

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**“ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN KIT DE
HERRAMIENTAS PARA EL MONTAJE, DESMONTAJE,
MANTENIMIENTO Y OVERHAUL DEL NÚCLEO (CABEZA) DEL
ROTOR PRINCIPAL DEL HELICÓPTERO BELL 206BII PARA EL
TALLER DE MANTENIMIENTO DE LA UAP ID”**

POR:

MACÍAS ARÁUZ GUSTAVO JUNIOR

**Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para
la obtención del Título de:**

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA-ESTRUCTURAS

2009

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de Investigación fue realizado en su totalidad por el Sr. **MACÍAS ARÁUZ GUSTAVO JUNIOR**, como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**.

Ing. Dag Bassantes
DIRECTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres que gracias a la confianza que me dieron tuve la oportunidad de volver a estudiar y culminar mi Carrera universitaria. En segunda instancia a cada una de esas personas que han impartido sus conocimientos a lo largo de mi Carrera estudiantil y profesional.

A cada una de las personas que conforman la Unidad Aeropolicial que me permitieron elaborar este tema de investigación y así culminar mi carrera.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por mantenerme en vida y con salud por ser parte de este día a día que inspira a escalar los peldaños más altos aunque parezcan difíciles nos ayuda a salir adelante.

Al servicio aeropolícial por apoyarme en cada instancia del trabajo de investigación.

Al Instituto Técnico Superior Aeronáutico por abrirme las puertas y permitir obtener mi título profesional.

A la Unidad de Servicio Aeropolícial por apoyarme incondicionalmente en todas las fases investigativas facilitándome el acceso a su taller de mantenimiento especialmente al técnico Diego Chango por impartir sus conocimientos con mi persona

RESUMEN

El presente proyecto comprende la construcción de herramientas especiales para realizar operaciones de mantenimiento y overhaul del núcleo del rotor principal del helicóptero BELL 206BII, en trabajos referentes a montaje y desmontaje del excluder, trunnion, bearings y otras partes o componentes.

El marco teórico permite el desarrollo conceptual de los conocimientos básicos sobre el rotor principal del helicóptero BELL 206BII, sus partes constitutivas, utilización de los manuales de mantenimiento y overhaul, herramientas comunes y especiales que se utilizan para los trabajos de mantenimiento.

El estudio y la determinación de las herramientas especiales a construir, los procesos constructivos y operativos de las herramientas especiales consideradas básicas para la ejecución de las operaciones de mantenimiento, permitiendo determinar las herramientas especiales a implementarse con el kit existente en el taller de la UAP-ID.

Los manuales elaborados contemplan el modo de empleo de las herramientas especiales, su mantenimiento y registro de utilización al fin de preservar la vida útil de las mismas.

El estudio económico determinó el monto final invertido en la construcción de las herramientas especiales.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Páginas
CARÁTULA	I
CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	XI
LISTA DE ANEXOS	XII

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema	1
1.1.1 Formulación del problema	3
1.2 Justificación e Importancia	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 General	3
1.3.2 Específicos	4
1.4 Alcance	4

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación	6
2.2 Fundamentación Teórica	6
2.2.1 Rotor.....	6
2.2.2 Cabeza y palas del rotor principal.....	7
2.3 Mantenimiento	7
2.3.1 tipos de mantenimiento.....	8
2.4 Mantenimiento aeronáutico	9
2.5 Tipos de Inspecciones	10

2.6	Manual de mantenimiento	10
2.7	Manual de overhaul	11
2.8	Herramientas especiales	11

CAPÍTULO III
PLAN METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Modalidad básica de la investigación	12
3.1.1	Tipos de investigación	12
3.1.2	Niveles de la investigación	12
3.2	Población y muestra	13
3.3	Métodos y técnicas de la investigación.....	13
3.3.1	Métodos	13
3.3.2	Técnicas	14
3.4	Recolección de información.....	14
3.5	Conclusiones y recomendaciones de la investigación.....	15
3.5.1	Conclusiones	15
3.5.2	Recomendaciones	16

CAPÍTULO IV
EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO

4.1	Modalidad básica de la investigación	17
4.1.1	Tipos de investigación	18
4.1.2	Niveles de la investigación	18
4.2	Población y muestra	20
4.3	Métodos y técnicas de la investigación.....	21
4.3.1	Métodos	21
4.3.2	Técnicas	23
4.4	Recolección de información.....	23
4.5	Procesamiento de la información.....	24
4.6	Análisis de los resultados de la entrevista	31
4.7	Conclusiones y recomendaciones de la investigación.....	33
4.7.1	Conclusiones	33

4.7.2 Recomendaciones	34
-----------------------------	----

CAPÍTULO V FACTIBILIDAD

5.1 Tema	35
5.2 Factibilidad Técnica	35
5.3 Factibilidad legal	35
5.4 Factibilidad de apoyo	36
5.5 Recursos	36
5.5.1 Recurso humano	36
5.5.2 Recurso material	37
5.6 Presupuesto	38
5.7 Estudio costo beneficio	38
5.8 Cronograma	39

CAPÍTULO VI DESARROLLO

6.1 Introducción	40
6.2 Justificación	40
6.3 Objetivos	41
6.3.1 General	41
6.3.2 Específico	41
6.4 Alcance	42
6.5 Marco Teórico	42
6.6 Herramientas Especiales	45
6.7 Herramientas Especiales a construir	45
6.7.1. Determinación de las herramientas especiales a construir	45
6.7.2. Ubicación de las herramientas a utilizarse en función de los componentes	46
6.8. Construcción	51
6.8.1. Tipos de materiales para la elaboración	51
6.8.2. Análisis de los materiales	52
6.9. Cálculos Básicos Para Las Herramientas Especiales	52

6.9.1. Ecuaciones	52
6.9.1.1 Cálculo básico para la herramienta PPTBIR-3-206B	53
6.9.1.2 Cálculo básico para la herramienta TBPP-4-206B	54
6.9.1.3 Cálculo básico para la herramienta PHT-6-206B.....	55
6.10 Construcción de Las Herramientas Especiales	56
6.10.1 Máquinas, Equipos y herramientas.....	56
6.11 Proceso de construcción	57
6.11.1 Diagramas de proceso de la construcción de las herramientas especiales para el núcleo o cabeza del rotor principal del helicóptero Bell 206 BII.....	58
6.11.1.1 Diagrama de proceso para la herramienta MRBA-1-206B.....	58
6.11.1.2 Diagrama de proceso para la herramienta MRBA-2-206B.....	60
6.11.1.3 Diagrama de proceso para la herramienta MRREI-5-206B	61
6.11.1.4 Diagramas de procesos de la varilla de acero de la herramienta MRREI-5-206B	62
6.11.1.5 Diagrama de proceso del plug de la herramienta MRREI-5-206B.	63
6.11.1.6 Diagrama de ensamble de la herramienta 3	64
6.11.1.7 Diagrama de Proceso Para La Herramienta PPTBIR-3-206B	65
6.11.1.8 Diagrama de proceso de la herramienta TBPP-4-206B.....	67
6.11.1.9 Diagrama de proceso de la herramienta PHT-6-206B.....	68
6.12 Elaboración de manuales de procedimientos y mantenimiento	69
6.12.1 Descripción General	69
6.12.2 Manual de Operación	69
6.12.3 Hojas de Registros	70
6.13 Estudio Económico	84
6.13.1 Materiales	84
6.14 Máquinas, Herramientas Y Equipo	84
6.14.1 Mano de Obra.....	85
6.15 Costo Total de Las Construcción De Las Herramientas	85
6.16 Conclusiones y Recomendaciones.....	85
6.16.1 Conclusiones	85
6.16.2 Recomendaciones	86

GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	87
SIGLAS	88
BIBLIOGRAFÍA	89
PLANOS	
ANEXOS	
HOJA DE VIDA	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 4.1	21
Tabla N° 4.2	25
Tabla N° 4.3	26
Tabla N° 4.4	27
Tabla N° 4.5	28
Tabla N° 4.6	29
Tabla N° 4.7	30
Tabla N° 5.1	36
Tabla N° 5.2	37
Tabla N° 5.3	37
Tabla N° 5.4	37
Tabla N° 5.5	37
Tabla N° 6.1	56
Tabla N° 6.2	56
Tabla N° 6.3	57
Tabla N° 6.4	57
Tabla N° 6.5	59
Tabla N° 6.6	64
Tabla N° 6.7	66
Tabla N° 6.8	67
Tabla N° 6.9	69
Tabla N° 6.10	84
Tabla N° 6.11	84
Tabla N° 6.12	85
Tabla N° 6.13	85

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A	:	Documento de alquiler de herramientas.
ANEXO B	:	Herramientas especiales para el overhaul del núcleo del rotor principal.
ANEXO C	:	Ficha de observación.
ANEXO C.1	:	Ficha de observación.
ANEXO D	:	Encuesta realizada al personal técnico
ANEXO E	:	Entrevista realizada al jefe de mantenimiento de la UAP-ID
ANEXO F	:	Fotos del proceso de overhaul.
ANEXO G	:	Configuración geométrica de las herramientas a construirse.
ANEXO H	:	Proceso de overhaul del núcleo del rotor principal del helicóptero Bell 206 BII
ANEXO I	:	Propiedades y composición de los materiales a emplearse para la construcción.
ANEXO J	:	Cotizaciones, para la construcción de las herramientas.
ANEXO K	:	Tratamiento térmico de la herramienta PHT-6-206B
ANEXO L	:	Tratamiento térmico de las herramientas

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

La Policía Nacional del Ecuador fue creada en el año de 1948 con el propósito de servir, proteger y salvaguardar la seguridad al pueblo ecuatoriano. Desde sus inicios se ha caracterizado por ser una institución clave para mantener el orden público.

La Unidad Aeropolicial Primer Distrito (UAP ID), provincia de Pichincha; fue creada en el año de 1998 con el objetivo de incrementar la seguridad de la provincia y sus cantones, siendo esta la primera base en el Ecuador que contó con un helipuerto ubicado en el aeropuerto Mariscal Sucre. A medida de los años este tipo de proyectos se implementaron en la provincia del Guayas (UAP ID) y en la ciudad de Santo Domingo (actualmente, provincia de Santo Domingo de los TSáchilas).

La UAP ID cuenta con un helicóptero Bell 206BII de fabricación americana, es una aeronave versátil para misiones de observación, rescate y apoyo; está equipado con un motor sencillo diseñado para despegar y aterrizar en cualquier terreno razonablemente nivelado. La configuración estándar es para un piloto y cuatro pasajeros.

El fuselaje consiste de sección delantera, sección intermedia y sección posterior o de cola. La porción de la sección delantera tiene aproximadamente 40 pies cúbicos para acomodar pasajeros o carga. Las puertas traseras pueden quitarse para llevar objetos que sobresalgan a lo ancho del helicóptero. Hay 16 pies cúbicos adicionales en el compartimiento localizado en la sección intermedia en donde se pueden llevar 250 libras del equipaje o de carga adicionales.

Posee un tanque de combustible tipo vejiga de compartimiento sencillo de 76 o 91 galones.

Las palas del rotor principal son construidas de metal (estructura externa e interna de aleación de aluminio, la estructura interna esta construida con la configuración de panal de abeja) y son individualmente intercambiables. El rotor de cola es semirígido, de subibaja, con dos palas, cada una conectada a un yugo común por medio de dos cojinetes y pernos.

El helicóptero Bell 206BII esta equipado con un motor, modelo 250-C20B de turboeje, fabricado por Allison Engine Company División de Rolls Royce, de 317 caballos de fuerza para despegue y 270 caballos fuerza para operación continua.

En los talleres de la sección de mantenimiento aeronáutico desde sus inicios ha carecido de herramientas especiales para la ejecución de los trabajos de mantenimiento y overhaul; estas a su vez, se han ido adquiriendo conforme a las necesidades de mantenimiento a satisfacer que se han presentado, principalmente sobre la base del incremento de las horas de vuelo de los componentes de las aeronaves. A través de los años no se ha logrado completar las herramientas necesarias para optimizar las operaciones de mantenimiento reduciendo el tiempo y costo de este tipo de operaciones.

El taller de mantenimiento aeronáutico de la UAP ID al no poseer herramientas especiales que se emplean para el mantenimiento y overhaul de la cabeza (núcleo) del rotor principal, no se encuentra en condiciones operativas para este tipo de trabajo en forma eficaz y eficiente, ya que la optimización de estas herramientas permitirá al personal técnico elaborar los trabajos de mantenimiento y overhaul de una manera técnica y segura. La UAP ID para suplir la carencia de herramientas, para la ejecución de los trabajos de mantenimiento alquila las mismas a empresas privadas de aviación (Ver anexo A).

1.1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué condiciones técnicas y económicas se deben considerar para optimizar a través de la construcción de herramientas especiales las operaciones de mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal del Helicóptero Bell 206BII en la UAP ID?

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Al ser la UAP ID una base de vigilancia y rescate; el helicóptero que posee, al ser el único, debe conservarse en condiciones estándar de operación; por tanto, las operaciones de mantenimiento son de vital importancia.

La optimización de estas herramientas como resultado conlleva a reducir pérdida de tiempo y altos costos económicos en alquiler de las mismas u operaciones de mantenimiento en talleres externos a la unidad.

En primera instancia los beneficiados son el personal de aerotécnicos y por ende el taller de mantenimiento de la UAP ID que al contar con estas herramientas realizaran el mantenimiento y overhaul de la cabeza o núcleo del rotor principal del helicóptero Bell 206BII de una forma técnica y segura que los encaminaran a facilitar este tipo de operaciones.

Por lo anotado, es de gran importancia y relevancia la provisión de herramientas para efecto de operaciones de mantenimiento y overhaul del elemento en mención, lo cual justifica el proponer la optimización a través de la construcción de este tipo de herramientas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

- Determinar las condiciones técnicas y económicas mediante el análisis y estudio de los manuales de mantenimiento, overhaul, herramientas y

equipos, y costos de materiales que permitan optimizar la ejecución de los trabajos de mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal del helicóptero BELL 206BII.

1.3.2 ESPECÍFICOS

- Recopilar información técnica de los manuales de mantenimiento, overhaul y prácticas estándar.
- Conocer los procedimientos operacionales que se ejecutan para el mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal del BELL 206BII.
- Buscar información necesaria para la construcción óptima de las herramientas especiales que se emplean para el mantenimiento y overhaul del rotor principal.
- Plantear la construcción e implementación de las herramientas que permitan realizar los trabajos de mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal del helicóptero BELL 206BII.

1.4 ALCANCE

El presente trabajo de investigación esta direccionado a facilitar la ejecución de trabajos de mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal del helicóptero Bell 206BII de la UAP ID por parte del personal de aerotécnicos que labora en la sección de mantenimiento, a fin de alcanzar un buen desarrollo de los trabajos mencionados al interior del taller de mantenimiento aeronáutico de la UAP ID.

Al determinar las condiciones técnicas y económicas con las que se ejecuta este tipo de trabajos se establecerá las herramientas a construirse y/o adquirirse que permitan realizar de manera eficiente, eficaz segura y técnica lo antes mencionado, evitando incidentes o accidentes al personal aerotécnico que labora en el área de mantenimiento.

La presente investigación servirá de base para trabajos futuros que los estudiantes del ITSA u otras personas que tengan interés en realizar trabajos referentes a herramientas especiales para mantenimiento y overhaul del rotor principal del helicóptero Bell 206BII u otro elemento similar.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Durante la investigación de campo, en el taller de mantenimiento aeronáutico de la UAP ID se determinó que éste posee un kit incompleto de herramientas especiales para el mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal del helicóptero Bell 206BII (Ver anexo N° B); por lo tanto, es necesario complementar con la construcción de herramientas especiales de mayor empleo en las operaciones de mantenimiento y overhaul. Estas herramientas pueden ser utilizadas en los equipos BELL 206 series, a razón de que sus rotores son geométrica y dimensionalmente iguales.

En la investigación documental de los manuales de mantenimiento y overhaul del helicóptero Bell 206 BII y el manual de instrucción que reposan en la biblioteca de la UAP ID, se determinó que las operaciones de montaje, desmontaje, balanceo y alineamiento de la cabeza del rotor principal se debe realizar con las herramientas descritas en dichos manuales .

En la investigación documental bibliográfica y consultas en Internet sobre empresas que posean este equipo se encontró que AEROMASTER AIRWAYS (Quito), AVIANDINA (Guayas) poseen este tipo de aeronaves y sus herramientas. Razón por la cual el grupo investigador cuenta con datos referenciales de las herramientas en otros talleres y operadores aeronáuticos.

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1 Rotor.

Las palas del rotor tienen una forma aerodinámica similar a las alas de un avión, es decir, curvadas formando una elevación en la parte superior, y

lisas o incluso algo cóncavas en la parte inferior (perfil alar). Al girar el rotor esta forma hace que se genere sustentación, la cual eleva al helicóptero. La velocidad del rotor principal es constante, y lo que hace que un helicóptero ascienda o descienda es la variación en el ángulo de ataque que se da a las palas del rotor: a mayor inclinación, mayor sustentación y viceversa².

2.2.2 Cabeza y palas del rotor principal. (MAIN ROTOR HUB AND BLADE)

El conjunto del rotor principal es de dos palas, semirígido, con el eje de cambio de paso por debajo del eje de aleteo con palas metálicas. El conjunto está unido al mástil por medio del trunnion. Los cojinetes de aleteo son cojinetes de rodillos lubricados con grasa, esto están fijos al yugo por medio de pernos.

El yugo sirve como el eje de cambio de paso y las horquillas se unen a este por medio de las barras de tensión/torsión. Las palas están unidas a las horquillas por medio de pernos con el cuerpo hueco que se usan para instalar pesos para balanceo estático y dinámico del conjunto de las palas y la cabeza¹.

2.3 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

- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o para de máquinas.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.

¹ THE BELL TEXTRON COMPANY "Manual Manteince&Overhaul" (Cap 5, pág.8).

²www.wikipedia.org/helicópteros

- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

2.3.1 Tipos de mantenimiento

Mantenimiento de diseño

Se denomina mantenimiento de diseño cuando la afectación directa se la realiza sobre el diseño original de la máquina o equipo, adicionando elementos extras al diseño original o se modifique el mismo.

Mantenimiento predictivo

Permite detectar y monitorear parámetros operativos de los sistemas, máquinas y equipos y realizar un seguimiento del desgaste de los mismos y determinar o “predecir” el punto exacto de cambio o reparación. Busca determinar el punto óptimo para la ejecución del mantenimiento preventivo en un equipo, o sea, el punto a partir del cual la probabilidad que el equipo falle.

Mantenimiento preventivo

Mantenimiento Preventivo es una estrategia en la que se programan periódicamente las intervenciones en las máquinas, con el objeto principal de inspeccionar, reparar y/o reemplazar componentes.

Este mantenimiento también es denominado "mantenimiento planificado", tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Presenta las siguientes características:

- ✓ Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.

- ✓ Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios "a la mano".
- ✓ Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- ✓ Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- ✓ Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- ✓ Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

Mantenimiento correctivo

El Mantenimiento Correctivo, consiste en esperar que se produzca una falla, a fin de corregirla, es decir, operar hasta que se produzca la falla y luego reparar o reemplazar.

Se conoce también como "Mantenimiento Reactivo" por la estrategia que utiliza. Tiene un costo nulo en función del tiempo hasta que la unidad falla y hay que repararla normalmente de urgencia. Este tipo de intervenciones sucede en forma sorpresiva, sin posibilidades de programación.

2.4 MANTENIMIENTO AERONÁUTICO

Toda inspección, revisión, reparación, conservación y cambio de partes; tendientes a conservar las condiciones de Aeronavegabilidad de una aeronave y/o componentes de ella, se denomina en general como Mantenimiento Aeronáutico. Estructura, sistemas, planta impulsora, accesorios, equipos e instrumentos requieren de este tipo de mantenimiento.

2.5 TIPOS DE INSPECCIONES

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 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.

2.6 MANUAL DE MANTENIMIENTO.

Es el conjunto de manuales, consiste en varios volúmenes, contiene la información necesaria para proporcionar al operador de la aeronave procedimientos de mantenimiento, limitaciones de aeronavegabilidad, inspecciones y toda la información general acerca de la aeronave y sus sistemas.

2.7 MANUAL DE OVERHAUL

Este manual proporcionará datos para la reparación y revisión de componentes y montajes eliminados de una aeronave, la eliminación y los procedimientos de instalación de componentes y conjuntos que figuran en el componente de reparación y revisión manual se proporcionan en el manual de mantenimiento, de acuerdo al ATA 100.

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados antes de que aparezca algún fallo o bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva.

Manual de herramientas y equipos

Es la recopilación codificada de herramientas, máquinas y equipos que se deben utilizar en las distintas operaciones, bajo estricto cumplimiento de los manuales de mantenimiento y overhaul.

2.8 HERRAMIENTAS ESPECIALES.

Son herramientas que por su configuración geométrica y características especiales de dimensionamiento y utilización, son específicas para determinados trabajos, aumentando la eficiencia y eficacia del aerotécnico en las operaciones de mantenimiento y overhaul.

CAPÍTULO III

PLAN METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación de campo permitirá determinar las herramientas especiales que se emplean en el mantenimiento de las partes del rotor, en función de las prácticas operacionales.

La investigación bibliográfica - documental describirá la conformación geométrica y estructural de las herramientas, como de los materiales que están construidas, su utilización y mantenimiento.

3.1.1 Tipos de investigación

La investigación será experimental porque se podrá observar las prácticas operacionales que realizan en el mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal del helicóptero Bell 206BII por parte de los técnicos que laboran en la UAP ID; a su vez, se registrará la información por medio de una ficha de observación. (Ver Anexo C1)

3.1.2 Niveles de la investigación

La investigación será exploratoria porque detallará las visitas que se realizarán en la UAP ID, donde se desarrollan los trabajos de montaje, desmontaje, mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal

La investigación será descriptiva a criterio de que se detalla las operaciones que realizan los técnicos de mantenimiento durante los procedimientos de mantenimiento y overhaul del núcleo del rotor principal.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

En base a la delimitación espacial, el campo a investigar es el taller de mantenimiento de la UAP ID, ubicada en el aeropuerto Mariscal Sucre en la ciudad de Quito.

Para determinar el conocimiento de los requerimientos para el montaje, desmontaje, mantenimiento y overhaul del núcleo o cabeza del rotor principal del helicóptero Bell 206BII, se considerará como población a los técnicos en mantenimiento aeronáutico que laboran en la UAP ID.

3.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1 Métodos

Análisis

Se analizará los procesos operacionales para el montaje y desmontaje de la cabeza del rotor principal lo cual permitirá determinar las condiciones técnicas en cuanto a equipos y herramientas utilizados por los técnicos del taller de mantenimiento de la UAP ID.

Síntesis

Con la síntesis se determinará si los aerotécnicos emplean los manuales de mantenimiento y overhaul, si emplean y poseen las herramientas adecuadas para este tipo de trabajos.

Deducción

Éste método se iniciará con el conocimiento de los hechos particulares, mediante los cuales, el investigador llegará de aspectos generales de las herramientas especiales a las características particulares de las herramientas a construirse.

Inducción

La inducción permitirá determinar la necesidad de herramientas especiales de mayor relevancia para la operacionalización de prácticas estándar que se ejecutan durante el mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal del Helicóptero BELL 206BII.

3.3.2 Técnicas

La observación

Se realizará una observación de campo, la cual permitirá conocer las operaciones de mantenimiento y overhaul. Para esto será necesario estar en contacto con el personal de mantenimiento de la UAP ID a fin de conocer sus requerimientos en cuanto a herramientas especiales, y las facilidades que éstas les brindarían al momento en que se realice el mantenimiento y overhaul del rotor antes de la elaboración de las herramientas. (Ver Anexo C).

La encuesta

Por medio del empleo de este instrumento que se lo conoce también como cuestionario, utilizando preguntas dicotómicas, se obtendrá información clara de los requerimientos de los técnicos (Ver Anexo D).

La entrevista

Se realizará una entrevista al jefe del área de mantenimiento y motores. Esto permitirá obtener información sobre las técnicas y prácticas que se realizan en la operación de montaje, desmontaje, mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal del helicóptero Bell 206BII. (Ver Anexo E).

3.4 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la recolección de datos informativos, se utilizará una fuente

primaria, es decir de primera mano con la ayuda de las técnicas e instrumentos señalados en los párrafos anteriores, mismos que se aplicarán al personal técnico vinculado al ámbito de mantenimiento aeronáutico en el taller de la UAP ID, poniendo énfasis a los requerimientos a satisfacer.

En cuanto al campo bibliográfico – documental, se consultará el manual de mantenimiento, manual de reparación de componentes & overhaul e instrucción, bibliografía y documentos dedicados al tema investigado.

La observación en el campo de trabajo se constituirá en una herramienta fundamental para obtener una clara perspectiva de las herramientas, equipos y procedimientos que se aplican en los trabajos de remoción, instalación, mantenimiento y overhaul del núcleo del rotor principal.

El grupo investigador, realizará la encuesta al personal técnico motoristas y de mantenimiento de la UAP ID. En la encuesta se aplican preguntas dicotómicas en razón a que permiten indagar sobre temas específicos sin dejar abierta la posibilidad de incertidumbres superficiales que no permitirían una clara tabulación para el análisis e interpretación de los resultados.

La entrevista se realizará al Jefe de mantenimiento. La guía de entrevista constará de preguntas abiertas que tienen el propósito de indagar sobre los procedimientos y el requerimiento de herramientas especiales para las operaciones de montaje, desmontaje, mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal.

3.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

3.5.1 Conclusiones

Posterior al estudio y análisis de los datos que se obtengan durante la etapa investigativa se llegará a conclusiones sobre las condiciones actuales del kit de herramientas existentes en el taller de mantenimiento aeronáutico de la

UAP ID, lo cual permitirá determinar si se debe construir e implementar para así completar el Kit antes mencionado.

3.5.2 Recomendaciones

Establecidas las conclusiones de la etapa investigativa se emitirán recomendaciones para solucionar el problema existente en la UAP ID, en relación a las herramientas especiales utilizadas en el mantenimiento del rotor principal.

CAPÍTULO IV

EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO

4.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación de campo refiere al conocimiento de las prácticas operacionales que se realizan para el montaje, desmontaje, mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal, esto se lo hizo investigando al interior del taller de mantenimiento aeronáutico de la UAP ID. Se mantuvo conversaciones con los aerotécnicos, se tomó fotografías (Ver Anexo F), se elaboró una ficha de observación contemplando parámetros que permitan obtener la información de mayor relevancia para la investigación. (Ver Anexo C)



Alineamiento y balanceo de las palas del rotor principal.

La investigación bibliográfica - documental describió el estudio de los requerimientos técnicos a satisfacer, para el correcto mantenimiento y overhaul del núcleo o cabeza del rotor principal, en función de las directivas de los manuales de mantenimiento el que facilitó las herramientas que se deben utilizar (Anexo I). El manual de reparación de componentes & overhaul proporcionó los procedimientos normalizados y obligatorios que se deben seguir para el mantenimiento y overhaul (Anexo I). Un documento muy importante que permitió conocer la forma estructural y geométrica de todas las herramientas fue el manual de instrucción de campo (Anexo G). También se utilizó un diccionario de inglés aeronáutico, manuales de aceros Bolher el que permitió saber si la empresa cuenta con el tipo de acero necesario para

construir las herramientas especiales. (Anexo H)

4.1.1 Tipos de investigación

La investigación de campo fundamentalmente fue experimental porque se observó que las prácticas operacionales que se realizan para el mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal del helicóptero Bell 206BII en el hangar de la UAP ID por parte de los técnicos que laboran en dicha institución se realizan con los manuales de mantenimiento y overhaul, con herramientas de otra empresa, las cuales cumplen con las especificaciones geométricas pero no técnicas, por lo que no cumplen con los requerimientos establecidos en los manuales de mantenimiento y overhaul e instrucción; a su vez, se registró la información por medio de una ficha de observación y fotografías (Ver Anexos C Y F).

4.1.2 Niveles de la investigación

La investigación es exploratoria porque mediante las visitas que se realizó en el hangar de la UAP ID, se pudo identificar la carencia de las herramientas y sus posibles soluciones durante los trabajos de montaje, desmontaje, mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal. Este tipo de mantenimiento se lo realiza cada 1200 hrs o 12 meses cualesquiera ocurra primero.

La investigación es descriptiva porque se detalló los procedimientos para realizar este tipo de operación tales como el montaje, desmontaje y overhaul del núcleo del rotor principal y la necesidad de implementar el kit de herramientas carentes, así como equipos apropiados tanto para el personal técnico y taller de la UAP ID. Todo este proceso influye negativamente en el proceso de mantenimiento y overhaul del rotor principal.

Procedimientos Generales.

Pasos en el taller para realizar un overhaul:

1. Receptar y verificar las partes.
2. Revisar los procedimientos de acuerdo a los manuales de mantenimiento y de overhaul.
3. Desarmar.
4. Limpiar.
5. Comprobar rajaduras.
6. Realizar overhaul a las partes detalladas de acuerdo al manual de overhaul.
7. Armar.
8. Pintar.
9. Finalizar.

Operaciones de mantenimiento y overhaul.

Para el desmontaje, montaje del núcleo del rotor principal se realizan los siguientes procedimientos en el taller de mantenimiento aeronáutico de la UAP-ID.

Desmontaje:

Herramientas especiales requeridas:

T100220-1 SLING.

T-HANDLE WORKAID.

Pasos a seguir para la operación de desmontaje:

No permitir que las horquillas del rotor principal o el yugo giren sobre el eje de cambio de paso. Si la horquilla o el yugo giran sobre este eje mas allá de los 90 grados, las barras de retención de las horquillas deben ser cambiadas. Asegúrese que las horquillas y las palas del rotor principal a través del cuerno de cambio de paso con un auxiliar de trabajo apropiado.

- Marque el conjunto de las varillas de cambio de paso para que cuando se reinstalen queden en la misma posición, luego remueva los cotter pin, tuercas y arandelas para remover las varillas de cambio de paso.

- Asegúrese que las palas del rotor principal, el cuerno de cambio de paso y el yugo estén con la T-HANDLE WORKAID. No sin antes haber removido los alambres de freno, pernos y tuercas del conjunto del rotor principal.
- Remueva la tuerca del mástil, tenga mucha precaución para prevenir el daño de los limitadores de flapeo, durante la remoción de la tuerca del mástil.
- Remueva los dos tornillos que sujetan al limitador de flapeo y desmonte,
- Con la SLING T100220 proceda a sujetar las horquillas para así proceder a desmontar todo el conjunto del rotor principal.

Una vez desmontado el rotor principal se procede al overhaul de cada uno de los componentes, refiérase al manual de reparación y overhaul de componentes. (Ver Anexo H)

Montaje:

- Aplique una ligera capa de anticorrosivo a las ranuras del mástil y del soporte giratorio y a las horquillas cónicas que sujetan al núcleo del rotor principal.
- Con la amarra palas guiar al rotor principal, con el teclé o una grúa gire el conjunto del rotor directamente sobre el mástil y alinee las ranuras del mástil con las del yugo del rotor principal.
- Cuidadosamente baje el conjunto del rotor con los dientes maestros alineados, posicione, el set de medios conos correctamente ubicados en el mástil y con cuidado proceda a bajar el rotor hacia el mástil en la posición adecuada.
- Asegurese que el restrictor de flapeo esté correctamente instalado, para luego instalar la tuerca del mástil y así proceder al torque de acuerdo al manual. (Ver Anexo H)

4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

En base a la delimitación espacial, el campo a investigar es el taller de

mantenimiento de la UAP ID ubicada en el aeropuerto Mariscal Sucre en la ciudad de Quito.

Para determinar el conocimiento de los requerimientos para el montaje, desmontaje, mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal del helicóptero Bell 206BII, se considera como población a los técnicos en mantenimiento aeronáutico que laboran en la UAP ID.

La población a ser investigada la constituyen 16 personas clasificadas de la siguiente manera.

Tabla N°4.1: Población y muestra

PERSONAL ADMINISTRATIVO Y TÉCNICO	
Jefe de mantenimiento	1
Técnicos mantenimiento	15
TOTAL	16

Fuente: Personal administrativo y técnico.
Elaboración: Gustavo Junior Macías Arauz.

Dado que la población es muy pequeña se considerara a toda la población como la muestra total a ser investigada.

4.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

4.3.1 Métodos

Análisis

Mediante el análisis de los procesos operacionales para el montaje, desmontaje y overhaul del núcleo o cabeza del rotor principal se determinó las condiciones técnicas en cuanto a equipos y herramientas utilizados en esta operación por parte de los técnicos del taller de mantenimiento de la UAP ID.

Síntesis

El proceso de montaje, desmontaje y overhaul de la cabeza del rotor principal del helicóptero Bell 206BII se lo realizó en el taller de mantenimiento de la UAP ID de manera apropiada, empleando herramientas que son arrendadas a otra empresa, alquiler que permite realizar el trabajo de acuerdo con el manual de mantenimiento y el manual de reparación de componentes&overhaul.

Deducción

La aplicación de este método se inicia con el análisis de las operaciones de mantenimiento y overhaul del núcleo del rotor principal y las herramientas especiales que se emplean en forma general dentro de dicho proceso, esto permitió establecer que herramientas faltan dentro del taller de mantenimiento de la UAP ID y la necesidad de elaborar e implementar las antes mencionadas, descritas en los manuales de mantenimiento, reparación de componentes&overhaul e instrucción

La limitación de espacio para realizar limpieza y chequeo de ciertos componentes del helicóptero obstaculizan el correcto desempeño de los aerotécnicos.

Inducción

El alquiler de las herramientas representa pérdida de tiempo y dinero, ya que para las operaciones de montaje y desmontaje de la cabeza del rotor principal del helicóptero Bell 206BII se deben realizar en el menor tiempo posible en razón a que se necesita tener la aeronave operable el mayor tiempo posible. Por lo que se determinó las herramientas a construirse; pines de alineamiento, extractor del excluder del rotor principal, extracción del trunnion del cuerno de cambio de paso y plato extractor de la pista interna del trunnion.

4.3.2 TÉCNICAS

La observación

Se realizó una observación de campo la cual permitió conocer la manera en que realizan las operaciones de montaje, desmontaje, mantenimiento y overhaul. Para este efecto, fue necesario estar en contacto con el personal de mantenimiento de la UAP ID a fin de conocer sus requerimientos en cuanto a herramientas especiales. Para esto, se procedió a fotografiar (Ver Anexos C y F) y registrar datos en la ficha de observación.

La encuesta

Mediante la encuesta administrada, aplicada a los técnicos de mantenimiento de la UAP ID, se obtuvo información clara de las necesidades en relación a herramientas especiales (Ver Anexo D). La encuesta constó de seis preguntas cerradas dicotómicas, que tenían la finalidad de obtener información concreta y sin divagaciones que podrían generar errores en la tabulación, análisis e interpretación de los resultados.

La entrevista

Se realizó una entrevista estructurada al jefe del área de mantenimiento y motores, esto permitió obtener información sobre las prácticas y técnicas que se realizan en la operación de montaje y desmontaje de la cabeza del rotor principal del helicóptero Bell 206BII. (Ver Anexo E). La entrevista constó de cuatro preguntas abiertas que tenían la finalidad de lograr obtener la mayor información posible.

4.4 Recolección de información

Para la recolección de datos informativos, se utilizó una fuente primaria, es decir de primera mano con la ayuda de las técnicas e instrumentos señalados en los párrafos anteriores, mismos que se aplicaron al personal que

está vinculado al ámbito de mantenimiento aeronáutico en el taller de la UAP ID, poniendo énfasis a los requerimientos a satisfacer.

En cuanto al campo bibliográfico – documental, se consulta el manual de mantenimiento, overhaul e instrucción, bibliografía y documentos dedicados al tema investigado.

La observación en el campo de trabajo se constituyó en una herramienta fundamental para obtener una clara perspectiva de las herramientas, equipos y procedimientos que se aplican en los trabajos de montaje, desmontaje, mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal.

El grupo investigador, realiza la encuesta al personal técnico motoristas y de mantenimiento de la UAP ID. La encuesta se realiza a todo el personal mencionado. En la encuesta se aplican preguntas dicotómicas en razón a que permiten indagar sobre temas específicos sin dejar abierta la posibilidad de incertidumbres superficiales que no permitirían una clara tabulación para la interpretación de los resultados.

La entrevista se realiza al personal técnico - administrativo como es el Jefe de mantenimiento. La guía de entrevista consta de cuatro preguntas abiertas que tienen el propósito de indagar sobre los procedimientos relacionados al montaje, desmontaje, mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal, así también, las herramientas y equipos que se deben utilizar en estos trabajos para que sean realizados de forma técnica, eficiente, eficaz y ergonómica.

4.5 Procesamiento de la información

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

- Codificar y tabular.
- Luego se representa en forma gráfica.
- Después se analizan los resultados;

- Se interpreta; y,
- Se llega a conclusiones y recomendaciones.

Análisis de los resultados de la encuesta al personal de mantenimiento aeronáutico de la UAP ID.

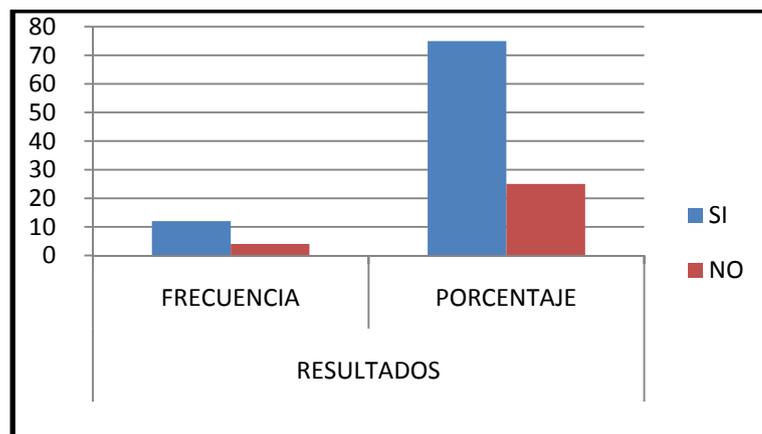
Pregunta N° 1.

¿Conoce los tipos de herramientas que se utilizan en los trabajos de mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal?

Tabla N°4. 2: Análisis de resultados

Pregunta N° 1		
¿Conoce los tipos de herramientas que se utilizan en los trabajos de mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal?		
RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	12	75
NO	4	25
TOTAL	16	100

Fuente: Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico de la UAP ID.
Elaboración: Junior Macías A.



Fuente: Técnicos de motores y mantenimiento de la UAP ID
Elaboración: Junior Macías A.

Análisis: El 25% de los técnicos manifiestan que no conocen los tipos de herramientas para realizar los trabajos de mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal, puesto que algunos técnicos no han recibido el curso inicial del helicóptero Bell 206BII. En tanto el 75% de los técnicos conocen los

tipos de herramientas para realizar este tipo de trabajos.

Interpretación: Se entiende, que la mayoría de los técnicos conoce los tipos de herramientas que se utilizan, puesto que han recibido el curso inicial y recurrente del helicóptero Bell 206BII.

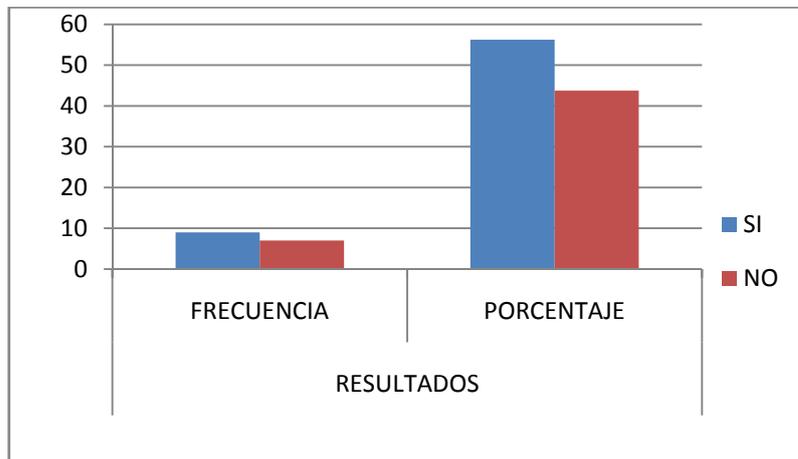
Pregunta Nº 2.

¿Conoce los procedimientos correspondientes para el montaje y desmontaje de la cabeza del rotor principal?

Tabla Nº 4.3: Análisis de resultados

Pregunta Nº 2 ¿Conoce los procedimientos correspondientes para el montaje y desmontaje de la cabeza del rotor principal?		
RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	9	56,25
NO	7	43,75
TOTAL	16	100

Fuente: Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico de la UAP ID.
Elaboración: Junior Macías A.



Fuente: Técnicos de motores y mantenimiento de la UAP ID.
Elaboración: Junior Macías A.

Análisis: El 56,25% de los técnicos manifiesta que conoce los procedimientos adecuados para las operaciones de montaje y desmontaje de la cabeza del rotor principal. En tanto el 43,75% no conoce el procedimiento para realizar dicha operación

Interpretación: Esto da a entender, que la mayoría de los técnicos conocen muy bien los trabajos a desarrollar, e inclusive los técnicos que no conocen las herramientas, conoce los procedimientos de montaje y desmontaje de la cabeza del rotor principal del helicóptero Bell 206BII.

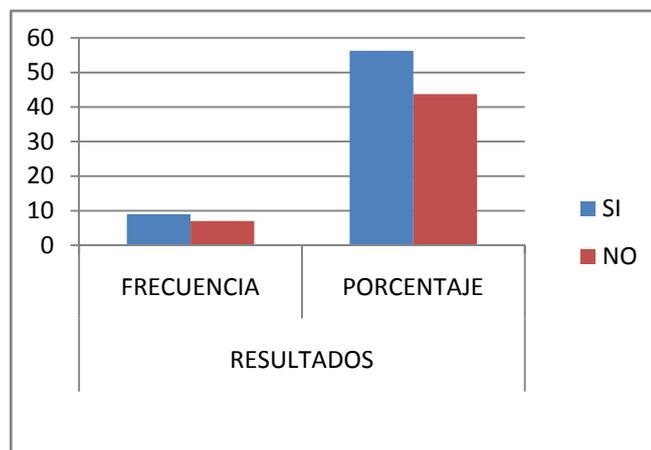
Pregunta N° 3.

¿Se utiliza las herramientas especiales correspondientes en las operaciones de mantenimiento y overhaul?

Tabla N°4.4: Análisis de resultados.

Pregunta N° 3 ¿Se utiliza las herramientas especiales correspondientes en las operaciones de mantenimiento y overhaul?		
RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	9	56,25
NO	7	43,75
TOTAL	16	100

Fuente: Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico de la UAP ID.
Elaboración: Junior Macías A.



Fuente: Técnicos de motores y mantenimiento de la UAP ID.
Elaboración: Junior Macías A.

Análisis: El 56,25% de los técnicos, indican que si se utilizan las herramientas especiales para las operaciones de mantenimiento y overhaul en función del manual de herramientas y equipos, el 43,75% admite que no se realizan estas operaciones con las herramientas adecuadas.

Interpretación: Esto quiere decir, que las operaciones antes indicadas no se realizan con las herramientas adecuadas de acuerdo al manual de herramientas y equipos.

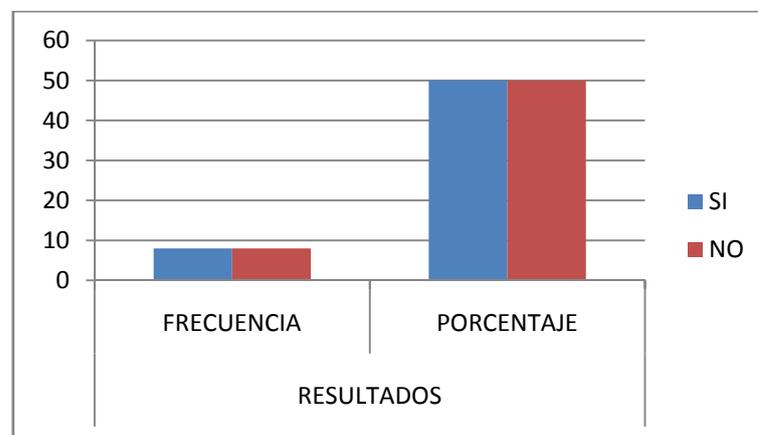
Pregunta N° 4.

¿Considera que las herramientas empleadas cumplen con las normas estipuladas en los manuales de Mantenimiento y Prácticas Estándar del Helicóptero Bell 206BII?

Tabla N°4.5: Análisis de resultados

Pregunta N° 4		
¿Considera que las herramientas empleadas cumplen con las normas estipuladas en los manuales de Mantenimiento y Practicas Estándar del Helicóptero Bell 206BII?		
RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	8	50
NO	8	50
TOTAL	16	100

Fuente: Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico de la UAP ID.
Elaboración: Junior Macías A.



Fuente: Técnicos de motores y mantenimiento de la UAP ID.
Elaboración: Junior Macías A.

Análisis: El 50% de los técnicos, considera que las herramientas empleadas actualmente para el montaje y desmontaje de la cabeza del rotor principal cumplen con normas de seguridad adecuadas para esta operación, mientras que la otra mitad manifiesta que las mencionadas antes no cumplen con las normas de seguridad requeridas para realizar este tipo de trabajos.

Interpretación: Esto quiere decir, que los técnicos realizan esta operación con algunas herramientas que cumplen con las normas de seguridad y otras no.

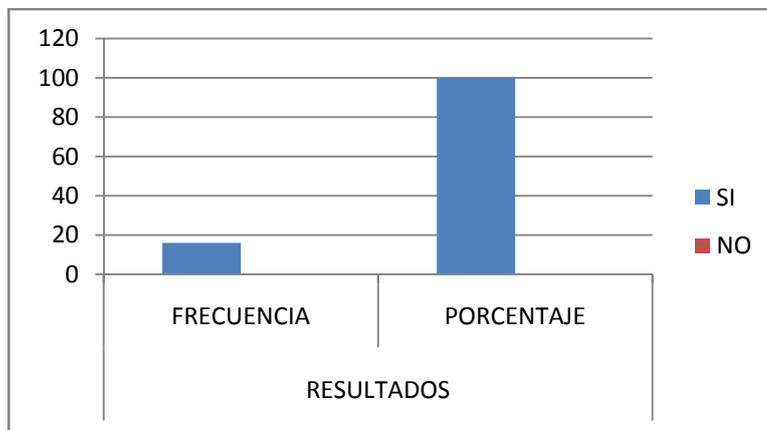
Pregunta Nº 5.

¿Considera que se deben adquirir o construir herramientas especiales para el mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal?

Tabla Nº4.6 Análisis de los resultados

Pregunta Nº 5		
¿Considera que se deben adquirir o construir herramientas especiales para el mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal?		
RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	16	100
NO	0	0
TOTAL	16	100

Fuente: Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico de la UAP ID.
Elaboración: Junior Macías A.



Fuente: Técnicos de motores y mantenimiento de la UAP ID.
Elaboración: Junior Macías A.

Análisis: El 100% de los técnicos, considera que se deben adquirir o construir las herramientas para el mejor desenvolvimiento del personal técnico.

Interpretación: Esto quiere decir, que la adquisición o construcción se debe implementar para mejorar los trabajos de mantenimiento y overhaul.

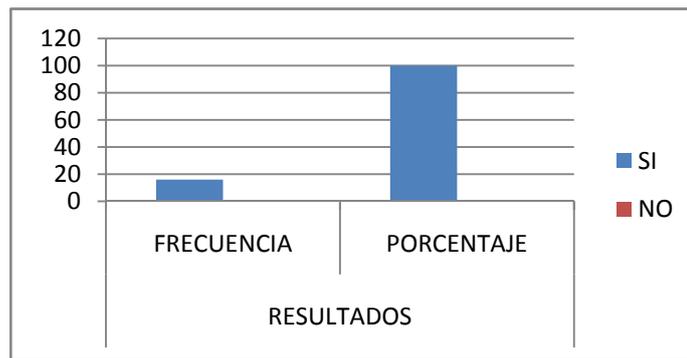
Pregunta N° 6.

¿Considera que este tipo de herramientas son indispensables en el taller de mantenimiento y overhaul?

Tabla N°4.7: Análisis de resultados.

RESPUESTAS	RESULTADOS	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	16	100
NO	0	0
TOTAL	16	100

Fuente: Encuesta a personal de técnicos en mantenimiento aeronáutico de la UAP ID.
Elaboración: Junior Macías A.



Fuente: Técnicos de motores y mantenimiento de la UAP ID.
Elaboración: Junior Macías A.

Análisis: El 100% de los técnicos, señala que si es indispensable tener estas herramientas en el taller de mantenimiento y overhaul.

Interpretación: Esto quiere decir, que los técnicos necesitan la implementación de estas herramientas para evitar perdidas de tiempo y dinero.

4.6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENTREVISTA

Técnico de mantenimiento aeronáutico del UAP ID.

Nombre: Sr. Diego Chango.
Formación académica: Bachiller Técnico Industrial.
Cargo que ocupa: Técnico encargado del helicóptero de la UAP ID.

Pregunta 1

¿Considera que los trabajos de montaje, desmontaje y overhaul, de la cabeza o núcleo del rotor principal del helicóptero Bell 206BII, se los realiza bajo normas y estándares de seguridad utilizando las herramientas, máquinas y equipos establecidos en los manuales de mantenimiento, overhaul y de Herramientas & Equipos?

RESPUESTA: Si, durante todo el proceso.

Análisis: El técnico Diego Chango manifiesta que en el taller de mantenimiento se cumple con todas las normas y estándares de seguridad en función del reglamento interno de la UAP ID.

Interpretación: En el taller se cumple con las normas internas de seguridad de la UAP ID para la ejecución de los trabajos que se realizan. Por lo tanto aun así cumpliendo con las normativas de seguridad siempre se esta a expensas de que ocurra un accidente.

Pregunta 2

¿Qué herramientas y equipos se deben emplear para la ejecución de los trabajos de montaje, desmontaje y overhaul de la cabeza o núcleo del rotor principal de los helicópteros Bell 206BII y series?

Respuesta: Todos los recomendados por el fabricante y/o los recomendados

para fabricación localmente de acuerdo a los estándares requeridos por el fabricante y el operador.

Análisis: De las herramientas y equipos con que cuenta La UAP ID en su taller de mantenimiento, varias han sido construidas por talleres locales en base a sus requerimientos operacionales, así también, existen herramientas y equipos que han sido adquiridos a la casa fabricante en este caso BELL TEXTRON COMPANY.

Interpretación: La UAP ID a medida de sus requerimientos operacionales ha enviado a elaborar herramientas en talleres industriales puesto que en la unidad no se cuenta con equipos para elaborar las antes mencionadas. Estas herramientas muy probablemente no se hallan certificadas. El resto de herramientas necesariamente se deben adquirir a la casa fabricante puesto que para realizar este tipo de trabajos se las requiere y se complementa con la construcción local para así realizar el overhaul de la cabeza o núcleo del rotor principal.

Pregunta 3

¿Considera que adquirir estas herramientas, sería más conveniente y económico que construirlas?

Respuesta: El costo de un equipo original de fábrica es siempre elevado por muchos factores como: impuestos, aduanas, etc. podemos bajar el costo, con fabricación local, siempre y cuando se lo haga con los materiales, especificaciones y recomendaciones detallados en los manuales, para garantizar y optimizar su funcionalidad.

Análisis: El costo de los equipos que provee la casa fabricante tiene un alto costo, por lo tanto es recomendable construir el kit de herramientas como constan en el manual de instrucción de similares características en razón a que su importe económico sería mucho menor.

Interpretación: Para la UAP ID, el adquirir estas herramientas, representa una inversión económica alta, por lo que una alternativa válida es que sea construida manteniendo las características en razón a que su importe económico es menor en comparación con un equipo importado.

Pregunta 4

¿Considera conveniente que el conjunto de herramientas para el núcleo o cabeza el rotor principal sea elaborado como proyecto de grado por parte de un estudiante del ITSA?

Respuesta: Sí considero conveniente ya que de esta forma el estudiante pone a trabajar su creatividad y es obligado a investigar para aumentar aún más su conocimiento aeronáutico.

Análisis: La construcción e implementación de estas herramientas como proyecto de grado es conveniente para la unidad, puesto que de esa manera el estudiante puede suplir en cierta parte la elaboración de estas herramientas y retribuir los conocimientos en la UAP ID.

Interpretación: Bajo el esquema de la ejecución de un proyecto de grado, la elaboración e implementación del equipo transportador es benéfico tanto para la unidad como para el estudiante, en razón a que el primero contaría con el equipo en mención y el estudiante aplicaría sus conocimientos de forma práctica en el campo aeronáutico en la sección de equipos de apoyo en tierra.

4.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

4.7.1 CONCLUSIONES

- El estudio y análisis de las condiciones en las que se realizan los trabajos de montaje, desmontaje y overhaul de la cabeza o núcleo de rotor principal del helicóptero Bell 206BII, permitió determinar que son adecuadas y se emplean las herramientas especiales correspondientes,

herramientas que son alquiladas a otras empresas incrementándose el costo de estos trabajos; por lo que esto, conlleva a pérdidas de tiempo y recursos económicos.

- La información recopilada de los manuales de mantenimiento y overhaul e instrucción permitió establecer los requerimientos de herramientas especiales que son utilizadas en los trabajos de montaje, desmontaje, mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal del helicóptero Bell 206BII de la UAP ID.
- En base a los resultados obtenidos durante la investigación y de su análisis e interpretación, el grupo investigador propone la construcción de herramientas especiales a fin de completar el kit de estas que posee la UAP ID. Las herramientas a construirse, se analizarán y se describirán en el desarrollo de la factibilidad.

4.7.2 RECOMENDACIONES

- El investigador, en base a los resultados obtenidos durante la investigación, recomienda la construcción de herramientas especiales previo a un estudio de factibilidad constructiva de las mismas.
- Se recomienda que las herramientas especiales requeridas deben ser construidas a fin de que la UAP ID posea en propiedad y se minimice el alquiler de las mismas.

CAPÍTULO V

FACTIBILIDAD

5.1 TEMA

“Elaboración e implementación de un kit de herramientas para el montaje, desmontaje, mantenimiento y overhaul del núcleo (cabeza) del rotor principal del helicóptero Bell 206BII para el Taller de Mantenimiento de la UAP ID”

5.2 FACTIBILIDAD TÉCNICA

El presente proyecto de investigación, sobre la del desarrollo investigativo se obtuvo como resultado que es factible y necesaria la construcción de estas herramientas para las operaciones de montaje, desmontaje, mantenimiento y overhaul del núcleo o cabeza del rotor principal del helicóptero Bell 206BII, puesto que contamos con los materiales, talleres y equipos necesarios para hacerlo.

5.3 FACTIBILIDAD LEGAL

LA DGAC como ente regulador de la aviación civil y comercial del Ecuador a través de la RDAC nos permite controlar los talleres de mantenimiento aeronáutico (TMAE) existentes en el Ecuador, nos proporciona información técnica y legal para la operación de aeronaves, equipos y talleres.

“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,².

5.4 FACTIBILIDAD DE APOYO

Para el desarrollo de esta investigación se cuenta con el apoyo de varias personas del taller de mantenimiento de la UAP ID y de talleres de mecánica industrial que poseen herramientas y equipos apropiados para la construcción de las herramientas especiales en mención, se puede citar a la empresa AEROMASTER AIRWAYS para este efecto por ser una empresa autorizada y con experiencia en el ámbito aeronáutico.

La UAP ID, brinda su apoyo, permitiendo acceder a la información técnica que se encuentra en los manuales de mantenimiento y overhaul, herramientas & equipos e instrucción.

5.5 RECURSOS

5.5.1 Talento humano

Tabla N°5.1: Talento Humano

N	TALENTO	DESIGNACIÓN
1	Sr. Junior Macías A.	Investigador
2	Sr. Ing. Dag Bassantes	Asesor

Fuente: Consejo de Carreras.

Elaboración: Sr. Junior Macías A.

² Recopilación de Derecho Aeronáutico; Tomo III, parte N° 045.

5.5.2 Recurso material

Tabla N°5.2: Costo primario.

N°	MATERIAL	CANTIDAD	V/U DE C/Kg	SUBTOTAL
1	Tubo de Aluminio	1	\$105	\$105
2	ACERO V320	28,2 Kg	\$5	\$141
	ACERO E920	20Kg	\$2,80	\$56
	ACERO V155	14 Kg	\$7	\$98
TOTAL				\$400

Fuente: Investigación de campo.

Elaboración: Sr. Junior Macías A.

Tabla N° 5.3: Costo Primario

MANO DE OBRA	MAQUINARIA	TIEMPO	VALOR DE C/Hrs	SUBTOTAL
	Torno	18hrs	\$5	\$90
	Fresadora	25hrs	\$4,10	\$102,50
	Taladro	5hrs	\$1,50	\$7,50
TOTAL				\$200

Fuente: Investigación de campo.

Elaboración: Sr. Junior Macías A.

Tabla N°5.4: Costo primario

Alquiler de la Maquinaria	MAQUINARIA	TIEMPO	VALOR DE C/Hrs	SUBTOTAL
	Torno	18hrs	\$4	\$72
	Fresadora	25hrs	\$6	\$150
	Taladro	5hrs	\$2	\$10
TOTAL				\$232

Fuente: Investigación de campo.

Elaboración: Sr. Junior Macías A.

Tabla N° 5.5: Costos secundarios.

N	MATERIAL	COSTO
1	Pago aranceles Derecho de Grado	\$360
2	Impresiones e internet	\$20
3	Anillados	\$15
4	Transporte y varios	\$70
TOTAL		\$465

Fuente: Investigación de campo.

Elaboración: Sr. Junior Macías A.

5.6 PRESUPUESTO

COSTOS PRIMARIOS	MATERIALES	\$200.00
	MANO DE OBRA	\$150.00
	ALQUILER DE MAQUINARIA	\$70.00
COSTOS SECUNDARIOS	VARIOS	\$465.00
TOTAL		\$885.00

Fuente: Investigación de campo.

Elaboración: Sr. Junior Macías A.

El presupuesto asciende a ochocientos ochenta y cinco dólares americanos.

(\$885,00)

5.7 ESTUDIO COSTO BENEFICIO

TABLA DE COTIZACIONES		
Nº	TALLERES	VALOR \$
1	MECÁNICA INDUSTRIAL ENRÍQUEZ	\$705.60
2	PROMECA	\$547.00
3	AEROMASTER AIRWAYS	\$448.00

Fuente: Investigación de campo.

Elaboración: Sr. Junior Macías A.

Nota: Las cotizaciones detalladas en el cuadro no incluyen los costos de tratamiento térmico y recubrimiento metálico (cromado duro) a las herramientas. (Ver Anexo L).

Se cotizó la construcción de las herramientas en talleres de mecánica industrial y talleres de mantenimiento aeronáutico.

La oferta más adecuada es la presentada por la empresa aeronáutica AEROMASTER AIRWAYS. Ésta empresa está certificada por la Asociación Internacional de Helicópteros lo que abaliza la construcción de las mismas.

Al comparar el monto de gastos primarios para la construcción, con la menor oferta, se observa que existe una diferencia de 6.25 %, porcentaje que se incrementaría debido a los valores adicionales por tratamientos térmicos. En tal razón se debe considerar la factibilidad de que el investigador construya las herramientas.

5.8 CRONOGRAMA DE TRABAJO

TIEMPO ACTIVIDADES	ABRIL/09				MAYO/09				JUNIO/09				JULIO/09				AGOSTO/09				SEPTIEMBRE/09				OCTUBRE/09			
	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
PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA		x																										
APROBACIÓN DEL PROBLEMA				x																								
RECOPIACIÓN DE DATOS					x	x	x	x																				
ELABORACIÓN DEL ANTEPROYECTO									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
PRESENTACIÓN DEL ANTEPROYECTO																			x	x								
APROBACIÓN DEL ANTEPROYECTO																			x									
DESARROLLO DEL PROYECTO																				x	x							
INFORME AVANCE 50%																					x							
PREDEFENSA DEL PROYECTO																									x			
ENTREGA DE EJEMPLARES																										x		
DESIGNACIÓN DEL TRIBUNAL																										x		
ENTREGA DEL ORIGINAL CALIFICADO POR EL TRIBUNAL																										x		
DECLARACIÓN DE ACTO PARA DEFENSA																											x	
DEFENSA ORAL PARA EL PROYECTO																												x
ENTREGA DE EJEMPLARES EMPASTADOS																												x

Gustavo Macías Arauz
INVESTIGADOR

Ing. Dag Bassantes
DIRECTOR

CAPÍTULO VI

DESARROLLO

6.1 INTRODUCCIÓN

Sobre la base de los resultados de la investigación realizada, se llegó a determinar que la UAP ID posee un conjunto de herramientas para el mantenimiento y overhaul del Núcleo del Rotor Principal del Helicóptero BELL 206BII. Este conjunto de herramientas debe ser complementado con herramientas especiales que en la actualidad son alquiladas a otras empresas.

El presente capítulo refiere la construcción de un kit de herramientas especiales para el mantenimiento y overhaul del Núcleo del Rotor Principal del Helicóptero BELL 206BII; herramientas que poseen importancia relevante en razón a que permiten al grupo de técnicos de mantenimiento de la UAP- ID disponer de un conjunto completo de herramientas que permiten optimizar la operatividad en el mantenimiento del equipo mencionado reduciendo costos operativos que contemplan el arrendamiento de las herramientas en mención.

La elaboración de las herramientas se las realizó en la empresa aeronáutica AEROMASTER, que tiene habilitación por parte de la casa fabricante de los helicópteros BELL para la operación, mantenimiento y overhaul de estas aeronaves y ciertos modelos de la misma línea, lo cual abaliza y garantiza la construcción y utilización de éstas.

6.2 JUSTIFICACIÓN

La UAP ID dispone de un Helicóptero BELL JET RANGER 206BII para las operaciones de vigilancia y rescate, esta aeronave recibe mantenimiento en los talleres de la misma unidad. El taller de mantenimiento de la Unidad al no contar con un completo kit de herramientas especiales para el mantenimiento y overhaul del núcleo del rotor principal se ve en la necesidad de arrendar

herramientas especiales a otras empresas como AEROMASTER.

Lo mencionado justifica la construcción de las herramientas especiales requeridas por el taller de mantenimiento de la UAP-ID, con la finalidad de incrementar la operatividad del taller y disminuir los costos de operación. Y a su vez cumplir con las normativas para operación de talleres de mantenimiento aeronáutico dictadas por las RDAC parte 145, que en forma general manifiestan que los talleres de mantenimiento aeronáutico deben poseer las herramientas y/o equipos para su correcta operación.

6.3 OBJETIVOS

6.3.1 Objetivo General

Elaborar e implementar un kit de herramientas especiales para el mantenimiento y overhaul del núcleo de rotor principal del helicóptero BELL 206BII, mediante estudio y análisis de los procesos operativos de mantenimiento, equipos y herramientas utilizadas, para el Taller de Mantenimiento Aeronáutico de la UAP ID.

6.3.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información sobre el rotor principal del helicóptero BELL 206BII, procesos operativos de mantenimiento y overhaul, y herramientas empleadas.
- Determinar las herramientas especiales a construirse.
- Determinar los materiales a emplearse en la construcción de las herramientas en base a un cálculo básico de cargas y esfuerzos y del manual de mantenimiento y overhaul.
- Construir las herramientas y realizar pruebas operacionales.
- Elaborar los manuales de procedimiento, mantenimiento.

6.4 ALCANCE

La construcción de estas herramientas tienen por alcance complementar el conjunto de herramientas para mantenimiento y overhaul del núcleo del rotor principal del helicóptero BELL 206BII, en los talleres de la UAP-ID beneficiando de esta manera al personal técnico de mantenimiento y reduciendo los costos operativos.

6.5 MARCO TEÓRICO

Este helicóptero utilitario de motor sencillo diseñado para despegar y aterrizar en cualquier terreno razonablemente nivelado. La configuración estándar es para un piloto y cuatro pasajeros.

Constituido de un motor de 420 caballos de fuerza, modelo 250-C20B de turbojeje, fabricado por Allison Engine Company Division de Rolls Royce.

A. Especificaciones del helicóptero:

- Largo del fuselaje.....9,51m
- Envergadura.....1,92m
- Diámetro del Rotor Principal.....10,16m
- Diámetro del Rotor de Cola.....1,65m
- Altura.....2,91m
- Peso Vacío.....1598Lbs
- Peso Máximo.....3200Lbs
- Techo de Servicio.....13500fts
- Velocidad Crucero.....110Kts

Rotor

Las palas del rotor tienen una forma aerodinámica similar a las alas de un avión, es decir, curvadas formando una elevación en la parte superior, y lisas o incluso algo cóncavas en la parte inferior (perfil alar). Al girar el rotor

esta forma hace que se genere sustentación, la cual eleva al helicóptero. La velocidad del rotor principal es constante, y lo que hace que un helicóptero ascienda o descienda es la variación en el ángulo de ataque que se da a las palas del rotor: a mayor inclinación, mayor sustentación y viceversa.

Núcleo y palas del rotor principal

El conjunto del rotor principal es de dos palas, semirrígido, con el eje de cambio de paso por debajo del eje de aleteo con palas metálicas. El conjunto está unido al mástil por medio del trunnion. Los cojinetes de aleteo son cojinetes de rodillos lubricados con grasa, estos están fijados al yugo por medio de pernos.

Rotor Semirrígido

En su lugar, el rotor se balancea por intermedio del cojinete de trunnion que está conectado al mástil del rotor principal.

En los rotores semirrígidos las palas no están articuladas en el buje, es el conjunto el que puede inclinarse en su conjunto por medio de una junta universal que une al buje con el eje (por supuesto, los semirrígidos tienen solo dos palas).

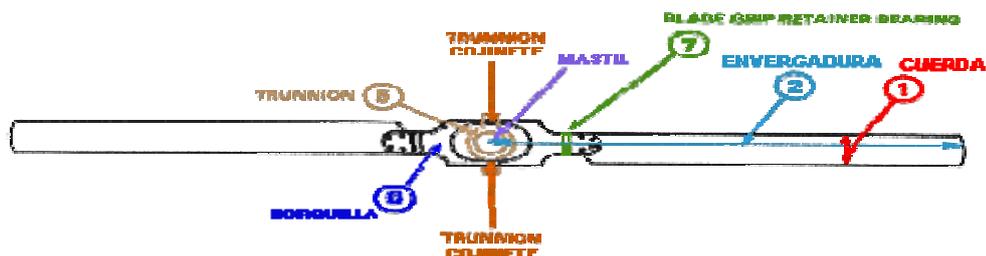


Figura 6.1 partes de un rotor semirrígido.

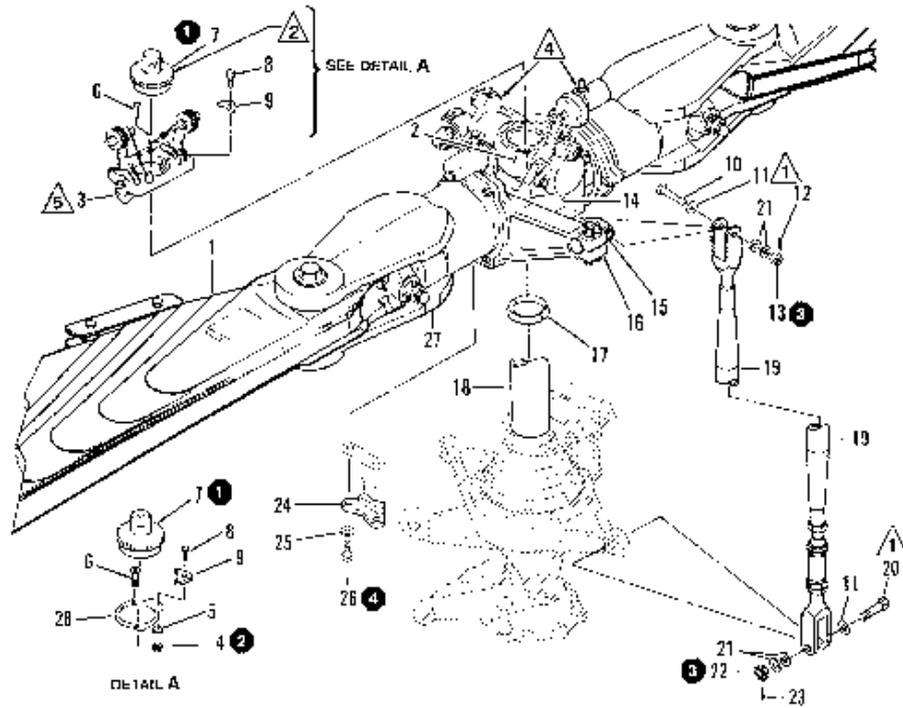


Figura 6.2 partes del rotor principal.

Fuente: Manual de mantenimiento Helicóptero Bell 206

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. Palas del rotor principal. | 13. Yugo. |
| 2. Trunnion | 14. Pillow block. |
| 3. Restrictor de flapeo. | 15. Cojinetes del trunnion |
| 4. Tuerca | 16. Cuernos de cambio de paso. |
| 5. Arandela | 17. Juegos de semicono |
| 6. Tornillo | 18. mástil. |
| 7. Tuerca del mástil | 19. Varilla de cambio de paso. |
| 8. Perno | 20. Perno. |
| 9. Seguro | 21. Arandela. |
| 10. Perno | 22. Tuerca. |
| 11. Arandela delgada de acero | 23. Tuerca. |
| 12. Tuerca. | 24. Tope estático. |

HERRAMIENTAS EMPLEADAS.

T100220-1 SLING

T-HANDLE WORKAID

T101544 ADAPTER SET
T101576 BALANCE SET
T101401 SCOPE ASSEMBLY
T101491 PILLOW BLOCK SEAL REMOVAL.
T101532 SUPPORT ASSEMBLY.

6.6. HERRAMIENTAS ESPECIALES

Son herramientas específicas de geometría única para un determinado componente o accesorio, cumple la función de soporte y ayuda para realizar los trabajos de mantenimiento y overhaul en una aeronave, por lo tanto también facilitan los procedimientos de montaje y desmontaje del componente o accesorio permitiendo al técnico realizar la operación de una manera eficaz para optimizar los recursos.

6.7. HERRAMIENTAS ESPECIALES A CONSTRUIRSE

6.7.1. Determinación de las herramientas especiales a construir

Para realizar los procedimientos de mantenimiento y overhaul del núcleo del rotor principal es necesario desmontar todo el componente de la aeronave, por lo que se requieren de herramientas especiales para el componente a removerse.

La elaboración e implementación de las herramientas especiales se seleccionaron de acuerdo a la inexistencia de las mismas.

Las herramientas son propias para los helicópteros BELL 206 series (A, B Y L), tienen una forma adecuada para la correcta adaptación en el núcleo de estos rotores ya que son iguales, estas permitirán facilitar los procesos de mantenimiento y overhaul.

6.7.2. UBICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS A UTILIZARSE EN FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES

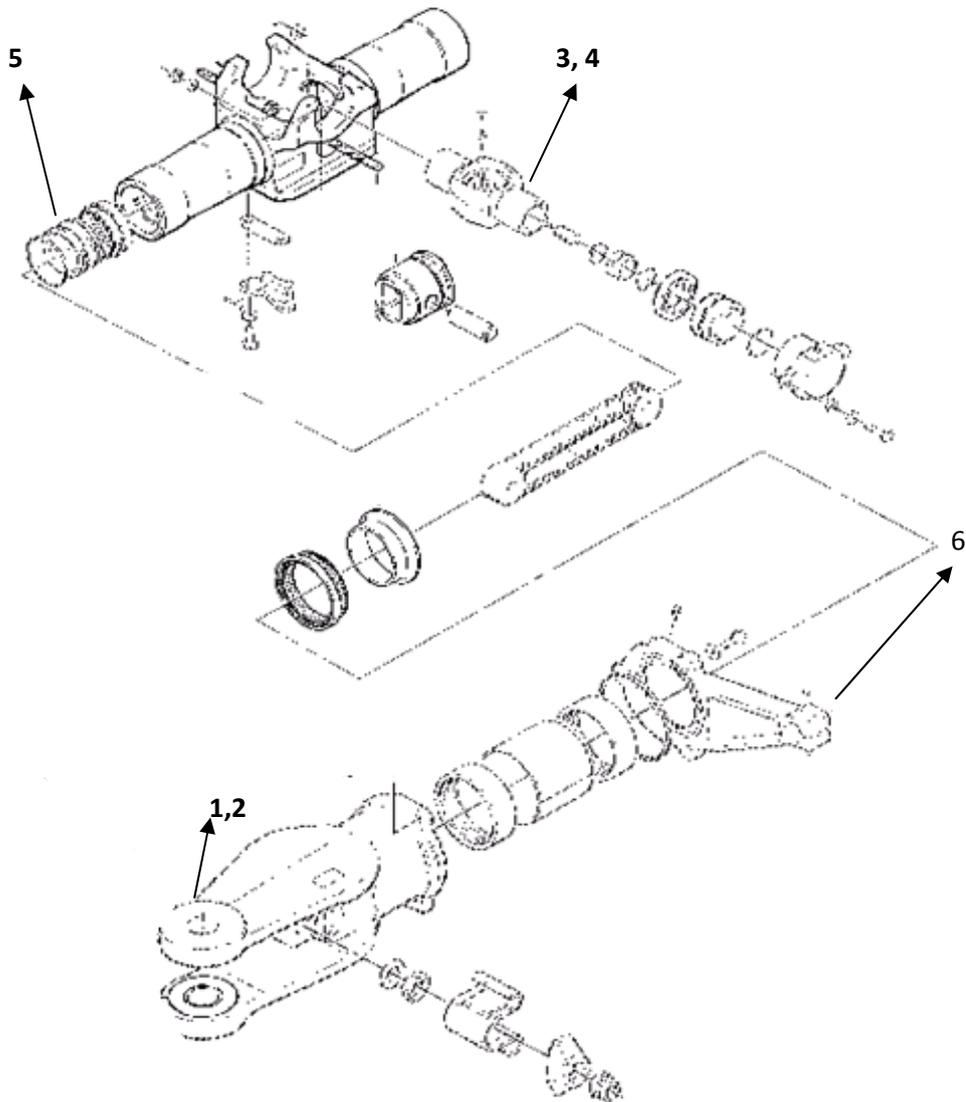


Figura 6.3 ubicación de los componentes donde se utilizarán las herramientas en el núcleo del rotor principal.

Fuente: Manual de Overhaul

1.- Varilla de alineamiento de las palas del rotor principal.

Identificación: **MRBA-1-206B**

MRBA-2-206B

MRBA: Main Rotor Blade Alignment.

1; 2: Número de ubicación de la herramienta en la figura 6.3.

206B: Herramienta a emplearse en la serie de helicópteros 206.

DESCRIPCION: Es una herramienta que tiene la forma de una varilla, posee tres cejas las cuales una es movable pues esta debe moverse libremente. Su diámetro es igual al agujero del grip el cual sujeta la pala donde será acoplada.

FUNCIÓN: Esta herramienta sirve para alinear las palas del rotor principal cuando este se encuentra en el banco de prueba con su respectivo precono lo que permitirá realizar la operación como se describe en el manual.



Foto N° 1. Varilla de Alineamiento
Fuente: Taller Aeromaster

2. Plato extractor de la pista interna del rodamiento del trunnion.

Identificación: PPTBIR-3-206B

PPTBIR: Pressing Plate Trunnion Bearing Inner Race

3: Número de la ubicación de la herramienta en la figura 6.3

206B: Herramienta a emplearse en la serie de helicópteros 206.

DESCRIPCIÓN: Herramienta que su base es un plato que esta previsto de un agujero cuyo diámetro es para que ingrese cualesquiera de la cara del rodamiento para extraer la pista interna del antes mencionado.

FUNCIÓN: Esta herramienta sirve como base para el rodamiento la cual su pista interior va a ser extraída mediante un gato hidráulico con la ayuda de otra herramienta la cual se detalla a continuación.

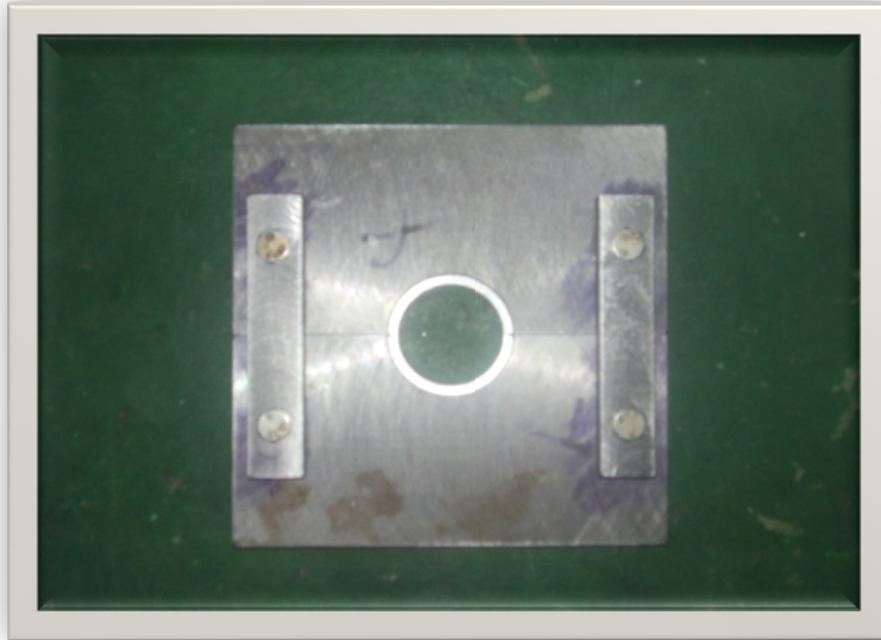


Foto N° 2. Plato extractor de la pista interna del rodamiento del trunnion
Fuente: Taller Aeromaster

3. Plug Extractor de la pista interna del trunnion

Identificación: TBPP-4-206B

TBPP: Trunnion Bearing Pressing Plug

4: Número de la ubicación de la herramienta en la figura 6.3

206B: Herramienta a emplearse en la serie de helicópteros 206.

DESCRIPCIÓN: Es un plug o extractor de acero muy sencillo en su forma, pues trabaja conjuntamente con el plato extractor.

FUNCIÓN: Sirve para extraer explícitamente la pista interna del cojinete que se encuentra en el trunnion pues su parte superior se encarga de realizar la expulsión de la pista no sin antes realizar un calentamiento superficial al trunnion lo que permitirá que la parte tienda a aflojarse un poco y así someter al plug a presión mediante el gato hidráulico, cabe recalcar que trabaja conjuntamente con el plato extractor.



Foto Nº 3. Plug Extractor de la pista interna del trunnion
Fuente: Taller Aeromaster

4. Herramienta para la instalación y remoción del conjunto del excluder.

Identificación: **MRREI-5-206B.**

MRREI: Main Rotor Retainer Excluder Installation.

5: Número de ubicación de la herramienta en la figura 6.3

206B: Herramienta a emplearse en la serie de Helicópteros 206.

DESCRIPCIÓN: Tubo de 18 pulgadas de largo con 4 ranuras en uno de sus extremos, dentro de este posee una varilla de acero provista de un plug el cual se desplaza hacia adelante o atrás permitiendo que las ranuras se abran o se cierren permitiendo realizar la operación para la cual esta destinada.

FUNCIÓN: Esta herramienta esta compuesta de un tubo de aluminio en su interior contiene una varilla de acero con un plug que lo desplaza permitiendo que el tubo de aluminio en su parte superior por medio de unas ranuras permita agarrar el excluder para así realizar la extracción de este que se encuentra dentro del grip.



Foto Nº 4. Herramienta para la instalación y remoción del excluder
Fuente: Taller Aeromaster

5. Herramienta para la remoción e instalación del trunnion del cuerno de cambio de paso.

Identificación: PHT-6-206B

PHT: Pitch Horn Trunnion.

6: Número de Ubicación de la herramienta en la figura 6.3

206B: Herramienta a emplearse en la serie de Helicópteros 206.

Descripción: Esta constituida por tres partes, las cuales dos de ellas son las que se encargan de entrar en la ranura del cuerno de cambio de paso, la otra parte es un perno el cual se encarga de separar a este para así extraer el trunnion.

Función: Utilizada en el overhaul del núcleo del rotor principal para extraer e instalar el trunnion del cuerno de cambio de paso.



Foto N° 5.herramienta para la instalación y remoción del trunnion del cuerno de cambio de paso
Fuente: Taller Aeromaster

Se realiza un tratamiento térmico (Ver Anexo k)

6.8. CONSTRUCCIÓN

6.8.1. Tipos de materiales para la elaboración

Es de importancia relevante para la elaboración de herramientas la determinación del material requerido para la construcción, observando las especificaciones detalladas en los manuales de mantenimiento y overhaul.

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

Una vez concluida la elaboración de las herramientas se realizarán, de requerirse, tratamientos térmicos para modificar características de resistencia y/o dureza, y recubrimientos superficiales para protegerlos de la corrosión. (Ver Anexo K Y L)

6.8.2. ANÁLISIS DE LOS MATERIALES.

ACEROS

ACERO PARA CONSTRUCCIÓN MECÁNICA, BONIFICADO

AISI 4340=V 155

ACEROS PARA CEMENTACIÓN

AISI 1018= E 920

ACERO PARA CONSTRUCCIÓN MECÁNICA, BONIFICADO

AISI 4140= V 320.

Ver Anexo I

6.9. CÁLCULOS BÁSICOS PARA LAS HERRAMIENTAS ESPECIALES.

Se han realizado los cálculos para comprobar si el material de las herramientas está dentro de los parámetros de resistencia a los esfuerzos que están sometidas.

6.9.1. Ecuaciones

Presión.

$$P = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec 6.1})$$

Donde: P= Presión.

F= Fuerza.

A= Área.

Esfuerzo de Corte:

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec.6 2})$$

Donde: τ = Esfuerzo de corte

F= Fuerza.

A= Área.

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

Donde: T= Torque.

f = Coeficiente de fricción.

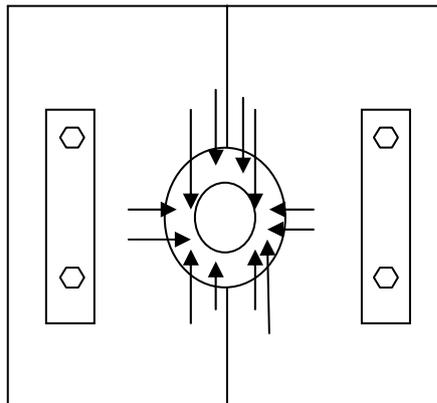
d_m = Diámetro medio del perno.

α = Angulo de la rosca

l = Longitud del perno

F = Fuerza

6.9.1.1 Cálculo básico para la herramienta PPTBIR-3-206B.



Área de aplastamiento.

$$A = \frac{\pi}{4} (D_e^2 - D_i^2)$$

$$A = \frac{\pi}{4} (44.831^2 - 38.201^2)$$

$$A = 432.363 [mm^2]$$

Área transversal

$$A = \pi \cdot D_e \cdot e$$

$$A = \pi \times 44.831 \times 4,5$$

$$A = 633.783 [mm^2]$$

$$P = \frac{F}{A} \longrightarrow$$

$$F = P \times A.$$

$$F = 1500 \left[\frac{lbf}{inch^2} \right] \times 432.363 [mm^2] \times \frac{1 inch^2}{25.4^2 mm^2}$$

$$F = 1005.2459 lbf$$

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

$$\sigma = \frac{1005.2459 lbf}{540.053 mm^2}$$

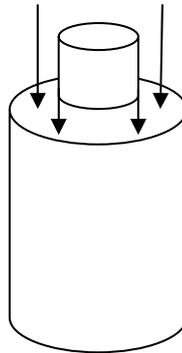
$$\sigma = 1.861383948 \frac{\text{lbf}}{\text{mm}^2}$$

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

$$\tau = \frac{1005.24 \text{ lbf}}{633.78 \text{ mm}^2}$$

$$\tau = 1.58 \frac{\text{lbf}}{\text{mm}^2} = 7.06 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

6.9.1.2 Cálculo básico para la herramienta TBPP-4-206B



Área de aplastamiento.

$$A = \frac{\pi}{4} (D_e^2 - D_i^2)$$

$$A = \frac{\pi}{4} (34.79^2 - 22.09^2)$$

$$A = 567.3527 \text{ mm}^2$$

$$P = \frac{F}{A} \longrightarrow F = P \times A.$$

$$F = 1500 \left[\frac{\text{lbf}}{\text{inch}^2} \right] \times 567.3527 [\text{mm}^2] \times \frac{1 \text{ inch}^2}{25.4^2 \text{ mm}^2}$$

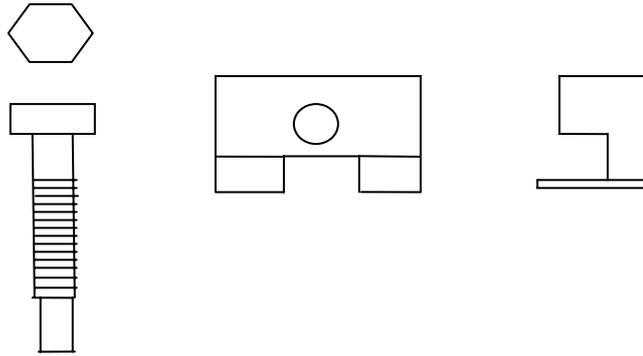
$$F = 1319.0976 \text{ lbf}$$

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

$$\sigma = \frac{1319.0976 \text{ lbf}}{567.35 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma = 2.325 \frac{\text{lbf}}{\text{mm}^2} = 10.35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

6.9.1.3 Cálculo básico para la herramienta PHT-6-206B



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

$$F = \frac{2T(\pi d_m - f l \sec \alpha)}{l + \pi f d_m \sec \alpha}$$

$$f = 0.15$$

$$F = \frac{2 \times 30 \text{ lbf} \cdot \text{inch} \left(\pi \times \frac{3}{8} - 0.15 \times 0.757 \times \frac{1}{\cos 30} \right)}{0.757 + \pi \times 0.15 \times \frac{3}{8} \times \frac{1}{\cos 30}}$$

$$F = 65.92 \text{ lbf}$$

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

Área de corte

$$A = a \times e$$

$$a = 0.5 \text{ inch}$$

$$e = 0.05 \text{ inch}$$

Esfuerzo cortante

$$\tau = \frac{65.92 \text{ lbf}}{0.05 \times 0.5 \text{ inch}^2}$$

$$\tau = 2636.8 \frac{\text{lbf}}{\text{inch}^2} = 18.20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

6.10 CONSTRUCCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS ESPECIALES.

6.10.1 Máquinas, Equipos y herramientas.

Tabla N° 6.1 Maquinaria a utilizarse en la construcción.

Nº	Máquina	Marca	Característica	Designación
1	Torno	Sharp	Distancia puntos 1700 mm, escote 5"x 8", 100-670 rpm, modelo 90 caja norte universal, avances automáticos.	M1
2	Fresadora	Bridgeport	Torreta universal, avance manual, carrera de trabajo 500 mm, 200-800 rpm. 2 HP 80 Hz	M2
3	Taladro	Maxwell		M3
4	Sierra de corte	Startrite	Sierra de 150 plg.	M4

Tabla N°6.2 Especificaciones de las herramientas a utilizarse en la construcción.

Nº	Herramienta	Designación
1	Escuadra de metal	H1
2	Limas	H2
3	Rayador	H3
4	Sierra manual.	H4
5	Divisor	H5

Tabla N°6.3 Especificaciones de los instrumentos a utilizarse en la construcción.

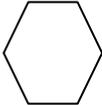
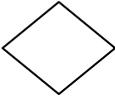
Nª	Instrumento	Designación
1	Palpador.	I1
2	Calibrador o pie de rey	I2
3	Micrómetro	I3
4	Contador de hilos.	I4
5	Micrómetro de circunferencias internas	I5

6.11 Proceso de construcción.

Simbología

La siguiente simbología representa los diferentes procesos para la construcción de las herramientas especiales.

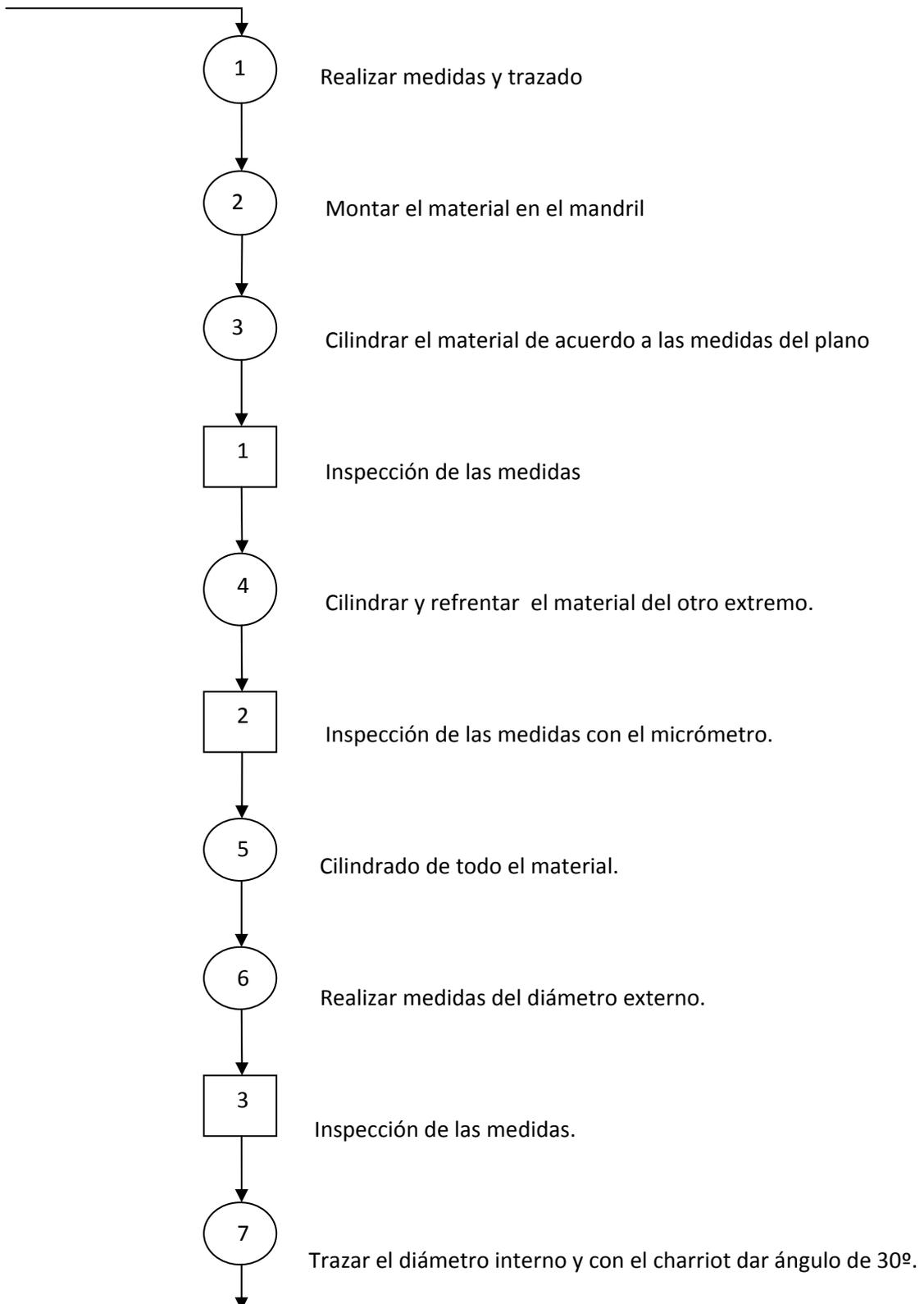
Tabla N° 6.4: Simbología.

FIGURA	DETALLE
	Operación
	Inspección.
	Producto semielaborado.
	Producto terminado

Fuente: Investigación de campo.
Elaborado por: Gustavo Macías.

6.11.1 DIAGRAMAS DE PROCESO DE LA CONTRUCCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS ESPECIALES PARA EL NÚCLEO O CABEZA DEL ROTOR PRINCIPAL DEL HELICÓPETRO BELL 206 BII.

6.11.1.1 Diagrama de proceso para la herramienta MRBA-1-206B



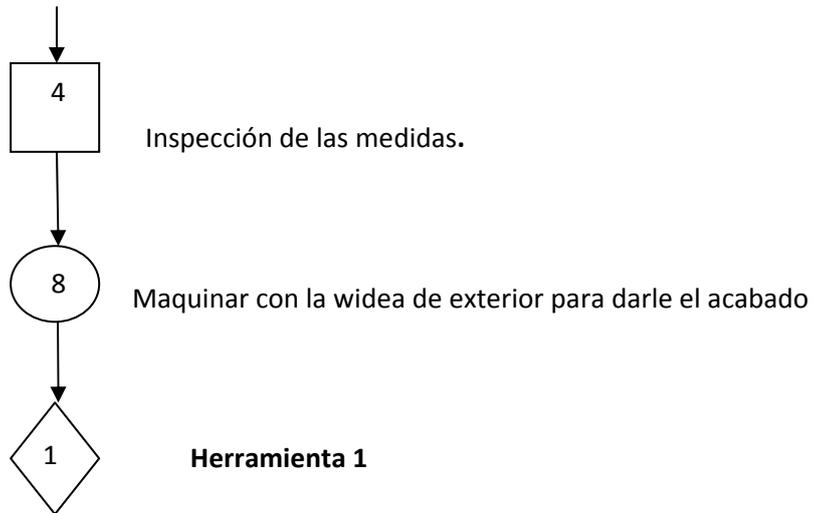


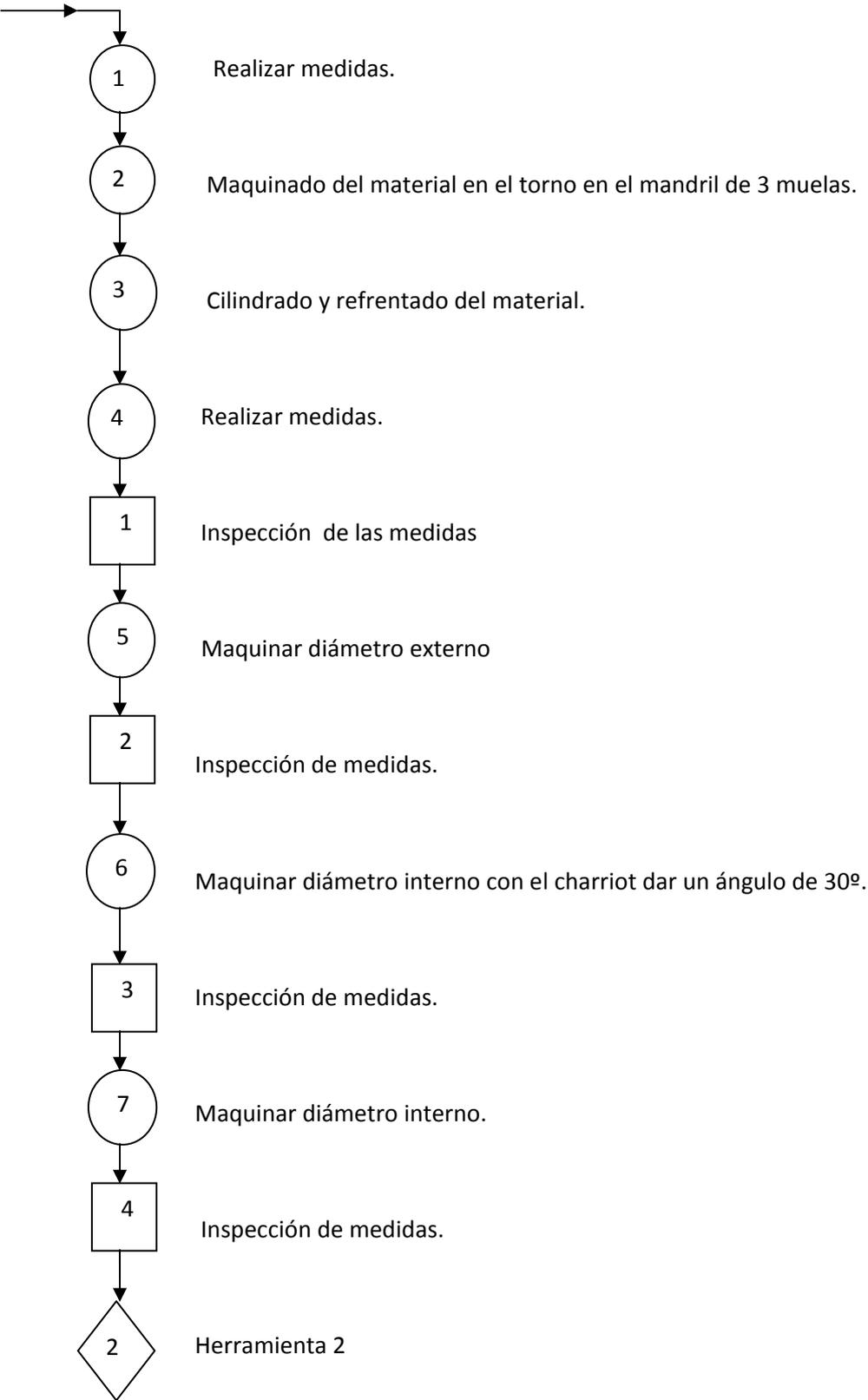
TABLA N°6.5 Tiempo empleado en la construcción de la herramienta 1 y 2

Nº	Operación	Tiempo(hrs)						Observaciones
		M	t	H	t	I	t	
1	Cilindrado del material	M1	3			I2		Los Tiempos De Las Herramientas E instrumentos están dentro de la utilización de la maquinaria
2	Refrentado	M1	1.5	H2		I3		
3	Cilindrado Externo	M1	.50			I2;I3		
4	Inspección					I3		
5	Refrentado	M1	.25	H2				

ELABORADO POR: MACIAS GUSTAVO

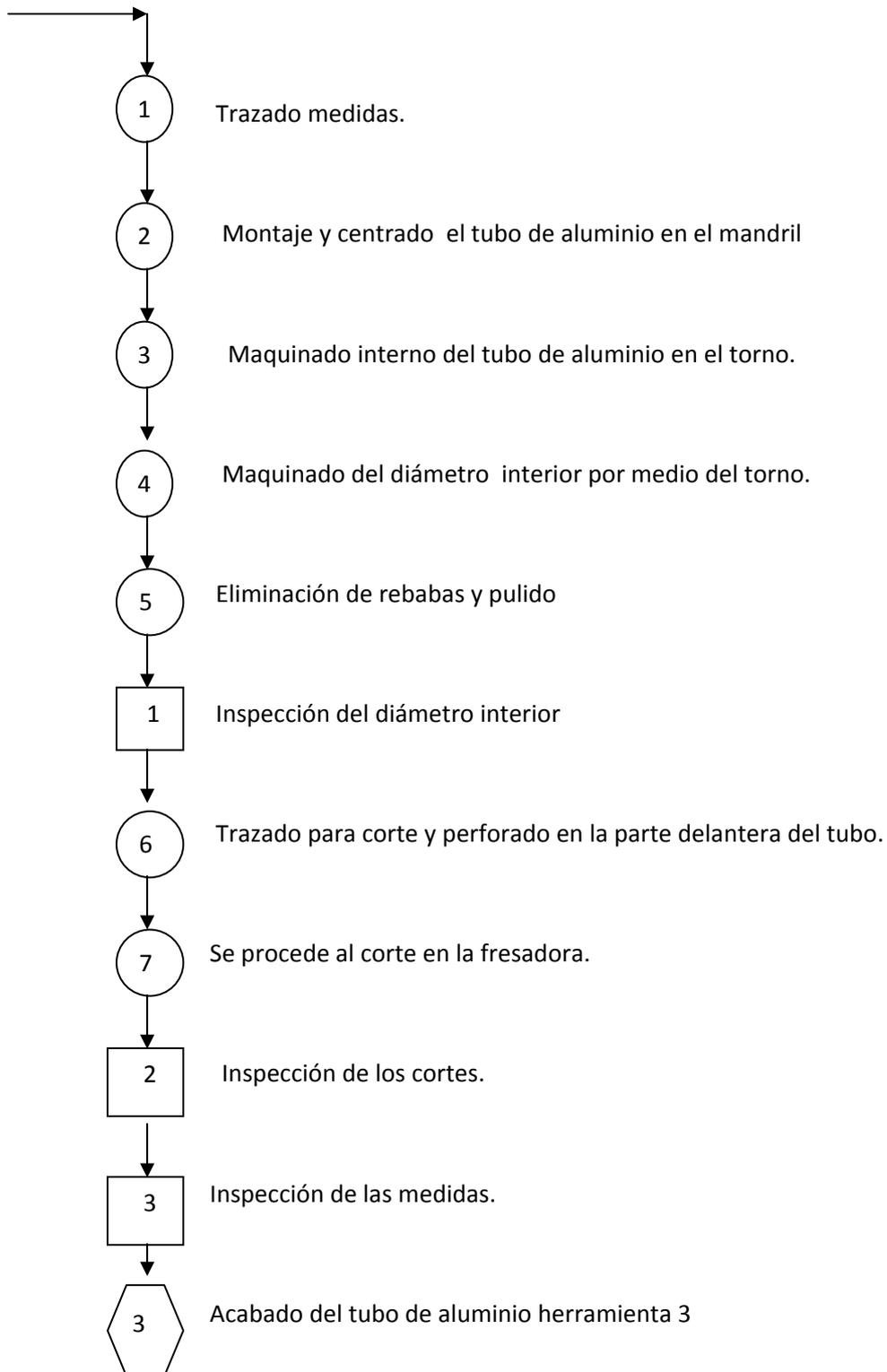
EL PRESENTE CUADRO ES LA CONTRUCCION DE LAS DOS HERRAMIENTAS YA QUE SON IGUALES

6.11.1.2 Diagrama de proceso para la herramienta MRBA-2-206B



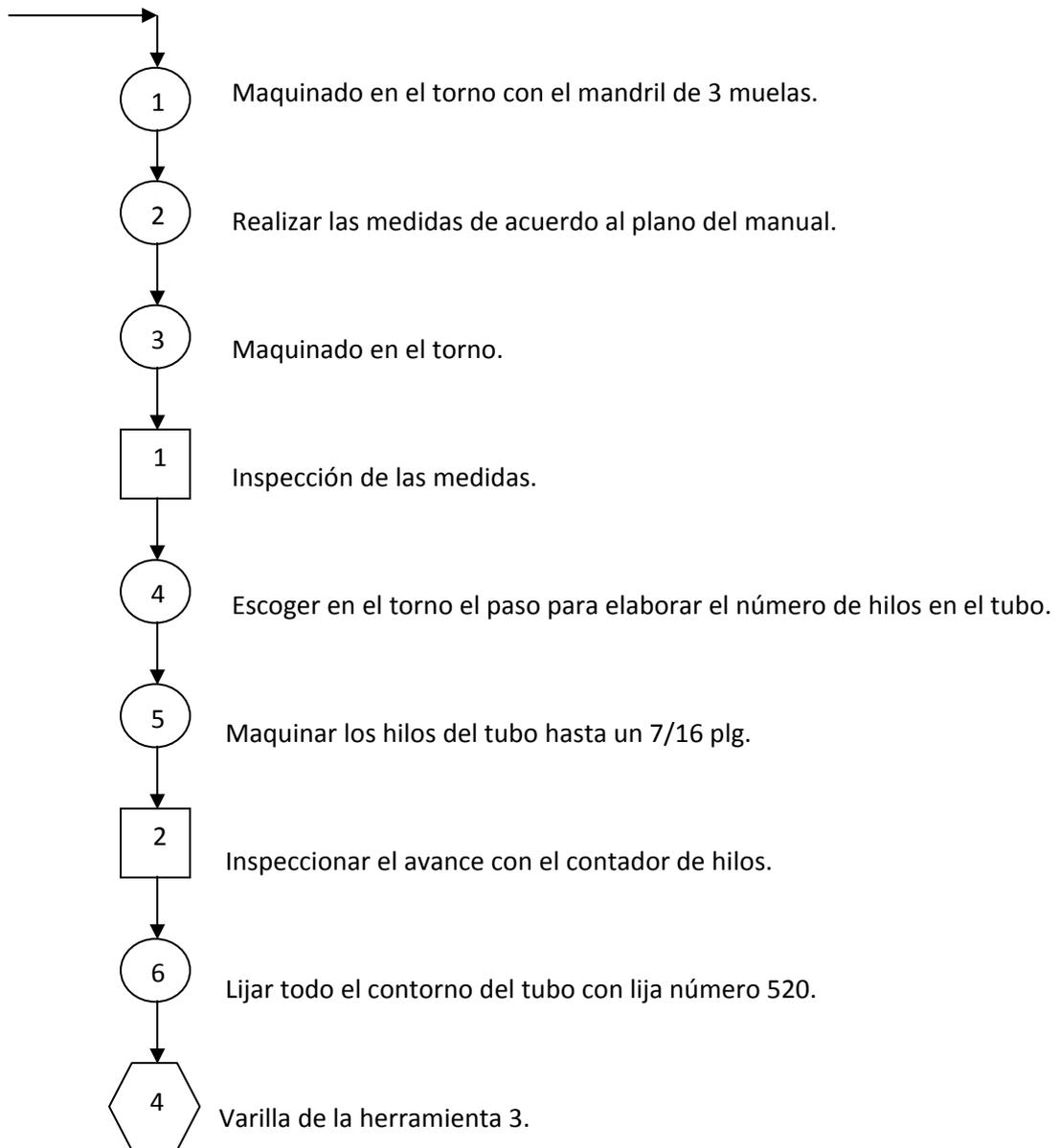
6.11.1.3 Diagrama de proceso para la herramienta MRREI-5-206B.

Tubo de aluminio.



6.11.1.4 Diagramas de procesos de la varilla de acero de la herramienta MRREI-5-206B.

Varilla de acero 12.7 x 650mm.



6.11.1.5 Diagrama de proceso del plug de la herramienta MRREI-5-206B.

Acero E 920

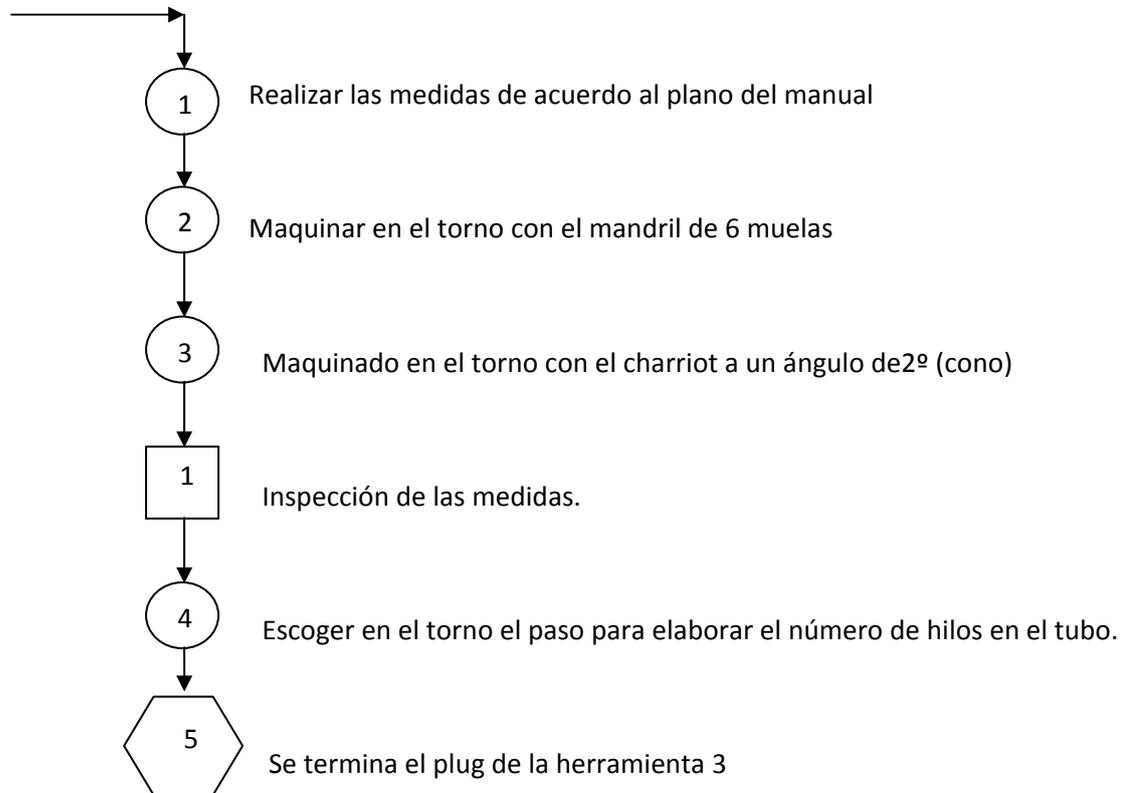
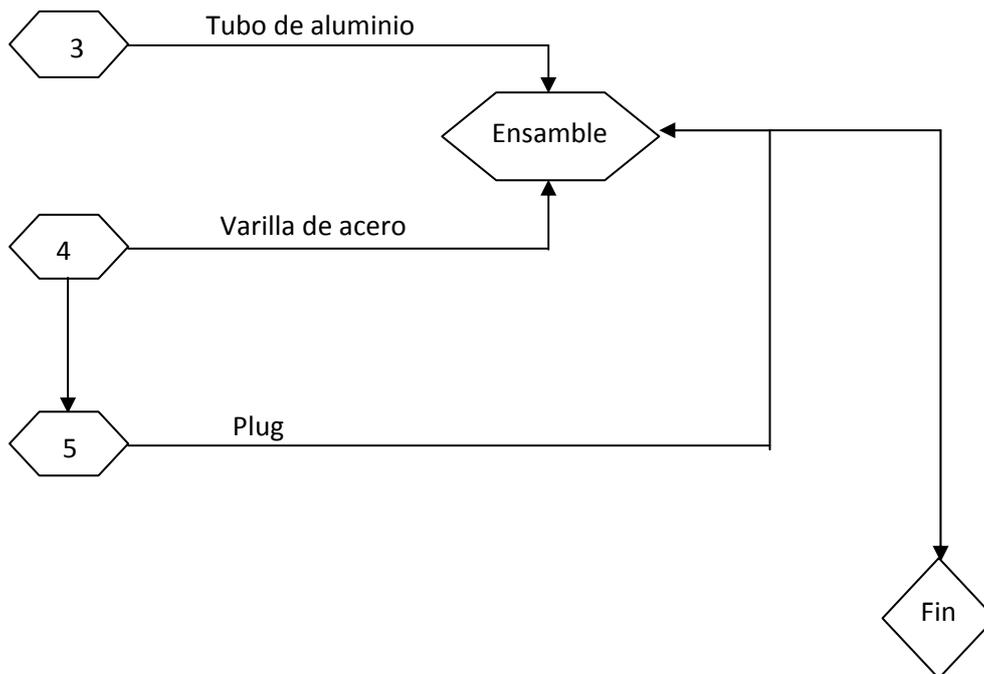


TABLA N°6.6 Tiempo empleado en la construcción de la herramienta 3

Nº	Operación	Tiempo(hrs)						Observaciones
		M	t	H	t	I	t	
1	Cilindrado Interno	M1	2.5			I5		Los Tiempos De Las Herramientas E instrumentos están dentro de la utilización de la maquinaria
2	Acabado	M1	.50			I3		
3	Divisor De Ranuras	M2	4.0			I2;I3		
4	Inspección					I3		
5	cilindrado varilla acero	M1	.25			I2		
6	Inspección					I3		
7	Maquinado De Hilos	M1	.50			I4		
8	Inspección					I4		
9	Lijado De La Varilla			H2				
10	Cilindrado Del Plug	M1	.25			I3:I5		
11	Conicidad	M1	.25			I3		
12	Inspección					I2;I5		
13	Producto Elaborado							

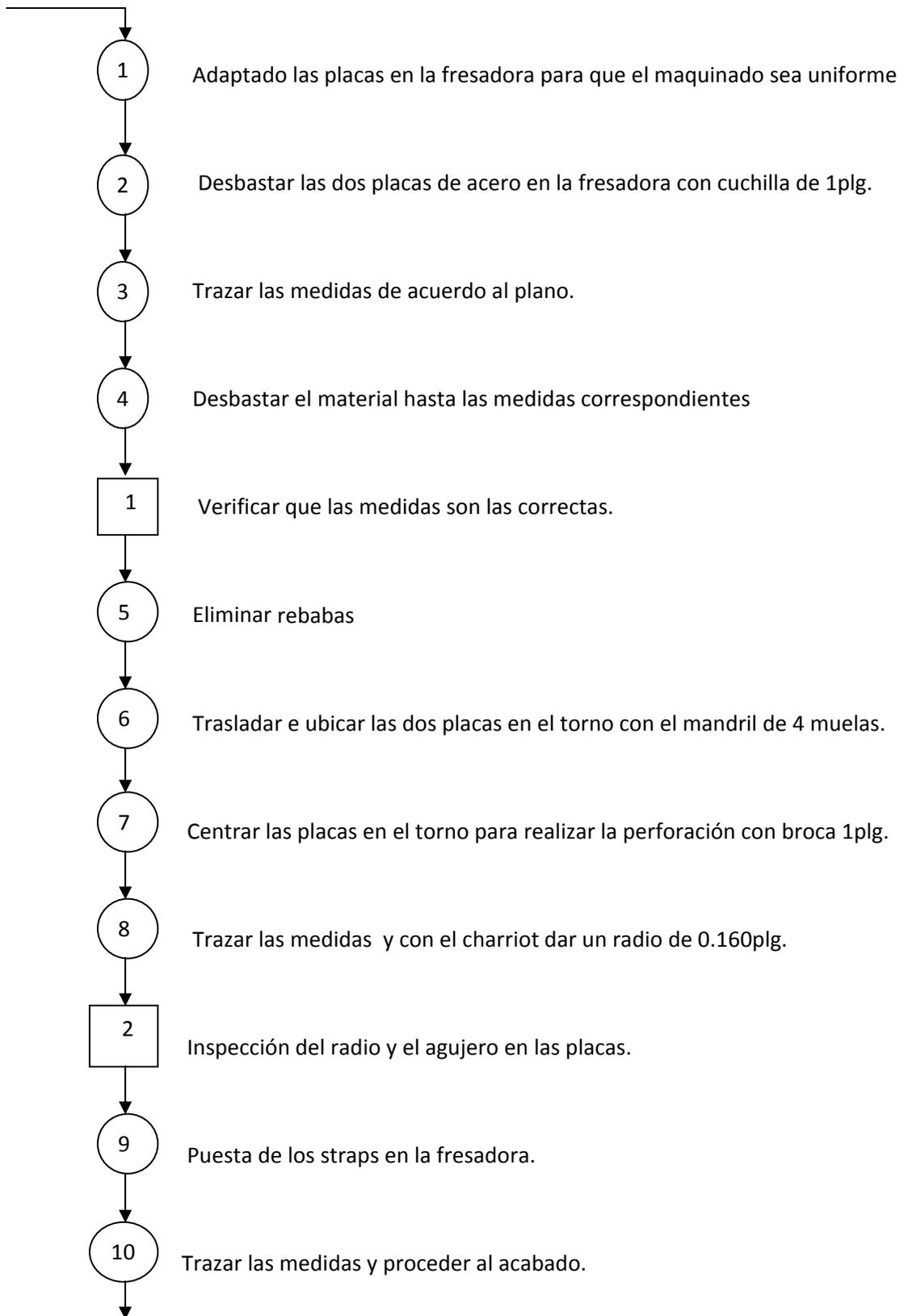
ELABORADO POR: MACIAS GUSTAVO

6.11.1.6 Diagrama de ensamble de la herramienta 3.



6.11.1.7 Diagrama de proceso para la herramienta PPTBIR-3-206B

AISI 4140



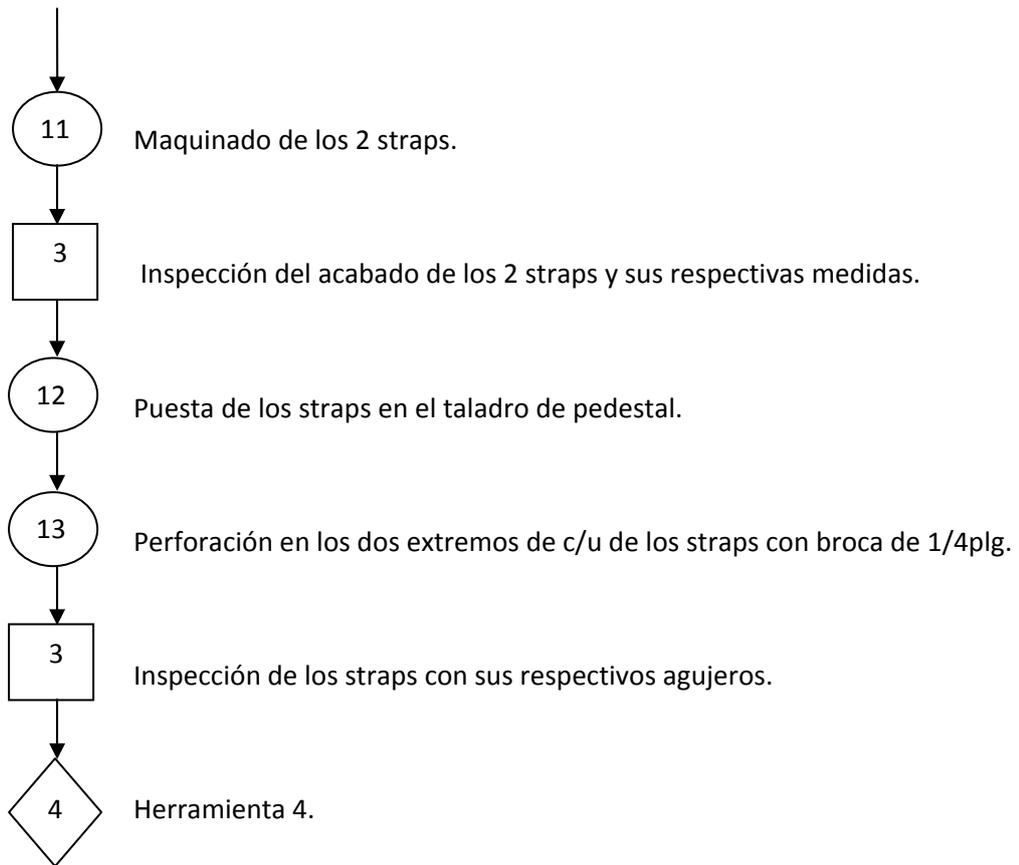


TABLA N°6.7 Tiempo empleado en la construcción de la herramienta 4

N°	Operación	Tiempo(hrs)						Observaciones
		M	T	H	t	I	t	
1	Maquinado	M2	9.0			I2		Los Tiempos De Las Herramientas E instrumentos están dentro de la utilización de la maquinaria
2	Inspección					I2		
3	Cilindrado	M1	1.50			I2;I3		
4	Perforado	M3	.25			I3		
5	inspección					I2;I3		
6	Producto Elaborado							

ELABORADO POR: MACIAS GUSTAVO

6.11.1.8 Diagrama de proceso de la herramienta TBPP-4-206B

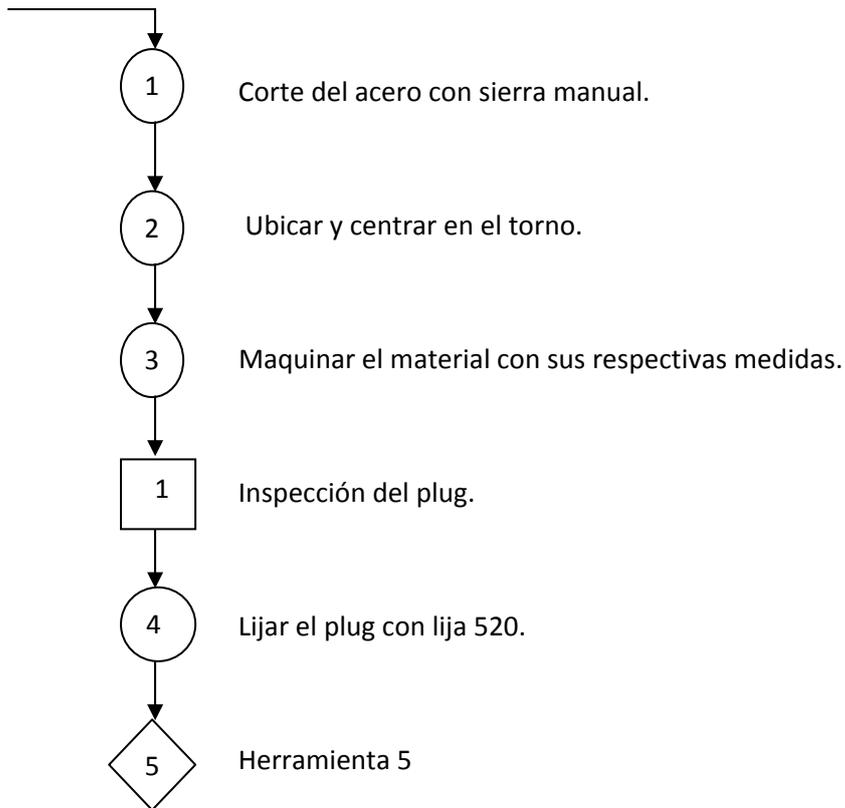


TABLA N° 6.8 Tiempo empleado en la construcción de la herramienta 5

N°	Operación	Tiempo(hrs)						Observaciones
		M	T	H	t	I	t	
1	Corte Del Material			H4		I2		Los Tiempos De Las Herramientas E instrumentos están dentro de la utilización de la maquinaria
2	Cilindrado	M1	1.00			I2;I3		
3	Inspección					I2;I3		
4	Cilindrado	M1	.25			I3		
5	Inspección					I2;I3		
6	Producto Elaborado							

ELABORADO POR: MACIAS GUSTAVO

6.11.1.9 Diagrama de proceso de la herramienta PHT-6-206B

ACERO 4140

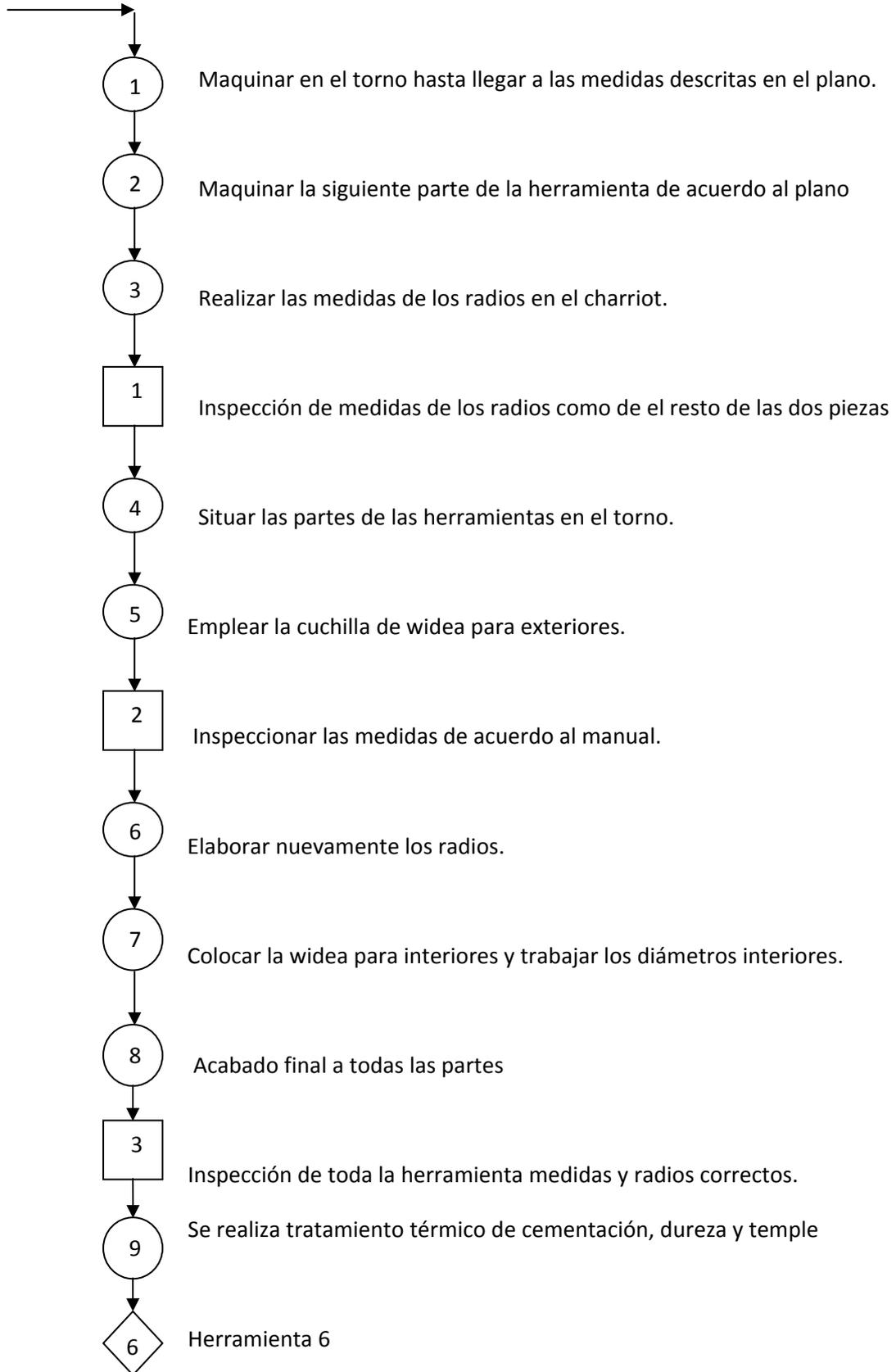


TABLA N° 6.9 Tiempo empleado en la construcción de la herramienta 6

Nº	Operación	Tiempo(hrs)						Observaciones
		M	t	H	t	I	t	
1	Maquinado	M1	7.0			I2		Los Tiempos De Las Herramientas e instrumentos están dentro de la utilización de la maquinaria
2	Elaboración De Radios	M1	1.0			I2;I3		
3	Inspección					I2;I3		
4	Maquinado	M1	2.0			I3		
5	Inspección					I2;I3		
6	Producto Elaborado							

ELABORADO POR: MACIAS GUSTAVO

6.12 ELABORACIÓN DE MANUALES DE PROCEDIMIENTOS Y MANTENIMIENTO.

6.12.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.

Los manuales de procedimientos están encaminados a precautelar los recursos humanos y materiales así como también la utilización correcta de las herramientas de manera segura mientras se este ejecutando una operación.

6.12.2 MANUAL DE OPERACIÓN.

Los manuales de operación indican los pasos para la correcta utilización de las herramientas, esto se lo ha realizado gracias a la documentación de cada uno de los procedimientos de operación siguiendo los documentos de referencia del helicóptero Bell 206BII como son los manuales de mantenimiento y overhaul y el manual de herramientas.

Para facilidad de los procedimientos se elaboraron un manual para cada grupo de herramientas considerando sus similitudes, material y uso.

- Varillas de alineamiento de las palas del rotor principal.
- Plato extractor de la pista interna del rodamiento del trunnion.

- Plug de extracción del rodamiento del trunnion.
- Herramienta para la instalación y remoción del conjunto del excluder.
- Herramienta para la extracción del trunnion del cuerno de cambio de paso.

6.12.3 HOJAS DE REGISTROS.

En las hojas de registros de debe documentar el mantenimiento, operación y daños ocurridos a las herramientas así como modificaciones si las existiera.

Son formatos de operación, uso, de mantenimiento y de modificaciones que se pueden utilizar para las diferentes herramientas solo cambiando la identificación de las nombradas anteriormente

<p style="text-align: center;">ITSA</p> 	MANUAL DE OPERACIÓN	Pág.: 1 de 5
	Operación de las herramientas para el alineamiento y balanceo del núcleo del rotor principal del helicóptero Bell 206BII	Código: MRBA-1-206B MRBA-2-206B
	ELABORADO POR: Macías Gustavo.	Revisión N°: 1
	APROBADO POR: Ing. Dag Bassantes	
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Documentar los procedimientos de operación de las herramientas para el alineamiento y balanceo del núcleo del rotor principal del helicóptero BELL 206BII.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>Acoplar las herramientas en los agujeros del grip donde pasa el perno que sujeta las palas no sin antes tener en cuenta que las palas estén con su precono en el banco para que así estas se alinean correctamente con el núcleo del rotor.</p> <p>3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuales de Mantenimiento y Overhaul del helicóptero BELL 206BII. • Manual de mantenimiento de campo para el helicóptero BELL 206BII. <p>4. NORMAS PARA SU OPERACIÓN.</p> <p>4.1. Limpieza de las herramientas.</p> <p>4.2. Montar el rotor en el banco de prueba y que esté totalmente nivelado con Las palas y con el precono descrito en el manual de mantenimiento.</p> <p>4.3. Acoplar las herramientas en los grips.</p> <p>4.4. Ajustar las tapas que están acopladas a la herramienta.</p> <p>5. PRECAUCIONES</p> <p>Montar el rotor con las palas en el banco que este se encuentre totalmente nivelado para que la alineación sea correcta.</p> <p>6. TIEMPO DE DURACIÓN</p> <p>El tiempo que se emplea en esta operación es aproximadamente dos horas.</p>		

	MANUAL DE OPERACIÓN	Pág.:2 de 5
	Operación de la herramienta para la remoción e instalación del excluder del núcleo del rotor principal del helicóptero BELL 206BII	Código: MRREIT-5-206B.
	Elaborado por: Macías Gustavo	REVISION N°:1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha:
<p>1. OBJETIVO Documentar los procedimientos de operación de la herramienta para la remoción e instalación del conjunto del excluder del núcleo del rotor principal.</p> <p>2. ALCANCE Una vez desmontado el conjunto del núcleo de la aeronave y realizado el desarmado de este se procede a retirar el excluder que se encuentra en el grip.</p> <p>3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuales de Mantenimiento y overhaul del helicóptero 206BII. • Manual de mantenimiento de Campo del helicóptero 206BII. <p>4. NORMAS PARA SU OPERACIÓN</p> <p>4.1. Tomar una pistola de aire caliente y apuntar hacia la parte trasera del grip.</p> <p>4.2. Regular la herramienta extrayendo el plug que se encuentra conjuntamente con la varilla para que así se introduzca dentro del grip.</p> <p>4.3. Una vez dentro del grip con la herramienta realizar movimientos circulares para que así el excluder seda y tienda a expulsarse conjuntamente con la herramienta no aplicar golpes o fuerzas mayores por la delicadeza interior del grip.</p> <p>5. PRECAUCIONES: No someter el grip a golpes pues para este trabajo se necesitan dos técnicos calificados para realizar el overhaul de este componente.</p> <p>6. TIEMPO DE DURACIÓN: El tiempo que se emplea para esta operación es de 30 minutos.</p>		

	MANUAL DE OPERACIÓN	Pág.:3 de 5
	Operación de la herramienta para extraer la pista interna del rodamiento del trunnion del helicóptero BELL 206BII	Código: PPTBIR-3-206B
	Elaborado por: Macías Gustavo	REVISION N°:1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha:
<p>1. OBJETIVO Documentar los procedimientos de operación de la herramienta para extraer la pista interior del rodamiento del trunnion del núcleo del rotor principal.</p> <p>2. ALCANCE Una vez desmontado el conjunto del núcleo de la aeronave y realizado el desarmado de este se procede a retirar el trunnion del núcleo del rotor principal.</p> <p>3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuales de Mantenimiento y overhaul del helicóptero 206BII. • Manual de mantenimiento de Campo del helicóptero 206BII. <p>4. NORMAS PARA SU OPERACIÓN</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Desmontar el trunnion del núcleo del rotor principal b. Colocar en una prensa hidráulica el plato, este debe estar en una zona absolutamente plana para así evitar daños al trunnion. c. Colocamos en el centro del plato el trunnion, para así luego proceder a calentar con una pistola de aire caliente el rodamiento. <p>5. PRECAUCIONES: No exceder el calentamiento del trunnion más de un minuto ya que podría afectar las zonas exteriores de este produciendo cambios de color en su estructura física, y tendiéndose a perder propiedades de dureza.</p> <p>6. TIEMPO DE DURACIÓN: El tiempo que se emplea para esta operación es de 1 hora.</p>		

	MANUAL DE OPERACIÓN	Pág.:4 de 5
	Operación del Plug Extractor de la pista interna del trunnion del helicóptero Bell 206BII	Código: TBPP-4-206B
	Elaborado por: Macías Gustavo	REVISION N°:1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha:
<p>1. OBJETIVO Documentar los procedimientos de operación de la herramienta para extraer la pista interior del rodamiento del trunnion del núcleo del rotor principal.</p> <p>2. ALCANCE Extraer la pista interna del trunnion con la ayuda del plato extractor y el gato hidráulico para realizar correctamente el overhaul del núcleo del rotor principal.</p> <p>3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuales de Mantenimiento y overhaul del helicóptero 206BII. • Manual de mantenimiento de Campo del helicóptero 206BII. <p>4. NORMAS PARA SU OPERACIÓN</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Colocar el trunnion en el plato extractor b. Colocar el plug dentro de la pista interna del trunnion. c. Calentar con la pistola de aire caliente para luego proceder a aplicar 300 PSI al plug mediante el gato hidráulico. d. Se repite el paso C hasta que la pista interna ceda y se proceda a la limpieza del trunnion. <p>5. PRECAUCIONES: No exceder el calentamiento del trunnion más de un minuto ya que podría afectar las zonas exteriores de este produciendo cambios de color en su estructura física, y tendiéndose a perder propiedades de dureza.</p> <p>6. TIEMPO DE DURACIÓN: El tiempo que se emplea para esta operación es de 20 minutos.</p>		

	MANUAL DE OPERACIÓN	Pág.:5 de 5
	Operación de la herramienta para la extracción e instalación del trunnion del cuerno de cambio de paso para el helicóptero Bell 206BII	Código: PHT-6-206B
	Elaborado por: Macías Gustavo	REVISION N°:1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha:

1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos de operación de la herramienta para extraer el trunnion del cuerno de cambio de paso del núcleo rotor principal.

2. ALCANCE

Extraer el trunnion del cuerno de cambio de paso con dicha herramienta para realizar correctamente el overhaul del núcleo del rotor principal.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Manuales de Mantenimiento y overhaul del helicóptero 206BII.
- Manual de mantenimiento de Campo del helicóptero 206BII.

4. NORMAS PARA SU OPERACIÓN

- a. Colocar el cuerno de cambio de paso en una entenalla.
- b. Realizar una limpieza a todo el conjunto antes de la extracción.
- c. Sacar los pernos que sujetan al conjunto del trunnion.
- d. Acomodar la herramienta en la ranura del cuerno de cambio de paso para así proceder a la extracción.
- e. Con una llave de media enroscar el perno que permitirá desplazar la pieza para que así esta proceda a expandir la ranura que sujeta el conjunto del trunnion y proceder a extraer el trunnion.

5. PRECAUCIONES:

No exceder de 50 lb/inch a la herramienta pues podría ocasionar daños al cuerno de cambio de paso.

6. TIEMPO DE DURACIÓN:

El tiempo que se emplea para esta operación es de 1 hora.

<p style="text-align: center;">ITSA</p> 	PRUEBAS FUNCIONALES	Pág.:1 de 5
	Pruebas de funcionamiento de las varillas para el alineamiento y balanceo del núcleo del rotor principal para el helicóptero Bell 206BII	Código: MRBA-1-206B MRBA-2-206B
	Elaborado por: Macías Gustavo	REVISION N°:1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha:
<p>1. OBJETIVO Documentar los procedimientos para la verificación de funcionamiento y utilización de las varillas de alineamiento para el núcleo del rotor principal del helicóptero BELL 206BII.</p> <p>2. ALCANCE Alinear y balancear las palas del rotor principal.</p> <p>3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuales de Mantenimiento del helicóptero 206BII. • Manual de reparación y overhaul de componentes del helicóptero 206BII. <p>4. DATOS DE REFERENCIA De = 1inch Di = 7/8 inch</p> <p>Luego de realizar las pruebas funcionales se obtuvieron los siguientes resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Banco de prueba instalado y totalmente nivelado. • Instalación de las varillas en los grips; Correctamente instaladas <ul style="list-style-type: none"> • Palas con su precono. Correctamente dado el precono con su 6º respectivamente. • Alineamiento correcto de acuerdo al manual de mantenimiento. <p>5. CONCLUSIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las herramientas están en condiciones estándar de operación y cumplen con el trabajo para el que fue construida. 		

<p style="text-align: center;">ITSA</p> 	PRUEBAS FUNCIONALES	Pág.:2 de 5
	Prueba de funcionamiento de la herramienta para la remoción e instalación del excluder del núcleo del rotor principal del helicóptero BELL 206BII	Código: MRREIT-5-206B
	Elaborado por: Macías Gustavo	REVISION N°:1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha:
<p>1. OBJETIVO Documentar los procedimientos para la verificación de funcionamiento y utilización de la herramienta para la remoción e instalación del excluder del núcleo del rotor principal del helicóptero BELL 206BII.</p> <p>2. ALCANCE Extraer el excluder del grip para realizar el overhaul al antes mencionado.</p> <p>3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuales de Mantenimiento del helicóptero 206BII. • Manual de reparación y overhaul de componentes del helicóptero 206BII. <p>4. DATOS DE REFERENCIA Luego de realizar las pruebas funcionales se obtuvieron los siguientes resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarmado del núcleo del rotor. Correctamente. • Inspección visual del grip; Correctamente. <ul style="list-style-type: none"> • Extracción del excluder con la herramienta construida. Correctamente se procedió a la extracción de acuerdo al manual de overhaul. • Se instala el nuevo excluder con la herramienta antes mencionada y se comprueba su funcionalidad en un 100%. <p>5. CONCLUSIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La herramientas está en perfectas condiciones y cumplen con el trabajo para el que fue construida. 		

	PRUEBAS FUNCIONALES	Pág.:3 de 5
	Pruebas de funcionamiento de la herramienta para extraer la pista interna del rodamiento del trunnion del helicóptero BELL 206BII	Código: PPTBIR-3-206B
	Elaborado por: Macías Gustavo	REVISION N°:1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha:
<p>1. OBJETIVO Documentar los procedimientos para la verificación de funcionamiento y utilización de la herramienta para extraer la pista interior del rodamiento del trunnion del núcleo del rotor principal.</p> <p>2. ALCANCE Extraer la pista interna del yugo para realizar el overhaul del antes mencionado.</p> <p>3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuales de Mantenimiento y overhaul del helicóptero 206BII. • Manual de mantenimiento de Campo del helicóptero 206BII. <p>4. DATOS DE REFERENCIA Luego de realizar las pruebas funcionales se obtuvieron los siguientes resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarmado del núcleo del rotor. Correctamente. • Acoplamiento del yugo en la prensa hidráulica; Correctamente acoplado. <ul style="list-style-type: none"> • Calentar la pista externa del trunnion; Correctamente aplicado el calentamiento para dilatar el material y así facilitar la extracción. • Aplicar los 300 PSI al trunnion El plato soporta la fuerza se comprueba la efectividad de la herramienta. <p>5. CONCLUSIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las herramientas está en perfectas condiciones y cumplen con el trabajo para el que fue construida. 		

<p style="text-align: center;">ITSA</p> 	PRUEBAS FUNCIONALES	Pág.:4 de 5
	Pruebas de funcionamiento de la herramienta para extraer la pista interna del rodamiento del trunnion del helicóptero BELL 206BII	Código: TBPP-4-206B
	Elaborado por: Macías Gustavo	REVISION N°:1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha:
<ol style="list-style-type: none"> 1. OBJETIVO Documentar los procedimientos para la verificación de funcionamiento y utilización de la herramienta para extraer la pista interior del rodamiento del trunnion del núcleo del rotor principal. 2. ALCANCE Extraer la pista interna del yugo para realizar el overhaul del antes mencionado. 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA <ul style="list-style-type: none"> • Manuales de Mantenimiento y overhaul del helicóptero 206BII. • Manual de mantenimiento de Campo del helicóptero 206BII. 4. DATOS DE REFERENCIA Luego de realizar las pruebas funcionales se obtuvieron los siguientes resultados: <ul style="list-style-type: none"> • Desarmado del núcleo del rotor. Correctamente. • Acoplamiento del yugo en la prensa hidráulica; Correctamente acoplado. <ul style="list-style-type: none"> • Calentar la pista externa del trunnion; Correctamente aplicado el calentamiento para dilatar el material y así facilitar la extracción. • Aplicar los 300 PSI al trunnion El plato soporta la fuerza se comprueba la efectividad de la herramienta. 5. CONCLUSIONES: <ul style="list-style-type: none"> • La herramienta está en perfectas condiciones y cumplen con el trabajo para el que fue construida. 		

<p style="text-align: center;">ITSA</p> 	PRUEBAS FUNCIONALES	Pág.:5 de 5
	Pruebas de funcionamiento de la herramienta para extraer la pista interna del trunnion del cuerno de cambio de paso del helicóptero BELL 206BII	Código: PHT-6-206B
	Elaborado por: Macías Gustavo	REVISION N°:1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha:
<p>1. OBJETIVO Documentar los procedimientos para la verificación de funcionamiento y utilización de la herramienta para extraer la pista interior del rodamiento del trunnion del cuerno de cambio de paso núcleo del rotor principal.</p> <p>2. ALCANCE Extraer la pista interna del cuerno de cambio de paso para realizar el overhaul del antes mencionado.</p> <p>3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuales de Mantenimiento y overhaul del helicóptero 206BII. • Manual de mantenimiento de Campo del helicóptero 206BII. <p>4. DATOS DE REFERENCIA Luego de realizar las pruebas funcionales se obtuvieron los siguientes resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarmado del núcleo del rotor. Correctamente. • Acoplamiento de la herramienta en el cuerno de cambio de paso; Correctamente acoplado. • Extracción del trunnion. Correctamente se realiza y la herramienta soporta las 30 lbf/in <p>5. CONCLUSIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La herramienta está en perfectas condiciones y cumple con el trabajo para el que fue construida. 		



ITSA

HOJA DE REGISTRO

Pág.:1 de 3
Registro N°.....

Libro de vida de funcionamiento u operación de las herramientas para el montaje, desmontaje, mantenimiento y overhaul del núcleo (cabeza) del rotor principal del helicóptero Bell 206BII

Código:
.....
Nomenclatura:
.....

N°	FECHA	MOTIVO DE USO	PRUEBAS REALIZADAS	HORAS DE FUNCIONAMIENTO	NOVEDADES/OBSERVACIONES

Firma de Responsabilidad



ITSA

HOJA DE REGISTRO

Pág.:2 de 3
Registro N°.....

**Libro de vida de mantenimiento de las herramientas para el montaje,
desmontaje, mantenimiento y overhaul del núcleo (cabeza) del rotor principal
del helicóptero Bell 206BII**

Código:
.....
Nomenclatura:
.....

N°	FECHA INICIO	FECHA FINALIZACIÓN	MATERIALES Y/O REPUESTOS UTILIZADOS	RESPONSABLE	OBSERVACIONES

Firma de responsabilidad



ITSA

HOJA DE REGISTRO

Pág.:3 de 3
Registro N°.....

Libro de vida de daños y modificaciones de las herramientas para el montaje, desmontaje, mantenimiento y overhaul del núcleo (cabeza) del rotor principal del helicóptero Bell 206BII

Código:
.....
Nomenclatura:
.....

N°	FECHA	DAÑO PRODUCIDO	CAUSAS DEL DAÑO	ACCIÓN CORRECTIVA O MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES

Firma de responsabilidad

6.13 ESTUDIO ECONÓMICO

6.13.1 MATERIALES

Materiales usados en la construcción de las herramientas especiales con sus respectivos costos.

Tabla N° 6.10: Costo Primario

Nº	Ítem	Cantidad	Unidad	Costo Unitario(\$)	Sub-Total
1	Acero AISI 4340 (V 155)	20	kilogramos	9.00	180.00
2	Acero AISI 1018 (E 920)	5	kilogramos	5.50	27.50
3	Acero AISI 4140 (V 320)	10	kilogramos	7.50	75.00
4	Tubo de Aluminio	1	20"x2"	50.00	50.00
5	Cromado Duro	5	Pieza/Kg		127.00
TOTAL					\$ 459,50

Fuente: AEROMASTER AIRWAYS

6.14 MÁQUINAS, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.

Tabla N° 6.11 Costo por hora de la maquinaria y equipo empleado en la construcción

Nº	Ítem	Tiempo (Horas)	Costo-Hora	Sub-Total
1	Torno	24:00	10.00	240.00
2	Fresadora	13:00	6.50	84.50
3	Taladro	2:00	1.50	3.00
4	Sierra	1:00	0.50	0.50
TOTAL				\$328.00

Fuente: AEROMASTER AIRWAYS

6.14.1 MANO DE OBRA

Tabla N° 6.12 Costo de la mano de obra empleada en la construcción

Nº	Ítem	TIEMPO (HORAS)	Costo-Hora	TOTAL
1	Mecánico Matricero	200	1.50	300.00

Fuente: AEROMASTER AIRWAYS

6.15 COSTO TOTAL DE LA CONSTRUCCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS.

Tabla N° 6.13 Costo de las herramientas

Nº	Ítem	Costo Total (\$)
1	Materiales	\$459.50
2	Maquina, Herramienta y Equipo	\$328.00
3	Mano de Obra	\$300.00
4	Varios	\$465.00
TOTAL		\$1552.50

El valor de la construcción de las herramientas es de un mil quinientos cincuenta y dos dólares con cincuenta centavos (\$1552.50)

El costo de las herramientas es accesible pues en el mercado existen los materiales y la facilidad de construir las antes mencionadas, no se puede indicar el valor de las herramientas pues en el mercado no existen.

6.16 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.16.1 CONCLUSIONES

- El estudio de los componentes y partes del núcleo del rotor principal del helicóptero BELL 206BII permitió establecer cada una de las herramientas requeridas para el mantenimiento y overhaul, las cuales se han construido.

- Para la construcción de las herramientas se basó en los manuales de mantenimiento y el manual de reparación y overhaul de componentes ya que indica con que materiales y medidas se deben construir las antes mencionadas.
- Las herramientas construidas facilitan los procedimientos de mantenimiento y overhaul del núcleo del rotor principal del helicóptero BELL 206BII. Sobre la base de las pruebas funcionales se determina que las herramientas especiales construidas se encuentran en condiciones estándar de operación.

6.16.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda la correcta utilización y observancia de los manuales de estas herramientas dentro del taller de la UAP-ID ya que son de vital importancia para los procesos de mantenimiento y overhaul.

Se recomienda la elaboración e implementación de mas herramientas en la UAP-ID, en razón a que esto minimiza costos de adquisición y operativos e incrementa la producción.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aeronavegabilidad: Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura.

Bearings.- Cojinete o rodamiento.

Estándar: Tipo, modelo, patrón, nivel.

Excluder.- Eliminador.

Pillow block.- Soporte o Cojinete.

Plug.- Conector.

Retainer.- Sujetador, Retenedor

Trunnion.- Muñon, Soporte Giratorio.

Workaid.- Ayuda de trabajo.

SIGLAS

ATA: Asociación De Transportes Aéreos

CR&OM: Manual De Overhaul y Componentes de reparación.

DAC: Dirección De Aviación Civil.

MM: Manual de Mantenimiento.

RDAC: Regulaciones De La Dirección De Aviación Civil.

UAP ID: Unidad Aeropolícial Primer Distrito.

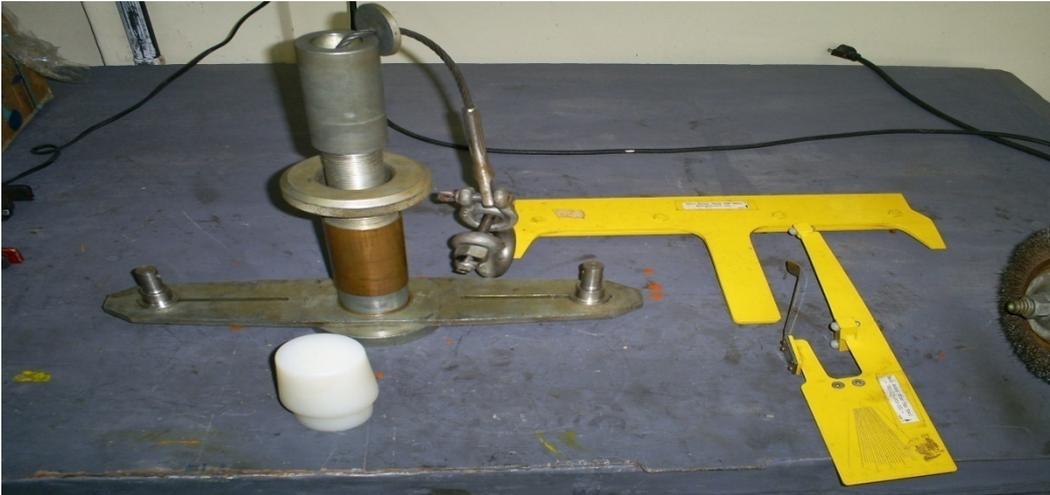
BIBLIOGRAFÍA

- MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL HELICÓPTERO BELL 206BII.
- REGULACIONES AERONÁUTICAS DEL ECUADOR. TOMO III PARTE N° 45.
- MANUAL DE REPARACIÓN Y OVERHAUL DE COMPONENTES DEL HELICÓPTERO BELL 206BII.
- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE CAMPO DEL HELICÓPTERO BELL 206BII.
- BOHLER, CATÁLOGO “ACERO PARA LA CONSTRUCCIÓN MECÁNICA”
- SANCHEZ Amparito. “CONSTRUCCIÓN DE HERRAMIENTAS ESPECIALES PARA EL MANTENIMIENTO Y OVERHAUL DE LOS TRENES DE ATERRIZAJE PRINCIPALES Y DE NARIZ DEL AVIÓN C-130”
PROYECTO DE GRADO 2006
- SIMALUISA Pedro. “CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA BAROLADORA CON RODILLOS DESLIZABLES PARA EL COMFORMADO DE PLANCHAS DE TOL ESPESOR HASTA 1/16 DE PULGADA”
PROYECTO DE GRADO 2006
- J. Shigley, C. Mischke (2002). Diseño en ingeniería mecánica. Sexta Edición. Editorial Mc. Graw Hill. México. Edición 2002.
- WWW.UPM.ES Universidad Politécnica de Madrid.
- www.bellhelicopter.com.
- www.wikipedia.es.helicopteros.

ANEXOS

ANEXO B

KIT DE HERRAMIENTAS ESPECIALES



Herramientas especiales para el mantenimiento y overhaul del núcleo del rotor principal del helicóptero BELL 206 BII

ANEXOS C

FICHA DE OBSERVACIÓN

Desde el 19 al 23 de Mayo.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:00am	Se realiza el pedido de las Herramientas a la empresa AEROMASTER AIRWAYS	Se reciben las herramientas en la UAP ID.	Se empieza a desarmar la cabeza del rotor principal	Se procede a limpiar todos las partes del componente	Se realiza el montaje de la cabeza del rotor principal.
11:30am a 17:00		Desmontaje de la Cabeza (núcleo) del rotor principal			Se alinea, balancea las palas del rotor con las herramientas de la empresa Aeromaster Airways.
10:00 a 17:00pm			Se despintan las partes		
14:30 a 17:00 pm		Se retiran las palas de acuerdo al manual de mantto y overhaul			
17:00pm a 23:00					se realiza el montaje del rotor en la aeronave de acuerdo al manual de overhaul y mantenimiento.

ANEXOS C.1

FICHA DE OBSERVACIÓN

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:00am					.
11:30am a 17:00					
10:00 a 17:00pm					
14:30 a 17:00 pm					
17:00pm a 23:00					

ANEXO D

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA-ESTRUCTURAS ENCUESTA PARA LOS TÉCNICOS DE LA UAP ID.

INDICACIONES:

- Lea detenidamente las preguntas.
- Conteste con honestidad
- Se le solicita que la información sea verdadera, para aumentar el grado de confianza de esta investigación.

MARQUE CON UN X

1. **¿Conoce los tipos de herramientas que se utilizan en los trabajos de mantenimiento y overhaul de la cabeza del rotor principal?**

SI () NO ()

2. **¿Conoce los procedimientos correspondientes para el montaje y desmontaje de la cabeza del rotor principal?**

SI () NO ()

3. **¿Se utiliza las herramientas especiales correspondientes en las operaciones de Mantenimiento y Overhaul?**

SI () NO ()

4. **¿Considera que las herramientas empleadas cumplen con las normas estipuladas en los manuales de Mantenimiento y Prácticas Estándar del Helicóptero Bell 206BII?**

SI () NO ()

5. **¿Considera que se deben adquirir o construir herramientas especiales para el Mantenimiento y Overhaul de la cabeza del rotor principal?**

SI () NO ()

6. **¿Considera que este tipo de herramientas son indispensables en el taller de Mantenimiento y Overhaul ?**

SI () NO ()

ANEXO E

Nombre: Sr. Diego Chango.
Formación académica: Bachiller en Técnico Industrial.
Cargo que ocupa: Técnico encargado del helicóptero de la UAP ID.

1.- ¿Considera que los trabajos de montaje, desmontaje y overhaul, de la cabeza o núcleo del rotor principal del helicóptero Bell 206BII, se los realiza bajo normas y estándares de seguridad utilizando las herramientas, máquinas y equipos establecidos en los manuales de mantenimiento, overhaul y de Herramientas & Equipos?

2- ¿Qué herramientas y equipos se deben emplear para la ejecución de los trabajos de montaje, desmontaje y overhaul de la cabeza o núcleo del rotor principal de los helicópteros Bell 206BII y series?

3.- ¿Considera que adquirir estas herramientas, sería más conveniente y económico que construirlas?

4.- ¿Considera conveniente que el conjunto de herramientas para el núcleo o cabeza el rotor principal se ha elaborado e implementado como proyecto de grado por parte de un estudiante del ITSA?

ANEXO F

FOTOGRAFÍAS DEL CONJUNTO DEL ROTOR PRINCIPAL



Herramienta para la extracción del excluder del rotor principal.



Caballetes para poner las palas



Núcleo del rotor principal

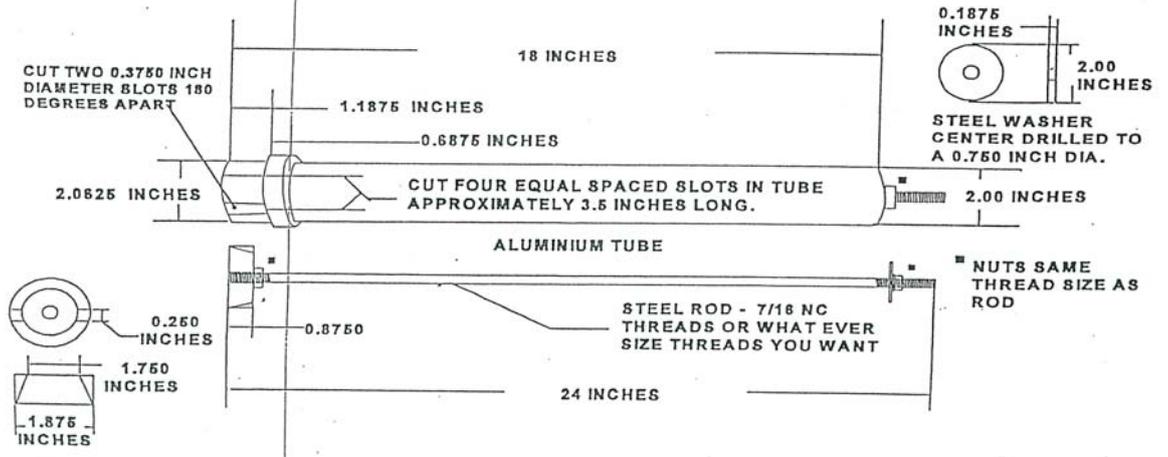


Grip del rotor principal

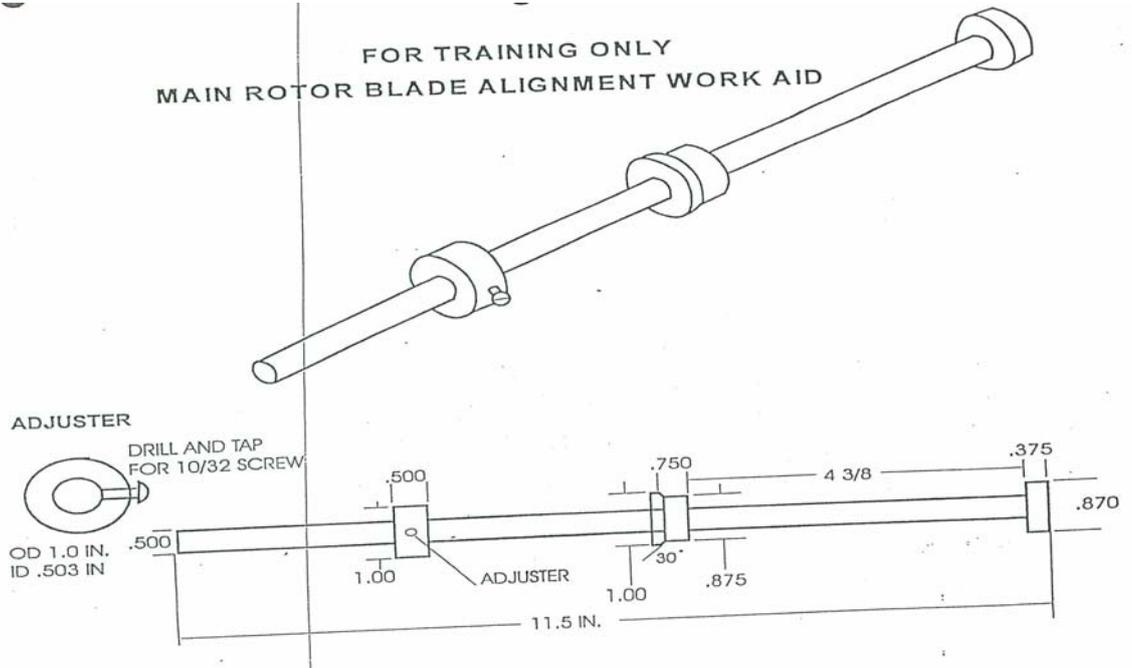
Anexo G

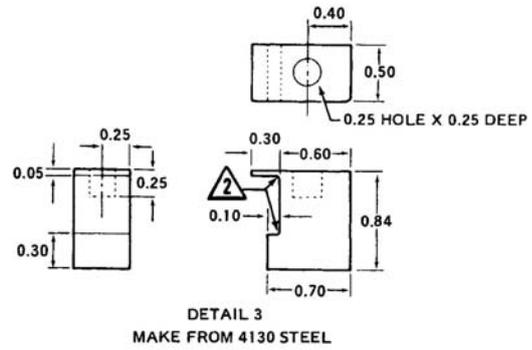
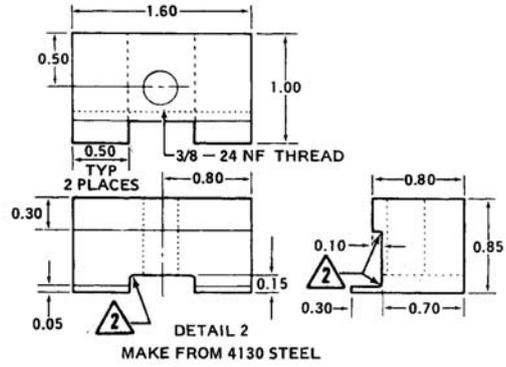
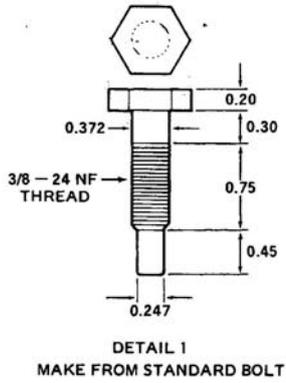
MAIN ROTOR RETAINER/EXCLUDER INSTALLATION TOOL

THIS TOOL IS USED FOR INSTALLING AND REMOVING THE RETAINER AND EXCLUDER ASSEMBLY IN THE OUT BOARD END OF THE MAIN ROTOR GRIP. THE TOOL CAN BE MANUFACTURED FROM VARIOUS TYPES OF MATERIALS. THE MATERIALS AND DIMENSIONS LISTED HERE ARE ONLY SUGGESTIONS.



FOR TRAINING ONLY MAIN ROTOR BLADE ALIGNMENT WORK AID

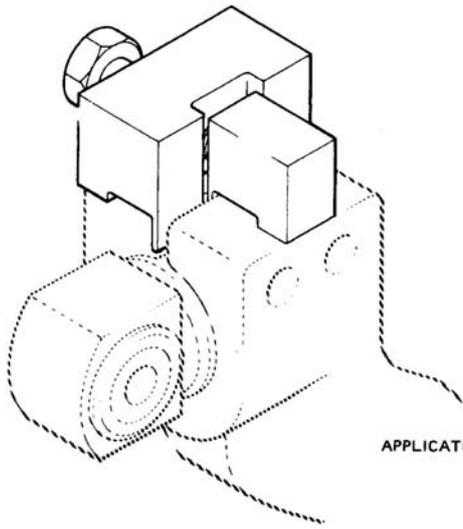




USE: To allow removal of pitch horn trunnion with less possibility of damage to pitch horn.

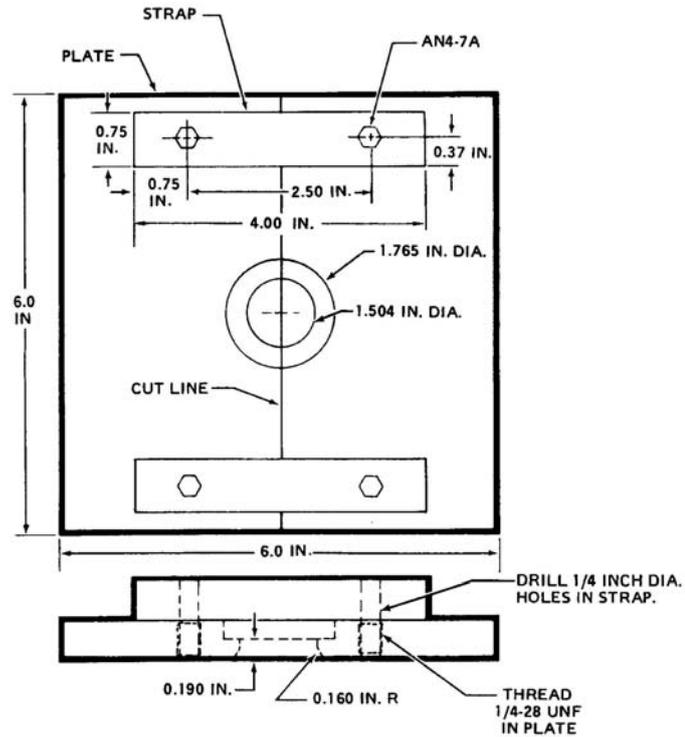
NOTES:
1. All dimensions are shown in inches.

2. Fillet radius 0.03 inch.



L206011-2

Figure 2-38G. Pitch horn trunnion work aid



PRESSING PLATE - TRUNNION BEARING INNER RACE

MATERIALS: STRAPS AND PLATES
4130 or 4340 STEEL, 1/2 INCH THICK
AN4-7A BOLTS

- PROCEDURES:**
1. Machine 1.504 and 1.765 inch holes in center of a one piece 6 by 6 inch square plate.
 2. Align, drill and tap the two straps and plate for four AN4-7A bolts.
 3. Locate cut line (centerline) and cut plate in half.

PRESSING PLATE - 206-011-111 trunnion bearing inner race

206011-119C

Figure 2-38B. Trunnion bearing pressing plate work aid

Anexo I

AISI 4140=V 320

PROPIEDADES:

Acero bonificado con aleación cromo-molibdeno de alta resistencia a la tracción y torsión en medianas y pequeñas secciones. Su suministro en estado bonificado lo hace aplicable en la mayoría de los casos sin necesidad de un tratamiento térmico.

EMPLEO:

Para la construcción de partes y piezas de automotores, moto-reductores, arboles de transmisión, ejes, bielas, tuercas, émbolos, ejes de bombas.

TIPO DE ALEACIÓN.

Carbono (C)	Silicio (Si)	Manganeso (Mn)	Cromo (Cr)	Molibdeno (Mo)
0.41%	0.30%	0.70%	1.10%	0.20%

ACEROS PARA CEMENTACIÓN

AISI 1018= E 920

PROPIEDADES:

Acero para cementación no aleado para piezas pequeñas exigidas principalmente al desgaste, donde la tenacidad del núcleo no sea importante.

EMPLEO:

Para la construcción de levas uniones, bujes, pines, pivotes, partes prensadas, ejes de transmisión con baja exigencia al torque.

TIPO DE ALEACIÓN:

Carbono (C)	Silicio (Si)	Manganeso (Mn)
0.17%	0.25%	0.70%

AISI 4340= V 155

PROPIEDADES

Acero especial bonificado aleado al cromo-níquel-molibdeno alto para altas exigencias de resistencia y alta tenacidad en secciones grandes, como tracción, torsión y flexión. su estado de suministro permite en la mayoría de los casos su aplicación sin necesidad de un tratamiento térmico adicional.

EMPLEO:

Para la fabricación de partes y piezas de mayores dimensiones como: aviones, maquinaria pesada, ejes para hélices, cigüeñales, barras de torsión, pernos y tuercas de alta tensión, ciertos engranajes sometidos a grandes esfuerzos.

TIPO DE ALEACIÓN:

Carbono (C)	Silicio (Si)	Manganeso (Mn)	Cromo (Cr)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)
0.34%	0.30%	0.50%	1.50%	0.20%	1.50%

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Gustavo Junior Macías Arauz

NACIONALIDAD: Ecuatoriana.

FECHA DE NACIMIENTO: 30 de Septiembre de 1983.

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 130966105-4

TELÉFONOS: 086954539-087213216; 023318981: 052-922389.

CORREO ELECTRÓNICO: jmarauz@hotmail.com

DIRECCIÓN: Conjunto "San Martín Hernández de Girón y Pedregal QUITO.



EDUCACIÓN:

PRIMARIO:

ESCUELA SALESIANA "SAN JOSE" MANTA-ECUADOR

SECUNDARIO:

COLEGIO SALESIANO "SAN JOSE" MANTA-ECUADOR.

ESTUDIOS UNIVERSITARIOS:

"INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO". ESCUELA DE MECÁNICA ESPECIALIDAD ESTRUCTURAS (EGRESADO) LATACUNGA-ECUADOR

ESCUELA DE PESCA DEL PACIFICO ORIENTAL ESPECIALIDAD MOTORES A DIESEL-GASOLINA.(Tercer Semestre) MANTA-ECUADOR.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

Prácticas en el hangar de aviones militares ala N° 12.

Prácticas en la Unidad Aeropolicial. Quito.

Aeromaster Airways.

CURSOS REALIZADOS:

THE AERONAUTICAL THECHNOLOGICAL SUPERIOR INSTITUTE AND THE LANGUAGE SCHOLL (NIVEL MEDIO ESCRITO Y HABLADO)

PROPIEDADES DE LOS METALES ESPOCH.

CONFERENCIA JORNADAS DE I DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA ITSA-ESPE
2004.

CONFERENCIA JORNADAS II DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA ITSA- ESPE
2005

CRM TRIPULACION DE CABINA AEROMASTER AIRWAYS 2008.

PRIMEROS AUXILIOS EN VUELO AEROMASTER AIRWAYS 2008.

BELL 212 AEROMASTER AIRWAYS 2008

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

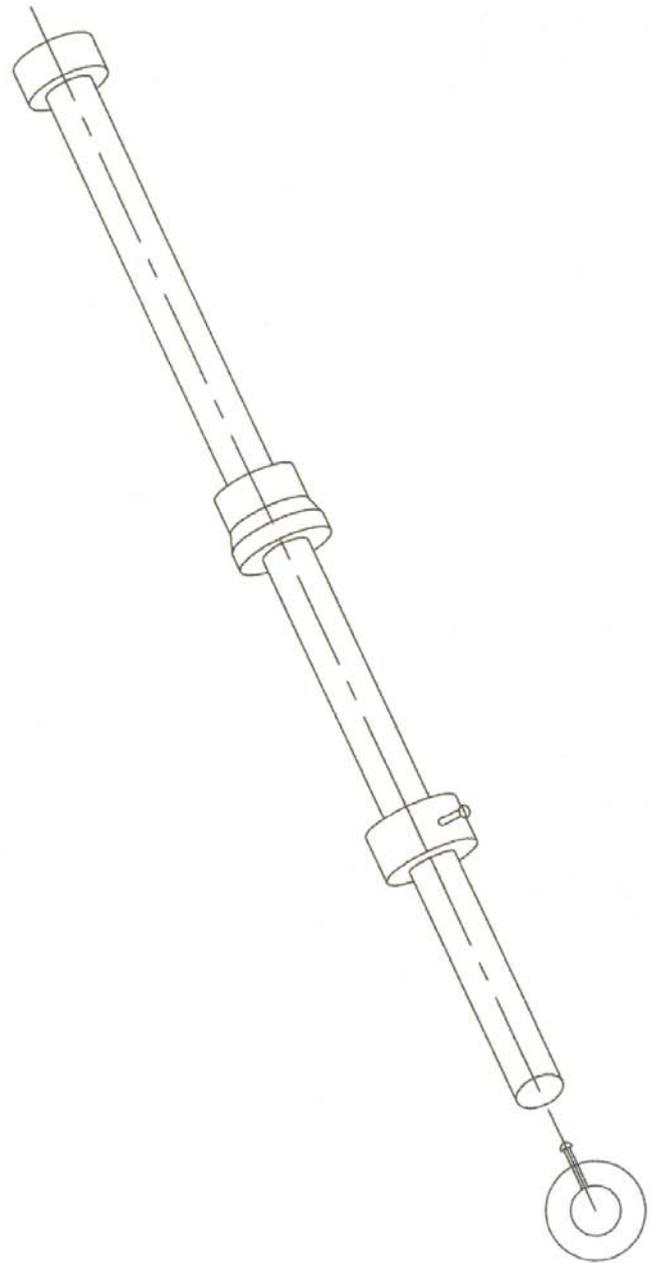
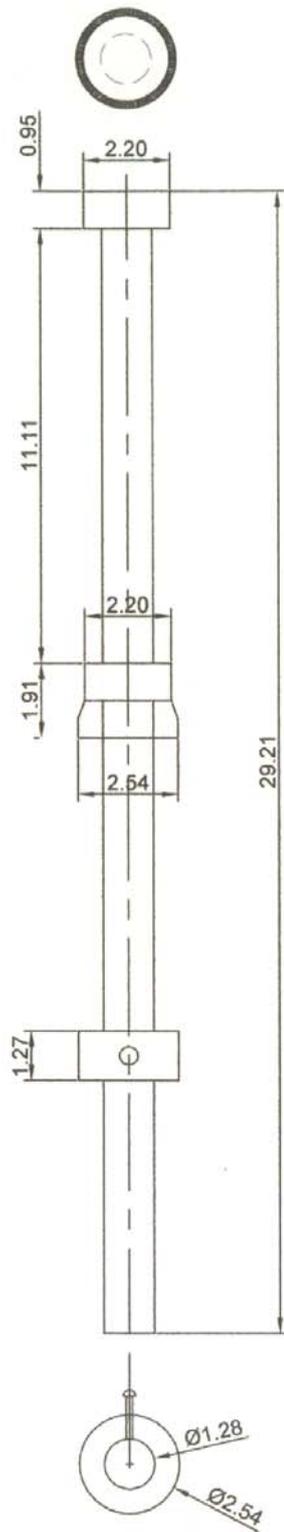
**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

MACÍAS ARAUZ GUSTAVO JUNIOR

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA

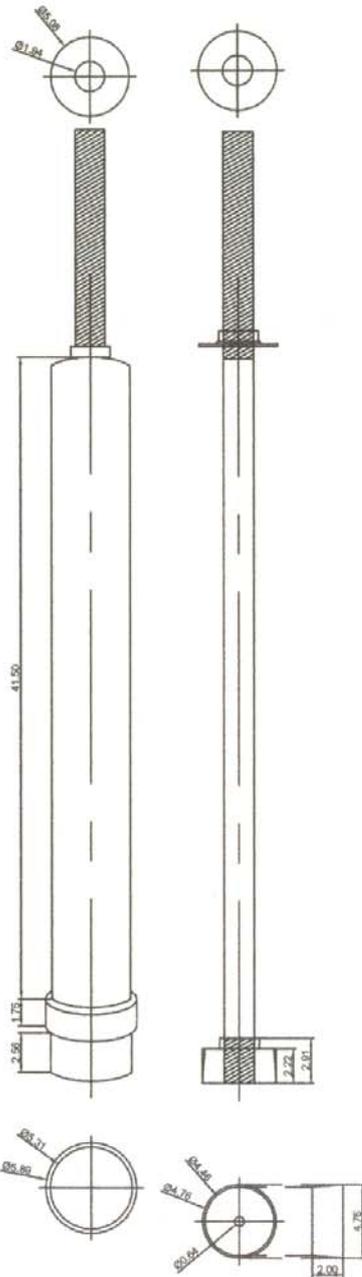
Ing. Guillermo Trujillo

Latacunga 15 de julio de 2009



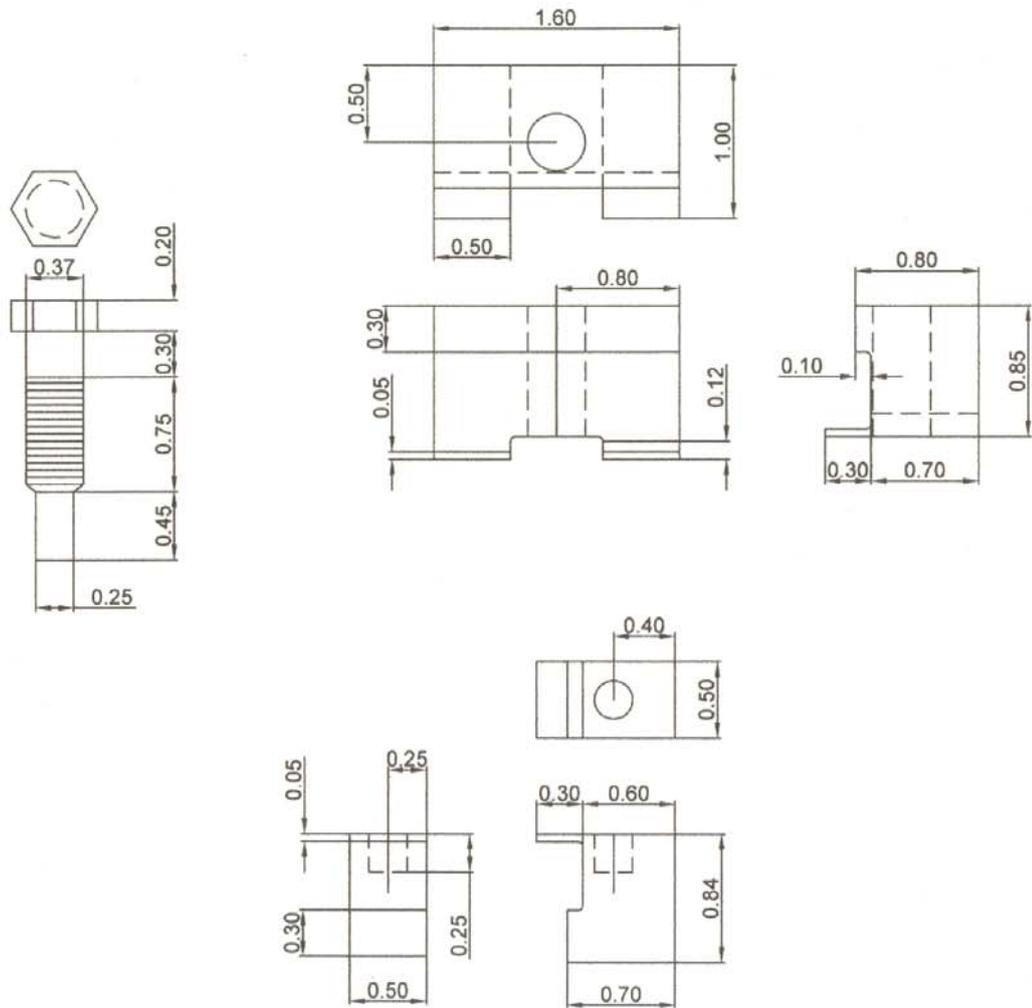
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	VARILLA DE ALINIAMIENTO DE LAS PALAS DEL ROTOR PRINCIPAL	Lamina N
Diseñado:	23/3/09	Macías Junior			
Dibujado:	23/3/09	Macías Junior		Código: MRBA-1-206B MRBA-2-206B	Escala 1:5
Revisado:	23/3/09	Ing. Dag Bassantes			
Aprobado:	23/3/09	Ing. Dag Bassantes		Material: AISI 4140=V320	
Sustituye:					



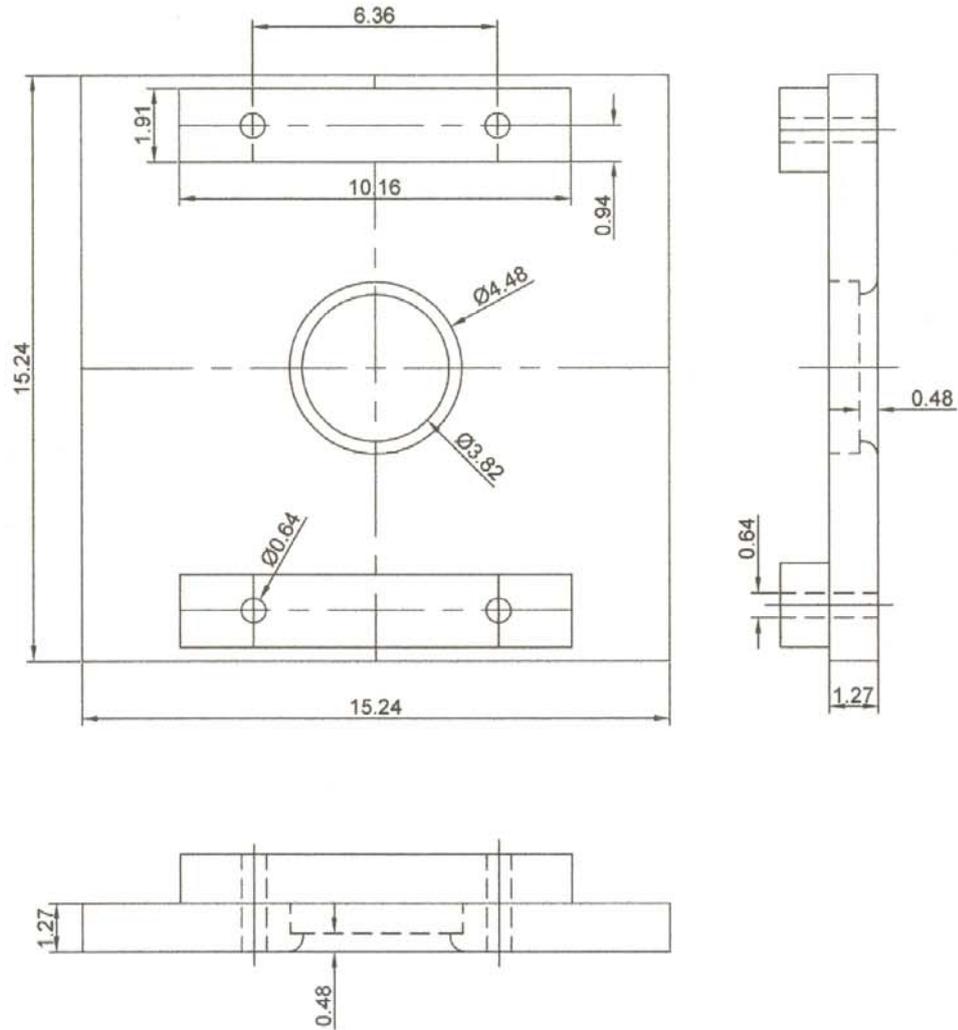
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	HERRAMIENTA PARA LA INSTALACIÓN Y REMOCIÓN DEL EXCLUDER	Lamina N
Diseñado:	23/3/09	Macías Junior		Código: MRREI-5-206B	1
Dibujado:	23/3/09	Macías Junior			Escala 1:10
Revisado:	23/3/09	Ing. Dag Bassantes		Material: Acero y Tubo de aluminio	
Aprobado:	23/3/09	Ing. Dag Bassantes			
Sustituye:					



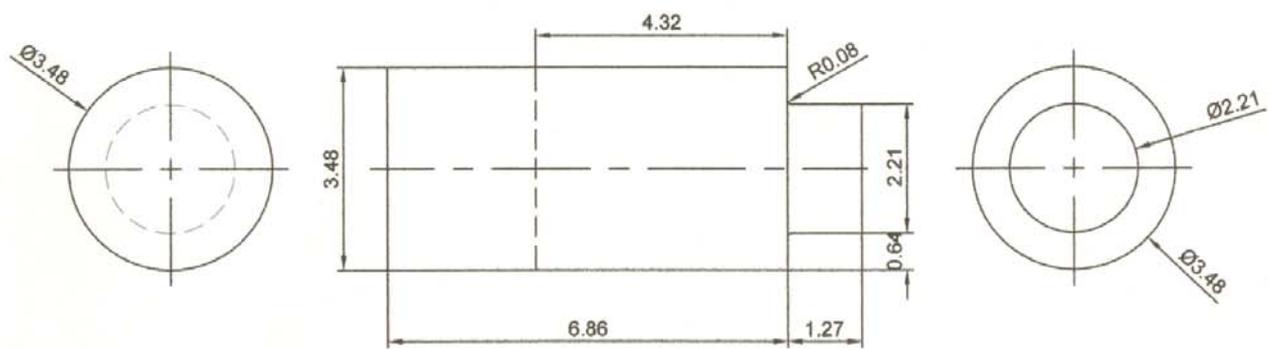
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	HERRAMIENTA DE EXTRACCIÓN DEL TRUNNION DEL CUERNO DE CAMBIO DE PASO	Lamina N
Diseñado:	23/3/09	Macías Junior			3
Dibujado:	23/3/09	Macías Junior		Código:	Escala
Revisado:	23/3/09	Ing. Dag Bassantes		PHT-6-206B	1:2
Aprobado:	23/3/09	Ing. Dag Bassantes		Material:	
Sustituye:				ACERO-4140	



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	PLATO EXTRACTOR DE LA PISTA INTERNA DEL TRUNNION	Lamina N
Diseñado:	23/3/09	Macías Junior			
Dibujado:	23/3/09	Macías Junior		Código: PPTBIR-3-206B	Escala 1:2
Revisado:	23/3/09	Ing. Dag Bassantes			
Aprobado:	23/3/09	Ing. Dag Bassantes		Material: ACERO-4340	
Sustituye:					



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	PLUG EXTRACTOR DE LA PISTA INTERNA DEL TRUNNION	Lamina N
Diseñado:	23/3/09	Macías Junior			
Dibujado:	23/3/09	Macías Junior		Código: TBPP-4-206B	Escala 1:2
Revisado:	23/3/09	Ing. Dag Bassantes			
Aprobado:	23/3/09	Ing. Dag Bassantes		Material: ACERO-4140	
Sustituye:					