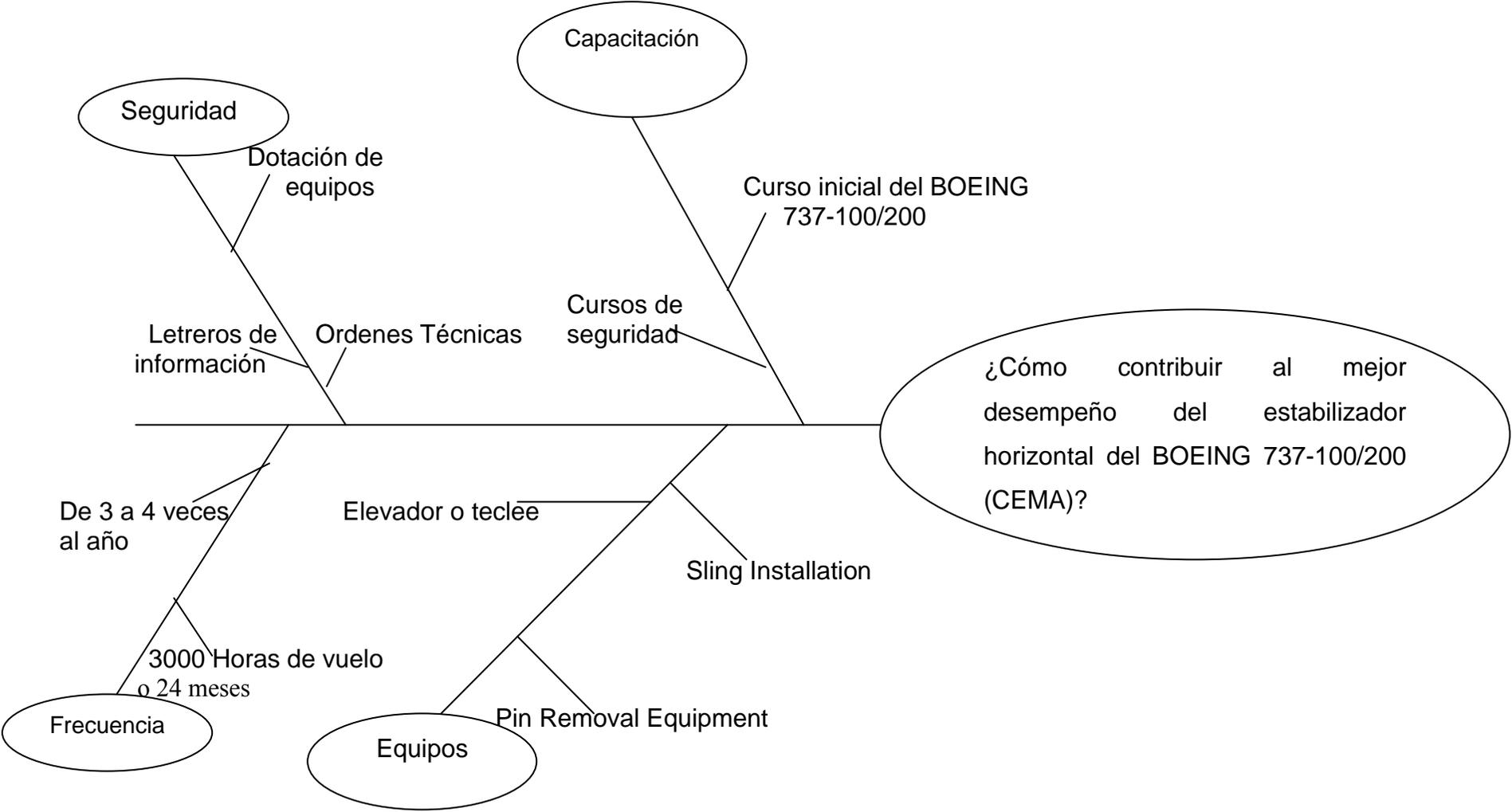
Se analizará los resultados mediante tablas y gráficos de barras que se realizarán en Excel.

Para realizar la interpretación de resultados se tomará en cuenta el análisis de los datos para mostrar una interpretación clara y precisa de los datos obtenidos en la encuesta.

2.8 Conclusiones y Recomendaciones de la investigación.

Las conclusiones y recomendaciones de la investigación se definirán después de haber ejecutado el Plan Metodológico.

2.9 Diagrama Causa Efecto (Espino grama)



3 MARCO TEORICO

3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Durante la investigación de campo, en el taller de mantenimiento CEMA se encontró que actualmente no existen antecedentes.

3.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Boeing 737-100

El 19 de febrero de 1965, Boeing anunció su intención de construir el MODELO 737, un transporte de corto alcance propulsado por dos turboventiladores.

El primer Boeing 737-100 hizo su primer vuelo el 9 de abril de 1967 y Lufthansa inauguró sus servicios con este avión el 10 de febrero de 1968.

El MODELO 737 estaba constituido por el fuselaje del Boeing 727 con una configuración de cola similar al Boeing 707.

Se preveía una capacidad de 60 a 85 pasajeros pero Lufthansa - que hizo el primer pedido - necesitaba una capacidad de 100 asientos. Debido a esto se alargó el fuselaje convenientemente.

El ala incorporaba gran parte de la tecnología desarrollada para el 727 y el área de mayores cambios estuvo dada por la planta motriz. Se decidió montar los motores en el ala porque no había espacio en el corto fuselaje y porque los pasajeros no pueden ir sentados cerca de los motores montados en el fuselaje.

El motor seleccionado inicialmente fue el turboventilador Pratt & Whitney JT8D-1 pero luego de las negociaciones con Lufthansa, los motores fueron cambiados por los JT8D-7 que entregaban el mismo empuje aún cuando la temperatura ambiental fuera elevada.

Este motor fue, finalmente, el estándar para el Boeing 737-100, pudiéndose optar por el JT8D-9.

Boeing 737-200

Dos meses después de que Boeing lanzará al mercado el 737, la compañía anunció el desarrollo simultáneo del modelo 737-200, de mayor capacidad. El primer 737-200 voló el 8 de agosto de 1967 y la entrada en servicio se produjo con United Airlines el 29 de abril de 1968. El 737-200 tenía el fuselaje 1,83 m (6 pies) más largo que el modelo anterior para darle cabida a 130 pasajeros.

El rápido crecimiento del tráfico aéreo, y por lo tanto de las capacidades de los aviones, que hubo en esa época significó que prácticamente no hubiera demanda del 737-100 (100-103 asientos) por lo que la producción terminó después de haberse construido solamente 30 unidades.

Los despegues y aterrizajes relativamente cortos del 737 lo hicieron apto para operar desde pequeños aeropuertos regionales, e inclusive desde aeródromos no asfaltados. Por ello Boeing desarrolló una apropiada protección FOD (Foreign Object Damage: daños por objetos extraños) para los aviones.

En 1979 apareció el *737-200 Advanced* que tenía mayor capacidad de combustible, mayor peso al despegue, mayor alcance y que incorporaba nuevos materiales compuestos y una aviónica mejorada con respecto a la del 737-200 común.

BOEING 
COMMERCIAL JET
ILLUSTRATED TOOL AND
EQUIPMENT LIST
PART NUMBER: C55005-1, -11

Nombre: Equipo de remoción de los pines del Estabilizador Horizontal

El uso: Esta herramienta se usa para quitar el estabilizador horizontal.

Descripción: Esta herramienta consiste en dos "C" sujeta, tres tornillos y dos protectores del hilo (rosca).

NOTE: C55005-11 reptaces C55005-1 for future procurement.

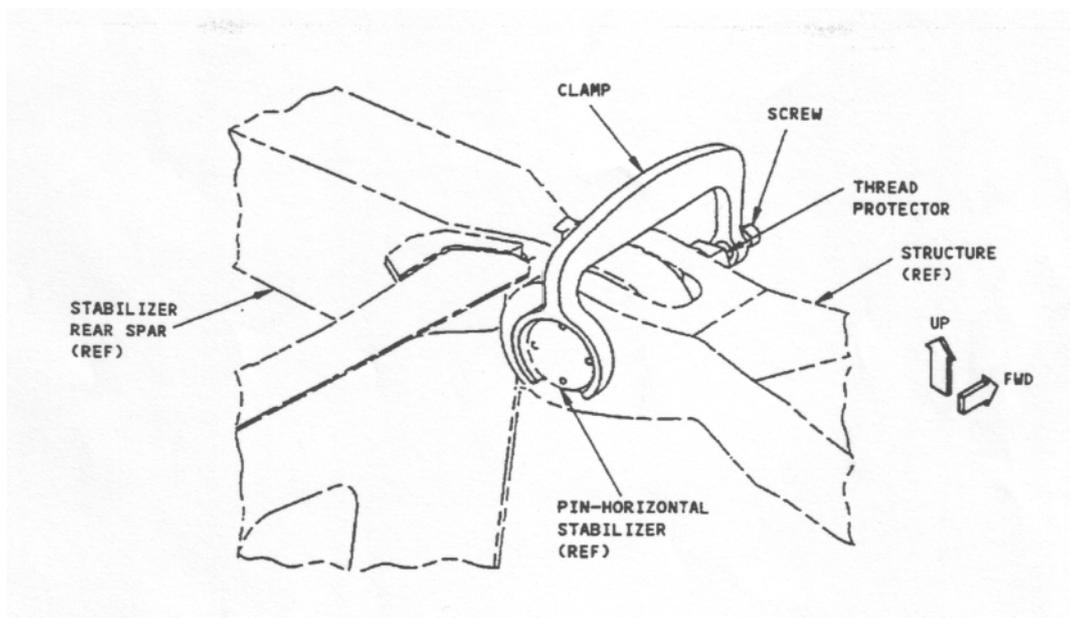


Fig.1 Horizontal Stabilizer Pin Removal Equipment

El estabilizador horizontal consiste en dos secciones idénticas, pero opuestas, externas conectadas por la sección de centro del estabilizador. Este procedimiento puede usarse para realizar la remoción/instalación para las secciones del estabilizador externas. Una honda izando permite secciones externas ser quitado al estabilizador horizontal o instalar con o sin los ascensores y etiquetas del ascensor instaladas. Sin embargo, ciertas partes del ascensor controlan el sistema, localizado en popa del estabilizador la sección externa trasera boxee, debe quitarse.

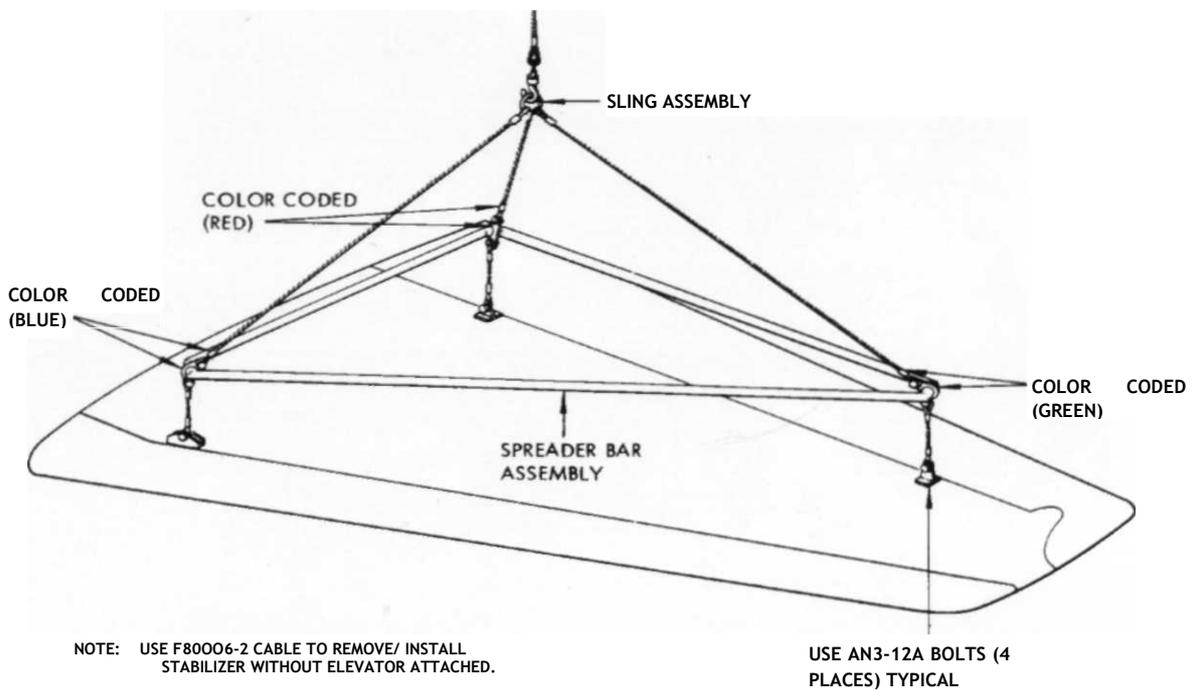


Fig.2 Horizontal Stabilizer Hoisting Sling Installation

Ala (aeronáutica)

El ala es una superficie aerodinámica que le brinda sustentación al avión debido al efecto aerodinámico, provocado por la curvatura de la parte superior del ala (extrados) que hace que el aire que fluye por encima de esta se acelere y por lo tanto baje su presión (creando un efecto de succión), mientras que el aire que circula por debajo del ala (que en la mayoría de los casos es plana o con una curvatura menor y a la cual llamaremos intrados) mantiene la misma velocidad y presión del aire relativo, pero al mismo tiempo aumenta la sustentación ya que cuando este golpea la parte inferior del ala la impulsa hacia arriba manteniendo sustentado en el aire al avión y contrarrestando la acción de la gravedad. En determinadas partes de un vuelo la forma del ala puede variar debido al uso de las superficies de control que se encuentran en las alas: los flaps, los alerones, los spoilers y los slats. Todas ellas son partes móviles que provocan distintos efectos en el curso del vuelo.

Los flaps son dispositivos hipersustentadores que se encuentran ubicados en el borde de salida del ala, cuando están retraídos forman un solo cuerpo con el ala, los flaps son utilizados en ciertas maniobras (comúnmente el despegue y el aterrizaje), en las cuales se extienden hacia atrás y abajo del ala a un determinado ángulo, curvándola así aún más. Esto provoca una reacción en la aerodinámica del ala que genera más sustentación, al hacer que el flujo laminar recorra más distancia desde el borde de ataque al borde de salida, y previene al mismo tiempo un desprendimiento prematuro de este, proveyendo así de más sustentación a bajas velocidades y altos ángulos de ataque, al mismo tiempo los flaps generan más resistencia en la superficie alar, por lo que es necesario contrarrestarla, ya sea aplicando más potencia a los motores o picando la nariz del avión.

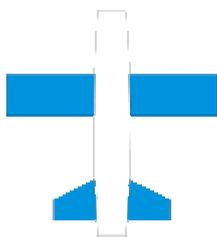
Los slats, al igual que los flaps, son dispositivos hipersustentadores, la diferencia está en que los slats se encuentran ubicados en el borde de ataque, y cuando son extendidos aumentan aún más la curvatura del ala, generando aún más sustentación.

Los alerones son superficies móviles que se encuentran en las puntas de las alas y sobre el borde de salida de estas. Son los encargados de provocar el desplazamiento del avión sobre su eje longitudinal al crear una descompensación aerodinámica de las

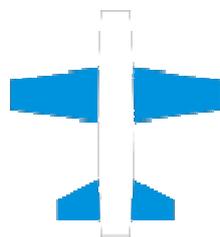
alas, que es la que permite al avión girar, ya que cuando giramos el timón hacia la izquierda el alerón derecho baja, creando más sustentación en el ala derecha, y el alerón izquierdo sube, desprendiendo artificialmente el flujo laminar del ala izquierda y provocando una pérdida de sustentación en esta; lo inverso ocurre cuando giramos el timón hacia la derecha.

Los spoilers son superficies móviles unidas a la parte superior del ala, su función es reducir la sustentación generada por el ala; cuando son extendidos, separan prematuramente el flujo de aire que recorre el extradós provocando que el ala entre en pérdida, una pérdida controlada podríamos decir. La diferencia entre los spoilers y los "Airbreaks" (frenos de aire) es que estos últimos disminuyen la velocidad del avión al generar mayor resistencia pero sin afectar la sustentación, los spoilers en cambio afectan la sustentación, por lo cual se debe de aumentar el ángulo de ataque del avión, lo cual generará mayor resistencia y por lo tanto una pérdida de velocidad. Los spoilers no deben de ser usados en condiciones de vuelo adversas tales como turbulencia, vientos cruzados, otro tipo de fenómenos atmosféricos y un estado del tiempo crítico, ya que podrían afectar la seguridad del vuelo. En las alas también se encuentran los tanques de combustible. La razón por la cual están ubicados allí es que sirven de contrapesos cuando las alas comienzan a generar sustentación, sin estos contrapesos y en un avión cargado, las alas podrían desprenderse fácilmente durante el despegue. También en la mayoría de los aviones comerciales, el tren de aterrizaje principal se encuentra empotrado en el ala, así como también los soportes de los motores.

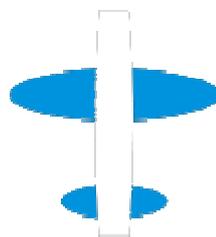
Hay varios tipos de alas para los aviones:



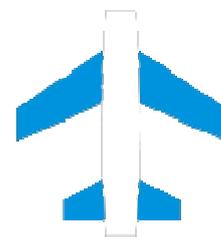
Recta



Trapezoidal



Elíptica



Flecha

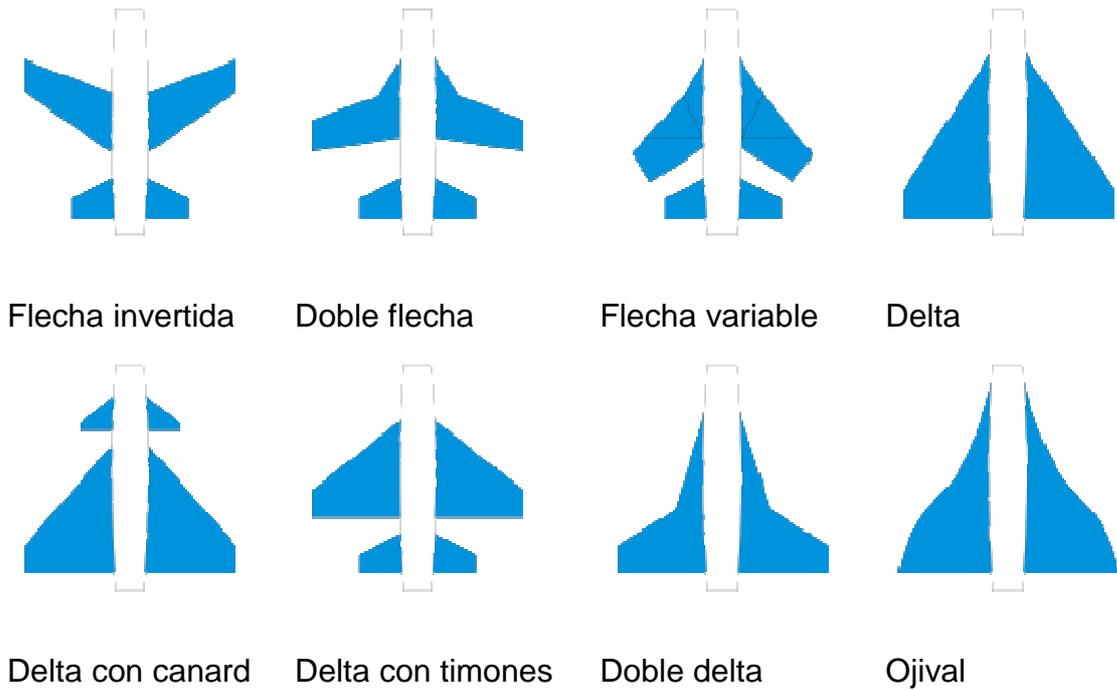


Fig.3 Tipos de alas para los aviones

Fuselaje

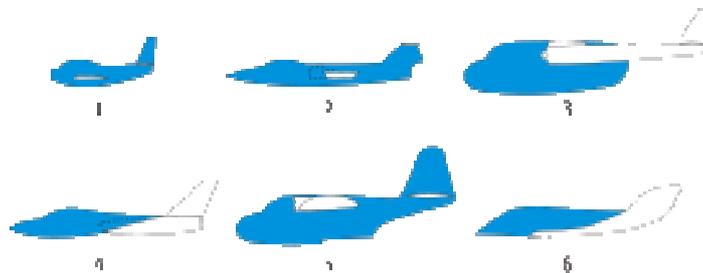


Fig.4 Tipos de fuselajes para los aviones

Algunos tipos de fuselajes:

- 1: Para vuelo subsónico.
- 2: Para vuelo supersónico de alta velocidad.
- 3: Para vuelo subsónico con góndola de gran capacidad.
- 4: Para vuelo supersónico de gran maniobrabilidad.
- 5: Para hidroavión.
- 6: Para vuelo hipersónico.

El fuselaje es el cuerpo del avión al que se encuentran unidos las alas y los estabilizadores tanto horizontales como verticales. Su interior es hueco, para poder

albergar en su interior a la cabina de pasajeros y la de mandos y los compartimentos de carga. Su tamaño, obviamente, vendrá determinado por el diseño de la aeronave.

Sistemas de control

Superficies estabilizadoras

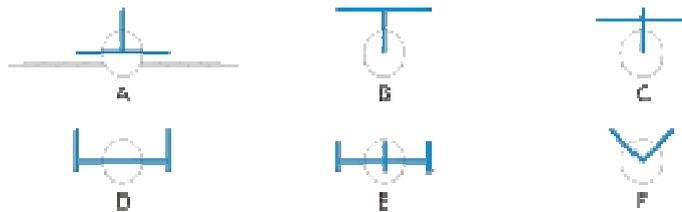


Fig.5 Tipos de superficies estabilizadoras

Tipo de colas de avión:

- (A) estándar,
- (B) en forma de "T",
- (C) en forma de cruz,
- (D) con dos estabilizadores verticales,
- (E) con tres estabilizadores verticales,
- (F) en forma de "V".

Son todas aquellas partes móviles del avión que al ser utilizadas cambiándolas de posición, provocarán un efecto aerodinámico que alterara el curso del vuelo y tendrán la seguridad de un control correcto de la aeronave, a saber:

Estabilizadores horizontales

Son 2 aletas más pequeñas que las alas, situadas en posición horizontal (generalmente en la parte trasera del avión), en el empenaje y en distintas posiciones y formas dependiendo del diseño, las cuales le brindan estabilidad y que apoyan al despegue y aterrizaje. En ellos se encuentran unas superficies de control muy importantes que son los elevadores (o también llamados timones de profundidad) con los cuales se controla la altitud del vuelo mediante el ascenso y descenso de estas superficies, que inclinarán

el avión hacia adelante o atrás, es decir, el avión subirá o bajara a determinada altitud y estará en determinada posición con respecto al horizonte. A este efecto se le llama penetración o descenso, o movimiento de cabeceo.

Estabilizador vertical

Es una aleta que se encuentra en posición vertical en la parte trasera del fuselaje (generalmente en la parte superior). Su número y forma deben ser determinadas por cálculos aeronáuticos según los requerimientos aerodinámicos y de diseño, que le brinda estabilidad al avión. En éste se encuentra una superficie de control muy importante, el timón de dirección, con el cual se tiene controlado el curso del vuelo mediante el movimiento hacia un lado u otro de esta superficie, girando hacia el lado determinado sobre su propio eje debido a efectos aerodinámicos. Este efecto se denomina movimiento de guiñada.

Acción de los componentes

Cada uno de los componentes actúa sobre uno de los ángulos de navegación, que en ingeniería aeronauta se denominan Ángulos de Euler, y en geometría, ángulos de Tait-Bryan.



Acción de alerones —
Alabeo



Acción del timón de profundidad —
Cabeceo



Acción del timón de dirección —
Guiñada

Fig.6 Acción de los componentes de un avión

MANTENIMIENTO

Es el conjunto de actividades y operaciones tendientes a mantener en condiciones estándar de operación y funcionamiento a equipos, máquinas, herramientas e infraestructura en general, alargando en su vida útil.

Objetivos del Mantenimiento

Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.

- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o para de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

MANTENIMIENTO AERONÁUTICO

Toda inspección, revisión, reparación, conservación y cambio de partes; tendientes a conservar las condiciones de Aeronavegabilidad de una aeronave y componentes de ella, se denomina en general como Mantenimiento Aeronáutico.

TIPOS DE INSPECCIONES

- Inspección inicial
- Inspección de daños ocultos
- Inspección progresiva
- Inspección programada
- Inspección final

Inspección inicial

Es una inspección visual es aquella que 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 (NDI), a fin de determinar daños interno que no son apreciables en una inspección visual.

Inspección progresiva (programada).

Las inspecciones que se realizan en base a los manuales de operación y mantenimiento al cumplir la aeronave una determinada 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.

“Soldadura.

La soldadura es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, usualmente logrado a través de la coalescencia, la cual las piezas son soldadas fundiendo ambas y agregando un material de relleno fundido, el cual tiene un punto de fusión menor al de la pieza a soldar, para conseguir un baño de material fundido que, al enfriarse, se convierte en una unión fuerte. A veces la presión es usada conjuntamente con el calor, o por sí misma, para producir la soldadura. Esto está en contraste con la soldadura blanda y la soldadura fuerte, que implican el derretimiento de un material de bajo punto de fusión entre piezas de trabajo para formar un enlace entre ellos, sin fundir las piezas de trabajo.

Muchas fuentes de energía diferentes pueden ser usadas para la soldadura, incluyendo una llama de gas, un arco eléctrico, un láser, un rayo de electrones, procesos de fricción o ultrasonido. La energía necesaria para formar la unión entre dos piezas de metal generalmente proviene de un arco eléctrico. La energía para soldaduras de fusión o termoplásticos generalmente proviene del contacto directo con una herramienta o un gas caliente.

El Acero.

Es el material estructural más usado para construcción de estructuras en el mundo. Es fundamentalmente una aleación de hierro (mínimo 98 %), con contenidos de carbono menores del 1 % y otras pequeñas cantidades de minerales como manganeso, para mejorar su resistencia, y fósforo, azufre, sílice y vanadio para mejorar su soldabilidad y resistencia a la intemperie. Es un material usado para la construcción de estructuras, de gran resistencia, producido a partir de materiales muy abundantes en la naturaleza. Entre sus ventajas está la gran resistencia a tensión y compresión y el costo razonable.

Acero Estructural.

Se define como acero estructural al producto de la aleación de hierro, carbono y pequeñas cantidades de otros elementos tales como silicio, fósforo, azufre y oxígeno, que le aportan características específicas, además presenta alta resistencia, homogeneidad en la calidad y fiabilidad de la misma, soldabilidad, y, ductibilidad.

Clasificación del Acero Estructural.

Según su forma de clasifica en:

- Perfiles Estructurales.- son piezas de acero laminado y cuya forma puede ser en I, H, T, G, U, C, etc.

- Barras.- las barras de acero estructural son piezas de acero laminado, cuya sección transversal puede ser circular, hexagonal o cuadrada en todos los tamaños.

-Planchas.- las planchas de acero estructural son productos planos de acero laminado en caliente con anchos de 203 mm y 219 mm, y espesores mayores de 5,8 mm y mayores de 4,5 mm, respectivamente.

Características del acero BÖHLER V 945.

Tipo de aleación: C 0,45 % Si 0,30% Mn 0,70%

Color de identificación: Blanco

Empleo.- Para la fabricación de partes de maquinarias sometida a esfuerzos normales.

Resistencia a la tracción:

Natural: 370 N/mm

Mecanizado



Fig.7 Torno paralelo

Las piezas de acero permiten mecanizarse en procesos de arranque de virutas en máquinas-herramientas (taladro, torno, fresadora, centros de mecanizado CNC, etc.) luego endurecerlas por tratamiento térmico y terminar los mecanizados por procedimientos abrasivos en los diferentes tipos de rectificadoras que existen.

Rectificado

El proceso de rectificado permite obtener muy buenas calidades de acabado superficial y medidas con tolerancias muy estrechas, que son muy beneficiosas para la construcción de maquinaria y equipos de calidad. Pero el tamaño de la pieza y la capacidad de desplazamiento de la rectificadora pueden presentar un obstáculo.

3.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

“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.”³

³ Regulaciones Aeronáuticas del Ecuador.

4 EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLOGÍCO

4.1 Modalidad Básica de la Investigación

➤ Investigación de Campo

Para la realización de esta investigación fue necesario recurrir al taller del CEMA, donde se constató la falta de equipos de apoyo en tierra como coche transportador del APU, soportes del motor, un equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal de los aviones BOEING 737-100/200, ya que no se las a conseguido por falta de recurso económico por su costo muy elevado.

Mediante la observación realizada a los técnicos se pudo comprobar que tienen dificultad para realizar los trabajos de mantenimiento ya que los equipos de apoyo en tierra no prestan todos los servicios necesarios que el técnico necesita para realizar dichos mantenimientos.

Es decir, se pudo comprobar que los equipos de trabajo y herramientas existentes en las bodegas del CEMA, necesitan de un mantenimiento periódico.

Además Institucionalmente, podremos obtener información necesaria de primera mano, de los técnicos que trabajan, para ello se aplicará la observación y encuestas.

➤ Investigación Bibliográfica

La investigación Bibliográfica, se la utilizó para la descripción del estudio de los requerimientos técnicos a satisfacer, como el Manual de herramientas y equipos (pag.29), Maintenance Manual (MM) desde (pag.401-405), overhaul desde (pag.20-22), nos sirvieron de apoyo para la presente investigación.

Así también se revisó el libro “Investigación Científica” del autor Enrique Gallo gracias al cual se pudo tener una idea clara de cómo realizar una encuesta. También se utilizó el internet donde se visitó páginas como www.monografias.com, www.rincóndelvago.com

las cuales ayudaron a comprender más ampliamente a que se refieren los diferentes tipos de investigación.

4.2 Tipos de investigación

- **No Experimental**

En la investigación no experimental se procedió a indagar manuales técnicos (MM, manual de herramientas y equipos, manual de overhaul) que nos ayudan a analizar que equipo o herramienta facilitará la optimización de los procesos de mantenimiento en el taller del CEMA, y así garantizar la seguridad en las tareas de inspecciones o chequeos de los aviones BOEING 737- 100/200.

En dicho taller se pudo constatar que los técnicos no realizan su trabajo con eficacia, ya que al no contar con los equipos de apoyo en tierra, se debe adaptar o alquilar y esto puede causar accidentes, pérdida de tiempo y recursos.

4.3 Niveles de Investigación

- **Descriptiva**

La investigación se llevó a cabo en el CEMA, específicamente en el taller donde se produce el hecho.

Se recorrió por el taller de mantenimiento de dicha empresa donde se pudo notar lo siguiente:

En el taller se realizan trabajos de mantenimiento con herramientas y equipos de apoyo en tierra adaptados o alquilados. El CEMA no cuenta con equipos suficientes para que los técnicos puedan desarrollar su trabajo y con los coches transportadores que cuentan algunos también presentan un deterioro bastante notable. El equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal de los aviones BOEING 737-100/200, se lo alquila para realizar el mantenimiento o chequeo según lo indica el fabricante al seguir realizando el mantenimiento de esta manera en el taller del CEMA se pierde

tiempo esfuerzos y recursos, así como se debe anotar también que la empresa cuenta con la habilitación y con técnicos capacitados para dar mantenimiento a los aviones BOEING 737-100/200. (Ver Anexo 8,9)

El CEMA como institución cuenta con gran parte del equipo necesario para la remoción/instalación del estabilizador horizontal, como la Sling Installation, elevadores o tecles, que se utiliza para este tipo de mantenimiento.

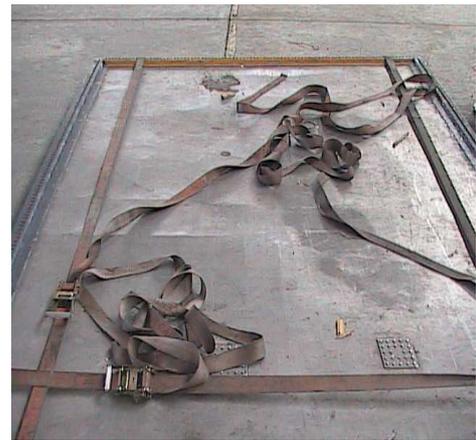


Fig.8 Sling Assembly



Fig.9 Elevadores o tecles

Con lo que no cuenta para realizar las tareas de mantenimiento es el equipo de remoción/instalación de los pines del estabilizador horizontal de los aviones BOEING 737-100/200.

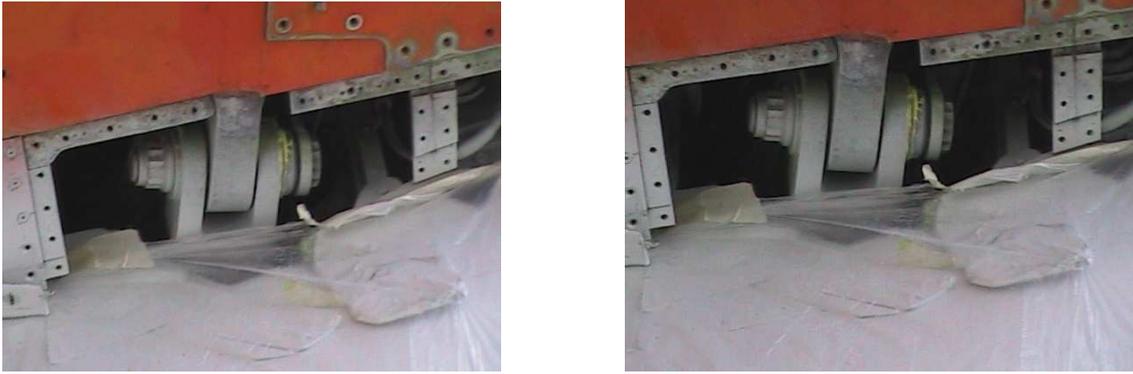


Fig.10 Attachment Points

En cuanto a la seguridad los técnicos reciben cursos iniciales o de capacitación de las aeronaves que llegan hacer inspeccionadas en el CEMA, con lo que ellos deben cumplir con normas de seguridad al realizar los trabajos de mantenimiento, como son:

- Trabajar con manuales técnicos
- Utilizar overol, guantes, botas



Fig.11 Letreros de dotación de trabajo

- Utilizar tapones o orejeras



Fig.12 Letrero de seguridad para protección auditiva

- Utilizar protectores para respirar



Fig.13 Letrero de seguridad para la protección respiratoria

- Utilizar Slingas para el cuerpo



Fig.14 Slingas de seguridad para el cuerpo

4.4 Universo, Población y Muestra

En el presente trabajo investigativo se tomó como conjunto universo al taller del centro de mantenimiento aeronáutico “CEMA” ubicado en la ciudad de Latacunga, y como población fueron seleccionados el personal técnico que trabaja en el mantenimiento de dichas aeronaves.

Al ser la población investigada muy pequeña, se considera como muestra a toda la población y se clasifica de la siguiente manera.

- 1 Gerente de Mantenimiento.
- 3 Inspectores de mantenimiento.
- 4 Supervisores de mantenimiento.
- 30 Técnicos de mantenimiento.

4.5 Recolección de datos

Para la recolección de datos informativos, se utilizó una fuente primaria, es decir de primera mano con la ayuda de las técnicas y material señalado en los párrafos anteriores, mismos que se aplicaron a personas que están vinculadas al ámbito de mantenimiento aeronáutico en el taller del CEMA, poniendo énfasis a los requerimientos a satisfacer.

La observación de campo se lo realizó en el lugar de trabajo y se constituye en un mecanismo para obtener una clara perspectiva de los equipos de apoyo en tierra y procedimientos que se aplican en los trabajos de mantenimiento.

El investigador, aplicó la encuesta al personal técnico y de mantenimiento del CEMA.

En la encuesta se aplican preguntas dicotómicas en razón a que permiten indagar sobre temas específicos sin dejar abierta la posibilidad de divagaciones y conjeturas superficiales que no permitirían una clara tabulación para la interpretación de los resultados.

4.6 Procesamiento de la información

Para procesar la información de la investigación, con los resultados obtenidos en las encuestas se procedió a:

- Codificar y tabular (ver anexo B2)
- Luego se representa en forma gráfica (ver anexo B3)
- Después se analizan los resultados;
- Se interpreta; y,

- Se llega a conclusiones y recomendaciones.

4.7 Análisis e Interpretación de Resultados

Tomando en cuenta los objetivos que en la presente investigación se han propuesto, así como la fundamentación presentada en el Marco Teórico, se han realizado encuestas a los técnicos de mantenimiento aeronáutico del CEMA, cuyas respuestas se presentan a continuación conjuntamente con el análisis realizado.

Para realizar el análisis y la interpretación de resultados se utilizó el programa Excel con el cual se procedió a tabular las respuestas y realizar gráficos estadísticos en barras de los resultados para así tener datos numéricos de las respuestas de los técnicos y de esta forma tener una visión más amplia de las soluciones a nuestro problema.

Análisis por pregunta de la encuesta al personal de mantenimiento aeronáutico del CEMA.

A continuación podremos apreciar la encuesta realizada al personal de mantenimiento del taller de mantenimiento CEMA.

Pregunta N° 1.

¿Conoce el procedimiento correspondiente para las operaciones de remoción, instalación de los pines del estabilizador horizontal de los aviones BOEING 737-100/200?

RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	30	79
NO	8	21
TOTAL	38	100

Fuente: Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico del CEMA.

Elaboración: Sr. Rafael Andrés Chiriboga

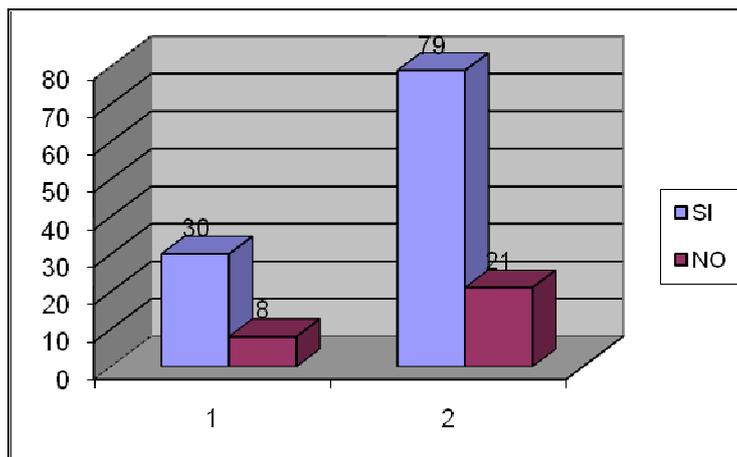


Fig.1 Resultado de la pregunta N°1

Análisis: El 21% de los técnicos manifiestan que desconocen el procedimiento para la remoción e instalación de pines del estabilizador horizontal de los aviones BOEING 737 –100/200, a razón de no haber hecho este tipo de mantenimiento por ser nuevos técnicos de la empresa.

Interpretación: Esto da a entender, que la mayoría de los técnicos conoce el procedimiento correspondiente para las operaciones de remoción e instalación de los pines del estabilizador horizontal, puesto que han realizado este tipo de mantenimiento al avión BOEING 737 – 200.

Pregunta N° 2.

¿Con que frecuencia se realiza la remoción, instalación de pines del estabilizador horizontal de los aviones BOEING 737- 100/200?

RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
MUY FRECUENTE	0	0
FRECUENTE	33	87
POCO FRECUENTE	5	13,15
NADA FRECUENTE	0	0

Fuente: Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico del CEMA.
 Elaboración: Sr. Rafael Andrés Chiriboga.

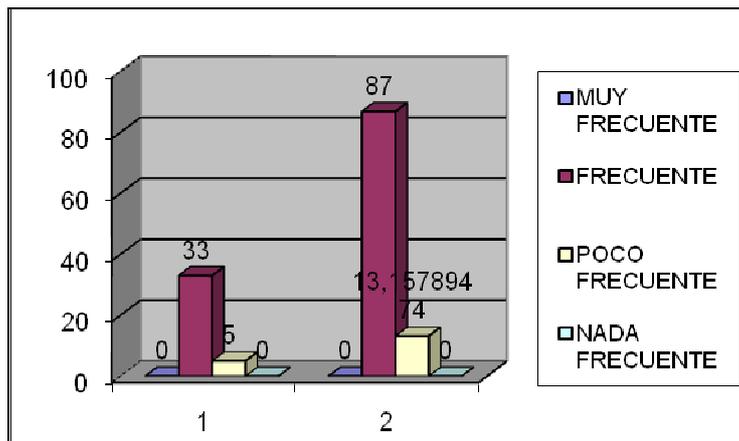


Fig.2 Resultado de la pregunta N°2

Análisis: El 87% de los técnicos manifiestan que con frecuencia se realizan este tipo de trabajos de remoción e instalación de los pines del estabilizador horizontal de los aviones BOEING 737- 100/200 en los talleres del CEMA.

Interpretación: Es concluyente, que los técnicos conocen bien los trabajos a desarrollar, debido a la gran afluencia de este tipo de aeronaves que encomiendan al CEMA este trabajo por su experiencia en aviones BOEING 737 – 100 /200.

Pregunta N° 3.

¿Considera que la empresa debería contar con una herramienta propia para facilitar el mantenimiento y así ahorrar tiempo y recursos?

RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	38	100
NO	0	0
TOTAL	38	100

Fuente: Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico del CEMA.
Elaboración: Sr. Rafael Andrés Chiriboga

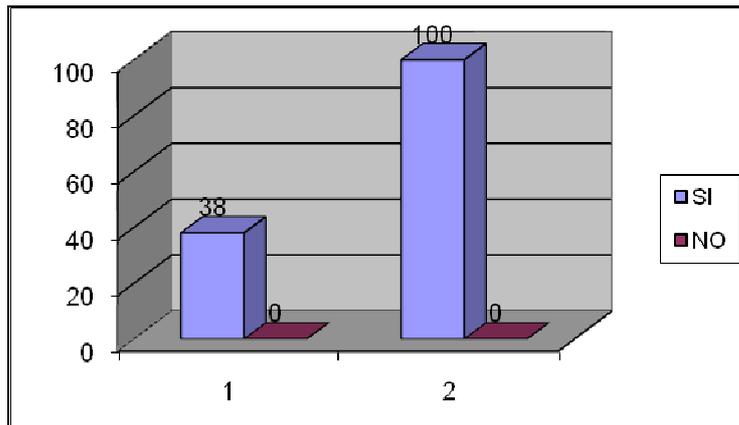


Fig.3 Resultado de la pregunta N°3

Análisis: El 100% de los técnicos, indican que la empresa si debe contar con una herramienta propia del CEMA para facilitar el mantenimiento y con eso el ahorro de tiempo y recursos.

Interpretación: Esto quiere decir, que es necesario tener la herramienta en propiedad de CEMA para optimizar el trabajo y brindar un mejor servicio.

Pregunta N° 4.

¿Conoce el costo que le genera a la empresa el alquiler de esta herramienta para la remoción, instalación de pines del estabilizador horizontal de los aviones BOEING 737-100/200?

RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	20	53
NO	18	47
TOTAL	38	100

Fuente: Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico del CEMA.

Elaboración: Sr. Andrés Chiriboga.

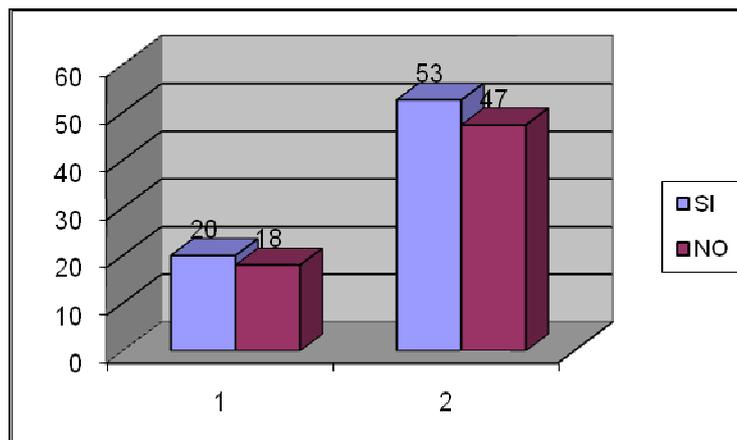


Fig.4 Resultado de la pregunta N°4

Análisis: El 47% de los técnicos manifiestan que desconocen el costo que le genera a la empresa el alquiler de las herramientas.

Interpretación: Esto quiere decir, que la mayor parte de los técnicos saben el costo que genera el alquiler de la herramienta en razón a que no poseen para este trabajo.

Pregunta N° 5.

¿Conoce las normas que se deben tomar en cuenta para que el proceso de remoción, instalación del estabilizador horizontal sea seguro y ergonómicas para los técnicos del CEMA?

RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	34	89
NO	4	11
TOTAL	38	100

Fuente: Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico del CEMA.

Elaboración: Sr. Andrés Chiriboga

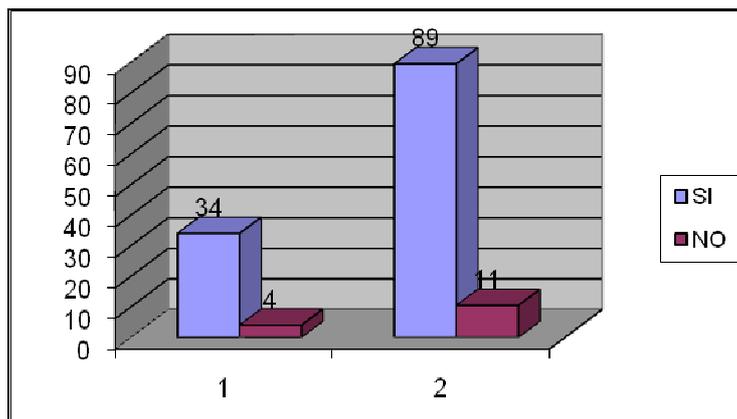


Fig.5 Resultado de la pregunta N°5

Análisis: Solamente un 11% de los técnicos encuestados no conocen las normas que se deben tomar en cuenta para el procedimiento de remoción e instalación del estabilizador horizontal.

Interpretación: Esto da a conocer que la mayoría del personal conoce el procedimiento a seguir para remover e instalar del estabilizador horizontal que indica en manual de mantenimiento.

Pregunta N° 6.

¿Considera conveniente que se construya o compre el equipo de remoción de pines del estabilizador horizontal de los aviones BOEING 737-100/200?

RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	38	100
NO	0	0
TOTAL	38	100

Fuente: Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico del CEMA.
Elaboración: Sr. Rafael Andrés Chiriboga

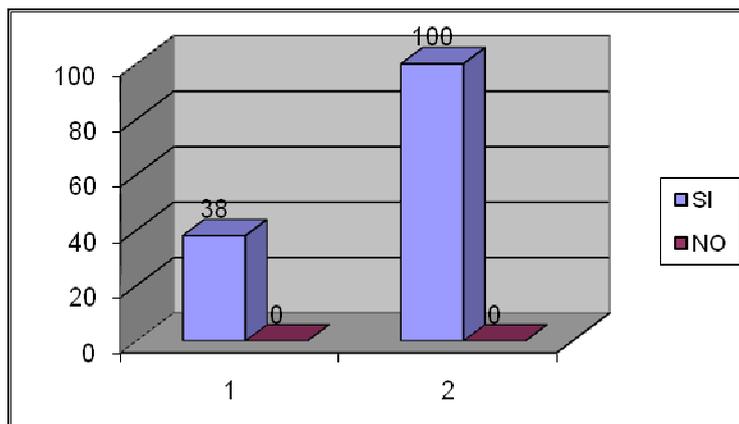


Fig.6 Resultado de la pregunta N°6

Análisis: El 100% del personal técnico considera que al implementar un equipo de apoyo en tierra para la remoción de los pines del estabilizador horizontal se optimizará el proceso de mantenimiento de los aviones BOEING 737-100/200.

Interpretación: Todo el personal encuestado está de acuerdo que con la implementación de esta herramienta se ahorrará tiempo y facilitará la realización de trabajos de mantenimiento del estabilizador horizontal, optimizando dicho proceso.

4.8 Conclusiones y Recomendaciones de la investigación.

Conclusiones:

- En base a la investigación realizada se concluye que la información recopilada fue la necesaria para identificar las causas que generan el problema.
- A través de la información obtenida en el taller de mantenimiento aeronáutico se puede concluir que el desempeño de los técnicos será mejorado al contar con equipos de apoyo en tierra para acelerar los procesos de mantenimiento.
- Gracias a las encuestas se llegó a determinar que la implementación de un equipo de apoyo en tierra ayudara a tener un mejor rendimiento en las operaciones de mantenimiento en el taller del CEMA.

Recomendaciones:

- A través de la información obtenida para el desarrollo del presente trabajo investigativo y mediante el resultado de las técnicas de investigación aplicadas, el grupo investigador recomienda la implementación de un equipo de apoyo en tierra para el estabilizador horizontal de los aviones BOEING 737-100/200 ya que la sección de mantenimiento carece del mismo.
- Se recomienda la utilización de manuales mencionados en este trabajo como guía en la operación de las herramientas especiales
- Se recomienda elaborar más herramientas especiales en el país para fomentar la economía del mismo abaratando costos, logrando con esto implementar un mayor número de herramientas o equipos para agilizar los procesos de mantenimiento o overhaul.

5 FACTIBILIDAD DEL TEMA

5.1 Técnica

La factibilidad técnica se dividirá en:

1.- Características técnicas del acero a utilizar

Planchas.- Las planchas de acero estructural son productos planos de acero laminado en caliente con anchos de 203 mm y 219 mm, y espesores mayores de 5,8 mm y mayores de 4,5 mm, respectivamente.

Características del acero BÖHLER V 945.

Tipo de aleación: C 0,45 % Si 0,30% Mn 0,70%

Color de identificación: Blanco

Propiedades.- Acero al carbono de alta calidad, mejora sus propiedades mecánicas al ser bonificado

Empleo.- Para la fabricación de partes de maquinarias sometida a esfuerzos normales.

Resistencia a la tracción

Natural: 370 N/mm

Barras.- Las barras de acero estructural son piezas de acero laminado, cuya sección transversal puede ser circular, hexagonal o cuadrada en todos los tamaños.

Características del acero BÖHLER V 155

Tipo de aleación: C 0.34 % Si 0.30 % Mn 0.50 % Cr 1.50 % Mo 0.20 %

Color de identificación: Blanco – Verde

5.2 Legal

“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

5.3 Operacional

Para el desarrollo del presente proyecto y la implementación de un equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal se contará con la ayuda del Departamento de Ingeniería del CEMA el cual no percibirá ninguna remuneración económica por la información técnica para el desarrollo del presente proyecto y también se tendrá el criterio del personal técnico de mantenimiento del taller ya que cuentan con amplia experiencia en el mantenimiento de los aviones Boeing 737-100/200.

De igual manera para la construcción del equipo de remoción de pines se lo realizará en un taller de mecánica industrial con la ayuda de personal técnico en construcción de estructuras metálicas.

5.4 Económico Financiero

- **Recursos Humanos**

Para el desarrollo del presente trabajo investigativo se necesitó del siguiente talento humano:

⁴ Regulaciones Aeronáuticas del Ecuador.

Numero	Recursos Humanos	Designación
1	Sr. Rafael Andrés Chiriboga Erazo	Investigador
2	Sgop. Téc. Avc. Carlos Puruncajas.	Director

Fuente: Consejo de Carreras.

Elaboración: Sr. Rafael Andrés Chiriboga Erazo

- **Recursos Materiales**

Para la elaboración del presente trabajo investigativo es primordial contar con los recursos materiales necesarios que permitan la culminación del proyecto, los cuales se presentan a continuación detallados en el presupuesto.

Presupuesto.

A continuación se presentan los costos que intervienen en el desarrollo del presente trabajo investigativo:

Costo Primario:

MATERIAL	CANTIDAD	ESPECIFICACIÓN	VALOR UNI. \$	VALOR TOTAL \$
Plancha de Acero BOHLER V 945	2 unidades 39 Kg	2300X110X25(mm)	\$ 158	\$ 316
Eje de Acero BOHLER 155	1 unidad (long.50cm)	Diámetro 19X45(cm)	\$ 10	\$ 10
Eje de Acero BOHLER 155	1 unidad (long.50cm)	Diámetro 45X250(mm)	\$ 25,5	\$ 25,5
COSTO TOTAL DE MATERIALES				\$ 351,5

Operación	Tiempo	Valor en horas	Valor Total
Corte de las bridas	1h	\$ 25	\$ 25
Fresado de bridas	2h	\$ 30	\$ 60
Torneado	2h	\$ 20	\$ 40
Roscado de la tuerca	1h	\$ 20	\$ 20
Soldadura de las Piezas	30min	\$ 10	\$ 10
Costo total de Brida # 1			\$ 155

Operación	Tiempo	Valor en horas	Valor Total
Corte de las bridas	1h	\$ 25	\$ 25
Fresado de bridas	2h	\$ 30	\$ 60
Torneado	2h	\$ 20	\$ 40
Roscado de la tuerca	1h	\$ 20	\$ 20
Soldadura de las Piezas	30min	\$ 10	\$ 10
Costo total de Brida # 2			\$ 155

Operación	Tiempo	Valor en horas	Valor Total
Torneado y Roscado	3h	\$ 20	\$ 60
Fresado	2h	\$ 30	\$ 60
Costo total de Protector	de Rosca #1		\$ 120

Operación	Tiempo	Valor en horas	Valor Total
Torneado y Roscado	3h	\$ 20	\$ 60
Fresado	2h	\$ 30	\$ 60
Costo total de Protector	de Rosca #2		\$ 120

Operación	Tiempo	Valor en horas	Valor Total
Torneado y Roscado	3h	\$20	\$ 60
Fresado	1h	\$ 30	\$ 30
Costo total del Perno			\$ 90

Costo Total de Brida #1	\$ 150
Costo Total de Brida #2	\$ 150
Costo Total de Protector de Rosca #1	\$ 120
Costo Total de Protector de Rosca #2	\$ 120
Costo Total del Perno	\$ 90
Costo Total de Mano de Obra	\$ 640

Costo Total de Mano de Obra	\$ 640
Costo Total de Materiales	\$ 351,5
TOTAL DE GASTOS	\$ 991,5

Costo secundario:

MATERIALES	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
Anillado	3 unidad	5	15.00
Copias	350	0.02	7.00
Empastado	3	10.50	31.50
Internet	12 horas	0.65	7.80

Papelería y material de escritorio			20.00
Movilización	3 viajes por mes	2.00	36.00
Resma	1	5.00	5.00
Imprevistos (20% costo secundario)			49.66
TOTAL GASTOS			\$ 171.96

Costo Total = costo primario + costo secundario

Costo Total = \$991.5 + \$171.96

Costo Total = \$ 1163.46

6. DENUNCIA DEL TEMA

Construcción del equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal aplicados a los aviones BOEING 737-100/200 para la sección de mantenimiento del CEMA

CRONOGRAMA

TIEMPO	SEPTIEMBRE 2008				OCTUBRE 2008				NOVIEMBRE 2008				DICIEMBRE 2008				ENERO 2009				FEBRERO 2009				MARZO 2009											
	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				
<i>ACTIVIDADES</i>																																				
PRESENTACION DEL PROBLEMA	x																																			
APROBACION DEL PROBLEMA				x																																
RECOPIACION DE DATOS					x	x	x	x																												
ELABORACION DEL ANTEPROYECTO									x	x	x	x	x	x	x	x	x																			
PRESENTACION DEL ANTEPROYECTO																		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
APROBACION DEL ANTEPROYECTO																																				
DESARROLLO DEL PROYECTO																																				
INFORME AVANCE 50%																																				
PREDEFENSA DEL PROYECTO																																				
ENTREGA DE EJEMPLARES																																				
DESIGNACION DEL TRIBUNAL																																				
ENTREGA DEL ORIGINAL CALIFICADO POR EL TRIBUNAL																																				
DECLARACION DE ACTO PARA DEFENSA																																				
DEFENSA ORAL PARA EL PROYECTO																																				
ENTREGA DE EJEMPLARES EMPASTADOS																																				

TIEMPO	ABRIL 2009				MAYO 2009				JUNIO 2009				JULIO 2009				AGOSTO 2009				SEPTIEMBRE 2009				ENERO 2010			
	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
ACTIVIDADES																												
PRESENTACION DEL PROBLEMA																												
APROBACION DEL PROBLEMA																												
RECOPIACION DE DATOS																												
ELABORACION DEL ANTEPROYECTO																												
PRESENTACION DEL ANTEPROYECTO																												
APROBACION DEL ANTEPROYECTO																	X											
DESARROLLO DEL PROYECTO																												
INFORME AVANCE 50%																						X						
PREDEFENSA DEL PROYECTO																							X					
ENTREGA DE EJEMPLARES																								X				
DESIGNACION DEL TRIBUNAL																								X				
ENTREGA DEL ORIGINAL CALIFICADO POR EL TRIBUNAL																									X			
DECLARACION DE ACTO PARA DEFENSA																									X			
DEFENSA ORAL PARA EL PROYECTO																										X		
ENTREGA DE EJEMPLARES EMPASTADOS																											X	

INVESTIGADOR

DIRECTOR

ANEXO B

PROCESOS DE LA INVESTIGACIÓN DEL ANTEPROYECTO

Anexo B.1: Ficha de la encuesta

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO
MECANICA AERONÁUTICA – MOTORES
ENCUESTA PARA LOS TECNICOS DE MANTENIMIENTO DEL CEMA

Objetivo:

La presente encuesta tiene como objetivo conocer los requerimientos de los técnicos del CEMA para los procedimientos de remoción, instalación de los pines del estabilizador vertical de los aviones BOEING 737 –100/200 que reciben mantenimiento en dicha empresa, para la fabricación e implementación de una herramienta especial, por parte de los estudiantes del ITSA.

Indicaciones:

Lea detenidamente las preguntas y luego conteste cada una de ellas en forma muy honesta y franca. Ponga con una X en el sitio que considere conveniente.

Cuestionario:

1.- ¿Conoce el procedimiento correspondiente para las operaciones de remoción, instalación de los pines del estabilizador vertical de los aviones BOEING 737-100/200?

SI NO

2.- ¿Con que frecuencia se realiza la remoción, instalación de pines del estabilizador vertical de los aviones BOEING 737- 100/200?

MUY FRECUENTE
FRECUENTE
POCO FRECUENTE
NADA FRECUENTE

3.- ¿Considera que la empresa debería contar con una herramienta propia para facilitar el mantenimiento y así ahorrar tiempo y recursos?

SI

NO

4.- ¿Conoce el costo que le genera a la empresa el alquiler de esta herramienta para la remoción, instalación de pines del estabilizador vertical de los aviones BOEING 737-100/200?

SI

NO

5.- ¿Conoce las normas que se deben tomar en cuenta para que el proceso de remoción, instalación del estabilizador vertical sea seguro y ergonómicas para los técnicos del CEMA?

SI

NO

6.- ¿Considera conveniente que se construya o compre el equipo de remoción de pines del estabilizador vertical de los aviones BOEING 737-100/200?

SI

NO

GRACIAS

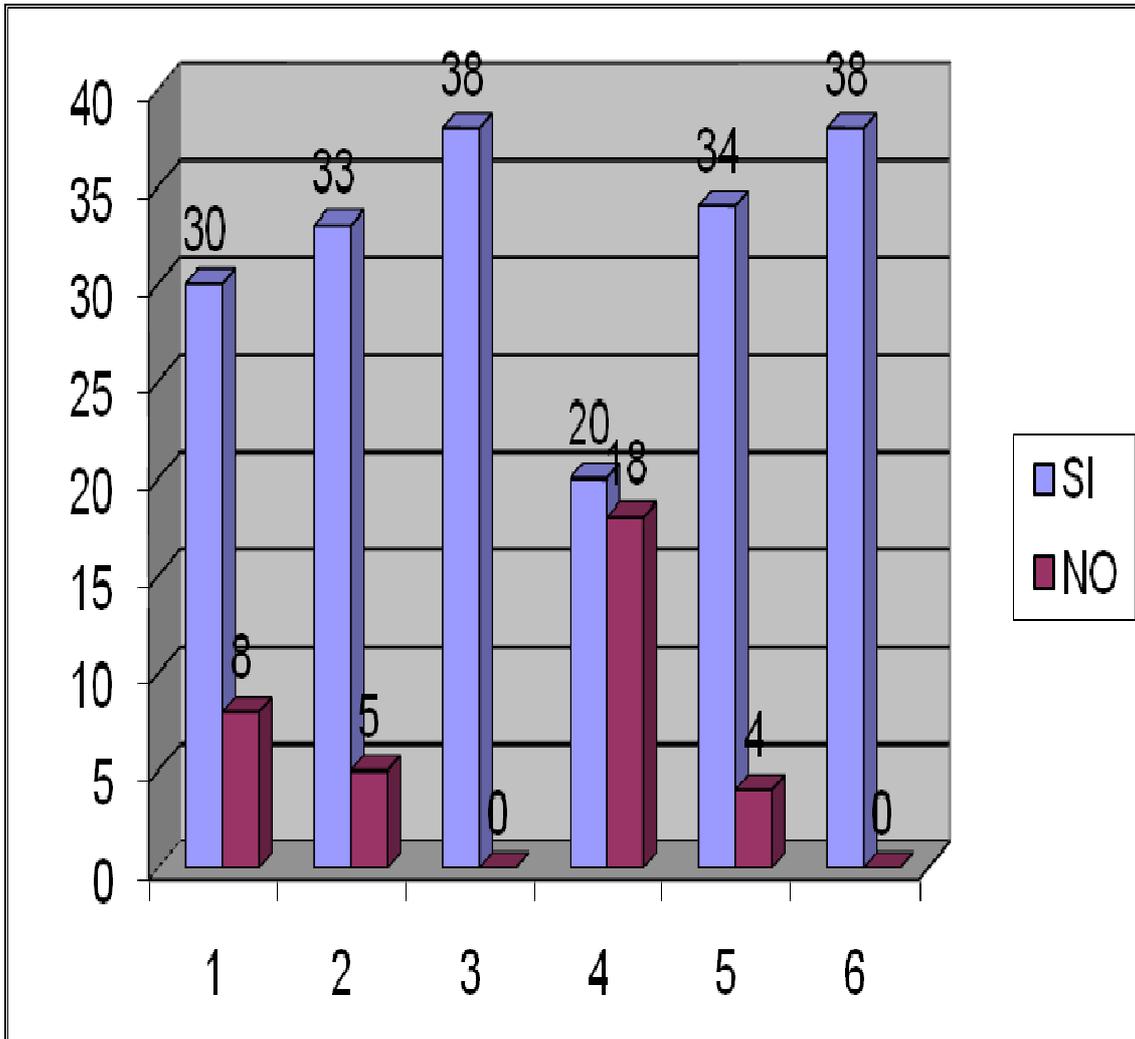
Anexo B.2: Tabulación de resultados de la encuesta

TABLA N° 1 Tabulación de los resultados de la encuesta

N°	PREGUNTA	RESPUESTA	
		SI	NO
1	¿Conoce el procedimiento correspondiente para las operaciones de remoción, instalación de los pines del estabilizador vertical de los aviones BOEING 737-100/200?	30	8
2	¿Con que frecuencia se realiza la remoción, instalación de pines del estabilizador vertical de los aviones BOEING 737- 100/200?	33	5
3	¿Considera que la empresa debería contar con una herramienta propia para facilitar el mantenimiento y así ahorrar tiempo y recursos?	38	0
4	¿Conoce el costo que le genera a la empresa el alquiler de esta herramienta para la remoción, instalación de pines del estabilizador vertical de los aviones BOEING 737-100/200?	20	18
5	¿Conoce las normas que se deben tomar en cuenta para que el proceso de remoción, instalación del estabilizador vertical sea seguro y ergonómicas para los técnicos del CEMA?	34	4
6	¿Considera conveniente que se construya o compre el equipo de remoción de pines del estabilizador vertical de los aviones BOEING 737-100/200?	38	0

Anexo B.3: Resultados estadísticos de la encuesta

TABLA N° 2 Resultados estadísticos de la encuesta.



ELABORACIÓN: Rafael Andrés Chiriboga.

FUENTE: Técnicos de mantenimiento de la compañía CEMA.

ANEXO C

MANUALES DE MANTENIMIENTO DE LOS AVIONES BOEING 737- 100/200

ANEXO C.1: PIN REMOVAL EQUIPMENT – HORIZONTAL STABILIZER



ILLUSTRATED TOOL AND
EQUIPMENT LIST

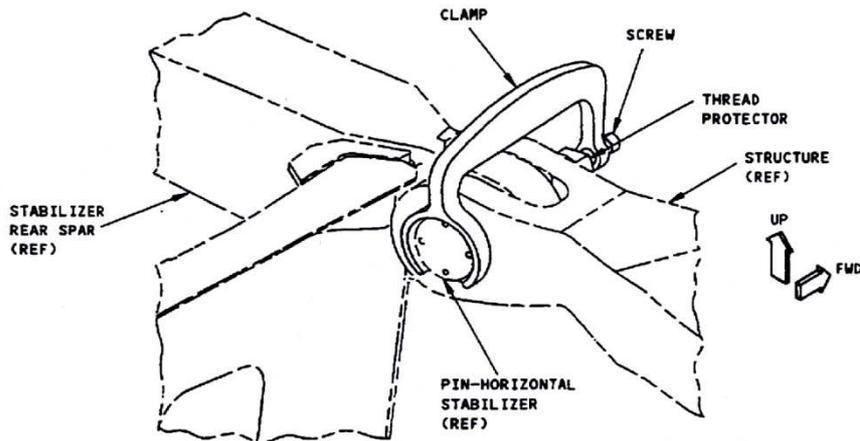
PART NUMBER: C55005-1, -11

Name..... Pin Removal Equipment - Horizontal Stabilizer

Usage..... This tool is used to remove horizontal stabilizer aft attach bolts without threaded heads.

Description..... This tool consists of two "C" clamps, three screws and two thread protectors.

NOTE: C55005-11 replaces C55005-1 for future procurement.



Maintenance x
Overhaul

Horizontal Stabilizer Pin Removal Equipment

F25449

737
Aug 20/97

27-40
Page 29

ANEXO C.2: HORIZONTAL STABILIZER – REMOVAL/INSTALLATION



HORIZONTAL STABILIZER – REMOVAL/INSTALLATION

1. General

- A. The horizontal stabilizer consists of two identical, but opposite, outboard sections connected by the stabilizer center section. This procedure may be used to perform the removal/installation for either left or right outboard stabilizer sections. A hoisting sling allows the horizontal stabilizer outboard sections to be removed or installed with or without the elevators and elevator tabs installed. However, certain parts of the elevator control system, located aft of the stabilizer outboard section rear spar, must be removed.

2. Equipment and Materials

- A. Hoist – capable of lifting 700 pounds at a height of 20 feet
- B. Support Stand – suitable for supporting stabilizer after removal
- C. Horizontal Stabilizer Sling Assembly – F80006-51 or -67 (preferred), F80006-34 or -38 (optional), -2 cable assembly is used to remove or install stabilizer without the elevator attached and -51 cable assembly is used to remove or install stabilizer with the elevator attached.
- D. Horizontal Stabilizer Trim Lock – F71336-501
- E. Horizontal Stabilizer Pin Removal Tool – F80177-14 (Preferred) or F80177-1 (Optional)
- F. Alignment and Guide Pins – F80255-10 (Preferred) or F80255-1 (Optional)
- G. Grease – BMS 3-24 (AMM 20-30-21/201).
- H. Horizontal Stabilizer Pin Removal Equipment C55005-11 (Preferred) or C55005-1 (Optional)
- I. Corrosion Preventive Compound – BMS 3-27
- J. Anti-Seize Compound – BMS 3-28

3. Prepare for Removal of Horizontal Stabilizer

- A. Remove elevator hydraulic systems A and B power (Ref 27-31-0 MP).
- B. Position horizontal stabilizer trim cutout switches to CUTOUT.
- C. On circuit breaker panel P6, open following circuit breakers:
 - (1) Autopilot stabilizer trim servo
 - (2) Stabilizer trim actuator
- D. Set horizontal stabilizer at zero degrees (3 units of trim) using stabilizer trim wheel on control stand.
- E. Install horizontal stabilizer trim lock assembly on stabilizer trim wheel as follows (Fig. 404):
 - (1) Ensure that horizontal stabilizer is positioned per step 3.D.
 - (2) Rotate trim wheel the shortest route to place handle at top of wheel.
 - (3) Adjust height of trim lock to position trim wheel handle snugly in bottom of yoke.
 - (4) Insert pin through yoke and install safety pin.

EFFECTIVITY

ALL

27-41-11

01

Page 401
Aug 01/06

BOEING PROPRIETARY – Copyright (C) – Unpublished Work – See title page for details.

ANEXO C.3: HORIZONTAL STABILIZER – REMOVAL/INSTALLATION



- F. Remove tail cone access panels 3801, 3802, and elevator control pushrod bolt access plate in tail cone. Remove outboard stabilizer section front and rear spar gap covers (upper and lower). Refer to Chapter 12, Access Doors and Panels.

NOTE: The rear spar gap cover forms the aft stabilizer-to-body sliding seal.

- G. If different stabilizer is to be installed, remove stabilizer-to-body seals and all remaining gap covers (Fig. 405).
 - H. Remove upper and lower trailing edge bracket assemblies and inspar No. 5 bracket assembly in outboard stabilizer section rear spar gap cover area (Fig. 403, Detail B).
 - I. Disengage the forward stabilizer-to-body sliding seal (Fig. 403, Detail A), at the stabilizer front spar as follows:
 - (1) Disconnect pin at link-to-pedestal assembly (four places).
 - (2) Slide upper and lower seal plate assembly to extreme positions.
4. Remove Horizontal Stabilizer
- A. Disconnect elevator tab hydraulic line located aft of stabilizer rear spar (Fig. 403, Detail B).

CAUTION: WHEN DISCONNECTING HYDRAULIC PRESSURE LINE, RELEASE CONNECTION SLOWLY AND ALLOW SYSTEM PRESSURE TO DROP BEFORE COMPLETELY REMOVING LINE. BE PREPARED TO CATCH SPILLED HYDRAULIC FLUID.

- B. Disconnect elevator control pushrod from elevator (Fig. 402).
- C. Disconnect electrical connector from the Elevator Position Sensor (Fig. 403).
- D. Remove the clamp that attaches the wire harness to the support bracket.
- E. Install horizontal stabilizer sling (Fig. 401) as follows:
 - (1) Locate attachment points on upper surface of stabilizer and install sling attachment fittings.
 - (2) Attach sling to spreader bar.

CAUTION: USE F80006-2 CABLE TO REMOVE STABILIZER WITHOUT ELEVATORS INSTALLED. USE F80006-51 CABLE TO REMOVE STABILIZER WITH ELEVATORS INSTALLED. SUDDEN SHIFT OF STABILIZER MAY OCCUR.

- (3) Attach hoist to sling. Lift sling into position and fasten to attachment fittings.

CAUTION: TAKE PRECAUTION NOT TO DAMAGE STABILIZER BY SUDDEN OR UNCONTROLLED MOVEMENTS OF SLING.

- F. Apply sufficient tension to sling to support weight of horizontal stabilizer.

EFFECTIVITY

ALL

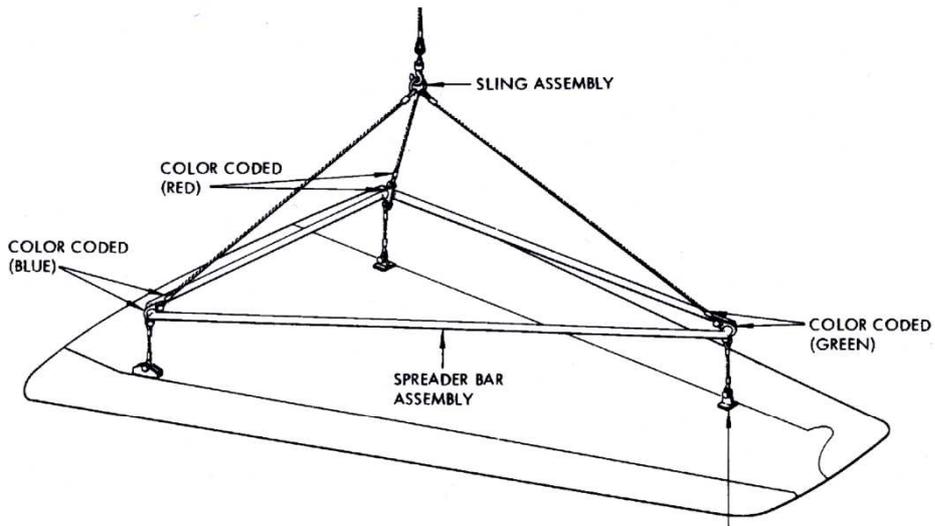
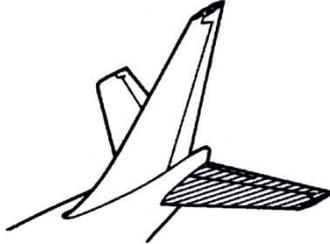
27-41-11

01

Page 402
Aug 01/06

BOEING PROPRIETARY - Copyright (C) - Unpublished Work - See title page for details.

ANEXO C.4: HORIZONTAL STABILIZER – REMOVAL/INSTALLATION



NOTE: USE F80006-2 CABLE TO REMOVE/
INSTALL STABILIZER WITHOUT
ELEVATOR ATTACHED.

USE F80006-51 CABLE TO REMOVE/
INSTALL STABILIZER WITH ELEVATOR
ATTACHED.

USE AN3-12A BOLTS
(4 PLACES) TYPICAL

Horizontal Stabilizer Hoisting Sling Installation
Figure 401

EFFECTIVITY	ALL
-------------	-----

27-41-11

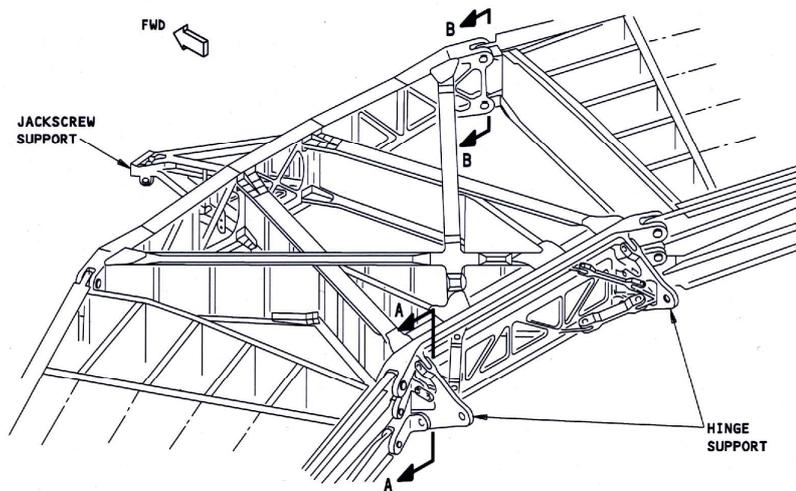
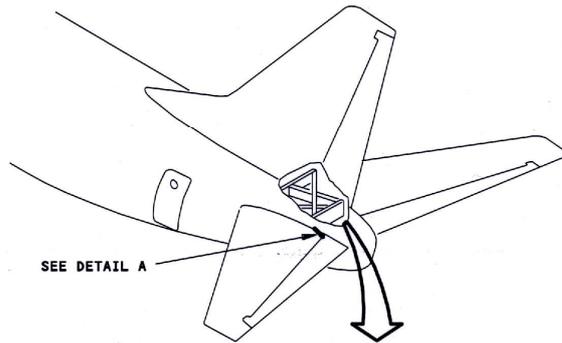
01

Page 403
Dec 01/04

46824

BOEING PROPRIETARY - Copyright (C) - Unpublished Work - See title page for details.

ANEXO C.5: HORIZONTAL STABILIZER – REMOVAL/INSTALLATION



Horizontal Stabilizer Attachment Points
Figure 402 (Sheet 1)

EFFECTIVITY	
	ALL

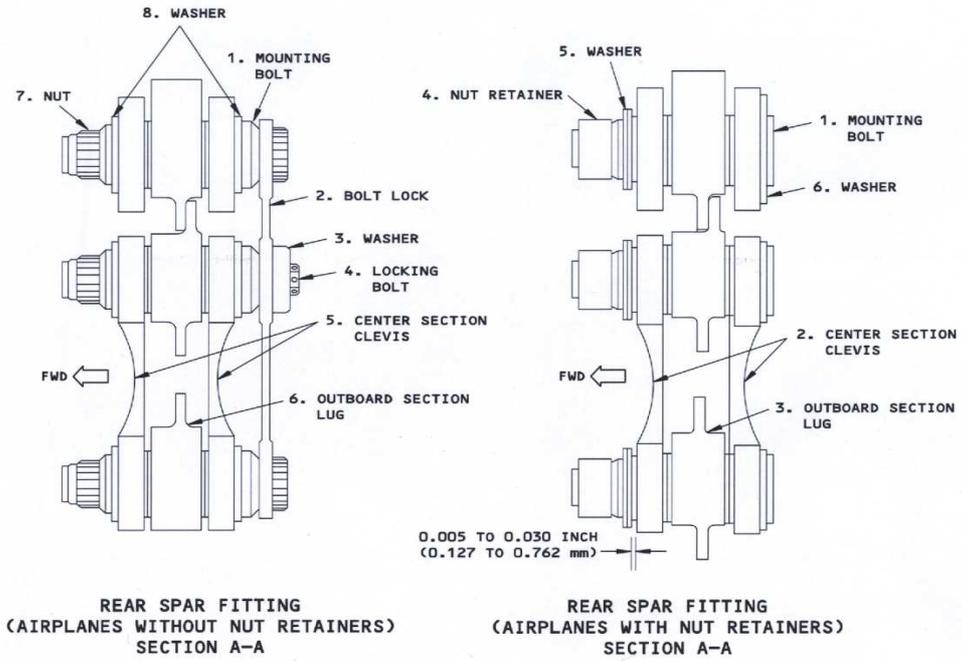
27-41-11

01 Page 404
Dec 01/04

468245

BOEING PROPRIETARY - Copyright (C) - Unpublished Work - See title page for details.

ANEXO C.6: HORIZONTAL STABILIZER – REMOVAL/INSTALLATION



Horizontal Stabilizer Attachment Points
Figure 402 (Sheet 2)

EFFECTIVITY	ALL	27-41-11
4485248		02 Page 405 Dec 01/04

BOEING PROPRIETARY - Copyright (C) - Unpublished Work - See title page for details.

ANEXO C.7: Especificaciones operacionales


REPUBLICA DEL ECUADOR
DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL
ESPECIFICACIONES OPERACIONALES
ESTACIÓN DE REPARACIÓN

Limitaciones:

Las categorías concedidas a la Estación de Reparación número N-01-DIAF CEMA están limitadas a lo siguiente:

CATEGORIAS LIMITADAS:

ESTRUCTURA DE AERONAVE

*BOEING 727-100/200, y
BOEING 737-100/200*

Inspección de aeronave hasta chequeo D o equivalente y actividades de mantenimiento relacionadas.

McDONNELL DOUGLAS (BOEING) DC-10-10 / 15 / 30

Inspección de la aeronave hasta chequeo C o equivalente y actividades de mantenimiento relacionadas.

PESO Y BALANCE

Aeronaves hasta un zero fuel weight máximo de 300.000 libras limitado únicamente a ejecución de peso y balance.

PLANTA DE PODER:

*PRATT & WHITNEY JT8D- 7 al 17
GENERAL ELECTRIC CF6-6 / 50*

*Para la Planta de Poder esta limitada a: Inspección, reparaciones y alteraciones menores, ajustes, remoción e instalación de motores, accesorios y componentes.
NO se autoriza el desarmado de secciones mayores a módulos del motor.*

ACCESORIOS

Limitados únicamente a los componentes que están descritos en la declaración / listado de capacidades aprobadas en la Form 8310-3b.

Revisión No.6 de fecha 06 de junio del 2009


Juan Pablo González A.
INSPECTOR PRINCIPAL DE MANTENIMIENTO

Pág.1 de 2

DAC FORM 8000-4-1

ANEXO C.8: Especificaciones operacionales


REPUBLICA DEL ECUADOR
DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL
ESPECIFICACIONES OPERACIONALES
ESTACIÓN DE REPARACIÓN

Limitaciones:

INSTRUMENTOS

Limitado únicamente a los componentes descritos en la declaración / listado de capacidades aprobadas en la Form 8310-3b.

RADIO

Limitado únicamente a los componentes descritos en la declaración / listado de capacidades aprobadas en la Form 8310-3b.

INSPECCIONES NO DESTRUCTIVAS (NDT)

Limitados únicamente a los métodos que se encuentran descritos en la form 8310-3d.

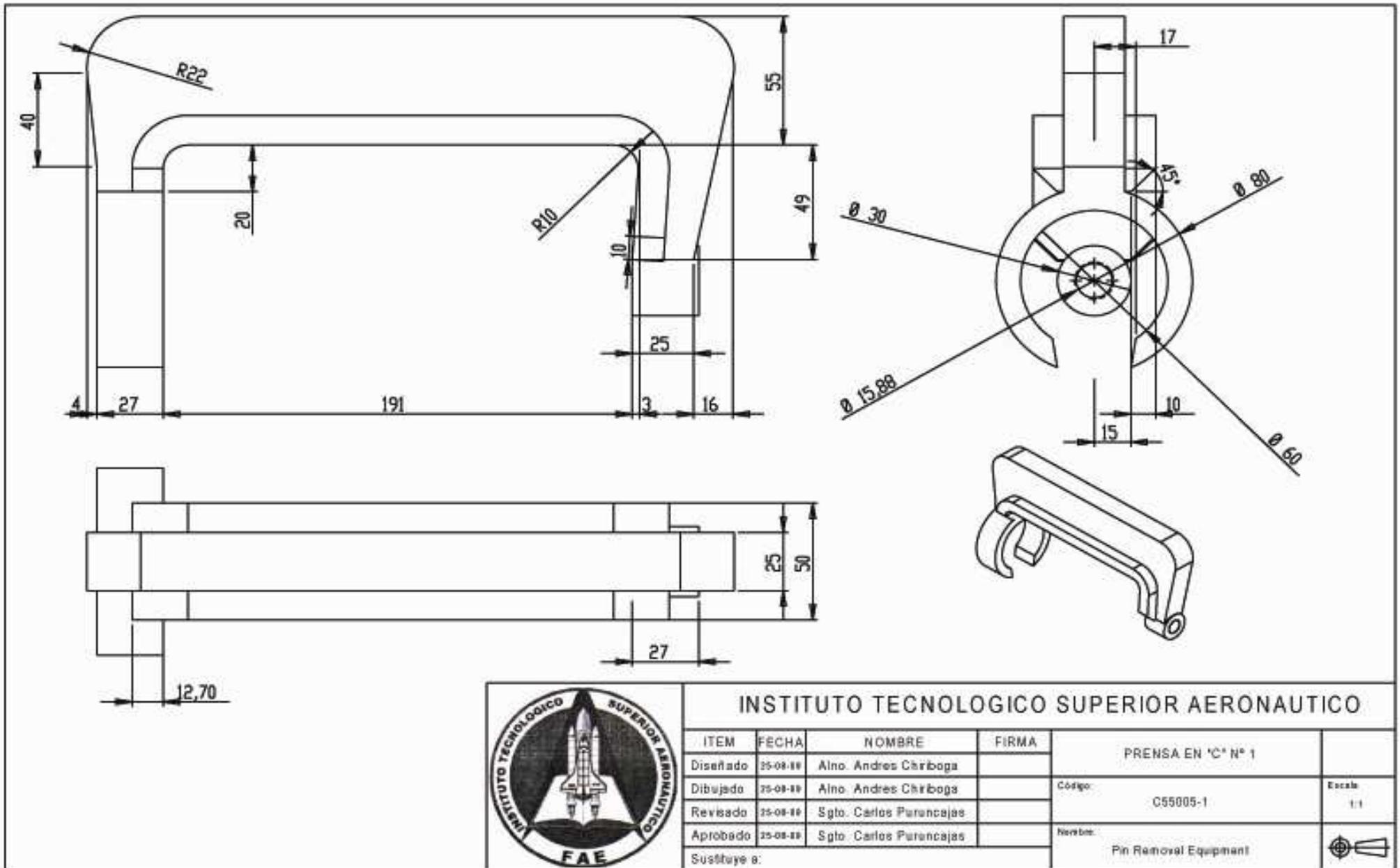
Revisión No. 6 de fecha 06 de junio del 2009


Juan Pablo González A.
INSPECTOR PRINCIPAL DE MANTENIMIENTO

Pág.2 de 2

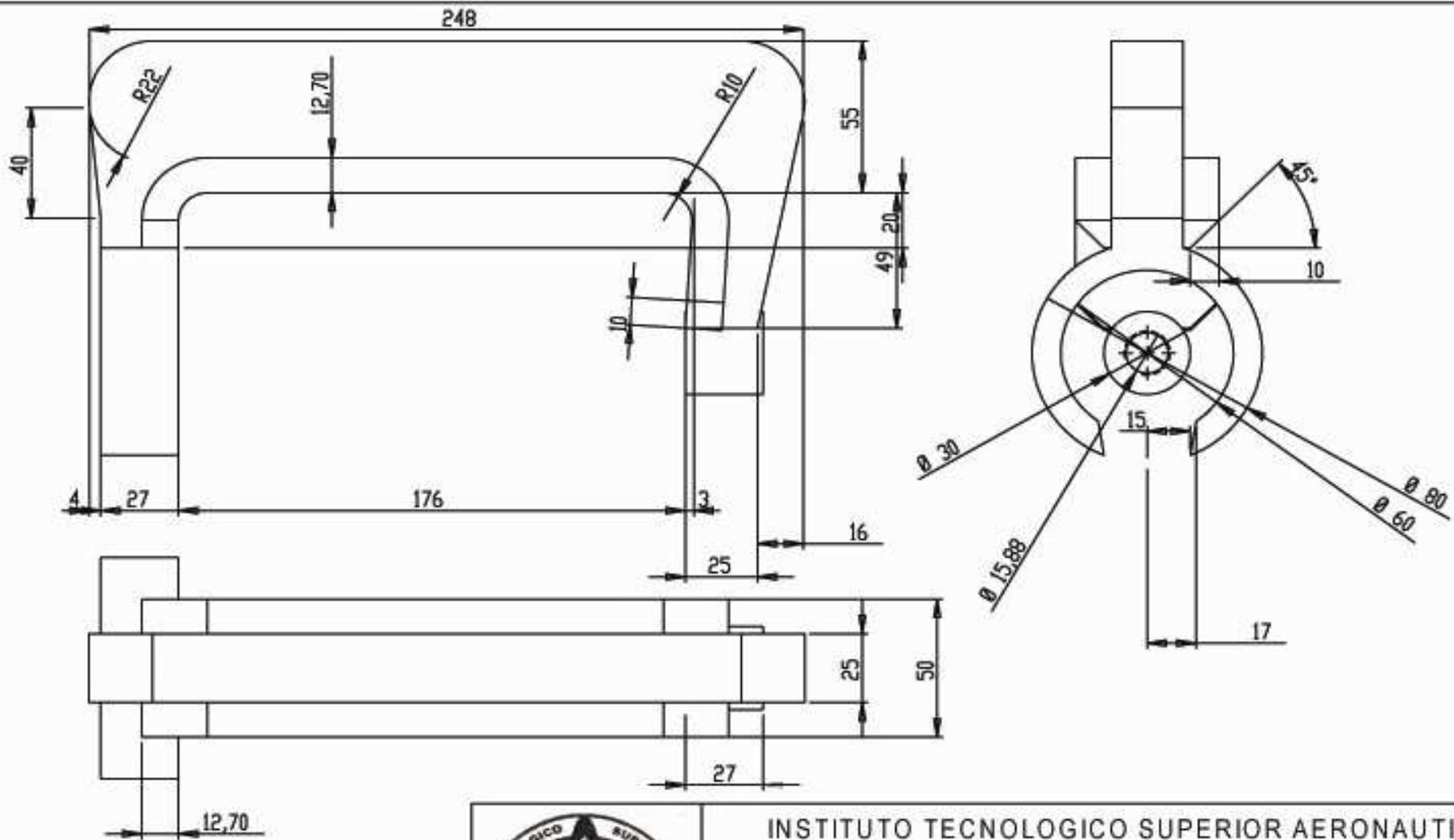
DAC FORM 8000-4-1

ANEXO D
PLANOS DEL EQUIPO DE REMOCIÓN



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

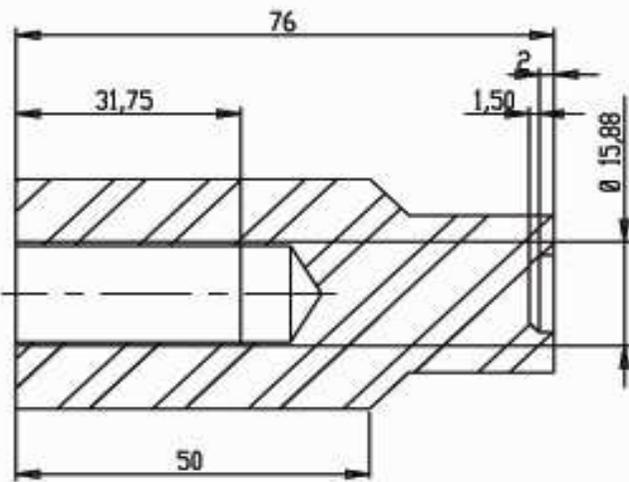
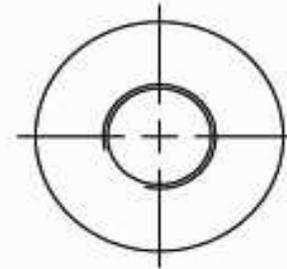
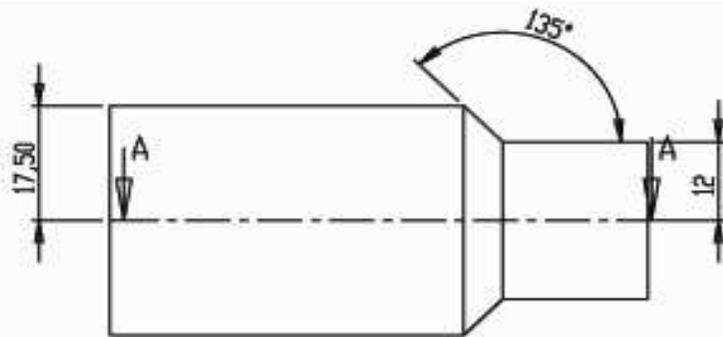
ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	PRENSA EN "C" N° 1	
Diseñado	25-08-18	Alno. Andres Chiriboga		Codigo:	Escala: 1:1
Dibujado	25-08-18	Alno. Andres Chiriboga			
Revisado	25-08-18	Sgto. Carlos Purencajas		Nombre:	Pin Removal Equipment
Aprobado	25-08-18	Sgto. Carlos Purencajas			
Sustituye a:					



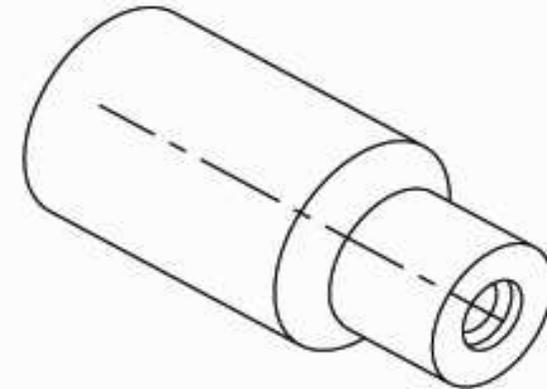
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	PRENSA EN "C" No 2	
Diseñado	25-08-89	Ahno. Andres Chirboga		Código:	Escala
Dibujado	25-08-89	Ahno. Andres Chirboga			
Revisado	25-08-89	Sgto. Carlos Puruncajas		Nombre:	1:1
Aprobado	25-08-89	Sgto. Carlos Puruncajas			
Sustituye a:				Pin Removal Equipment	



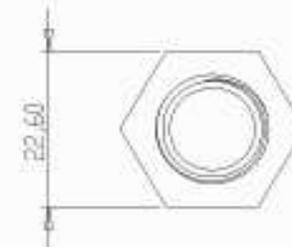
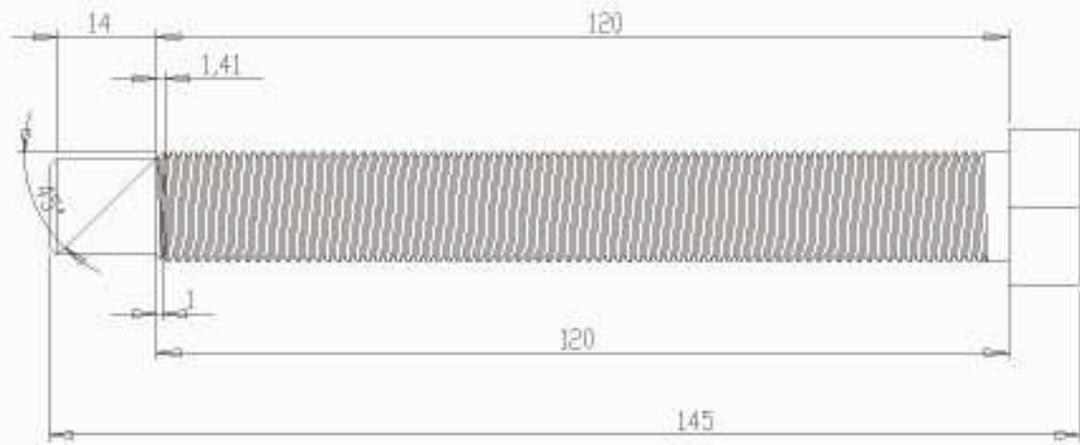


SECCIÓN A-A



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

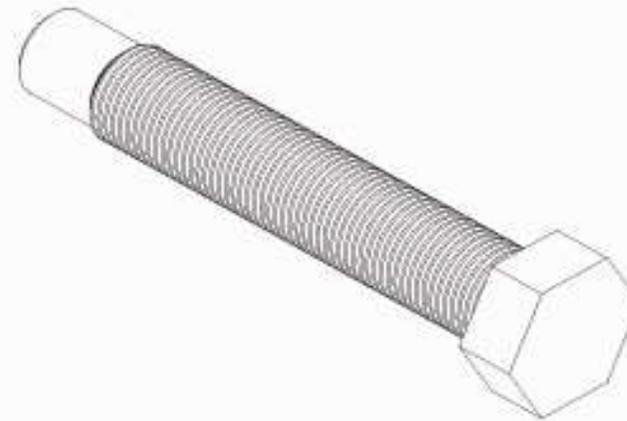
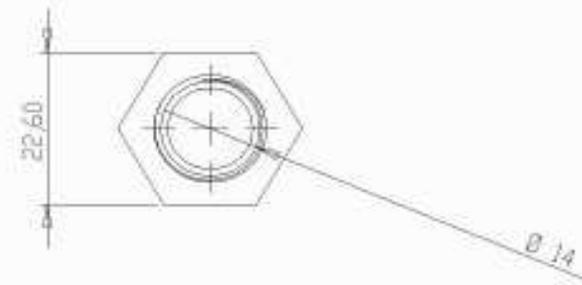
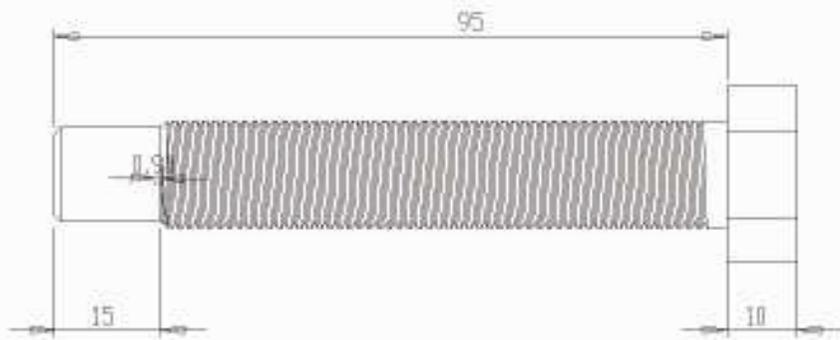
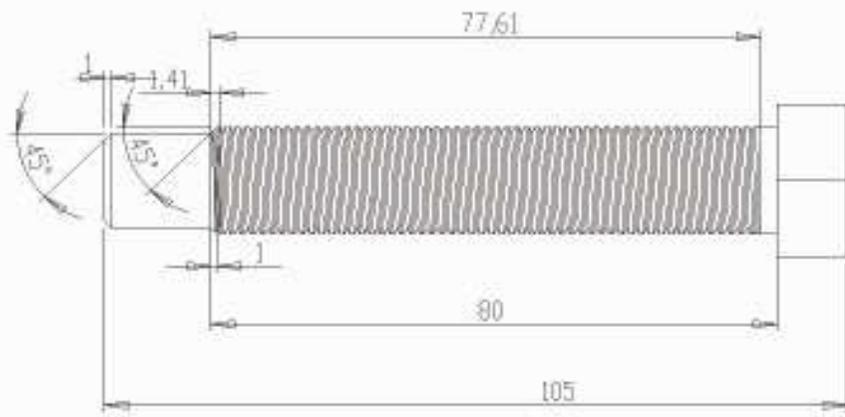
ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	PROTECTOR DE ROSCA	
Diseñado	25-08-08	Aino. Andres Chiriboga		Código:	Escala 1:1
Dibujado	25-08-08	Aino. Andres Chiriboga			
Revisado	25-08-08	Sgto. Carlos Puruncajas		Nombre:	Pin Removal Equipment
Aprobado	25-08-08	Sgto. Carlos Puruncajas			
Sustituye a:					



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	PERNOS No 1	
Diseñado	25-08-09	Alto. Andres Chiriboga		Codigo:	C55005-1
Dibujado	25-08-09	Alto. Andres Chiriboga			
Revisado	25-08-09	Sgto. Carlos Furuncajes		Nombre:	Pin Removal Equipment
Aprobado	25-08-09	Sgto. Carlos Furuncajes			
Sustituye a:					





INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	PERNOS N° 2	
Diseñado	25-08-09	Alto. Andres Chiriboga		Codigo:	Escala 1:1
Dibujado	25-08-09	Alto. Andres Chiriboga			
Revisado	25-08-09	Sgto. Carlos Purumcajas		Nombre:	Pin Removal Equipment
Aprobado	25-08-09	Sgto. Carlos Purumcajas			
Sustituye a:					

ANEXO E
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO



Fig. 3.15 Colocación de la prensa en "C"

Para las pruebas de funcionamiento se procede a colocar los protectores de rosca, la prensa en "C", introducimos el perno dentro de la prensa para aplicar un torque y así cumpla a cabalidad con la función de extraer los pines.



Fig. 3.16 Previo ajuste para la extracción del pin



Fig. 3.17 Extracción del pin en el Estabilizador Horizontal

En estas fotografías observamos la ubicación correcta del equipo de remoción de los pines del estabilizador horizontal de los aviones BOEING 737-100/200.



Fig. 3.18 Observación de la ubicación de la prensa en "C"

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Rafael Andrés Chiriboga Erazo

NACIONALIDAD: Ecuatoriano

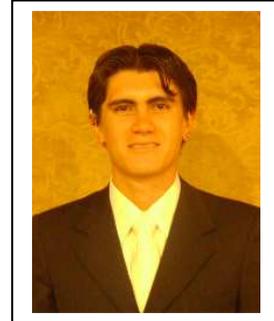
FECHA DE NACIMIENTO: 27 de Marzo del 1985

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 060348332-2

TELÉFONOS: 032965711 / 084486734

CORREO ELECTRÓNICO: ach_andres@hotmail.com

DIRECCIÓN: Av. Gonzalo Dávalos 50-50 y arrayanes



ESTUDIOS REALIZADOS

Primaria, Escuela Primera Constituyente. 1990 – 1996

Secundaria, Colegio Técnico Miguel Ángel León P. 1996 – 2002

Superior, Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico. 2004 -2007

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller Técnico en Electromecánica.

Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica – Motores.

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

Practicas pre profesionales en el Centro de Mantenimiento Aeronáutico “CEMA”

Practicas pre profesionales en la Fundación Ayuda en Bolívar para el Campo “A.B.C”

EXPERIENCIA LABORAL

Fundación Ayuda en Bolívar para el Campo "A.B.C"

En dicha fundación preste servicios personales como instructor de mecánica y supervisor de mantenimiento, en los cuales realice chequeos de bombas, reparación de tractores, todo lo referente con mecánica en el taller de la fundación.

Fundación para el Desarrollo Pedro Vicente Maldonado

En dicha fundación preste servicios como consultor técnico en mecánica automotriz

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

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

Rafael Andrés Chiriboga Erazo

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Ing. Guillermo Trujillo

Latacunga Enero 08 del 2010

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, RAFAEL ANDRÉS CHIRIBOGA ERAZO, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica - Motores, en el año 2007, con Cédula de Ciudadanía N° 060348332-2, autor del Trabajo de Graduación Construcción del Equipo de remoción de los pines del Estabilizador Horizontal de los Aviones BOEING 737-100/200 para la sección de mantenimiento del CEMA, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Rafael Andrés Chiriboga Erazo

Latacunga Enero 08 del 2010