

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**HABILITACIÓN DE LA HÉLICE HARTZELL HC-B3TN-3D.**

**POR:**

**EDWIN ROLANDO SUNTAXI SUQUILLO**

**Proyecto de grado presentado como requisito parcial para la obtención del  
Título de:**

**TECNOLÓGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**2005**

## CERTIFICADO

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **EDWIN ROLANDO SUNTAXI SUQUILLO**, bajo la supervisión en la parte práctica del Sr. **EMCI. PEDRO CANDO** supervisor de la Sección Hélices del Ala de Transportes No. 11, FAE, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

-----  
Ing. Dag Bassantes  
Director del proyecto de grado

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mis padres Maria y Roberto, a mi hermana Evelin que con su amor, comprensión, confianza, y su apoyo moral han sabido guiar mi vida por el sendero de la verdad y la justicia a fin de engrandecer mi vida profesional.

Doy gracias de todo corazón el haberme brindado el fruto de su esfuerzo y sacrificio por ofrecerme un mañana mejor.

**Edwin Rolando Sntaxi Suquillo**

## **AGRADECIMIENTO**

Con gratitud y respeto presento el siguiente proyecto, que va especialmente dirigido a Dios, la Virgen del Quinche, y el Divino Niño Jesús por haberme brindado salud y vida, para poder realizar este trabajo de grado. A mis maestros forjadores de una juventud noble y justa que mañana harán del Ecuador una patria más libre y próspera.

A mis padres y mi hermana por haberme brindado su apoyo para realizar y finiquitar este proyecto.

Muchos agradecimientos al Ing. Dag Bassantes director de este proyecto de grado, quien con su apoyo, conocimiento, y experiencia supo guiarme para desarrollar y finalizar la presente investigación.

Al personal de la Sección Hélices, de la Fuerza Aérea Ecuatoriana Ala No. 11, que me brindaron mucho apoyo tanto en el conocimiento teórico y práctico para realizar y finiquitar el proyecto.

A mis compañeros (as) y a mis amigos (as), a quienes llevo en mi mente y en mi corazón. A cuyas aulas del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico que fueron testigos de mis derrotas, éxitos y sueños que hoy los veo realizados.

**Edwin Rolando Sntaxi Suquillo**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
Carátula.....	I
Certificado.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice de contenidos.....	V
Lista de anexos.....	XI
Lista de figuras.....	XII
Lista de cuadros.....	XIII
Lista de tablas.....	XIV
Nomenclatura.....	XV
Resumen.....	1
Introducción.....	2

### CAPÍTULO I

1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Justificación.....	3
1.3 Tema.....	4
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5 Alcance.....	4

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1 Hélice Hartzell HC-B3TN-D.....	6
2.1.1. Características generales.....	6
2.1.2. Velocidad constante.....	7
2.1.3. Hidromática.....	7
2.1.4. Paso variable.....	7
2.1.5 Conjunto de palas.....	8
2.1.6. Conjunto de la cruceta.....	8
2.1.7. Conjunto de la cúpula.....	8
2.1.8. Conjuntos a fines.....	9
2.1.9. Palancas de control de la hélice.....	10
2.1.10. Reversa.....	10
2.1.11. Switch de prueba de Beta.....	10
2.1.12. Luces indicadoras de Beta.....	11
2.1.13. Luz de condición de las hélices.....	11
2.1.14. Luz de prueba de la palanca.....	11
2.1.15. Seguridades del avión.....	11
2.1.16. Sistema de autoembanderamiento.....	12
2.2 Componentes y partes de la Hélice Hartzell HC- B3TN-3D.....	13
2.3. Componentes del resorte de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D....	18
2.4 Procedimientos de mantenimiento.....	20
2.4.1 Cuidado de la hélice.....	20
2.4.2. Precaución.....	20
2.4.3. Daño de la hélice.....	20
2.4.4. Reparación.....	21
2.4.5. Equipo requerido.....	21

2.4.6. Reportajes.....	22
2.4.7. Precaución.....	22
2.4.8. Procedimiento de inspección.....	23
2.4.9. Inspección detallada de 50 horas.....	23
2.4.10. Tipo de grasa recomendada.....	24
2.4.11. Efectos de una descarga eléctrica producidos por un relámpago en la hélice.....	25

## **CAPÍTULO III**

### **ESTADO DE SITUACIÓN ACTUAL Y HABILITACIÓN**

3.1 Estructura física de la HÉLICE HARTZELL HC-B3TN-3D.....	26
3.2 Estudio técnico.....	27
3.2.1. Determinación del equipo a ser evaluado.....	27
3.2.2. Elementos evaluados.....	27
3.2.3. Calificación de los aspectos.....	28
3.2.4. Obtención de valores y los resultados obtenidos.....	30
3.2.5. Análisis de datos.....	30
3.2.6. Determinación del tipo de mantenimiento que se debe realizar a la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.....	31
3.3 Operatividad de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.....	31
3.4 Habilitación.....	31
3.4.1. Desarme de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.....	34
3.4.2. Precaución.....	34
3.4.3. Precaución.....	34

3.5. Desmontaje de la cúpula o pistón.....	35
3.5.1. Precaución.....	35
3.5.2. Precaución.....	36
3.6. Desmontaje del resorte de posición en bandera.....	37
3.6.1. Precaución.....	37
3.7. Desarmado de la unidad del collar guía y del cilindro.....	39
3.7.1. Precaución.....	39
3.8. Desarme de las contrapesas y abrazaderas.....	40
3.9. Desmontaje de los cojinetes, rulimanes, y sus partes.....	42
3.10. Hélice Hartzell HC-B3TN-D totalmente desarmada.....	44
3.11. Procedimientos de reparación y pintado de la Hélice Hartzell HC-B3TN-D.....	46
3.11.1 Removedor.....	46
3.11.2 Detergente y agua.....	47
3.11.3 Tratamiento de anticorrosión.....	47
3.11.4 Aplicación de ensayos no destructivos NDI.....	48
3.11.5. Papel absorbente.....	48
3.11.6. Revelador.....	48
3.11.7. Tratamiento de pintado.....	48
3.12. Diagrama de habilitación de la hélice.....	51
3.13. Armado del resorte.....	52
3.14. Armado de la Hélice Hartzell HC-B3TN-D.....	55

3.15. Armado de la hélice.....	57
3.16. Pruebas de operación.....	60
3.16.1. Funcionamiento y comprobación en el banco de prueba operacional para evaluar los ángulos de la pala.....	61
3.17. Pruebas de funcionamiento.....	62
3.17.1. Tablas de verificación.....	62

## **CAPÍTULO IV**

### **ELABORACIÓN DE MANUALES**

4.1. Manual de inspección.....	69
4.2. Manual de operación.....	72
4.3. Manual de mantenimiento.....	75
4.4. Hojas de registro.....	81

## **CAPÍTULO V**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

5.1. Presupuesto.....	86
5.2. Análisis económico y financiero.....	86
5.2.1. Materiales.....	86
5.2.2. Máquinas herramientas.....	88
5.2.3. Mano de obra.....	88
5.2.4. Otros.....	89

## **CAPÍTULO VI**

### **OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1. Observaciones.....	90
6.2. Conclusiones.....	91
6.3. Recomendaciones.....	92

### **BIBLIOGRFIA Y LISTADO DE REFERENCIAS**

### **ANEXOS**

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo A. Descripción y operación. Cubo de acero.
- Anexo B. Desarmado de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.
- Anexo C. Modelo de frenado de seguridad del perno con cabeza hexagonal de la abrazadera.
- Anexo D. Partes del cilindro y collar guía.
- Anexo E. Armado del resorte.
- Anexo F. Armado del conjunto del pistón.
- Anexo G. Ampliación de la varilla guía del pistón.
- Anexo H. Forma de verificar con un ejemplo de una inspección.
- Anexo I. Hoja de valores de torque.
- Anexo J. Lista de partes de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.
- Anexo K. Armado de la abrazadera y sus partes.
- Anexo L. Componentes y partes del resorte.
- Anexo M. Inspección por tintes penetrantes.
- Anexo N. Intervalos de lubricación. Normas de lubricación. Grasas aprobadas por Hartzell.
- Anexo O. Contrapesa en posición positiva de la abrazadera.
- Anexo P. Ángulos de la pala de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.
- Anexo Q. Certificado de la habilitación de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.
- Anexo R. Hoja de reparación Mayor de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.
- Anexo S. Diagrama de la habilitación de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.1. Hélice Hartzell HC-B3TN-3D del Avión Twin Otter.
- Figura 2.2. Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.
- Figura 2.3. Componentes y partes de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.
- Figura 2.4. Componentes del resorte.
- Figura 3.1. Desmontaje del pistón.
- Figura 3.2. Desmontaje del resorte.
- Figura 3.3. Rotura del capuchón y tubo de transferencia
- Figura 3.4. Desarmado del cilindro.
- Figura 3.5. Desarmado de las contrapesas y abrazaderas.
- Figura 3.6. Desmontaje de las palas.
- Figura 3.7. Desarmado del conjunto de rodamientos.
- Figura 3.8. Limpieza de las abrazaderas, y conjunto de rodamientos.
- Figura 3.9. Hélice desarmada (exterior).
- Figura 3.10. Partes de la hélice (interior).
- Figura 3.11. Conjunto del resorte (interior).
- Figura 3.12. Aplicación del removedor.
- Figura 3.13. Remoción la pintura.
- Figura 3.14. Aplicación del fondo primer poliuretano.
- Figura 3.15. Pintado de las palas, pistón, y plato.
- Figura 3.16. Pintado final de las palas, pistón, plato y abrazaderas.
- Figura 3.17. Armado del tubo de transferencia con el capuchón.
- Figura 3.18. Armado de los dos resortes con el tubo de transferencia y capuchón.
- Figura 3.19. Armado de la seguridad posterior del resorte.
- Figura 3.20. Resorte en la prensa para colocar el seguro hendido en la culata.
- Figura 3.21. Componentes cambiados de los conjuntos de la hélice.
- Figura 3.22. Hélice armada.
- Figura 3.23. Comprobación de ángulos de las palas.

## LISTA DE CUADROS

- Cuadro 2.1. Generalidades de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.
- Cuadro 2.2. Especificación de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.
- Cuadro 2.3. Componentes de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.
- Cuadro 2.4. Componentes del resorte de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.
- Cuadro 3.1. Particularidades principales de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.
- Cuadro 3.2. Estudio de los componentes generales de la Hélice Hartzell HC-B3TN-D.
- Cuadro 3.3. Valor cuantificable.
- Cuadro 3.4. Cuadro de valores del estudio técnico.
- Cuadro 3.5. Materiales para la habilitación de la hélice.
- Cuadro 3.6. Herramientas para realizar la habilitación.

## LISTA DE TABLAS

- Tabla 3.1. Servicios de mantenimiento del estudio técnico
- Tabla 3.2. Operatividad de los ángulos de las palas de la hélice.
- Tabla 3.3. Verificación de los componentes de la hélice.
- Tabla 3.4. Verificación de los componentes del resorte.
- Tabla 3.5. Verificación de los componentes de la hélice y pintura.
- Tabla 4.1. Codificación de los procedimientos de ensayo de la hélice.
- Tabla 4.2. Codificación de las hojas de registro.
- Tabla 5.1. Lista de materiales para la habilitación de la hélice.
- Tabla 5.2. Costos de utilización de las máquinas.
- Tabla 5.3. Costo de mano de obra.
- Tabla 5.4. Otros gastos
- Tabla 5.5. Costo total de la habilitación de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.

## NOMENCLATURA

HC: Hélice controlable.

B: Diseño de la hélice.

3: Número de las palas.

T: Tamaño de la espiga.

N: Tamaño del eje.

3D: Modificaciones menores.

RPM: Revoluciones por minuto.

FCU: Unidad de control de combustible.

PSI: Presión.

NG: Movimiento de la turbina con el compresor.

NP: Movimiento de la turbina con la hélice.

P/N: Número de parte.

IDLE: Ángulo o paso (Rango) de la pala.

JP1: Combustible.

ITSA-HC-293-02 (P1, R1): Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico -  
Hélice Controlable – número de la hélice –  
Proyecto de grado, (Proceso 1, Registro 1).

 : Acción dentro de un proceso

 : Inspección

## RESUMEN

La Hélice Hartzell HC-B3TN-3D que se encuentra en el Taller de Motores Jet ubicado en el Bloque 42 del ITSA, motivo del presente proyecto de grado, ha sido habilitada para fines didácticos de interés aprendizaje.

El estudio situacional de la hélice permitió determinar las condiciones reales en las que se encontraba, hallándose daños como: rotura del capuchón retenedor del resorte, rotura del tubo de transferencia, O-rings por fatiga de material, otros.

Daños que se enmarcan en el 79% de condiciones estándar, lo cual determina la realización de una reparación media.

En el texto se detalla: información técnica referente a la hélice hartzell, también el desarrollo del servicio de mantenimiento y la comprobación operativa en relación al cambio de ángulos de la palas.

Una vez habilitada la hélice se ha implementado los manuales de operación y mantenimiento con la finalidad de que sea utilizada adecuadamente para la realización de prácticas por parte de los instructores y estudiantes del ITSA.

## INTRODUCCIÓN

La Hélice Hartzell HC-B3TN-3D, con número de serie BU 9302, es utilizada para la impulsión de aeronaves que estén equipadas con el motor PT6-A27 de la PRATT WHITNEY; esta hélice es tema de estudio al interior de la malla curricular de la Carrera de Mecánica Aeronáutica Especialidad Motores.

Las hélices tanto en años pasados como en la actualidad ocupan un campo muy importante en Aviación, por esta razón, todos los componentes y partes de estas, deben tener un mantenimiento adecuado a fin de que se hallen en condiciones estándar de operación y prolongar su vida útil.

La habilitación de la hélice hartzell, ubicada en el Bloque 42 del ITSA, permitirá desarrollar prácticas de taller por parte de los estudiantes bajo la dirección de los instructores, en referencia a los cambios de los ángulos de las palas, prácticas que reforzarán en los estudiantes los conocimientos adquiridos en la asignatura de hélices.

# **CAPÍTULO I**

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

El Instituto tecnológico Superior Aeronáutico ITSA al interior de la infraestructura de laboratorios y talleres no cuenta con un taller de hélices, el mismo que es de gran importancia en la Carrera de Mecánica Aeronáutica Especialización Motores. Por esta razón los estudiantes no pueden complementar el conocimiento teórico con el conocimiento práctico.

En el taller de motores Jet ubicado en el bloque 42 se cuenta con una Hélice HARTZELL HC-B3TN-3D que se halla inhabilitada, misma que debe ser reparada para que sirva como ayuda de instrucción práctica a los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del Instituto.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN:**

En la Institución se han realizado anteriormente dos proyectos de grado sobre hélices, trabajos que tratan sobre La Construcción de un Coche Transportador de Hélices y de un Banco de Prueba para evaluar ángulos de las palas de las Hélices del Avión Twin Otter. Sin embargo, estos proyectos no contemplan procesos de Mantenimiento y Overhaul de Hélices. En razón a que el Instituto dispone de una Hélice Hartzell HC-B3TN-3D en condiciones no estándar de operación, se justifica el presente proyecto en cuanto al mantenimiento de la misma con la finalidad de que los estudiantes del ITSA puedan realizar las prácticas correspondientes sobre la comprobación de ángulos de la pala de la hélice.

## **1.3 TEMA:**

## Habilitación de la Hélice Hartzell HC- B3TN-3D.

### **1.4 OBJETIVOS:**

#### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL:**

Habilitar la Hélice Hartzell HC- B3TN-3D para la realización de prácticas en el taller por parte de los estudiantes de la Carrera Mecánica Aeronáutica del ITSA.

#### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Realizar análisis teórico del funcionamiento y partes constitutivas de la Hélice Hartzell.
- Realizar inspecciones de la Hélice Hartzell a fin de determinar su condición.
- Determinar y realizar procesos secuenciales para el mantenimiento de la Hélice Hartzell.
- Comprobar la operación de la Hélice Hartzell en relación al cambio de los ángulos de las palas.

### **1.5 ALCANCE:**

Con el desarrollo del presente proyecto se propone habilitar la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D del taller de Mecánica Básica, a fin de lograr la operación y comprobación de los ángulos de las palas; de esta manera, se beneficia el ITSA y se contribuye con el ínter aprendizaje de los alumnos de la Carrera de Mecánica Aeronáutica. Para ello se realizan las siguientes actividades:

- Análisis de elementos constitutivos de la Hélice Hartzell y su operación.
- Evaluación de la condición operativa de la Hélice Hartzell.
- Establecimiento y desarrollo de procedimiento de mantenimiento.

- Comprobación de la condición operativa en relación al cambio de ángulos de las palas.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 HÉLICE HARTZELL HC-B3TN-3D

##### 2.1.1. Características Generales

La Hélice Hartzell es de fabricación Americana construida por la Casa Hartzell; es una hélice de velocidad constante, hidromática, paso variable, su denominación es HC-B3TN-3D. A continuación en el cuadro 2.2 se presenta la especificación de la Hélice Hartzell HC- B3TN-3D.



Figura 2.1. Hélice Hartzell HC-B3TN-3D del Avión Twin Otter.

Cuadro 2.1. Generalidades de la Hélice Hartzell HC- B3TN-3D

HC	Hélice controlable
B	Diseño Básico de la hélice
3	Número de palas
T	Tamaño de la Espiga
N	Tamaño del Eje
3D	Modificaciones menores

Cuadro 2.2. Especificación de la Hélice Hartzell HC- B3TN-3D

Diámetro de la hélice	8 pies (6 pulgadas)
Peso	134 libras
Paso Alto	27 grados
Paso fino de vuelo	17 grados
Bandera	87 grados
Reversa	-15 grados
Relanty en tierra	11 grados
RPM de descolaje	2200 ± 25
Relación de Rotación	-15 a 1
Estación de referencia	30

#### **2.1.2. Velocidad Constante.-**

El cambio de ángulos es realizado por medio de un gobernador.

#### **2.1.3. Hidromática.-**

Su trabajo se realiza por medio de presión de aceite del motor.

#### **2.1.4. Paso Variable.-**

Por que incorpora varios cambios de ángulos.

La hélice se halla dividido en tres conjuntos principales que son:

- Conjunto de palas.
- Conjunto de la cruceta.
- Conjunto de la cúpula o domo.

#### **2.1.5. Conjunto de Palas.-**

Las palas están construidas de aleación de aluminio, en su raíz se ubica un cojinete que evita la fricción entre la pala y el conjunto de la cruceta.

Las palas van sujetas a la cruceta por medio de dos abrazaderas las mismas que van debidamente torqueadas y frenadas.

#### **2.1.6. Conjunto de la Cruceta.-**

Esta construida de acero, la misma soporta a las tres palas y resiste la fuerza centrífuga ejercida en la rotación que proporciona la turbina, en su parte posterior esta ubicada un eje tipo pestaña que sujeta por medio de ocho pernos al eje de la caja reductora de velocidad.

#### **2.1.7. Conjunto de la Cúpula.-**

En el interior de este conjunto recibe la presión de aceite para cambiar el ángulo o paso de la hélice, este conjunto esta compuesto por un pistón y un embolo el mismo que va directamente acoplado a las abrazaderas que sujetan a las palas llevando consigo al momento de desplazarse hacia delante la presión de aceite en el interior de este conjunto llamado cúpula.

### **2.1.8. Conjuntos a Fines.-**

En este conjunto existen los siguientes componentes:

- El gobernador principal.
- El gobernador de sobre velocidad.
- El FCU y
- El spinner.

#### ***Gobernador Principal.-***

Éste conjunto se encuentra localizado en la parte superior frontal de la caja reductora de velocidad y su principal función es controlar el paso de la hélice por medio de la presión de aceite del motor. El gobernador principal no es nada más que una bomba del motor que controla la presión de aceite del motor y trabaja con una presión de 380 PSI.

#### ***Gobernador de Sobre velocidad.-***

Como su nombre lo indica es un conjunto auxiliar del gobernador principal su función específica es controlar cuando la hélice tiende a alcanzar un régimen de sobre velocidad, es decir cuando el indicador alcanza las 104% RPM momento en que entra a funcionar enviando mas presión de aceite ayudando de esta manera al gobernador principal que tiende a perder el control de la hélice corrigiendo así las RPM indicadas en el instrumento.

#### ***El FCU.-***

Se puede señalar que a más de los dos gobernadores mencionados se tiene el control de combustible que constituye otro conjunto, mismo, que controla las RPM de la hélice por medio de la palanca de potencia.

### ***El Spinner.-***

Es un cobertor aerodinámico que cubre la parte central y frontal de la hélice evitando así que el aire de impacto golpee, produciendo resistencia al avance.

### **2.1.9. Palancas de Control de la Hélice.-**

Estas palancas se encuentran en la consola superior de la cabina de control, se mueve en las ranuras marcadas PROP-BANDERA-INCREMENTO y están conectadas por medio de cables y poleas a su gobernador; su función es cambiar los ángulos de las palas y controlar las RPM. de la hélice.

Las RPM. Están indicadas por el instrumento NP en el panel de la cabina. Los seguros de fricción ayudan a mantener las palancas en la posición requerida. En el recorrido de las palancas existe un tope para prevenir un embanderamiento inadvertido, pero empujando la palanca y continuando el movimiento hacia atrás se puede embanderar las hélices.

Para cambiar el ángulo de la pala desde bandera a paso fino se coloca la palanca de condición hacia delante, la misma que envía aceite a través del gobernador de la hélice hasta la cúpula, el aceite empuja hacia atrás el pistón haciendo que las palas cambien el ángulo.

### **2.1.10. Reversa.-**

La reversa en el avión entra a funcionar cuando el tren principal y el de nariz topan tierra ya que tiene dos seguros; los mismos que impiden que el avión entre en condición de reversa en vuelo.

### **2.1.11. Switch de Prueba de Beta.-**

Es un switch de dos posiciones marcada ENSAYO LIMITES BETA su función es de facilitar la prueba de protección de beta en tierra.

#### **2.1.12. Luces Indicadoras de Beta.-**

Existen dos luces indicadores marcadas BETA RANGE Left y Right se iluminan cuando las palas de las hélices decrecen hasta -9 grados.

#### **2.1.13. Luz de condición de las Hélices.-**

Un mecanismo enciende la luz de precaución en el panel anunciador, marcado HELL MAX. Cuando los aceleradores son retardados a menos de 75 % de NG y con las palancas de las hélices a menos de 91% de NP.

#### **2.1.14. Luz de Prueba de la Palanca.-**

Es de color verde, la luz de ensayo de BETA BACK up indica que el sistema esta desarmado es decir que la palanca de potencia ha sacado de beta a las hélices.

#### **2.1.15. Seguridades del Avión.-**

El sistema de hélices del avión TWIN OTTER la casa constructora ha ideado el sistema de seguridad que consiste en el autoembanderamiento y este se produce cuando se tiene la presencia de:

- Baja presión de aceite,
- Bajo torque,
- Bajas RPM.

Al tener estas tres condiciones automáticamente la hélice se embandera. Otra seguridad es el tope de las palancas de la hélice al llegar a la posición de bandera existe un tope el mismo que se debe presionar para completar su recorrido a la posición bandera.

### **2.1.16. Sistema de Autoembanderamiento.-**

Su función es embanderar automáticamente la hélice a fin de disminuir las fuerzas asimétricas sobre el avión en caso de una baja potencia, falla del motor durante el despegue o aterrizaje.

La hélice se embandera entre los 11 y 12 PSI en un despegue normal el sistema está armado, y si el piloto retrocede las palancas de potencia a IDLE en un aborto, la hélice no se embandera abriéndose un circuito eléctrico para impedir su auto embanderamiento.

La prueba del gobernador de velocidad constante se lo hace conectando el switch de prueba el mismo que energiza a la válvula drenando el aceite del gobernador permitiendo que la hélice incremente el paso dando una indicación máxima de NP aunque se incremente la potencia.

El gobernador de sobre velocidad de la hélice está montado en la caja de engranajes de reducción y la función es:

Si existe una falla del gobernador de velocidad constante este gobernador impide que sobrepase la velocidad de 2200 RPM.

## 2.2 COMPONENTES Y PARTES DE LA HÉLICE HARTZELL HC- B3TN-3D



Figura 2.2. Hélice Hartzell HC-B3TN-3D

Los componentes de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D, que se presenta a continuación, están numerados de acuerdo a un ítem específico (ver figura 2.3), y anexo J.

Cuadro 2.3. Componentes Hélice Hartzell HC-B3TN-3D

ÍTEM	NÚMERO DE PARTE	COMPONENTE
10	A-880-1	Tuerca de seguridad
20	B-3359	Contratuerca elástica
30	B-3049	Anillo de la varilla de paso bajo
40	B-1368-6	Conjunto del pistón
40 A	B-1368-6L	Conjunto del pistón
50	C-3021-5	Unidad del pistón
50 A	C-3021L	Unidad del pistón

60	A-862-1	Buje plástico
70	B-4016	Brazo de unión
70 A	B-1901	Brazo de unión, alterno
70 B	B-4016L	Brazo de unión
70 C	B-1901L	Brazo de unión, alterno
80	A-1464	Unidad pasador de articulación
90	B-3840-6	Tornillos (AN501A10-6)
150	C-3317-020	Empaque, O-ring
160	C-3317-347-2	Empaque, O-ring
170	A-863	Sello protector del fieltro – Reemplazado por ítem 170 A PRE SL 152 A
170 A	B-1843	Sello protector del fieltro-Reemplaza ítem 170 POST SL 152 A
180	B-3840-5	Tornillo de paso de bandera (AN501A10-5)
200	B-1803-2	Cilindro
210	A-2043	Tuerca de seguridad-Reemplazado por ítem 210 A PRE SL 155 A
210 A	A-2043-1	Tuerca de seguridad-Reemplaza ítem 210 POST SL 155 A
220	B-3382	Contratuerca hexagonal
230	A-944	Buje del tornillo de unión
240	834-12	Unidad del Collar Guía
250	B-3440	Collar Guía
260	A-3023	Buje plástico
270	A-114-6	Pasador apilador
280	A-2038-12	Cubierta de la parte superior del encastre del tornillo
290	A-3099	Resorte retornador Beta
295	A-965	Arandela (Use solo con ítems 300 y 300 B)
300	B-3002-2	Unidad del la varilla de paso bajo-Reemplazado por ítem 300 A
300 A	B-3475 A-2	Unidad del la varilla de paso bajo-Reemplaza por ítem 300
300 B	B-3002-10	Unidad del la varilla de paso bajo-Reemplazado por

		ítem 300 C
300 C	B-3475 A-10	Unidad del la varilla de paso bajo-Reemplaza ítem 300 B
310	A-3478-1	Varilla de seguridad de paso bajo (use solo con ítems 300 A y 300 C)
320	B-3476 A-2	Varilla Beta-(Use solo con ítem 300 A)
320 A	B-3476 A-10	Varilla Beta-(Use solo con ítem 300 C)
330	A-3482	Aro de retención-(Use solo con ítems 300 A y 300C)
340	A-3067-2	Orejeta o anillo guía
350	A-3023-2	Buje plástico
360	A-2051	Perno de cabeza hexagonal
365	A-2037-1	Tornillo cubierto en la parte superior del encastre
380	C-3003-2	Plato. Montaje del cono de la hélice-Reemplazado por ítem 380 A
380 A	C-3003-1	Plato. Montaje del cono de la hélice-Reemplaza ítem 380
390	B-3843-56ZD	5100-56 ZD Anillo de retención
400	C-3317-230	Empaque, O.ring
410	A-3439	Contratuerca hexagonal
420	B-3001	Collar de paso bajo-Reemplazado por ítem 420 A
420 A	B-3001-2	Collar de paso bajo-Reemplaza ítem 420
430	B-3339	Perno doble de cabeza hexagonal
440	A-2048-2	Arandela de acero
450	B-3808-4	Tuerca hexagonal de seguridad
1004-460	B-3851-0432	Arandela plana
460 A	B-3851-0463	Arandela plana
500	840-60	Unidad del cubo
510	C-1478	Cubo o cruceta
520	HP-1125-A81	Tapón de extensión-Reemplazado por ítem 520 A PRE HC-SL-61-170
520 A	B-3897-1	Tapón de expansión-Reemplaza ítem 520 POST HC-SL-61-170
530	A-1891(-)A	Tubo piloto

560	C-3317-232	Empaque O-ring
570	A-1877	Anillo metálico del cojinete
580	A-1851	Cojinete hendido, pala-SL 131 A
580 A	A-1851-T	Cojinete hendido, pala, Alterno-SL 131 A
590	B-6144-2	Bola de acero diámetro 9/16"
590 A	B-6144-2-450	Bola de acero diámetro 9/16" (450 )
600	B-3742	Espaciador de bola
610	A-1852	Anillo guía del cojinete
620	A-1854	Anillo metálico de seguridad
630	B-3840-6	Tornillo (AN501A10-6)
640	A-1305	Pesa de balanza
650	A-6119	Buje del brazo de unión
670	B-3838-3-3	Pasador de chaveta (AN380-3-3)
700	838-( )	Conjunto de abrazadera-Mire figura 1006
740	A-304	Tornillo de unión
870	B-3384-4	Perno de cabeza hexagonal
870 A	B-3384-4H	Perno de cabeza hexagonal, alterno
890	C-3317-235	Empaque, O-ring
1300	A-3044	Conjunto del bloque de carbón-Mire figura 1007
1300 A	A-3074	Conjunto del bloque de carbón-Mire Figura 1009
1300 B	A-4731	Conjunto del bloque de carbón-Mire figura 1008
1400	831-79	Conjunto del resorte-Mire Figura 1010
1400 A	831-82	Conjunto del resorte-Mire Figura 1011
1400 B	831-83	Conjunto del resorte-Mire Figura 1012





## 2.3 COMPONENTES DEL RESORTE DE LA HÉLICE HARTZELL HC-B3TN-3D

Los componentes del Resorte de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D, que se expondrá a continuación, están numerados de acuerdo a un ítem específico (ver figura 2.4), y anexo L.

Cuadro 2.4. Componentes del Resorte de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D

ÍTEM	NÚMERO DE PARTE	COMPONENTE
1011-1400	831-47	Conjunto del resorte-Reemplazado por ítem 1400 A
1400 A	831-82	Conjunto del resorte-Reemplaza ítem 1400
1410	B-868 AS	Varilla de cambio de paso-Reemplazado por ítem 1410 A
1410 A	D-5862	Varilla de cambio de paso-Reemplaza ítem 1410
1420	A-3497	Cojinete de empuje axial
1430	A-4018	Espaciador
1440	A-1827-1	Capuchón, retenedor del resorte-Reemplazado por ítem 1440 A
1440 A	C-5976	Capuchón, retenedor del resorte-Reemplaza 1440
1450	A-3087	Espaciador
1460	B-1826	Resorte
1470	A-3401	Extensión, resorte
1480	A-3042 A-4	Tubo espaciador o de transferencia
1490	A-3498	Resorte
1500	A-3646	Seguridad posterior
1510	A-867	Seguridad hendida o dividida en dos

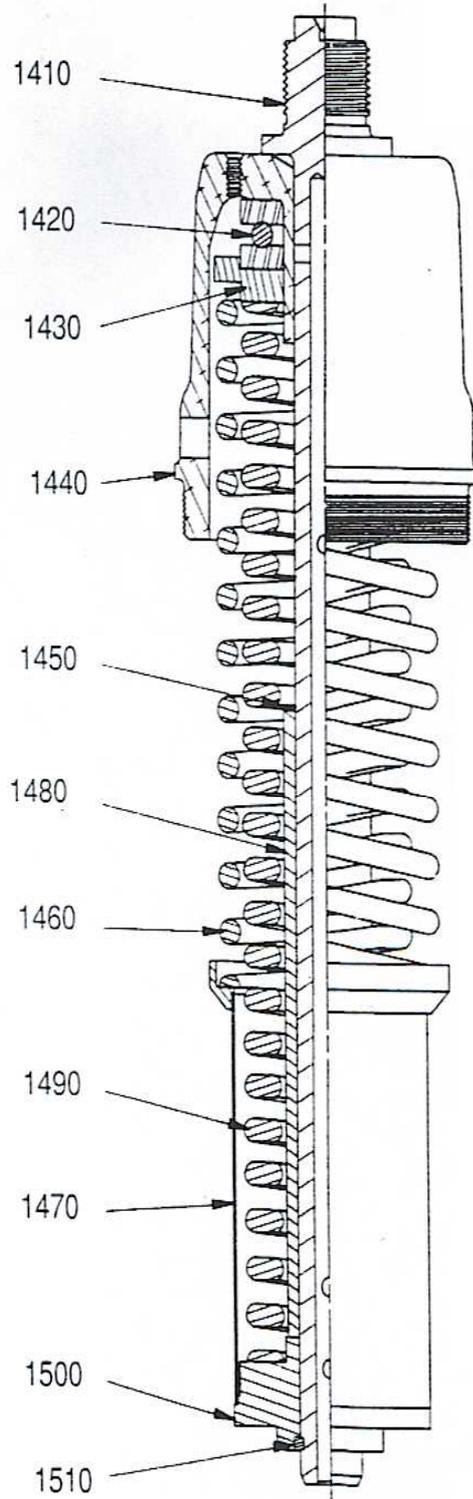


Figura 2.4. Componentes del resorte

## **2.4 PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO**

### **2.4.1. Cuidado de la hélice:**

Evite el operar el avión en áreas saturadas de arena gruesa o cascajo, por que las piedras pueden ser levantadas contra la hélice y causando grietas en las palas por tal motivo hay fatiga del material.

Cuando despegue en una pista cuya superficie no es pavimentada, se puede minimizar la posibilidad de daño a la hélice, dejando que el avión lentamente empiece a carretear antes de aplicar potencia de despegue, todo depende del largo de la pista.

### **2.4.2. Precaución:**

- Nunca empuje al avión de la hélice, tampoco tire de ella.
- Mantenga las hélices libre de manchas y otros materiales nocivos.
- Asegure las hélices cuando en avión esta estacionado.

### **2.4.3. Daño de la Hélice:**

Cuando las palas presentan rajaduras, picaduras en el borde de ataque o de salida, en el lado plano o curvo, es importante dar el mantenimiento adecuado por que una desportilladura pequeña puede ser tan perjudicial como una mayor y se debe corregir estos desperfectos antes que el aeroplano salga a volar.

### **2.4.4. Reparación:**

Las palas desportilladas, rayadas y picadas, generalmente pueden ser reparadas por un mecánico competente.

#### **2.4.5. Equipo Requerido:**

- a) Limas finas redondas y planas.
- b) Papel esmeril o tela de esmeril P-C-1673.
- c) Un lente de aumento de 10X.
- d) Tela de pulimentado fina P-C-458.
- e) Tinta penetrante de inspección, Método MIL-L-6866.
- f) Pintura Polane Hartzell o capa de conversión química MIL-C-5541.

#### **2.4.6. Reportajes:**

Los reportajes y reparaciones de la hélice pueden llevarse a cabo usando limas finas.

Se debe mantener en cuenta de que todas las reparaciones de la hélice deben efectuarse siempre paralelas a la hélice (perpendicular al eje central).

#### **Nota:**

Si dispone de tiempo se desmonta la hélice y se lleva al taller para realizar el respectivo trabajo.

#### **2.4.7. Precaución:**

Bajo ninguna circunstancia se aceptara reparaciones de parche, o moviendo material en frío, o quizás ocultando daño. Es imperativo que no se utilicen estos procedimientos.

a. Bordes de ataque y de salida de las palas:

- 1) Empiece con una lima, tratando de quitar poco a poco la rebaba de la picadura o desportillo.
- 2) Quite el material siempre siguiendo un movimiento uniforme y hacia fuera, tratando de mantener el mismo perfil.
- 3) Trate de borrar la huella de la lima misma con la tela esmeril o con una lija muy fina (92, cartilla 201,91-00-00).
- 4) Pulimente el área con tela de pulimentar (93, cartilla 201,91-00-00).
- 5) Inspeccione el área con un lente de aumento de 10X, y con un tinte penetrante (94, cartilla 201,91-00-00). Asegúrese que no haya daño ninguno.
- 6) Todas las áreas reparadas deben ser tratadas químicamente para evitar corrosión. Use una capa de conversión química o pintura Polane (68, cartilla 201,91-00-00).

b. La sección de curva y superficie deben ser reparadas utilizando los mismos métodos que los que se usaron para reparar los bordes de ataque. Sin embargo las reparaciones que forman una línea continua a través de la sección de la pala, no son aceptables

c. Las piezas de acero del cubo no deben permitirse que se oxiden. Cuando el bañado de cadmio se ha gastado lo suficiente como para no proteger el metal adecuadamente, la superficie debe ser limpiada y tratada con pintura Polane (91, cartilla 201, 91-00-00).

Cuando se haga una reparación general, rebane el área afectada, inspeccione todas las partes de la hélice.

#### **2.4.8. Procedimiento de Inspección:**

Hay inspecciones de Pre-vuelo y Post-vuelo, inspeccione las palas para determinar si hay desportilladuras o picaduras. El cono de la hélice debe ser inspeccionado también. Cualquier daño debe repararse antes y después del vuelo. Inspeccione si hay fugas de aceite.

#### **2.4.9. Inspección detallada de 50 horas:**

- a. Quite el cono de la hélice.
- b. Inspeccione la hélice para determinar si esta desportillada o picada.
- c. Inspeccione la cruceta de la hélice y determine si esta rajado o si hay desgaste excesivo.
- d. Revise los componentes de la cruceta y determine el desgaste de las piezas del mismo.
- e. Asegúrese de que no hay fugas de aceite.
- f. Lubrique las abrazaderas de las palas a través de los graseros. Tenga cuidado de no sobre llenar los graseros, por que se romperá el sello. Quite una de los graseros y bombee grasa en el grasero opuesto hasta que la grasa rebase por el orificio del grasero que se quitó.

#### **2.4.10. Tipo de Grasa Recomendada:**

La lista siguiente, en el orden en que se enumeran, son las recomendadas:

- Hartzell DG-Special grasa de baja temperatura.
- Gulflex A – Gulf Oil Company.
- Shell No. 3 – Shell Oil Company.
- Mobil Grease Especial – Socony Mobil Company

#### **2.4.11. Efectos de una descarga eléctrica producidos por un Relámpago en la Hélice:**

Si la hélice es afectada por un rayo, muestran evidencia de entrada o de salida en las puntas. En algunos casos ocurre una pequeña sombra en el color normal de las palas, puede también haber erosión.

Otra de las áreas que puede presentar daños son los cojinetes de impulso. También las correderas y asientos de los mismos son susceptibles a daños causados por las descargas eléctricas producidos por los relámpagos, todas las piezas hechas de acero son magnetizadas por dicho fenómeno.

Siga los siguientes procedimientos:

- Las palas y todo el conjunto de la hélice deben ser revisadas para asegurarse la operación de vuelo de la misma.
- Si existen daños irreparables en los conjuntos de las hélices o partes de ellas deben ser reemplazados.

## CAPÍTULO III

### ESTADO DE SITUACIÓN ACTUAL Y HABILITACIÓN

#### 3.1 ESTRUCTURA FÍSICA DE LA HÉLICE HARTZELL HC-B3TN-3D.

La hélice esta compuesta por tres palas, las mismas que trabajan por medio de la presión de aceite para el cambio de ángulos de las palas, ya sea para el descolaje, vuelo de crucero y aterrizaje del avión.

La hélice esta construido de aleaciones de aluminio, por medio de la presión de aceite que envía el motor a la cúpula, estas pueden cambiar de ángulo, según como se requiera, sea en vuelo o en tierra.

La hélice puede ser transportada hacia el banco de prueba para realizar la inspección y verificar si los ángulos de las palas están en su posición correcta.

Cuadro 3.1. Particularidades principales de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.

Diámetro de la hélice	8 pies (6 pulgadas)
Peso	134 libras
Paso Alto	27 grados
Paso fino de vuelo	17 grados
Bandera	87 grados
Reversa	-15 grados
Relanty en tierra	11 grados
RPM de descolaje	2200 ± 25
Relación de Rotación	-15 a 1
Estación de referencia	30

**Servicio requerido:** Un Banco de Prueba para evaluar ángulos de las palas de la hélice.

**Fluido de aceite:** Turbo oil-Aceite 2380.

### **3.2 ESTUDIO TÉCNICO**

En este estudio se busca realizar una observación minuciosa del equipo, a la vez, evaluar las condiciones físicas y técnicas del estado en el que se encuentra la hélice. En el anexo Q se presenta una certificación de que el desarrollo del presente trabajo se lo realizó bajo la supervisión de personal calificado en el área.

Para el estudio técnico se toma como documentos de referencia:

- Manual de Mantenimiento de la Casa Hartzell.
- Manual de Overhaul de la Casa Hartzell.

#### **3.2.1. Determinación del equipo a ser evaluado**

El equipo a ser evaluado es la Hélice HARTZELL HC-B3TN-3D que se encuentra en el taller de motores Jet ubicado en el bloque 42, misma que se halla inhabilitada, y que de ser reparada se podrá utilizar como ayuda para la realización de prácticas de instrucción con los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

#### **3.2.2. Elementos evaluados**

- Tuercas de las varillas del tope de Paso bajo (ítem 310).
- Tuerca de sujeción de la unidad del pistón o cúpula (ítem 10).
- Pasadores de los brazos de las palas que interconectan a la unidad del pistón (ítem 80).
- Unidad del pistón (ítem 50).

- Retenedor frontal del resorte (Capuchón), (ítem 1440).
- Tubo de transferencia (ítem 1480).
- Ring del tubo de transferencia (ítem 150).
- Ring del pistón (ítem 160).
- Resortes BETA para realizar el cambio de ángulo de las palas 1 y 2 (ítem 1460, 1490).
- Resortes retornadores de beta (ítem 290).
- Cilindro o espejo (ítem 200).
- Abrazaderas que sujetan a cada pala (tres), (ítem 700).
- Empaques de cada abrazadera (ítem 760).
- Pernos que sujetan las abrazaderas de cada pala (cuatro), (ítem 750, 770, 780).
- Palas 1, 2, 3.
- Conjunto del rodamiento:
  - Pistas de los rulimanes (ítem 580).
  - Seguros de las pistas de los rulimanes (ítem 570, 620).
  - Espaciadores o canastillas (ítem 600).
  - Rulimanes (19), (ítem 590).
- Collar guía y collar de paso bajo (ítem 250, 420).
- Plato (ítem 380).
- Limpieza interna y externa de la hélice.
- Grasa.
- Pintura.
- Señalización.

### **3.2.3. Calificación de los aspectos**

Todos los ítems revisados anteriormente son calificados de acuerdo a su estado bueno, regular, malo y muy malo como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.2. Estudio de los componentes generales de la Hélice HARTZELL  
HC-B3TN-3D.

Orden	Calificación	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo
	Estado de:				
01	Tuercas de las varillas del tope de paso bajo (ítem 310)	✓			
02	Tuerca de sujeción del pistón o cúpula (ítem 10)	✓			
03	Pasadores de los brazos de la pala que interconectan al pistón (ítem 80)	✓			
04	Unidad del pistón (ítem 50, 150, 160,1440, 1480)				✓
05	Resortes BETA para cambiar el ángulo de las palas (1 y 2), (ítem 1460, 1490)		✓		
06	Resortes retornadores de beta (ítem290)		✓		
07	Cilindro o espejo (ítem 200)	✓			
08	Abrazaderas (tres), (ítem 700)		✓		
09	Empaques de las abrazaderas (ítem 760)				✓
10	Pernos que sujetan a cada abrazadera (cuatro), (ítem 750, 770, 780)	✓			
11	Pala 1	✓			
12	Pala 2	✓			
13	Pala 3			✓	
14	Conjunto del rodamiento (ítem 570, 580, 590, 600, 610, 620)	✓			
15	Collar guía y collar de paso bajo (ítem 250, 420)		✓		
16	Plato (ítem 380)	✓			
17	Limpieza interna y externa de la hélice			✓	
18	Pintura			✓	
19	Grasa			✓	
20	Señalización				✓

### 3.2.4. Obtención de valores y los resultados obtenidos

Cada calificación tiene un valor correspondiente que se muestran en el cuadro anterior, con el cual, el total de aspectos buenos, regulares, malos y muy malos, son multiplicados por su valor correspondiente para luego sumarlos y equipararlos con su valor cualitativo, (ver cuadro 3.4).

Cuadro 3.3. Valor cuantificable

<b>Cualificación</b>	<b>Cuantificación</b>
Buenos	1.00
Regular	0.80
Malos	0.60
Muy Malos	0.40

Cuadro 3.4. Cuadro de valores del estudio técnico.

<b>Total de aspectos</b>	<b>Valores</b>	<b>Resultado</b>
9 Buenos	1.00	9
4 Regular	0.80	3.2
4 Malos	0.60	2.4
3 Muy Malos	0.40	1.2
	<b>TOTAL</b>	<b>15.8</b>

### 3.2.5. Análisis de datos:

Con el valor total obtenido y aplicando la ecuación 3.1 que sirve para expresar el estado situacional en porcentaje se llegó al siguiente resultado.

$$\frac{R.Total}{\#Componentes} = \frac{15.8}{20} = 0,79$$

$$Re\ sultado \times 100 =$$

$$0,79 \times 100 = \mathbf{79\%}$$

**(EC.3.1)**

### **3.2.6. Determinación del tipo de mantenimiento que se debe realizar a la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.**

Una vez que se ha obtenido el porcentaje, se lo relacionara con la tabla 3.1 para determinar el tipo de mantenimiento que se requiere para la hélice.

Tabla 3.1 Servicios de mantenimiento del estudio técnico.

<b>Estudio técnico</b>	<b>Aspectos</b>	<b>Servicio de mantenimiento</b>
90-100%	Bueno	Revisión
80-89%	Regular	Reparación pequeña
70-79%	Malo	Reparación media
≤ 69%	Muy Malo	Reparación general

### **3.3 OPERATIVIDAD DE LA HÉLICE HARTZELL HC-B3TN-3D.**

Como se puede observar en este estudio técnico, la hélice se encuentra inhabilitada, ya que presenta algunos factores alteran su funcionamiento y conservación normal de la misma, por lo cual, al momento de relacionar el porcentaje del estudio realizado con la tabla 3.1, se determina que la hélice requiere una Reparación Media para que tenga una habilitación completa, y un optimo funcionamiento y conservación.

### **3.4 HABILITACIÓN**

Para el desarrollo de la habilitación de la hélice HARTZELL HC-B3TN-3D se tomo en cuenta el listado de aspectos evaluados de los datos anteriores, de acuerdo con la inspección visual realizada a la hélice se hizo una lista de materiales y de herramientas a continuación en los siguientes cuadros se los detallara minuciosamente.

**Nota:**

Esta hélice es para ver específicamente las averías que tiene, para impartir la enseñanza a los estudiantes de Mecánica Motores, que es lo que se debe hacer.

Cuadro 3.5. Materiales para la habilitación de la hélice

<b>MATERIALES</b>	<b>CANTIDAD</b>
Pintura poliuretano negro	¼ de galón
Pintura primer poliuretano	¼ de galón
Pintura blanca poliuretano	¼ de galón
Tiñer poliuretano	1 galón
Removedor	½ de galón
Tintes penetrantes	1 kit
Ácido fosforito	1 litro
Lijas de aluminio No. 100	3 pliegos
Alodyne	1 litro
Brochas 2"	3
Guantes de caucho	2 pares
Protector de ojos	1
Mascarillas desechables	2
Grasa Aeroshell	3 libras
Liencillo (tela especial)	2 metros
Franela	4 metros
Scotch Brite Industrial	2 unidades
Lana de acero No. 4	2
Detergente en polvo 500 gr.	2
Masking tape 2" y 1"	1
Empaques, O-ring de la pala	3
O-ring de la cúpula o pistón	1
Empaque de las abrazaderas	6
Capuchón retenedor del resorte	1
Tubo de transferencia	1
Guaípe	1

Cuadro 3.6. Herramientas para realizar la habilitación.

<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>CANTIDAD</b>
Copa 7/16 x 3/8 Snapon	2
Copa hexagonal 5/16 x 3/8 Snapon	2
Juego de llaves ¼, 5/16, 3/8, 7/16, ½, 9/16, 5/8 Snapon	1 juego
Diagonal 12" Stanley	1
Llave de corona 1 7/16 Snapon	1
Hexagonal 1/4	1
Playo de presión Stanley	1
Desarmador plano 12" y 6" Stanley	2
Desarmador estrella 6" Stanley	1
Biribiqui 3/8 Stanley	1
Copa ¼ x 3/8 Stanley	1
Limaton	1
Lima plana de grano fino y grueso	2
Escorquina para aluminio	1
Martillo de goma	1
Compresor	1
Pistola pulverizadora	1
Pistola con soplete de alta presión	1
Entorchador	1

### **3.4.1. Desarmado de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.**

Anotar el número de serie y número de modelo de la cruceta, palas y algún otro número de partes en el formulario 78.

Para evitar problemas de reensamble para el balanceo de la hélice y ángulos de graduación de las palas, mantenga las partes con su respectivo ensamblado y anote las localizaciones de esas partes. El anexo B presenta el procedimiento del desarmado de la Hélice Hartzell HC- B3TN-3D.

### **3.4.2. Precaución:** Evitar las marcas con lápiz por que causara corrosión.

Cada pala deberá ser montada sobre el brazo de la cruceta de donde este haya sido desmontado. Todas las marcas hechas sobre las partes deberían ser realizadas con un crayón. Enumere las palas hacia la izquierda desde el número de serie de la cruceta de la hélice.

Anote cada número de serie de la pala y sus brazos de la cruceta y abrazadera.

### **3.4.3. Precaución:** Asegurarse que la hélice este en la posición de Bandera antes de empezar los procedimientos de desmontaje.

### 3.5 DESMONTAJE DE LA CÚPULA O PISTÓN.



Figura 3.1. Desmontaje del pistón

Si la hélice es equipada con un sistema de antihielo, seguir las instrucciones en el manual del fabricante para retirar los anillos colectores y otros componentes del sistema de antihielo.

- Remover las tuercas que retienen el anillo extremo de la varilla beta de la hélice.
- Remover el anillo extremo de la varilla.
- Remover las tuercas de la varillas beta de la hélice.
- Afloje las tuercas ajustadas que aseguren las varillas beta al anillo beta.

**3.5.1. Precaución:** Durante el retiro de las varillas beta, ser cuidadoso no amartillar el anillo beta y ver si hay deterioro de las roscas. Gire las varillas fuera del anillo beta dos giros a un tiempo.

- Destornillar las varillas beta de el anillo beta, dos giros a un tiempo, y remueva el anillo beta.
- Remueva las roscas, arandelas, y pasadores que sujeten al spinner.
- Remueva las tuercas de seguridad de los extremos opuestos de las varillas beta.

**3.5.2. Precaución:** No tolere la varilla de cambio de paso para girar mientras la tuerca empieza a ser removida.

- Usar una llave 7/16 pulgadas y una llave 5/8 de pulgada para remover las tuercas de seguridad de los extremos de la varilla de cambio de paso.
- Oriente las palas hacia la posición en reversa.
- Remueva los pasadores y asegure los tornillos.
- Retirar los brazos de unión de la unidad del pistón.
- Remueva el pistón.
- Remueva los anillos del pistón.
- Remueva el anillo de cambio de paso.

### 3.6 DESMONTAJE DEL RESORTE DE POSICIÓN EN BANDERA.



Figura 3.2. Desmontaje del Resorte

**3.6.1. Precaución:** El montaje del resorte de posición en bandera es precargado aproximadamente 1000 libras de fuerza. Use extrema precaución cuando este removiendo esto de la hélice.

- Remueva los anillos de retención.
- Remueva el alambre de seguridad del capuchón retenedor del resorte, y use una llave para destornillar el capuchón retenedor del resorte.
- Remueva el conjunto del resorte y use el banco para comprimir el resorte para el desmontaje
- Remueva los anillos de seguridad del resorte de la hendidura trasera.
- Remueva los resortes.
- Remueva el tubo espaciador o tubo de transferencia.
- Remueva los espaciadores de ajuste de las contrapesas.
- Remueva el soporte del resorte delantero.
- Remueva el cojinete de empuje axial.
- Remueva la varilla de cambio de paso.

**Nota:**

Aquí encontramos el Capuchón y el Tubo de Transferencia del Resorte roto; por estas roturas las palas no podían realizar sus cambios de ángulos correspondientes.



Figura 3.3. Rotura del capuchón y tubo de Transferencia.

### 3.7 DESARMADO DE LA UNIDAD DEL COLLAR GUÍA Y DEL CILINDRO.



Figura 3.4. Desarmado del cilindro.

Remueva los tornillos de la capa de cabeza del encastre de seguridad en el lado de la unidad del collar guía, (ver anexo D).

**3.7.1. Precaución:** El cilindro esta reteniendo la carga debajo del resorte beta. El cilindro y el collar guía saltara muy bruscamente cuando se desenganche de la cruceta.

- Destornillar el cilindro lentamente y cuidadosamente para evitar daños a las roscas o flexionar las varillas beta.
- Use una barra cuadrada de medida apropiada, una pulgada (25.4 mm) de ancho para ajustar dentro de la ranura en la cima de el cilindro y sirve como una llave para lentamente destornillar el cilindro de la unidad del cruceta. Remueva el cilindro del cruceta.
- Remueva la unidad de collar guía del conjunto de varilla beta.
- Remueva el anillo del cilindro.
- Remueva los resortes retenedores beta.
- Remueva las varillas beta de la hélice.

### 3.8 DESARMADO DE LAS CONTRAPESAS Y ABRAZADERAS.



Figura 3.5. Desarmado de las contrapesas y abrazaderas.

- Use un estampador metálico de fondo redondo o un lápiz eléctrico y identificar el número de serie de las abrazaderas sobre cada correspondiente contrapesa.
- Remueva todas las tuercas y pernos exteriores de la abrazadera.
- Remueva todos los tornillos ajustados en el interior de la abrazadera y pasadores o alambres de seguridad.
- Remueva las abrazaderas de los brazos de la cruceta.
- Remueva y descarte los empaques de las abrazaderas.
- Remueva todos los pesos de balance y tornillos de fijación.
- Remueva todos los ajustes de lubricación (engrasadores) y sus tapas.
- Remueva los pernos de sujeción de la contrapesa.
- Desenganchar los barcos de unión de los tornillos de eslabón para remover el pasador de la chaveta de los tornillos del eslabón.
- Remueva cada pala de la cruceta.



Figura 3.6. Desmontaje de Palas.

### 3.9 DESMONTAJE DE LOS COJINETES, RULIMANES, Y SUS PARTES.



Figura 3.7. Desarmado del conjunto de rodamientos.

- Empezando con la pala número uno remueva el anillo de retención del cojinete de su ranura en dos áreas interiores de los cojinetes de retención de las palas.
- Remueva las dos mitades de los cojinetes interiores.
- Remueva el espaciador de bola y cojinetes de bolas.
- Remueva los anillos de las palas.
- Usar un mazo y un punzón suave para algunos lugares sobre el borde exterior del anillo guía para transmitir el anillo interior sobre el hombro del brazo de la cruceta.
- Remueva el alambre de retención del anillo que ha estado cubierto por el anillo guía. Descartar el alambre de retención si esta estirado.
- En la hendidura ubique una de las bolas del cojinete entre la guía del cojinete hendido exterior de la bolilla y el hombro interior del brazo de la cruceta
- Con un martillo de goma golpee suavemente la parte superior interna del anillo guía para desalojar la guía de la hendidura externa del anillo guía.

- Remueva las partes de la ranura mientras se separan del anillo de retención.
- Incline el anillo guía hacia el interior aproximadamente a 45 grados y remueva el anillo para resbalar esto al exterior sobre los hombros de la cruceta.



Figura 3.8. Limpieza de las abrazaderas, y conjunto de rodamientos.

La limpieza de las abrazaderas, y conjunto de rodamientos, se realizó el correspondiente lavado con ayuda de JP1 (combustible).

La limpieza de la cruceta se realizó con el Scotch Brite. En el anexo A se puede apreciar la figura de la cruceta.

### 3.10 HÉLICE HARTZELL HC-B3TN-3D TOTALMENTE DESARMADA



Figura 3.9. Hélice desarmada (exterior).



Figura 3.10. Partes de la hélice (interior)



Figura 3.11. Conjunto del resorte (interior)

El anexo L contiene todos los Componentes y partes del resorte de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.

### 3.11 PROCEDIMIENTOS DE REPARACIÓN Y PINTADO DE LA HÉLICE HARTZELL HC-B3TN-D.

A continuación se detalla cada paso que se realizó para la reparación de la Hélice Hartzell HC-B3TN-D.

#### 3.11.1 Removedor.



Figura 3.12. Aplicación del removedor.

Por seguridad se utiliza el equipo apropiado para realizar este trabajo, como:

- Gafas para evitar el salpiqueo de este material hacia los ojos;
- Mascarilla para evitar el mareo de cabeza por el contenido muy fuerte que tiene el removedor; y
- Guantes para evitar la picazón de las manos y de la piel.

Se aplicó el removedor en todas las superficies de las tres palas, el plato, y las tres abrazaderas con el fin de retirar toda la pintura en malas condiciones, esto se lo realizó en el patio en presencia de la luz solar, dejando transcurrir 10 minutos para que penetre el revelador en todas las superficies y luego empezar a remover la pintura con ayuda de una fibra.



Figura 3.13. Remoción de pintura.

### 3.11.2 Detergente y agua.

Se utilizó guantes y un estropajo para lavar el Conjunto de Palas, el plato, y las abrazaderas, dejando que se seque a la intemperie el tiempo que sea necesario.

Para la limpieza de la cruceta se utilizó el Scotch Brite el mismo que sirve para remover toda la grasa y suciedad que se encuentre en la superficie.

### 3.11.3 Tratamiento de anticorrosión.

Para este tratamiento se emplea ácido fosfórico que elimina toda la corrosión que se encuentre en las superficies de las palas, abrazaderas, y plato, procediendo luego a lijar con la lija Fan Delhi de Aluminio A080 y sacar toda la corrosión que se encuentre en las superficies de las partes aplicadas.

### **3.11.4 Aplicación de Ensayos no Destructivos NDI.**

#### ***Método líquidos penetrantes: No. De serie 1000-I-25135-C; P/N 996P***

Se aplicó el líquido a las superficies de las tres palas, tres abrazaderas, pistón, y cubo. Se espera un tiempo de treinta minutos para que penetre el tinte en las respectivas superficies mencionadas.

#### **Nota:**

Se realizó el tratamiento por líquidos penetrantes a la cruceta por motivo de que la hélice es para instrucción de los alumnos, sin embargo lo más recomendable es realizar la inspección por partículas magnéticas ya que la cruceta es de acero. El anexo M presenta el procedimiento recomendado por la Casa Hartzell

### **3.11.5. Papel absorbente.**

Se utilizó este papel para la limpieza de todas las superficies que hayan sido aplicadas con el tinte penetrante.

### **3.11.6. Revelador.**

Se aplicó el revelador No. de serie AFWAL, MLS 86-84, 1000-I-25135E, P/N AG-DH para realizar la inspección visual con ayuda de una lupa a fin de verificar si existe o no rajaduras, determinando la aceptación o rechazo de dichos componentes, después se lavaron con detergente y agua todos los conjuntos ya inspeccionados.

### **3.11.7. Tratamiento de pintado**

Baño de las palas con Alodyne 1201(coating chemical, N/P 1000-C-554, Clase 1 A, Forma III, Método B), este sirve para mejorar la adherencia de la pintura sobre la superficie que se aplique.

Previo el pintado correspondiente de las palas éstas se lavaron con detergente y agua.

Se aplicó una capa de fondo y acabado de Primer Poliuretano, a las palas, abrazadera, plato, y pistón, ésta es una pintura especial que tiene bastante adherencia y es muy aplicada en aviación.



Figura 3.14. Aplicación del fondo Primer Poliuretano.



Figura 3.15. Pintado de las palas, pistón, y plato.



Figura 3.16. Pintado final de las palas, pistón, plato, y abrazaderas.

### **3.12. Diagrama de habilitación de la hélice hartzell**

A continuación se explicara minuciosamente en el siguiente diagrama los procedimientos que se realizaron para la habilitación de los conjuntos y partes tanto internos como externos de la hélice, (Ver anexo S)

### **3.13 ARMADO DEL RESORTE**

Se preparó todos los conjuntos del resorte ya habilitados y se cambió los dos componentes dañados para realizar el armado, (ver anexo E).

#### **Ítem 1440**

Capuchón retenedor del Resorte, se realizó el cambio por el motivo de que estaba roto y facilito FAE Sección Hélices por que ya han cumplido el tiempo de servicio y sirve solo para instrucción.

#### **Ítem 1480**

Tubo de transferencia o espaciador del Resorte, se hizo el cambio por que estaba roto y facilito FAE Sección Hélices por que ya han cumplido el tiempo de servicio y sirve solo para instrucción. .

- a. Primero armado del tubo de transferencia y el capuchón,
- b. Se unió los resortes con el tubo de transferencia y capuchón,
- c. Se ubicó en la culata la seguridad posterior del resorte,
- d. Se ubicó en la prensa el resorte, el cual nos ayudara a comprimir a los dos resortes y ubicar el seguro hendido en la parte posterior o culata del resorte.

Para un mejor entendimiento a continuación se especificara de una manera más comprensible en los siguientes gráficos, los procedimientos que se realizaron en el armado del Resorte.

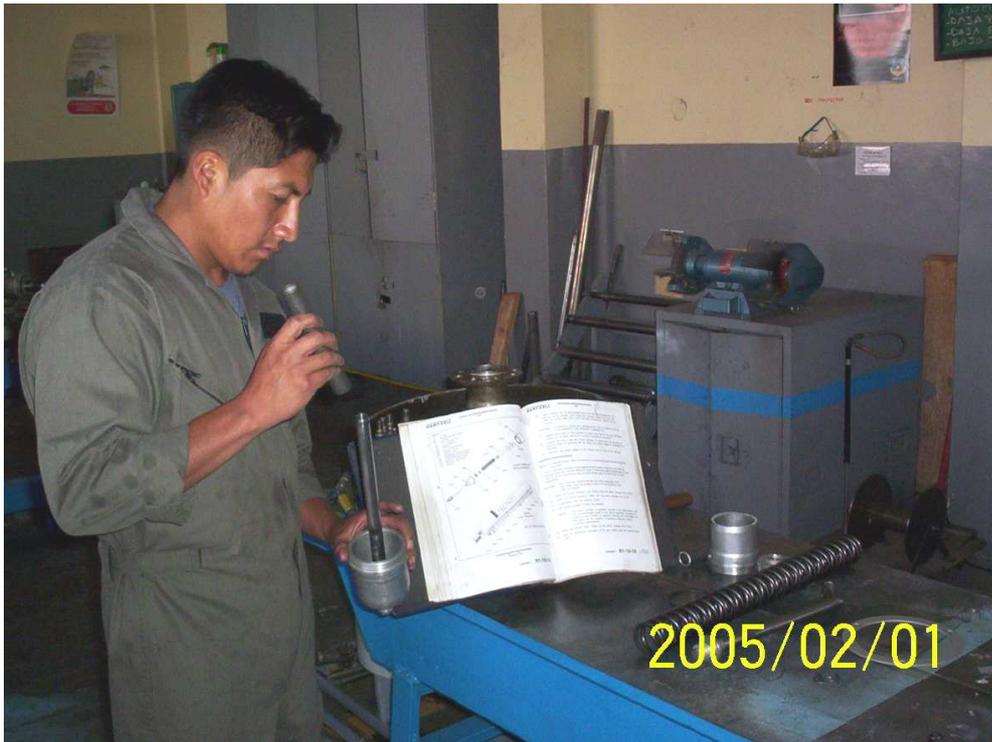


Figura 3.17. Armado del tubo de transferencia con el capuchón.



Figura 3.18. Armado de los dos resortes con el tubo de transferencia y capuchón.



Figura 3.19. Armado de la seguridad posterior del Resorte.



Figura 3.20. Resorte en la prensa para colocar el seguro hendido en la culata

### **3.14 ARMADO DE LA HÉLICE HARTZELL HC-B3TN-3D**

Al realizar el armado correspondiente de todos los conjuntos de la Hélice se realizo algunos cambios de los siguientes componentes:

#### **Ítem 60**

Buje plástico del pistón, se realizo el cambio por la mala condición del mismo.

#### **Ítem 150**

O-Ring (Empaque) de la varilla de cambio de paso, se realizó el cambio por fatiga de material. Por consiguiente este anillo esta habilitado para realizar cualquier práctica.

#### **Ítem 160**

O-Ring (Empaque) del pistón o cúpula, se realizó el cambio por que muestra desgaste del material.

#### **Ítem 170**

Sellador protector del fieltro del pistón o cúpula, se realizo el cambio por desgaste del mismo.

#### **Ítem 560**

O-Ring (Empaque) de la cruceta, se realizo el cambio por desgaste del material.

### Ítem 620

Anillo metálico de seguridad de la cruceta, se realizó el cambio por su mala condición.

### Ítem 760

Empaque de las abrazaderas, se realizó el cambio por desgaste de los mismos.

### Nota:

Varios componentes no fueron cambiados por que visualmente estaban en buenas condiciones para seguir operando, y estos solo requirieron de una limpieza y su respectiva lubricación para ser instalados nuevamente en la hélice.

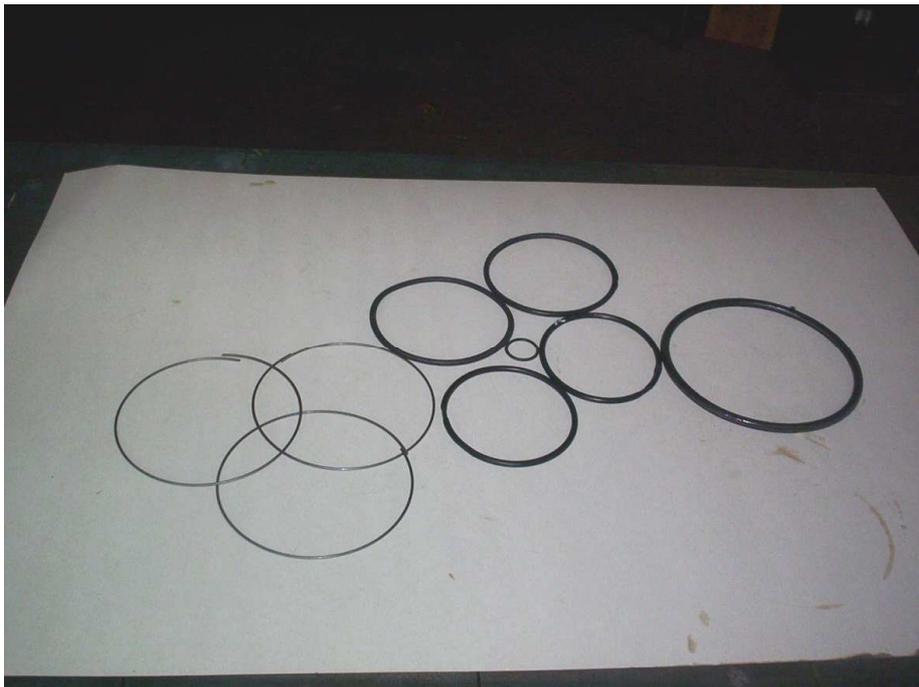


Figura 3.21. Componentes cambiados de los conjuntos de la hélice.

### **3.15 PROCEDIMIENTOS PARA EL ARMADO DE LA HÉLICE HARTZELL HC-B3TN-3D**

En la siguiente sección se da detalladamente los pasos que se realizaron para el armado de los conjuntos de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.

- En el banco de trabajo y medición de ángulos de las palas en estaciones se ubicó la cruceta y se cubrió con papel al cilindro o espejo para evitar rayaduras o que se ensucie.
- Se colocó los retenedores de las pistas en la cruceta para ubicar los seguros.
- Se limpió las pistas de las bolas y se engrasó para colocar en la cruceta junto a los retenedores de las pistas.
- Se colocó las canastillas a lado de las pistas de bolas en la cruceta.
- Se aplicó grasa, (ver anexo N), en las canastillas para empezar a colocar los 19 rulimanes sobre las canastillas.
- Junto a las canastillas se colocó las pistas posteriores de los rulimanes ya engrasados y se procedió a colocar los seguros posteriores.
- Se ubicó los empaques posteriores ítem 560 en la parte inferior de las pistas de bolas.
- Se engrasó la cruceta.
- Se engrasó las palas en el cojinete de la raíz.
- Se colocó las palas en la cruceta.
- Se procedió a cambiar el empaque ítem 150, y se reemplazó por otro utilizando vaselina,
- Se procedió a cambiar empaques ítem 160, 170, y se reemplazó por los nuevos utilizando vaselina,
- Se colocó la cúpula, (ver anexo F), por la parte superior de la cruceta con ayuda de un martillo de goma y se empezó a dar unos golpes para que la cúpula entre totalmente,
- Se colocó la tuerca de seguridad de paso bajo ítem 10, se utilizó la copa 5/8 para sostener la varilla de cambio de paso ítem 1410, mientras se

ajusta la tuerca de seguridad con la llave de corona 1 7/16, y se dió un torque de 200 lb., (ver anexo I).

- En los brazos se colocó los bujes para colocar junto a los tornillos de las abrazaderas y se procedió a poner los respectivos pasadores para asegurar los brazos a las abrazaderas, ( ver anexo K),
- Se cambió los empaques ítem 760 de las abrazaderas y se colocó en la superficie frontal de las abrazaderas el permatex, luego se esperó un tiempo de dos horas para que se seque y se ubicó los empaques nuevos sobre estas superficies,
- Se ubicó las abrazaderas sobre la raíz de las pala para sujetarle y ajustar a la cruceta,
- Se procedió a ajustar los pernos con tuerca de las abrazaderas con la llave 5/8 y la racha junto con la copa 7/16, y se da un torque de 180 lb. y los pernos con cabeza se los ajusta con la hexagonal 1/4 y damos un torque de 180lbs,
- El brazo de la abrazadera se coloca junto a la cúpula y se fija con un pasador para que la pala quede en la posición de bandera, y en la estación No.30 se procede con el transportador universal de medición de ángulos a realizar la medición de 87.5 grados para realizar el ajuste total de las abrazaderas,
- Se procedió a frenar los pernos con cabeza hexagonal de las abrazaderas, con el alambre No. 32, y con ayuda del entorchador, (ver anexo C), luego se fija con un pasador el brazo de la abrazadera a la cúpula para ajustar el perno y consecuentemente se frena el pasador con el perno con el alambre No. 32, y con ayuda del entorchador,
- Se retira la hélice del Banco de trabajo y medición de Ángulos de las Palas en estaciones, para colocar en la parte inferior el anillo y el plato,
- Se coloca el plato en la parte inferior de la cruceta y se empezó a colocar los doce pernos con arandela y tuercas, con la llave 7/16 de boca para sostener por la parte de arriba y con la llave de copa 7/16 para ajustar por la parte de abajo y después se da un torque de 90 lb.
- Se procedió a colocar en la parte inferior de las varillas de tope de paso bajo las contratuercas de seguro,

- Luego se colocó el collar en la parte inferior de las varillas de tope de paso bajo para ajustar con la llave de boca 7/16,
- Se verifica en el banco de trabajo y medición de Ángulos de las Palas en estaciones, con el Gramille que el collar guía tenga la misma altura en las tres varillas de tope de paso bajo,
- Después se colocó las contratueras de las varillas de tope de paso bajo por la parte inferior y ajustamos con la llave 9/16,
- En la parte superior de las varillas de tope de paso bajo se ajustó las tuercas de seguro con la llave 9/16, hasta dejar a una distancia de 2" 1/16,
- Por ultimo se coloca los engrasadores en la superficie de las abrazaderas y se ajusta con la llave de boca 5/16.

Estos han sido los pasos para el armado de los conjuntos de la hélice, como se puede apreciar en la figura 3.22 se encuentra a la hélice totalmente armada en el Banco de Trabajo y medición de ángulos de las Palas en estaciones de seis pulgadas cada una, y en este Banco se realiza la medición de todo tipo de hélice.



Figura 3.22. Hélice armada

**Nota:**

El anexo R, presenta una certificación de reparación mayor de la hélice, otorgado por el Comandante del Escuadrón de Mantenimiento No. 1121.

### 3.16 PRUEBAS DE OPERACIÓN

En este punto se detallan la operatividad de los ángulos de la pala que efectúa la hélice al actuar en el Banco de Prueba y son los siguientes:

Tabla 3.2. Operatividad de los ángulos de las pala de la hélice.

Paso Alto	27 grados
Paso fino de vuelo	17 grados
Bandera	87 grados
Reversa	-15 grados
Estación de Referencia	30



Figura 3.23. Comprobación de los Ángulos de las Palas

### **3.16.1. Funcionamiento y Comprobación en el Banco de Prueba Operacional para evaluar Ángulos de la Pala.**

- En este sistema se verifica y se comprueba el cambio de los ángulos de las palas ya mencionados en la tabla 4.1. y el chequeo de fugas de aceite que se encuentre.
- El banco de Prueba Operacional de ángulos de la pala utiliza el TURBO OIL - ACEITE 2380,
- Se ubicó la hélice en el banco de Prueba Operacional para comprobar los ángulos de las palas,
- Se procedió a retirar el anillo aflojando las tuercas,
- Se ubicó en el Tapón de la Cúpula la copa 5/8 para proceder a colocar el extractor y se procedió a ajustar,
- Se ajustó los pernos del Banco de Prueba Operacional con la llave 9/16,
- Después se retiró el extractor, y se cerró la llave de la bomba,
- Luego se procedió a dar bomba al Banco para que envíe presión el aceite a la hélice y comience a subir la cúpula o pistón de la posición de Bandera hasta llegar a la posición de Paso bajo, después a la posición de Reversa, y se aflojó un poco la llave de la bomba para bajar a la posición de Paso alto. Para un mejor entendimiento del alumno de la carrera de Mecánica Aeronáutica especialidad Motores véase en la tabla 3.2, y ver anexo P.

### 3.17 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Una vez realizada la habilitación de la hélice, se procedió a verificar el funcionamiento final de todos los componentes cambiados para la realización de los cambios de los ángulos de las palas y prácticas didácticas por parte de los alumnos de la Carrera de Mecánica Motores del ITSA, mediante las siguientes tablas.

#### 3.17.1. Tablas de verificación

Tabla 3.3. Verificación de los componentes de la hélice

Ítem	Componente	Mantenimiento		Estado
		Si	No	OK
10	Tuerca de seguridad	✓		✓
30	Anillo de la varilla de paso bajo	✓		✓
50	Unidad del pistón	✓		✓
70	Brazo de unión	✓		✓
80	Unidad pasador de articulación	✓		✓
90	Tornillos (AN501A10-6)	✓		✓
150	Empaque, O-ring	✓		✓
160	Empaque, O-ring	✓		✓
200	Cilindro	✓		✓
210	Tuerca de seguridad	✓		✓
220	Contratuerca hexagonal	✓		✓
250	Collar Guía	✓		✓
290	Resorte retornador beta	✓		✓
310	Varilla de seguridad de paso bajo	✓		✓
320	Varilla beta	✓		✓
360	Perno de cabeza hexagonal	✓		✓
380	Plato	✓		✓
410	Contratuerca hexagonal	✓		✓
420	Collar de paso bajo	✓		✓
530	Tubo piloto	✓		✓

560	Empaque, O-ring	✓		✓
570	Anillo metálico del cojinete	✓		✓
580	Cojinete hendido	✓		✓
590	Bola de acero diámetro 9/16"	✓		✓
600	Espaciador de bola	✓		✓
610	Anillo guía del cojinete	✓		✓
620	Anillo metálico de seguridad	✓		✓
700	Conjunto de abrazadera	✓		✓
740	Tornillo de unión	✓		✓
1400	Conjunto del resorte	✓		✓

Tabla 3.4. Verificación de los componentes del resorte

Ítem	Componente	Mantenimiento		Estado OK
		Si	No	
1400	Conjunto del resorte	✓		✓
1410	Varilla de cambio de paso	✓		✓
1440	Capuchón, retenedor del resorte	✓		✓
1460	Resorte	✓		✓
1470	Extensión, resorte	✓		✓
1480	Tubo espaciador o de transferencia	✓		✓
1490	Resorte	✓		✓
1500	Seguridad posterior	✓		✓
1510	Seguridad hendida o dividida en dos	✓		✓

Tabla 3.5. Verificación de los componentes de la hélice y pintura

Orden	Componente	Mantenimiento		Estado OK
		Si	No	
1	Pistón	✓		✓
2	Anillo	✓		✓
3	Tuercas de paso bajo	✓		✓
4	Varillas beta	✓		✓
5	Resortes retornadotes beta	✓		✓
6	Abrazaderas	✓		✓
7	Plato	✓		✓
8	Palas	✓		✓
9	Pintura	✓		✓
10	Señalización	✓		✓

Una vez realizado el mantenimiento de los conjuntos de la hélice se observo que se encuentran en excelentes condiciones de funcionamiento, y lista para realizar las prácticas y comprobaciones de los ángulos de las palas que sean necesarias por parte de los alumnos de la Carrera de Mecánica Aeronáutica Especialidad Motores.

## CAPÍTULO IV

### ELABORACIÓN DE MANUALES

#### ➤ Descripción General

Para la elaboración de manuales se determinaron los siguientes procedimientos de Inspección, Operación, Mantenimiento, y Hojas de Registro para el correcto manejo y conservación de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.

Los códigos de acuerdo a los procedimientos de ensayos según el manual de calidad de los laboratorios ITSA se indican en la siguiente tabla.

Tabla 4.1 Codificación de los procedimientos de ensayo de la hélice

<b>PROCEDIMIENTOS</b>	<b>CÓDIGO</b>
Habilitación de la Hélice	ITSA-HC-293-02
Inspección	ITSA-HC-293-P1
Operación	ITSA-HC-293-P2
Mantenimiento	ITSA-HC-293-P3
Hojas de Registro	ITSA-HC-293-R1

## 4.1 MANUAL DE INSPECCIÓN

 <b>ITSA</b>	<b>MANUAL DE INSPECCIÓN</b>		<b>Pág. : 1 de 1</b>
	<b>INSPECCIÓN DE LA HÉLICE HARTZELL HC-B3TN-3D DEL AVIÓN TWIN OTTER</b>		<b>Código:</b> ITSA-HC-293-P1
	<b>Elaborado por:</b> Edwin Suntaxi		<b>Revisión No:</b> 1
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Bassantes	<b>Fecha:</b> 2005-10-18	<b>Fecha:</b> 2005-10-18
<p><b>1. OBJETIVO:</b></p> <p>Documentar el procedimiento para la inspección visual de los componentes y de los ángulos de las palas de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.</p> <p><b>2. ALCANCE:</b></p> <p>Contempla a toda la hélice ubicada en el taller de Motores Jet del ITSA, para prácticas de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica Especialidad Motores.</p> <p><b>3. PROCEDIMIENTOS:</b></p> <p>El técnico realiza los siguientes tipos de inspección.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Chequeo visual general para que no existan fugas de aceite.</li><li>▪ Inspeccionar las palas para determinar si hay desportilladuras o rayaduras.</li></ul> <p>➤ <b>RUTINARIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Quite el cono de la hélice.</li></ul>			

	<b>MANUAL DE INSPECCIÓN</b>		<b>Pág. : 2 de 2</b>
	<b>INSPECCIÓN DE LA HÉLICE HARTZELL HC-B3TN-3D DEL AVIÓN TWIN OTTER</b>		<b>Código:</b> ITSA-HC-293-P1
	<b>Elaborado por:</b> Edwin Suntaxi		<b>Revisión No:</b> 1
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes	<b>Fecha:</b> 2005-10-18	<b>Fecha:</b> 2005-10-18

- ✓ Inspeccione las palas de la hélice.
- ✓ Inspeccione la cúpula de la hélice.
- ✓ Inspeccione la cruceta de la hélice.
- ✓ Revise los componentes de la cruceta.
- ✓ Asegúrese de que no haya fugas de aceite.

#### 4. PRESTACIÓN DE SERVICIOS

- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

5. FIRMA DE RESPONSABILIDAD \_\_\_\_\_

## 4.2 MANUAL DE OPERACIÓN

 <b>ITSA</b>	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>		<b>Pág. : 1 de 2</b>
	<b>OPERACIÓN DE LA HÉLICE HARTZELL HC-B3TN-3D DEL AVIÓN TWIN OTTER</b>		<b>Código:</b> ITSA-HC-293-P2
	<b>Elaborado por:</b> Edwin Suntaxi		<b>Revisión No:</b> 1
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Bassantes	<b>Fecha:</b> 2005-10-18	<b>Fecha:</b> 2005-10-18
<p><b>1. OBJETIVO:</b></p> <p>Documentar el procedimiento para la operación y comprobación de los ángulos de las palas de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.</p> <p><b>2. ALCANCE:</b></p> <p>Contempla a la hélice ubicada en el taller de Motores Jet del ITSA, para prácticas de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica Especialidad Motores.</p> <p><b>3. PROCEDIMIENTO:</b></p> <p>Los puntos que se verán a continuación se realizarán antes y después de realizar las prácticas en la hélice.</p> <p><b>3.1. NORMAS PARA SU FUNCIONAMIENTO:</b> verifique:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Que el Banco de Prueba Operacional de ángulos de la pala tenga suficiente TURBO OIL-ACEITE 2380.</li><li>• Ubique la hélice en el banco de Prueba Operacional para la comprobación de los ángulos de las palas y fugas de aceite en la hélice.</li><li>• Proceda a retirar el anillo aflojando las tuercas.</li></ul>			

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>		<b>Pág. : 2 de 2</b>
	<b>OPERACIÓN DE LA HÉLICE HARTZELL HC-B3TN-3D DEL AVIÓN TWIN OTTER</b>		<b>Código:</b> ITSA-HC-293-P2
	<b>Elaborado por:</b> Edwin Suntaxi		<b>Revisión No:</b> 1
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes	<b>Fecha:</b> 2005-10-18	<b>Fecha:</b> 2005-10-18

- Ubique en el Tapón de la Cúpula la copa 5/8 para proceder a colocar el extractor y ajustar.
- Ajuste los pernos con ayuda la llave 9/16 del Banco de Prueba Operacional.
- Retire el extractor y Ajuste la llave de la bomba, y
- Empiece a bombear para que la presión de aceite suba a la hélice y observar que no exista fugas de aceite,
- Para cambiar de ángulos a las palas se debe aflojar la llave de la bomba lentamente e ir comprobando los ángulos de las palas con el Transportador Universal de comprobación de ángulos.
- Al momento que la presión de aceite suba hacia la hélice comenzara a subir la cúpula o pistón de la posición en Bandera hasta llegar a la posición de Paso bajo, después a la Posición de Reversa, y afloje un poco la llave de la bomba para bajar a la posición de Paso alto.

### 3.2. PRECAUCIONES

- Nunca se apoye sobre las palas de la hélice por que cambiaria sus ángulos y no serian exactos al momento que sean medidos por el transportador universal de ángulos.
- Nunca hale a la hélice del Banco de Prueba Operacional cuando este asegurado, y tampoco empuje el coche transportador de ella.

### 4. PRESTACIÓN DE SERVICIOS

- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

### 5. FIRMA DE RESPONSABILIDAD \_\_\_\_\_

### 4.3 MANUAL DE MANTENIMIENTO.

 <b>ITSA</b>	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>		<b>Pág. : 1 de 2</b>
	<b>MANTENIMIENTO DE LA HÉLICE HARTZELL HC-B3TN-3D DEL AVIÓN TWIN OTTER</b>		<b>Código:</b> ITSA-HC-293-P3
	<b>Elaborado por:</b> Edwin Suntaxi		<b>Revisión No:</b> 1
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Bassantes	<b>Fecha:</b> 2005-10-18	<b>Fecha:</b> 2005-10-18

#### 1. OBJETIVO:

Documentar el procedimiento para el mantenimiento de los conjuntos de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.

#### 2. ALCANCE:

Contempla a la hélice ubicada en el taller de Motores Jet del ITSA, para prácticas de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica Especialidad Motores.

#### 3. DEFINICIONES:

3.1. Limpieza general del área de trabajo.

#### 4. PROCEDIMIENTO:

El técnico instructor realizó los siguientes tipos de mantenimiento:

- Antes y después de cada operación.

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>		<b>Pág. : 2 de 2</b>
	<b>MANTENIMIENTO DE LA HÉLICE HARTZELL HC-B3TN-3D DEL AVIÓN TWIN OTTER</b>		<b>Código:</b> ITSA-HC-293-P3
	<b>Elaborado por:</b> Edwin Suntaxi		<b>Revisión No:</b> 1
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes	<b>Fecha:</b> 2005-10-18	<b>Fecha:</b> 2005-10-18

- Revise que la hélice este libre de manchas y otros materiales nocivos.
- Realice una limpieza con frecuencia.
- Revise los conjuntos y componentes.
- Chequee que no existan fugas de aceite.
- Lubrique las palas a través de los graseros que están sobre las abrazaderas.  
A la pala se le lubrica cada 100 horas o 150 horas.

**Nota:**

El tipo de grasa para engrasar los graseros es el AERO SHELL  
P/N 1000-G-3545-C.

Si existen picaduras accidentales por la mala utilización de herramientas en el borde de ataque o de salida rebane con la escorfina de aluminio.

**5. PRESTACIÓN DE SERVICIOS**

- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

**5. FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

#### 4.4 HOJAS DE REGISTRO

Para la habilitación de la hélice Hartzell HC-B3TN-3D se han elaborado cuatro registros, (ver anexo H), correspondientes a:

Tabla 4.2. Codificación de las hojas de registro

<b>HOJAS DE REGISTRO</b>	<b>CÓDIGO</b>
Prácticas didácticas	ITSA-HC-293-R1-1
Partes y repuestos	ITSA-HC-293-R1-2
Mantenimiento	ITSA-HC-293-R1-3
Libro de vida – Daños	ITSA-HC-293-R1-4

	<b>REGISTRO</b>	Código: ITSA-HC-293-R1
	<b>PRÁCTICAS DIDÁCTICAS</b>	Registro No.: 1

Solicitado por: .....  
 Fecha de inicio: ...../...../.....  
 Fecha de finalización: ...../...../.....  
 Total de horas de inspección: .....  
 Descripción de la práctica: .....

Hoja: ..... de .....  
 Equipo Utilizado: .....  
 Práctica: Normal  Anormal

No	TEMA	OBSERVACIONES

-----  
**Responsable**



**REGISTRO**

Código: ITSA-HC-293-R1

**PARTES Y REPUESTOS**

Registro No.: 2

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

No	NOMBRE	NÚMERO DE PARTE	CANTIDAD	OBSERVACIONES

-----  
**Responsable**

 <p><b>ITSA</b> <b>MECÁNICA</b></p>	<b>REGISTRO</b>	Código: ITSA-HC-293-R1
	<b>MANTENIMIENTO</b>	Registro No.: 3

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

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

-----  
**Responsable**

	<b>REGISTRO</b>	Código: ITSA-HC-293-R1
	<b>LIBRO DE VIDA - DAÑOS</b>	Registro No.: 4

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

No	FECHA	DAÑO PRODUCIDO	CAUSA DEL DAÑO	ACCIÓN CORRECTIVA	OBSERVACIONES
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				
	/ /				

-----  
Responsable

## **CAPÍTULO V**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

En este estudio se detalla el costo total de la habilitación de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D y de todo lo que se utilizó en el proyecto.

#### **5.1 PRESUPUESTO**

Antes de la elaboración de este proyecto se realizó una investigación minuciosa en cotizaciones y proformas, y se llegó a la conclusión de que la habilitación de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D tendría un costo aproximado de 800 dólares.

#### **5.2 ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO**

En la habilitación de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D se tomó muy en cuenta cuatro factores económicos que son los siguientes:

- Materiales
- Máquinas herramientas
- Mano de obra
- Otros

##### **5.2.1. Materiales**

Este rubro económico contiene toda la materia prima necesaria y utilizada para la habilitación de la Hélice Hartzell HC-B3TN-3D.

Tabla 5.1. Lista de materiales para la habilitación de la hélice

<b>ARTÍCULO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR USD</b>
Pintura poliuretano negro	¼ de galón	45
Pintura primer poliuretano	¼ de galón	35
Pintura blanca poliuretano	¼ de galón	45
Tiñer poliuretano	1 galón	20
Removedor	½ de galón	10
Tintes penetrantes	1 kit	150
Ácido fosforito	1 litro	10
Lijas de aluminio No. 100	3 pliegos	4.50
Alodyne	1 litro	8
Brochas 2"	3	2.50
Guantes de caucho	2 pares	4
Protector de ojos	1	1
Mascarillas desechables	2	1
Grasa Aeroshell	3 libras	3
Liencillo (tela especial)	2 metros	1
Franela	4 metros	1
Scotch Brite industrial	2 unidades	1
Lana de acero No. 4	2	1
Detergente en polvo 500 gr.	2	1
Masking tape 2" y 1"	1	1.50
Empaques, O-ring de la pala	3	4.50
O-ring de la cúpula o pistón	1	1
Empaque de las abrazaderas	6	6
Capuchón retenedor del resorte	1	100
Tubo de transferencia	1	50
Guaípe	1	3
Fibra	2	5
	<b>TOTAL</b>	<b>515</b>

### 5.2.2. Máquinas herramientas

En la habitación de la hélice se utilizaron maquinas y herramientas del taller de la Sección Hélices del Twin Otter FAE Ala de transportes No.11, en el cual se realizaron los trabajos de medición de los ángulos de las palas, chequeo de fugas de aceite y comprobación de los ángulos de las palas, armado del resorte, armado y desarmado de los conjuntos de la hélice, y pintura.

Tabla 5.2. Costos de utilización de las máquinas

<b>MÁQUINAS HERRAMIENTAS</b>		<b>VALOR USD</b>
Banco de trabajo y medición de los ángulos de las palas		25
Banco de Prueba para evaluar ángulos de las palas		25
Prensa para el armado de la hélice		20
<b>TOTAL</b>		<b>70</b>

### 5.2.3. Mano de obra

La mano de obra comprende a todo lo que se ha realizado manualmente como es el armado del resorte y armado de la hélice bajo la supervisión del inspector del taller de trabajo.

Tabla 5.3. Costo de mano de obra

<b>DETALLE</b>		<b>VALOR USD</b>
Montaje		60
Pintura		15
<b>TOTAL</b>		<b>75</b>

#### 5.2.4. Otros

Comprende todo lo referente a imprevistos que no se abarcaron totalmente en las tablas anteriores, las mismas que también ayudaron para la realización de este proyecto a continuación se especificara detalladamente en la siguiente tabla.

Tabla 5.4. Otros gastos

<b>DETALLE</b>		<b>VALOR USD</b>
Documentación requerida		15
Internet		15
Transporte		80
Otros		30
<b>TOTAL</b>		<b>140</b>

Considerando todos los aspectos económicos presentados anteriormente en las tablas, la suma total del costo de la habilitación de la hélice es la siguiente:

Tabla 5.5. Costo total de la habilitación de la hélice

<b>DETALLE</b>		<b>VALOR USD</b>
Materiales		515
Máquinas herramientas		70
Mano de obra		75
Otros		140
<b>TOTAL</b>		<b>800</b>

## **CAPÍTULO VI**

### **OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Este capítulo es desarrollado considerando los objetivos propuestos en el inicio de este proyecto que se ha cumplido satisfactoriamente en su totalidad, a continuación se manifestara en las siguientes observaciones, conclusiones y recomendaciones.

#### **6.1 OBSERVACIONES**

- a) La Hélice Hartzell HC-B3TN-3D esta habilitada.
- b) La mayor parte de información de la hélice fue encontrada en los talleres de la Sección Hélices FAE Ala de transportes No. 11 y en el Internet.
- c) Todos los conjuntos, componentes y partes de la hélice fueron sometidos a una inspección visual acompañada de un estudio técnico para detectar el estado de funcionamiento del equipo.
- d) La hélice no presentaba ningún tipo de rayadura sobre la superficie, a excepción de unas pocas áreas despintadas por el tiempo y mala conservación.
- e) Los componentes y partes a excepción del tubo de transferencia y capuchón retenedor del resorte de la hélice, presentaron un buen estado de funcionamiento de tal forma que no fue necesario reemplazarlos y pueden seguir siendo utilizados para instrucción.
- f) Las pruebas de funcionamiento de cambio de ángulos de las palas de la hélice se realizo la comprobación de cada uno de ellos con el personal de la sección hélices FAE Ala de transportes No. 11, por el conocimiento y el equipo necesario.

## 6.2 CONCLUSIONES

- a) La Hélice Hartzell HC-B3TN-3D, en base a las pruebas del funcionamiento en relación al cambio de ángulos de las palas, se concluye que la habilitación ha sido satisfactoria y se halla operativa para la realización de prácticas por parte de los docentes y estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.
- b) El análisis teórico del funcionamiento y partes constitutivas de la hélice hartzell, facilito el desarrollo de su reparación.
- c) La inspección realizada a la hélice y su estudio detallado permitió establecer su condición real, llegando a determinar que requería una reparación media.
- d) El desarrollo de procedimientos secuenciales permitieron realizar la reparación de la hélice.

### 6.3 RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda que el personal asignado para desarrollar prácticas académicas con los estudiantes, conozca el funcionamiento y mantenimiento de la hélice, y revise los manuales correspondientes.
  
- b) Se debe tener cuidado en la transportación de la hélice al momento de trasladarle del coche transportador al banco de prueba operacional, en razón a que la hélice es pesada y si cayera puede golpear a las personas e incluso deteriorarse el conjunto.
  
- c) Se debe tener muy en cuenta las normas de precaución y seguridad antes de que se proceda a realizar cualquier práctica didáctica por parte de los alumnos de la Carrera de Mecánica Aeronáutica Especialidad Motores del Instituto.

## BIBLIOGRFÍA Y LISTADO DE REFERENCIAS

### **Bibliografía:**

Casa Hartzell. Manual de Overhaul de la hélice.

Casa Hartzell. Manual de Catalogo de partes de la hélice.

Casa Hartzell. Manual de Mantenimiento de la hélice.

Casa Hartzell. Manual de Practicas Estándar. Manual No. 202 A.

Casa Hartzell. Manual de Overhaul de las palas de aluminio. Manual No. 133 C.

Casa Hartzell. Manual Boletines de Servicio.

Casa Hartzell. Manual Cartas de Servicio.

Casa Hartzell. Manual Instrucciones de Servicio.

Casa Hartzell. Manual Consejos de Servicio.

### **Lista de Referencia:**

[www.Hartzell.Propeller.com](http://www.Hartzell.Propeller.com)

[www.jmceldowney@hartzellprop.com](mailto:www.jmceldowney@hartzellprop.com)

## HOJA DE DATOS PERSONALES

**NOMBRES Y APELLIDOS:** Edwin Rolando Suintaxi Suquillo.

**ESTADO CIVIL:** Soltero.

**NACIONALIDAD:** Ecuatoriana.

**CÉDULA DE IDENTIDAD:** 171518952-6.

**FECHA DE NACIMIENTO:** Sangolquí, 27 de Agosto de 1979.

**EDAD:** 26 Años.

**DOMICILIO:** Sangolquí – Barrio Fajardo.

**ESTUDIOS PRIMARIOS:** Escuela Carlos Larco Hidalgo.

**ESTUDIOS SCUNDARIOS:** Colegio Técnico Aeronáutico  
Coronel Maya.

**ESTUDIOS SUPERIORES:** Instituto Tecnológico  
Superior Aeronáutico.

## **HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**ELABORADO POR:**

-----  
**A/C. Edwin Rolando Sntaxi Suquillo**

**DIRECTOR DE CARRERAS**

-----  
**TNTE. TEC. AVC. Darwin Becerra**

**Latacunga, 31 de Octubre del 2005.**