



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**UNIDAD PROFESIONAL TICOMAN**

**DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA EL CONTROL DEL  
MANTENIMIENTO DE UN HELICÓPTERO BELL 206- B3**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN AERONÁUTICA**

**P R E S E N T A N:**

**AZÚA CORONA MAURICIO  
BARON CAMARGO A. RICARDO  
CONTRERAS ESTRADA IRVING**

**ASESORES:**

**ING. RUBÈN OBREGÒN SUÀREZ**

**M. EN C. LUIS GUSTAVO GARCÌA ROJAS REYNOSO**



**MÉXICO D.F.**

**OCTUBRE DEL 2010**

## Índice

### Capítulo 1

1.1 Objetivo general.....	4
1.2 Objetivos específicos.....	4
1.3 Justificación.....	4
1.4 Alcance.....	5
1.5 Situación de la Problemática.....	5
1.6 Planteamiento del problema.....	6

### Capítulo 2

2.1 Mantenimiento.....	7
2.2 Mantenimiento preventivo.....	7
2.3 Software utilizado en la industria aeronáutica para controlar el mantenimiento.....	8
2.4 Helicóptero Bell 206-B3.....	9

### Capítulo 3

3.1 Partes limitadas por tiempo de vida y tiempo entre overhaul que se utilizarán en el software.....	14
3.2 Inspecciones programadas por el manual.....	18
3.3 Visual Basic.....	19

3.4 Diagrama de flujo.....	20
3.5 Estructura del software.....	30
3.6 Limitantes del programa.....	51
3.7 Auxiliares para el uso.....	53
Conclusiones.....	54
Anexo.....	55
Bibliografía.....	65

# **Capítulo 1**

## **1.1 Objetivo General**

Diseñar un software que permita administrar el mantenimiento preventivo a helicópteros Bell 206-B3.

## **1.2 Objetivos específicos.**

- Diseñar un programa de diseño mexicano con el fin de reducir el costo de adquisición de software para la administración del mantenimiento.
- Aplicar el software diseñado al mantenimiento preventivo de cada uno de los helicópteros registrados en el programa, reduciendo el tiempo de búsqueda y evitando los retrasos.
- Evaluar la aceptación y desempeño del producto con la ayuda de profesores con experiencia en el control de mantenimiento para proponer mejoras.

## **1.3 Justificación.**

Se necesita un software amigable que adaptado a un helicóptero en específico agilice su mantenimiento, reduzca el tiempo fuera de servicio y sea fácil de usar.

#### **1.4 Alcance.**

Con el programa se podrá realizar el control de componentes, control de servicios e inspecciones, control de overhaul, control de directivas de aeronavegabilidad y control de boletines de servicio.

#### **1.5 Situación de la problemática.**

El desarrollo de este software de mantenimiento está pensado para los sectores privados y de gobierno que cuentan con helicópteros. En la actualidad estas empresas tienen que hacer uso de programas de cómputo que les permitan llevar un control del mantenimiento. Estos programas en su mayoría son diseñados en el extranjero, tienen un costo excesivo y muchas veces ésta clase de software no se adapta a los requerimientos de los helicópteros en existencia, por lo que no se utilizan eficientemente. Esto puede llevarnos a poner en riesgo vidas humanas.

Recordemos que el límite de vida o de servicio de cualquier elemento está definido como:

- El número de periodos de tiempo que un elemento puede prestar sus servicio.

El mantenimiento de una aeronave es esencial para preservar ó rehabilitar un componente, o un sistema en sus condiciones de aeronavegabilidad adecuadas. Por este motivo se necesita tener una herramienta auxiliar que reduzca los tiempos de búsqueda de las actividades de mantenimiento que se van a realizar.

El programa permitirá anticiparnos al mantenimiento ya programado en la estructura. El equipo elegido es el helicóptero Bell 206-B3 debido al número de piezas utilizadas y porque por el momento es el más utilizado en la industria aeronáutica mexicana, además el software estará enfocado al equipo mencionado anteriormente para seguir su aceptación y desempeño en el mercado, parámetros que tomaremos en cuenta para su mejora y ampliación del manejo de mas tipos de helicópteros.

#### **1.6 Planteamiento del problema.**

Un software ayuda a llevar el control de cada uno de los helicópteros que se cuenta en una flota, reduciendo las pérdidas económicas por retrasos y economizando su adquisición por ser un diseño mexicano.

## **Capítulo 2**

### **2.1 Mantenimiento.**

El mantenimiento es el servicio y/o reparación de un helicóptero, un sistema o un componente para conservarlo en sus condiciones de aeronavegabilidad, en óptimas condiciones de confiabilidad y que sea seguro de operar.

La función del mantenimiento ha sido históricamente considerada como un costo necesario en los negocios; sin embargo, con el paso del tiempo, nuevas tecnologías y prácticas innovadoras están colocando a la función del mantenimiento como una parte integral de la productividad total en muchos negocios. Las sólidas técnicas modernas de mantenimiento y su sentido práctico tienen el potencial para incrementar en forma significativa las ventajas en el mercado laboral.

Una de las tareas más críticas de mantenimiento es sin duda el mantenimiento preventivo. La optimización de esa tarea ha demostrado ser una fuente de grandes ahorros y aumento importante de la disponibilidad y confiabilidad del equipo.

### **2.2 Mantenimiento preventivo.**

El mantenimiento preventivo es una técnica donde se realizan pequeñas acciones de mantenimiento para prevenir el mantenimiento correctivo, de tal forma que dicho

componente se repare justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza.

La forma de organizar el mantenimiento preventivo supone la medición de diversos parámetros que muestren una relación predecible con el ciclo de vida del componente.

### **2.3 Software utilizado en la industria aeronáutica para controlar el mantenimiento.**

Alkym® es una solución ya existente de informática diseñada especialmente para mejorar el rendimiento de las operaciones de mantenimiento de aeronaves.

Para incrementar la eficiencia operacional, para mejorar el rendimiento, para maximizar la productividad. Esta herramienta administra de manera eficiente el flujo de información de los procesos entre las distintas áreas y funciones de mantenimiento, de manera totalmente integrada, permitiendo capturar y procesar datos relevantes de las actividades y operaciones realizadas, poniéndolas a disposición de todos los usuarios a través de herramientas de gestiones simples y fáciles de usar.

La Norma Oficial Mexicana NOM-039-SCT3-2001 dice que se debe cumplir con un control de cumplimiento de directivas de aeronavegabilidad y boletines de servicio, con los siguientes datos: Marca, modelo, número de serie, No. Directiva/Boletín, No. Enmienda, Descripción, Fecha de efectividad, Periodicidad (recurrente o única), Tipo de intervalo, Intervalo, Historial de aplicación, y Remanente.

## 2.4 Helicóptero Bell 206.

La Procuraduría General de la República ocupa este modelo de helicóptero para traslado de personal y ambulancia, la Fuerza Aérea de México de igual forma utiliza este modelo para el combate contra el narcotráfico y la Secretaría de Seguridad Pública para el patrullaje y así como en el Estado de Aguascalientes. Cuentan dentro de su flota con equipos Bell 206. En las fotografías siguientes podemos observar el modelo Bell 206 utilizado en las distintas áreas mencionadas antes. En la tabla 1 se encuentran los datos técnicos que caracterizan esta aeronave y en el diagrama 1 podemos observar los planos de la misma. Mencionados aquí para conocer un poco más acerca de la aeronave para la cual se va diseñar el programa ya que son de las más empleadas en varios sectores.



Fig. 1.- Helicóptero Bell206.

Ref. [www.bell.com](http://www.bell.com)

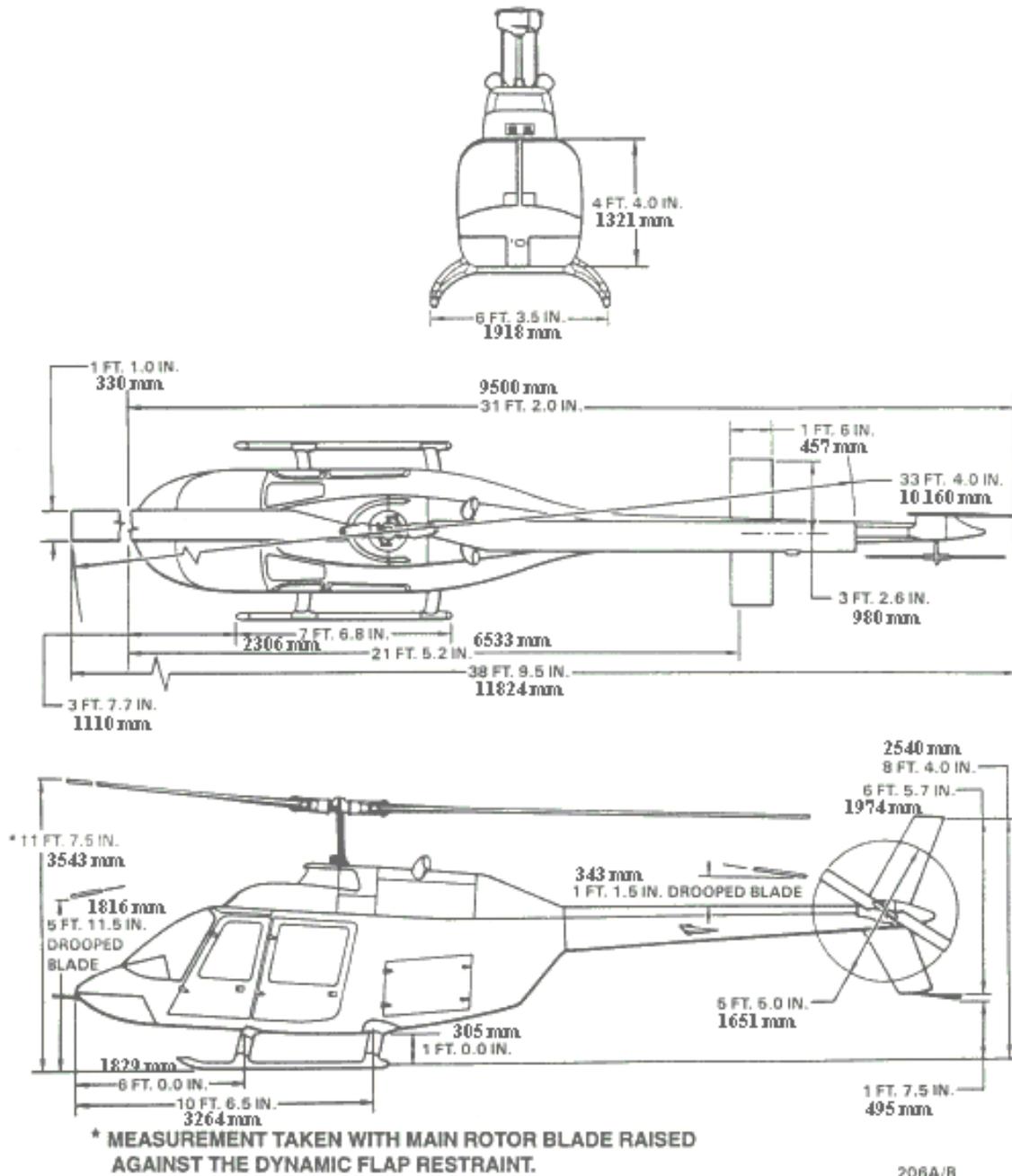
## Ficha técnica del helicóptero

Primer Vuelo	1966
Motor	Allison 250 C-18 y C-20
Potencia	317 SHP T.Off 270 SHP Cont.
Peso Vacío	1425 Lb
Estacionario	3500 Ft
Velocidad de crucero	110 Kts
Techo de Servicio	15500 Ft
Alcance	(Estándar) 315 NM
Fuselaje	Largo 9,51 m
Diámetro del Rotor Principal	10.16 m
Distancia entre Rotores Girando	11.82 m
Diámetro del Rotor de Cola	1.65 m
Alto Total	3.54 m

Fig. 2.- Ficha técnica Helicóptero Bell 206

Ref. [www.vuelodebautismo.com](http://www.vuelodebautismo.com)

Vistas del helicóptero Bell 206.



206A/B

Fig. 3.- Vistas del helicóptero

Ref. [www.vuelodebautismo.com](http://www.vuelodebautismo.com)

En las siguientes fotografías podemos observar algunas de las aplicaciones antes mencionadas del helicóptero Bell 206. Por ejemplo, el Gobierno del Estado de Aguascalientes.



*Fig. 4.- Bell206 Usado por el Gobierno del Estado de Aguascalientes*

*Ref. [www.fsmex.com](http://www.fsmex.com)*



*Fig. 4.- Helicóptero Bell 206 utilizado para fines militares.*

*Ref. [www.collectair.com](http://www.collectair.com)*



*Fig. 5.- Helicóptero Bell 206 utilizado para patrullaje policiaco.*

*Ref. [www.fsmex.com](http://www.fsmex.com)*



*Fig. 6.- Helicópteros Bell 206 utilizados para patrullaje policiaco.*

*Ref. [www.fsmex.com](http://www.fsmex.com)*

## Capítulo 3

### **3.1 Partes limitadas por tiempo de vida y tiempo entre overhaul que se utilizarán en el software.**

Recordemos que el límite de vida o de servicio de cualquier elemento está definido por los siguientes parámetros

Tiempo de servicio: Es el tiempo cuando el helicóptero deja el suelo hasta tocarlo nuevamente.

Tiempo calendario: Comienza el día que la inspección se complete, cuando el componente se instalo, o el rotor se encuentra girando por primera vez.

Escribiremos un listado de algunas de las piezas limitadas por tiempo de vida o en su caso el tiempo entre overhaul como se muestra en el manual.

#### Partes limitadas por tiempo de vida:

##### Main Rotor Hub and Blades:

- Yoke 10 años
- Main Rotor Grip 4800 h
- Trunnion 2400 h
- Retention Pin Strap 100 h
- Retention Strap Fitting 100 h

- Blade 5000 h

#### Swash plate and Support:

- Upper Collective Tube 4800 h
- Lower Collective Tube 4800 h
- Lower Cyclic Tube 15 000 h
- Servo Actuator support 5000 h
- Collective Idler Link 4800 h
- Swash plate Support Assembly 4800 h
- Collective Lever 4800 h

#### Power Train:

- Mast 1200 h
- Spider 500 h
- Clutch Free Wheel 3000 h
- Impeller, Oil Cooler Fan 1200 h

Tail Rotor Hub and Blades:

- Tail Rotor Trunnion 2400 h
- Tail Rotor Yoke 5000 h
- Tail Rotor Blade 2400 h

Partes limitadas por tiempo entre overhaul.

Main Rotor Hub:

- Hub Assembly 1200h

Main Rotor Controls:

- Swashplate and Support 4800h

Power Train:

- Mast Assembly 3000h
- Transmission (No elec. chip detector) 1200h
- Transmission (With elec. chip detector) 2400h

Tail Rotor System:

- Tail Rotor Hub 2400h
- Tail Rotor Gearbox 6000h

Hydraulic System:

- Hydraulic Pump and Reservoir 3600
- Hydraulic Servo Actuator 1200

### **3.2 Servicios programados por el manual.**

El manual menciona los siguientes conceptos para el control de los servicios:

Inspección: Procedimiento que incluye el chequeo, análisis y exanimación de algún componente o sistema.

Inspección Programada: (Scheduled Inspection): Un procedimiento que debe ocurrir en las horas de operación especificados o los intervalos de calendario especificados. Esto por consiguiente asegura que el helicóptero es aeronavegable.

Carta de lubricación: Procedimiento que debe ocurrir en las horas de operación especificadas, o intervalos de tiempo a fin de mantener la integridad de los sistemas que necesitan lubricación.

La hoja determina los siguientes periodos de inspección:

- 100 Horas y anual
- 300 Horas
- 1200 Horas
- Semanal
- 6 meses
- 12 meses

- 24 meses
- 300 horas o 6 meses de componente operativo
- 300 horas o 12 meses de componente operativo
  - 600 horas de componente operativo
- 600 horas o 12 meses de componente operativo
- 1200 horas de componente operativo
- 1200 horas o 24 meses de componente operativo
- 1500 horas de componente operativo
  - 3000 horas de componente operativo
  - 12 meses de componente operativo

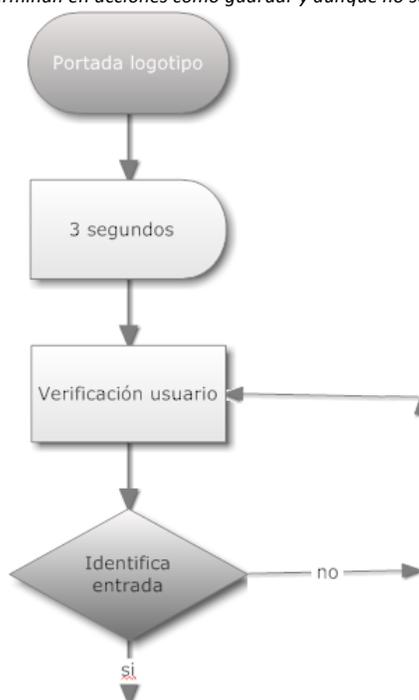
### **3.3 Visual Basic 6.0.**

Es una herramienta de programación orientada a objetos que trabaja bajo un ambiente visual, ofrece el control de datos bajo ligas dinámicas con otras aplicaciones, control de gráficos, control de registros, variables con grabado en disco y variables con uso de memoria temporal. Ofrece también el uso de controles visuales, reportes de datos, temporizadores y herramientas prácticas en el manejo de bases de datos y programación. Esta herramienta creará aplicaciones independientes que no necesitarán más que un sistema operativo mayor a Windows 95.

### 3.4 Diagrama de flujo del sistema.

El diagrama de flujo determina las tareas o etapas que forman un proceso. A continuación se muestra un diagrama de flujo que muestra las etapas del software.

*Notas: A menos de que se indique lo contrario, el diagrama sigue la secuencia de las figuras a partir de la figura 7. Los procesos descritos terminan en acciones como guardar y aunque no se mencione, regresarán a la figura 7.*



*Fig. 7.- Diagrama de flujo para "Portada y validación de usuarios".*

El software iniciará desplegando una portada con el logotipo. Aplica la función 'retraso' con argumento de '3' en unidades 's'. Continúa con la verificación de usuarios:

Texto de validación = admin = texto1.text

Texto dinámico de validación = 12345678 = label1.dtext

En caso de que no se cumpla la condición de verificación, el software regresará a la pantalla de usuario para un nuevo intento de introducción de datos.

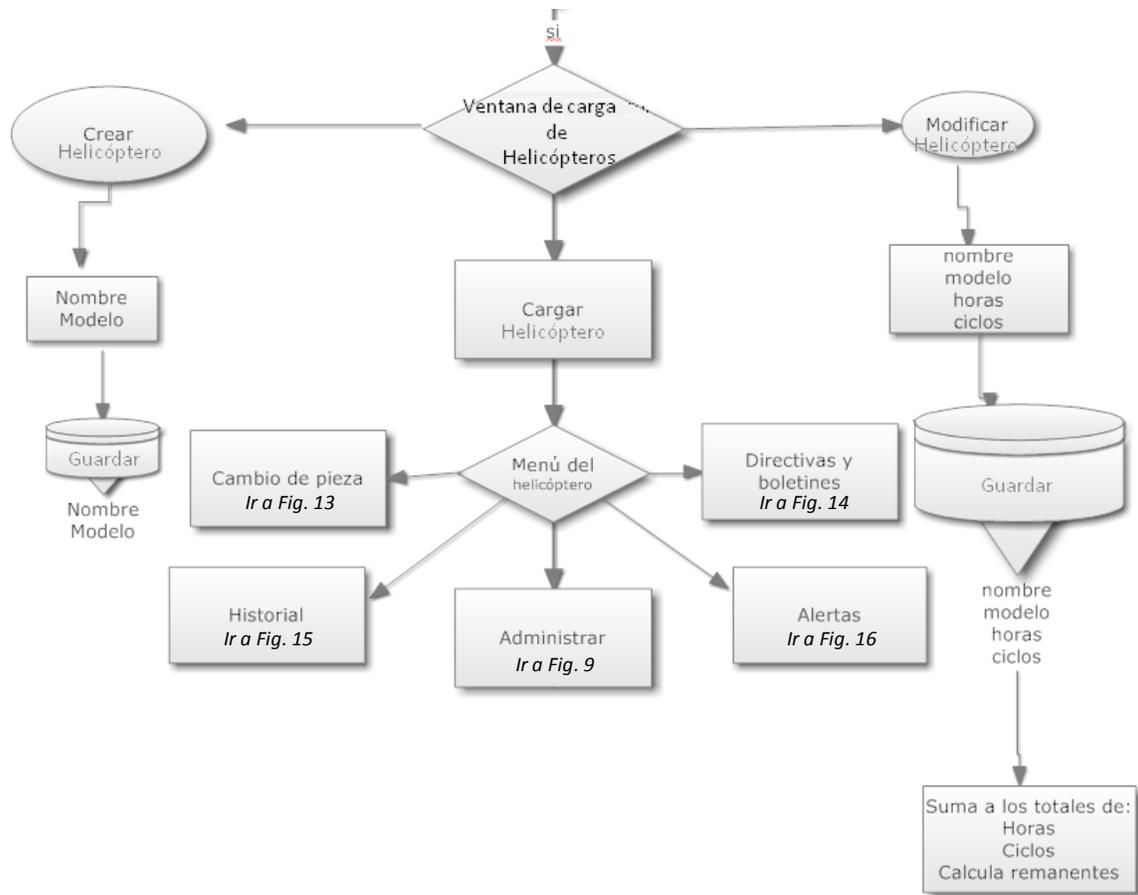


Fig. 8.- Diagrama de flujo para "Ventana de carga de helicópteros".

El software desplegará las opciones de: "Crear", "Cargar", y "Modificar" helicóptero.

La función "Crear" abrirá espacio en memoria para un nuevo helicóptero, requiriendo los datos de nombre, modelo. El código responsable es:

*newrecordset(1)=new;*

La función "Modificar" cargará en la memoria volátil el helicóptero seleccionado, para modificar sus datos así como aumentar horas voladas y ciclos realizados. El código responsable es:

*Refresh1HDO.1 = t1helicopter.tbl.text;*

*horas.refresh.int;*

*ciclos.refresh.int*

La función de “Cargar” desplegará las acciones disponibles para manejar el mantenimiento del helicóptero seleccionado con “Venta de menú del helicóptero”:

“Administrar”

“Cambio de pieza”

“Directivas y Boletines”

“Historial”

“Alertas”

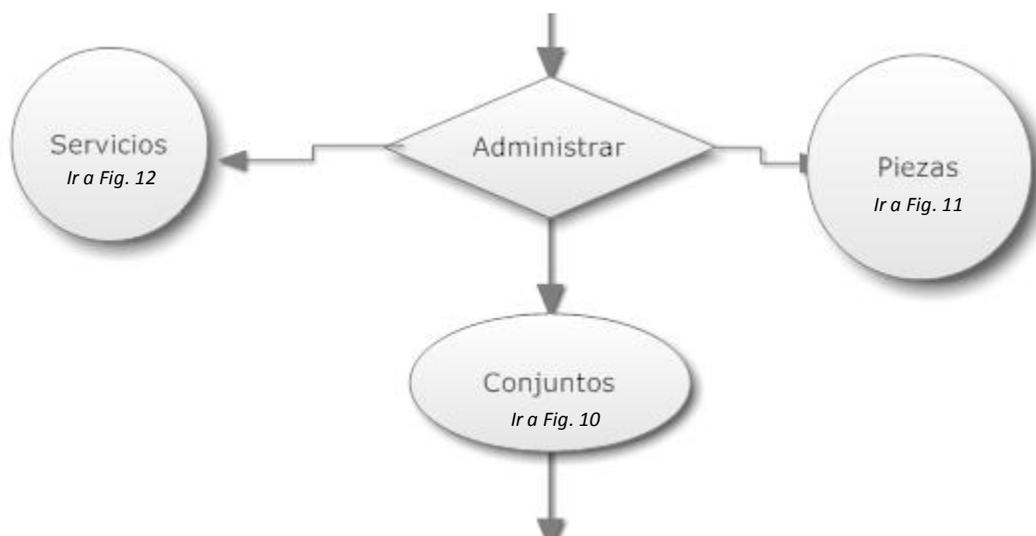


Fig. 9.- Diagrama de flujo para “Administrar”

La rama de “Administrar” nos ofrecerá las opciones de “Conjuntos”, “Servicios”, y “Piezas”. Cada una nos llevará al manejo y control de cierta parte del mantenimiento preventivo del helicóptero.

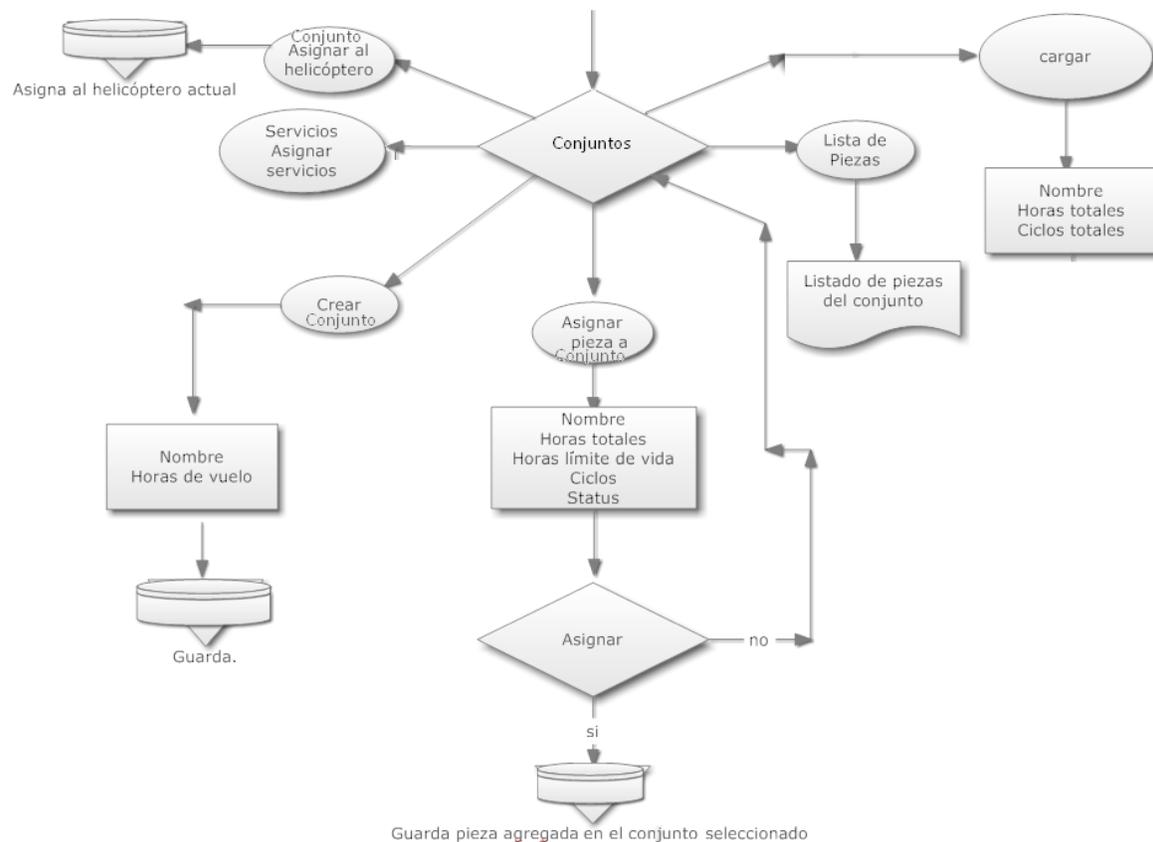


Fig. 10.- Diagrama de flujo para "Conjuntos"

La rama de "Conjuntos" nos ofrecerá las operaciones de:

"Crear" que creará un nuevo conjunto de componentes, que mediante el código:  
*newrecordset(1)=new;*

"Modificar" que modificará el conjunto seleccionado con acciones código como:

*Refresh1HDO.1 = tconj.tbl.text;*

"Guardar" que guarda las acciones realizadas mediante la rutina "*Refresh1HDO.1*"

"Piezas Asignadas" que desplegará la lista de piezas asignadas al conjunto seleccionado, mediante el uso de "colecciones datos" y un "crystal report" que permitirá visualizar la información en tablas legibles (tablas con texto sencillo sin códex).

"Servicios" que entra al menú de Servicios.

"Asignar Servicios" que asigna servicios al conjunto seleccionado.

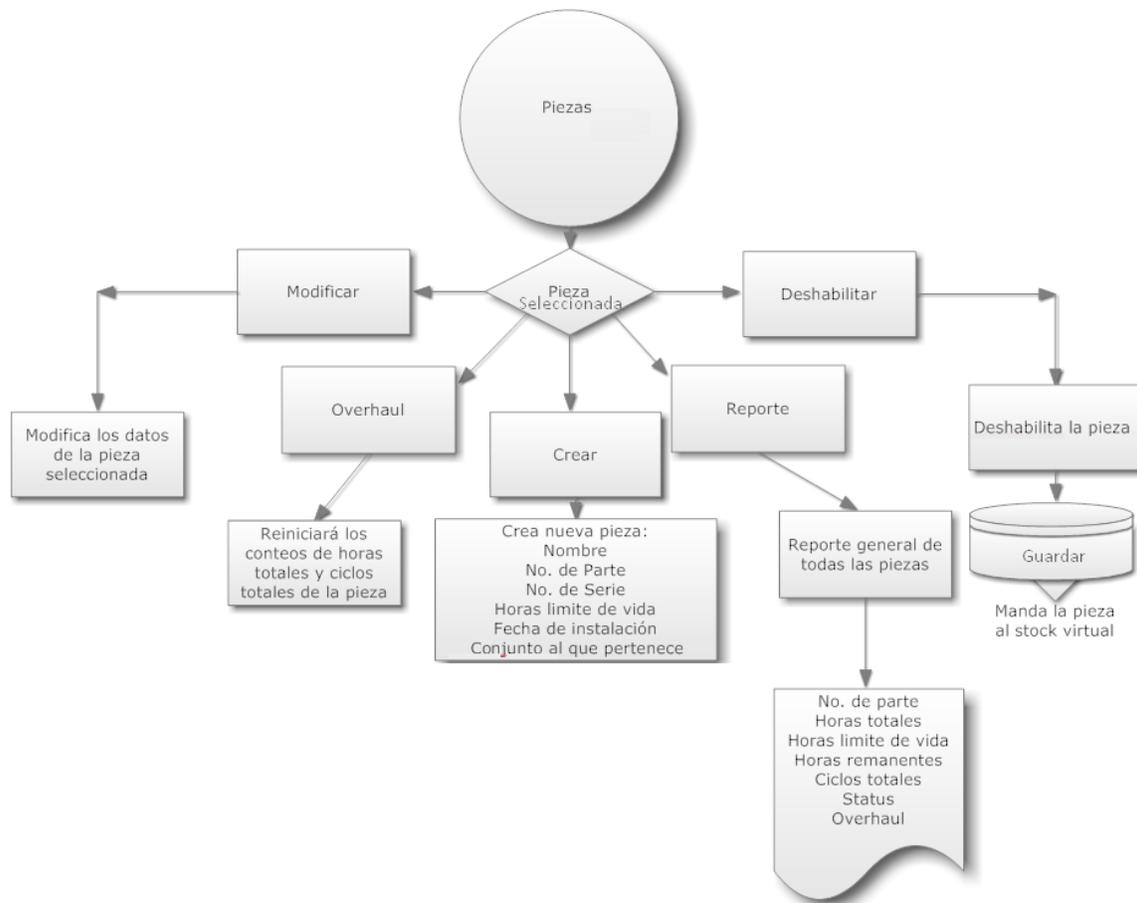


Fig. 11.- Diagrama de flujo para "Piezas"

La rama de "Piezas" nos ofrecerá las opciones de:

"Deshabilitar" que deshabilita la pieza para detener el conteo de horas, ciclos y días.

"Overhaul" que es la acción correspondiente a poner a cero las horas totales del componente. Parte del código necesario se expresa de la siguiente forma:  
*onpress(): n=0;newrecordset(pieza)=new; into tpieza.t; tpieza=0; refresh();*

"Reporte" que nos traslada a un "Crystal Report" con todas las piezas.

"Crear" que crea una nueva pieza sin asignar.

"Modificar" que modifica los datos de la pieza seleccionada.

"Guardar" que guarda las acciones realizadas.

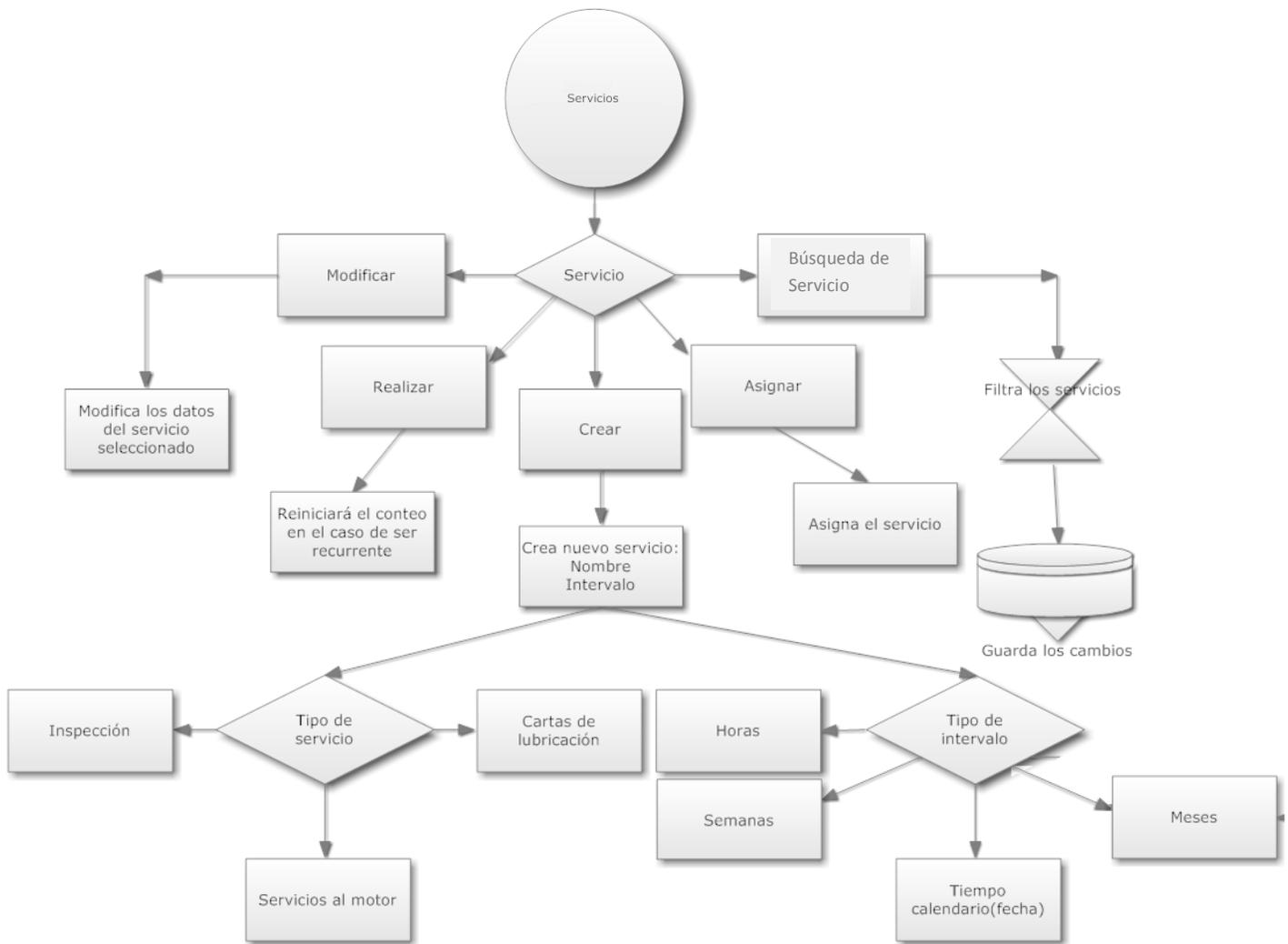


Fig. 12.- Diagrama de flujo para "Servicios"

La rama de "Servicios" nos ofrecerá los siguientes procesos:

"Crear" que creará un nuevo servicio, optando por los distintos tipos de servicios, y definiendo los tipos de intervalo.

"Modificar" que modificará los datos del servicio seleccionado.

"Asignar" que asignará el servicio a algún conjunto, pieza o sistema específico.

"Status" que representa la condición de la inspección mediante los niveles de alerta.

"Realizar" mediante ésta acción, haremos saber al programa que el servicio ya ha sido realizado y que en caso de ser recurrente, reinicie el intervalo de tiempo. Parte de la rutina necesaria se expresa de la siguiente forma:

*onpress(): n=0;newrecordset(pieza)=new; into tpieza.t; tpieza=0; refresh();*

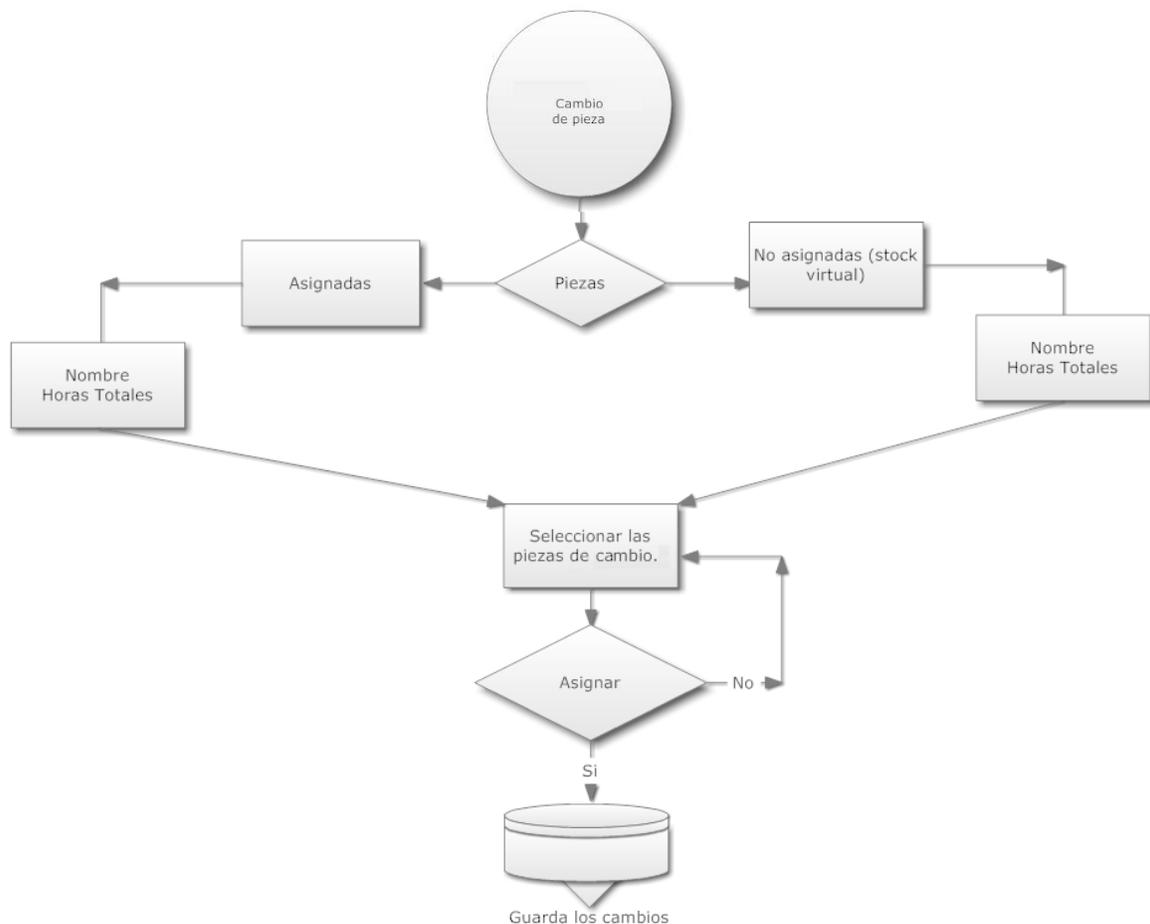


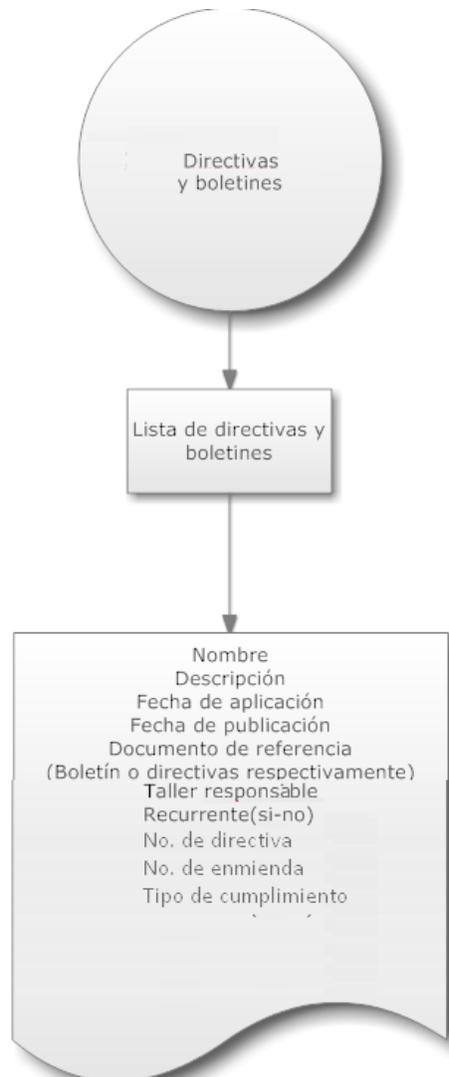
Fig. 13.- Diagrama de flujo para "Cambio de pieza"

La rama de "Cambio de pieza" nos permitirá un proceso específico acerca del stock virtual, piezas viejas, piezas nuevas, remoción/instalación de piezas, permitirá el control de piezas entre helicópteros en una flota, en resumen el hecho de manejar datos dentro de variables dinámicas nos permite hacer uso de datos comunes y así universalizarlos en todo el software.

La única acción disponible será la de "Cambiar" y tendrá una sola toma de decisión que será la de cambiar o no las piezas elegidas. Las piezas seleccionadas se intercambiarán del lado de "No asignadas" al lado de "Asignadas" y la pieza que termino su vida útil es borrada.

Dentro de la referencia de las piezas, el formulario cuenta con Número de serie, de parte, nombre, y horas totales.

Al terminar el proceso de cambio, los cambios se guardarán automáticamente.



*Fig. 14.- Diagrama de flujo para "Directivas y boletines"*

La rama de "Directivas y boletines" nos permitirá ver los documentos de directivas conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-039-SCT3-2001, que regula la aplicación de directivas de aeronavegabilidad y boletines de servicio a aeronaves y sus componentes. Se agregaran las directivas y los boletines, así como su documento de referencia. Esto nos permitirá llevar el control conforme lo dicta la norma.

*Para revisar el contenido completo de la norma ir a la anexo 1.*



*Fig. 15.- Diagrama de flujo para "Historial"*

El proceso de programación para realizar el historial es más complejo que nuestro diagrama de flujo, ya que el diagrama sólo representa una entrada de datos (recopilación) y una salida de datos (reporte).

La programación de nuestras necesidades demanda el uso de herramientas que recopilen los datos bajo la premisa de "tiempo real" y "simultáneamente" ya que los reportes que se requieren deberán contener datos acerca de récords de horas, ciclos, horas presentes en el momento de cálculo, ciclos totales en el momento del cálculo.

Algunas de las herramientas necesarias se mencionan debajo (con su nombre original como subrutinas del lenguaje Visual Basic 6):

ComboBox, DisplayWhen, Label, TextBox, ValidationRule, ControlSource, etc.

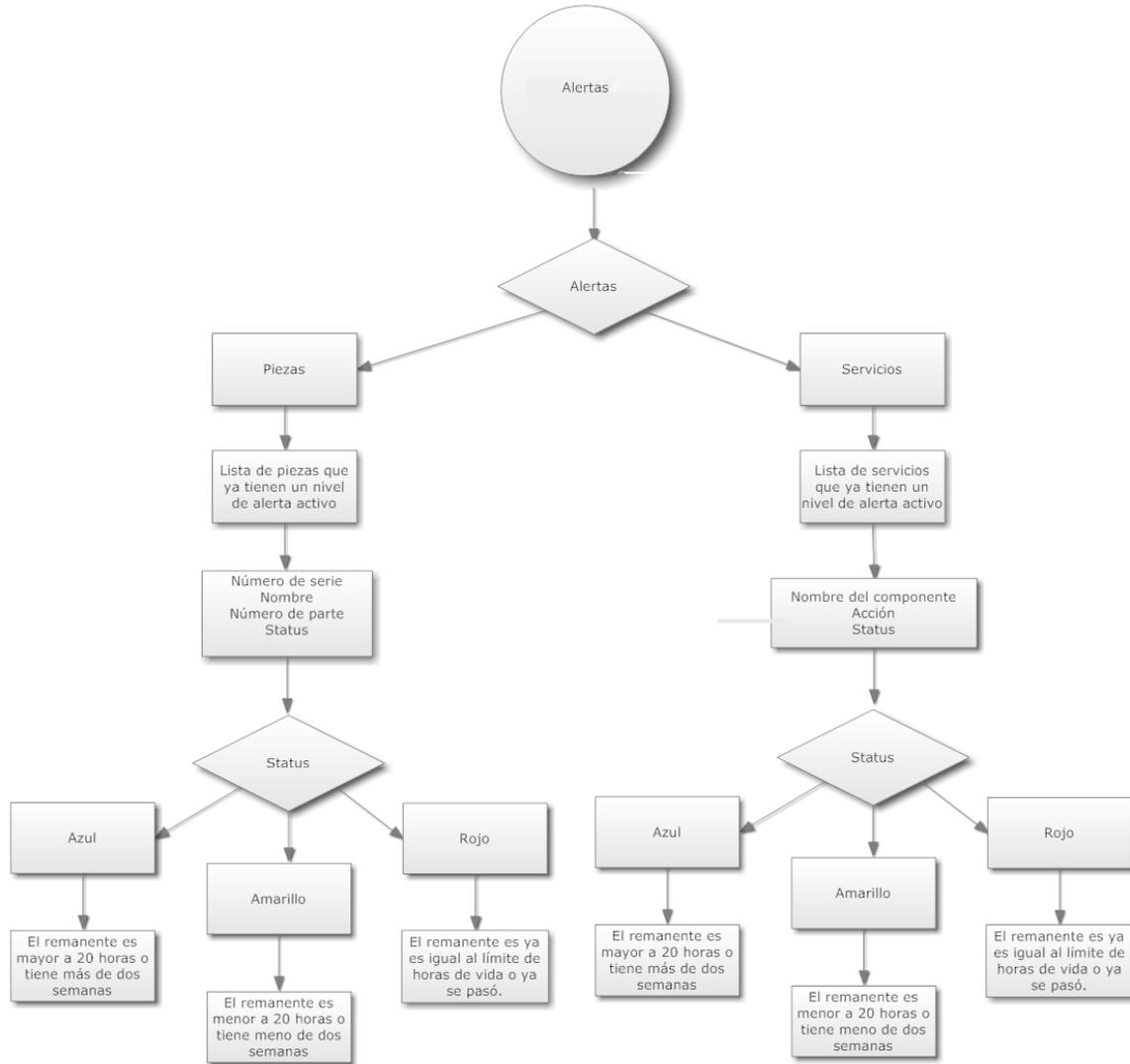


Fig. 15.- Diagrama de flujo para "Alertas"

La rama de alertas será la base para el correcto mantenimiento, ya que manejará los resultados de los remanentes para poder definir grados de atención. En la lista de alertas aparecerán los datos de las piezas o servicios que tengan algún límite alcanzado o vencido.

El diagrama muestra la lógica de los niveles de alerta. Como resultado de éste proceso, sólo tendremos el aviso de las tareas próximas a realizarse. Para registrar una instalación, una remoción, o cualquier clase de servicio realizado, tendremos que ingresar al formulario correspondiente y registrar la acción correspondiente.

### 3.5 Estructura del software.

El software contará con los siguientes recursos:

- Código de colores en alertas.
- Botón para deshabilitar alguna pieza.
- Almacén virtual.
- Reemplazo de piezas.
- Historial de acciones.
- Control de componentes limitados por tiempo de vida.
- Control de servicios.
- Control de directivas y boletines.
- Impresión de reporte general.
- Manejo y control de overhaul.

Estructura y manual de usuario del software.

## MANUAL DE USUARIO



Fig. 16.-Portada.

Portada del software, cuenta con el logotipo, y el nombre del software.

Rotor\* Sistema para el control de mantenimiento

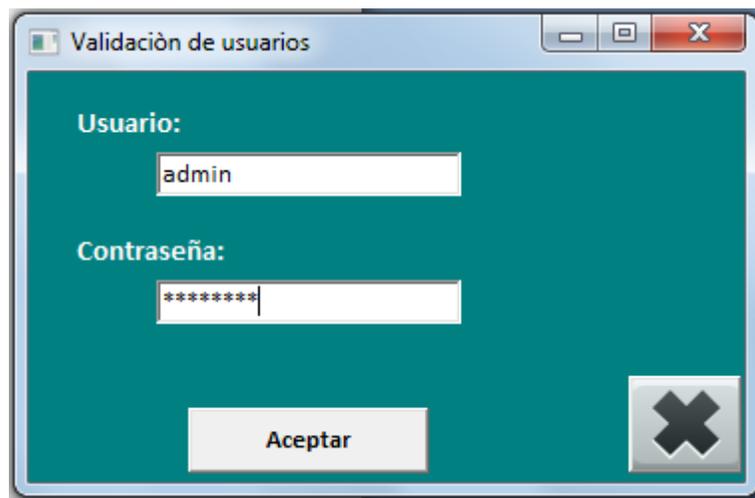


Fig. 17.- Validación de usuarios.

Ventana de Identificación, se requiere un usuario y una contraseña para acceder al software.

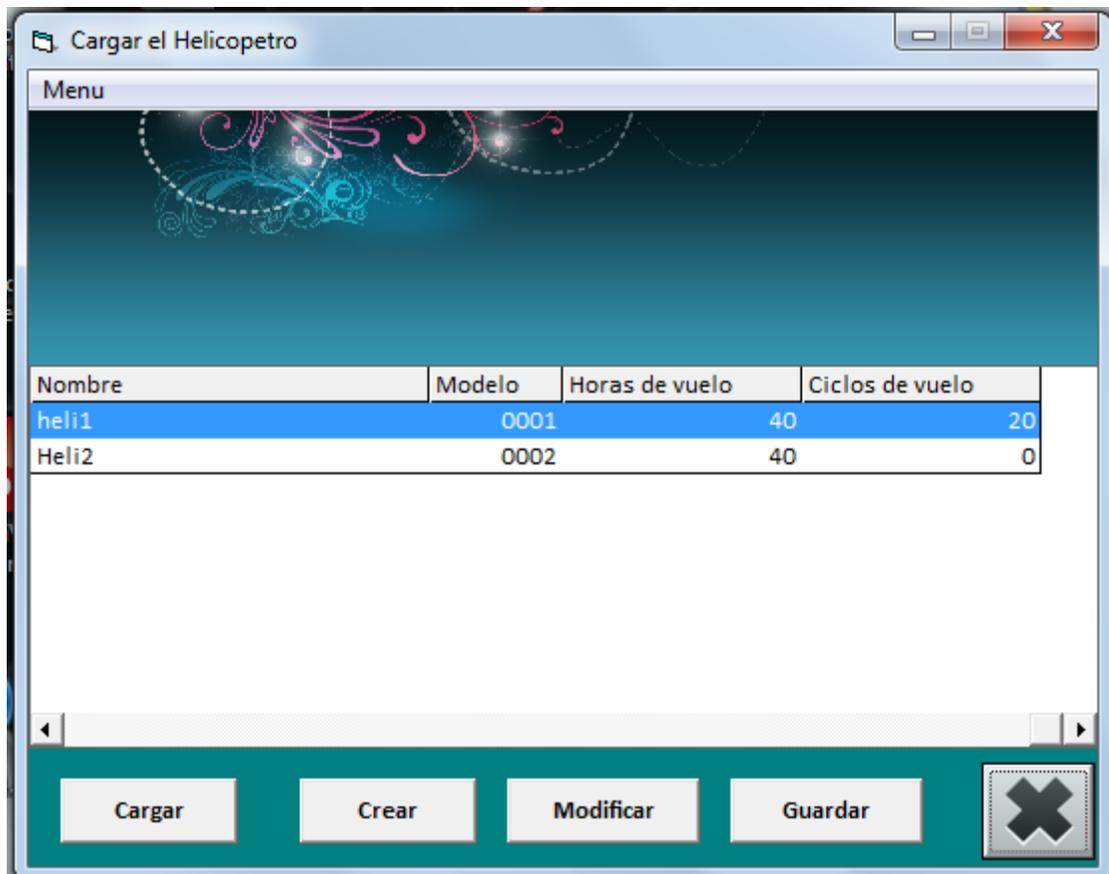


Fig. 18.- Cargar el helicóptero.

Ventana de carga de helicópteros.

Las acciones disponibles se despliegan con los siguientes botones:

- “Cargar” Carga en el software el helicóptero seleccionado.
- “Crear” Crea un nuevo registro para un helicóptero, sus componentes, inspecciones.
- “Modificar” Modifica el helicóptero seleccionado; Nombre, Modelo, Horas de vuelo.
- “Guardar” Guarda los cambios realizados

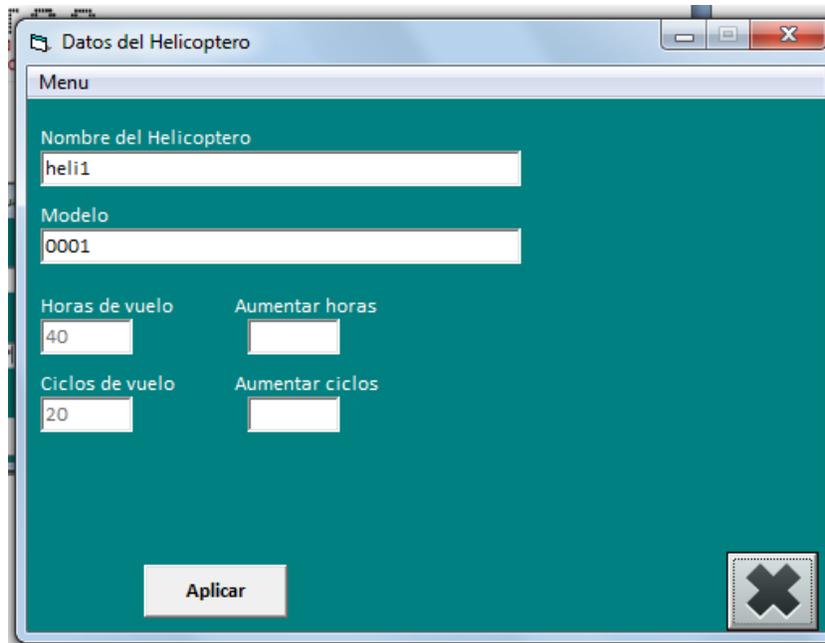


Fig. 19.- Datos del helicóptero.

Venta de -Modificar-

Despliega los datos de:

“Nombre del helicóptero”

“Modelo”

“Horas totales de vuelo”

“Aumento del número de horas de vuelo”

“Ciclos de vuelo”

“Aumentar ciclos”

El botón de “Aplicar” registra la información en el registro correspondiente.

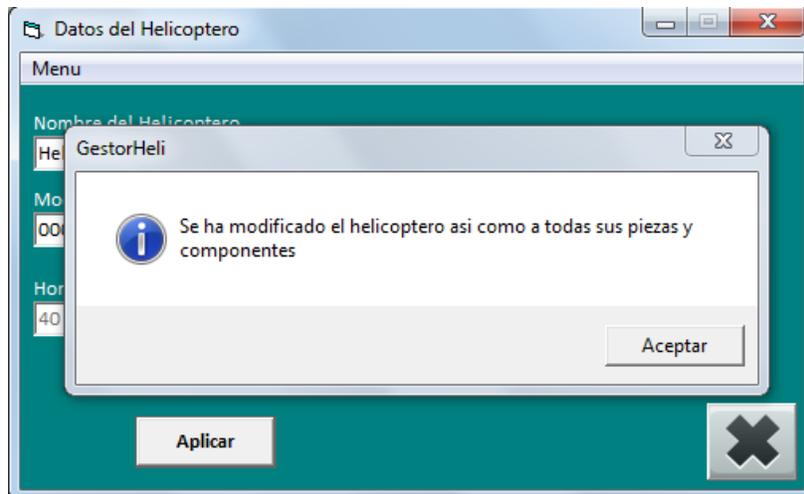


Fig. 20.- Confirmación de modificación.

Se despliega una venta de confirmación de acciones.



Fig. 21.- Menú del helicóptero.

El gestor de mantenimiento del helicóptero se despliega y ofrece las siguientes posibilidades:

Botón de “Administrar” que nos permitirá controlar los conjuntos del helicóptero y sus componentes.

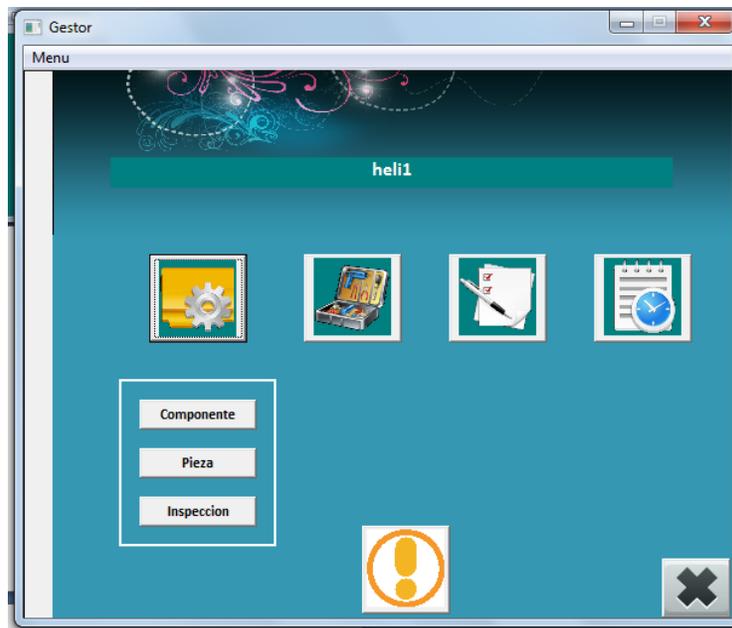


Fig. 22.- "Administrar" y sus opciones.

Controla los botones de "Componente", "Pieza" e "Inspecciones"

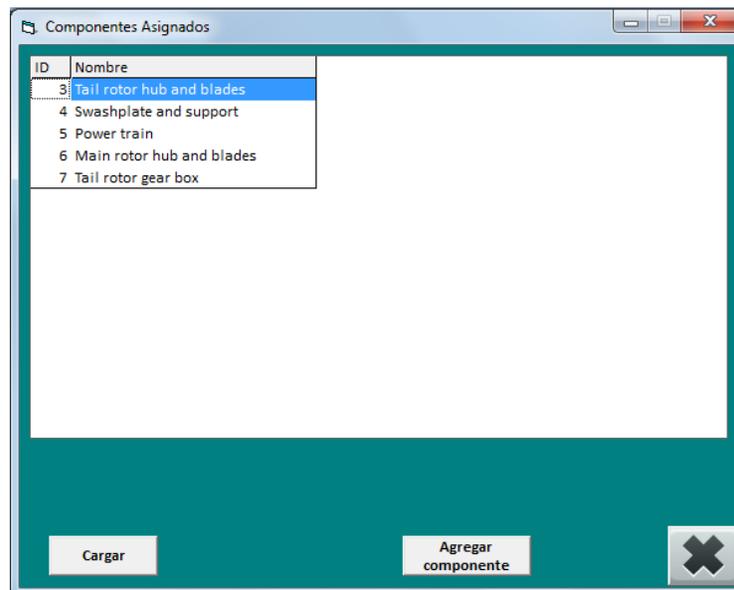
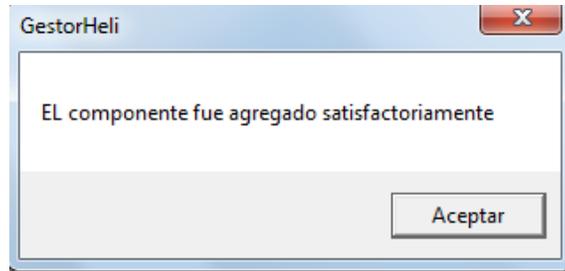


Fig. 23.- Ventana de "componentes asignados".

El botón de "Componentes" despliega la información de todos los conjuntos.

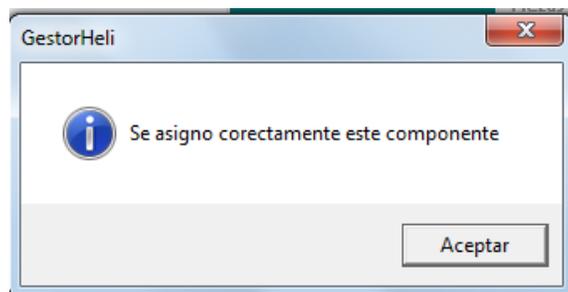
El botón de "Cargar" cargara la información del conjunto seleccionado.

El botón de "Agregar componente" agrega el conjunto seleccionado al helicóptero.



*Fig. 24.- Confirmación de adición correcta.*

Ventana de confirmación de acción: Componente agregado.



*Fig. 25.- Confirmación de asignación correcta.*

Ventana de confirmación de acción: Componente asignado al helicóptero

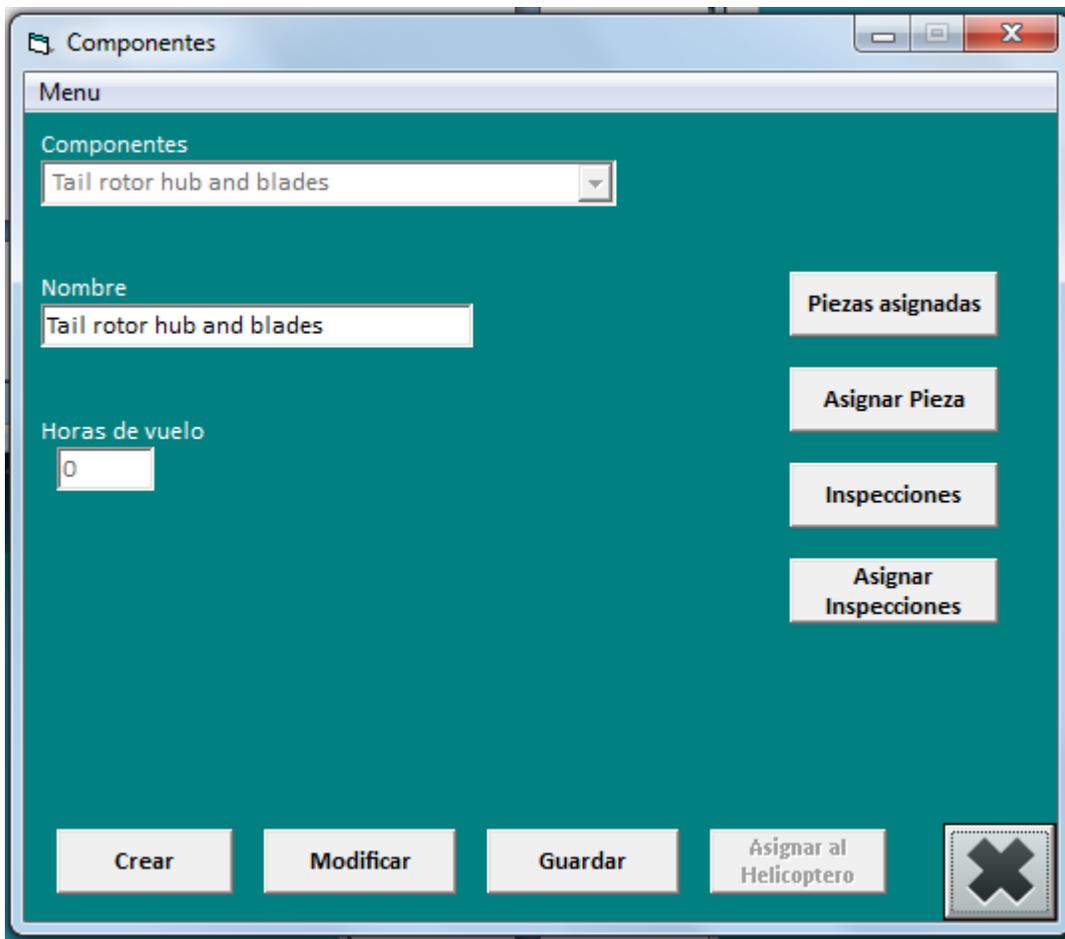


Fig. 26.- Ventana de "Conjuntos".

Ventana de "Componentes" que administrará los conjuntos del helicóptero, con los botones de:

- |                     |   |
|---------------------|---|
| "Crear"             | Crearé un nuevo conjunto de componentes.                    |
| "Modificar"         | Modificaré el conjunto seleccionado.                        |
| "Guardar"           | Guarda las acciones realizadas.                             |
| "Piezas Asignadas"  | Entra al menú de piezas asignadas al conjunto seleccionado. |
| "Servicios"         | Entra al menú de Servicios                                  |
| "Asignar Servicios" | Asigna servicios al conjunto seleccionado.                  |

The screenshot shows a window titled "Listado de Piezas" with a menu bar and a table. The table has four columns: "Nombre", "Horas voladas", "Horas limite", and "Status". The first row contains the data: "Lower collective tube", "3000", "4800", and an empty status field.

Nombre	Horas voladas	Horas limite	Status
Lower collective tube	3000	4800	

*Fig. 27.- Listado de piezas del conjunto seleccionado.*

Ventana que despliega las piezas asignadas en el conjunto en forma de lista.

Con los datos:

- “Horas voladas” Representa el número de horas totales del componente.
- “Horas límite” Representa el número de horas límite de vida de la pieza.
- “Status” Muestra el status en forma de alerta.

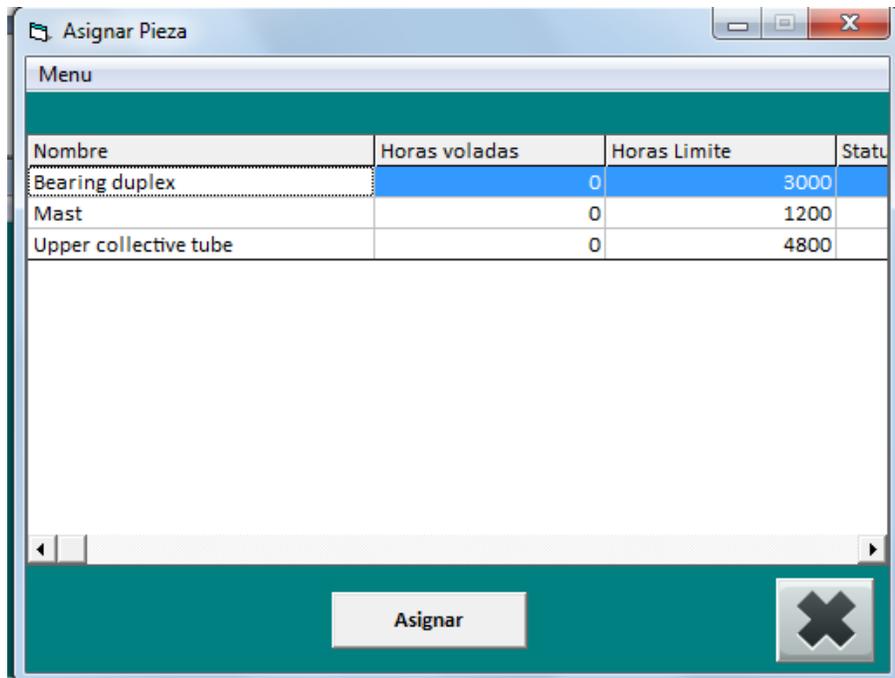


Fig. 28.- Validación Asignación de pieza al conjunto seleccionado.

Venta para “Asignar pieza” al helicóptero cargado, de forma que el conjunto seleccionado tendrá asignada la pieza, después de presionar el botón de “Asignar”.

La ventana muestra los campos de:

- “Nombre”                    Representando el nombre de la pieza
- “Horas voladas”           Representa el número de horas totales del componente.
- “Horas límite”             Representa el número de horas límite de vida de la pieza.
- “Status”                    Muestra el status en forma de alerta.

El formulario tiene ya asignadas varias piezas.

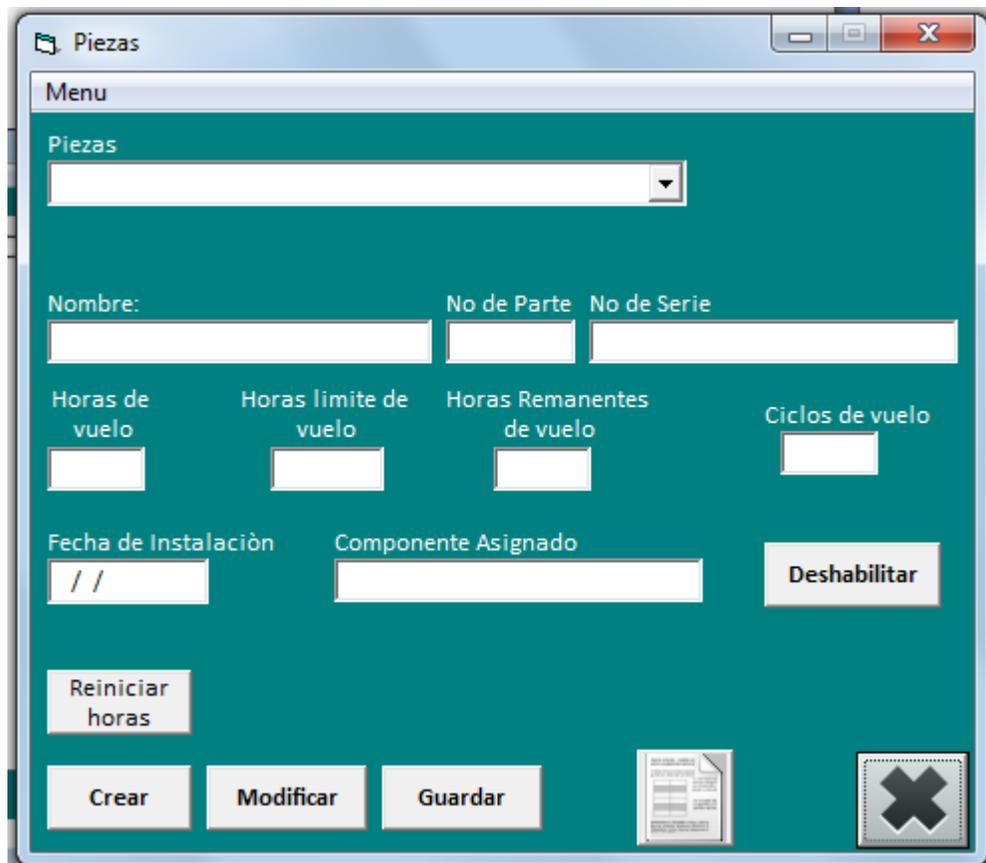


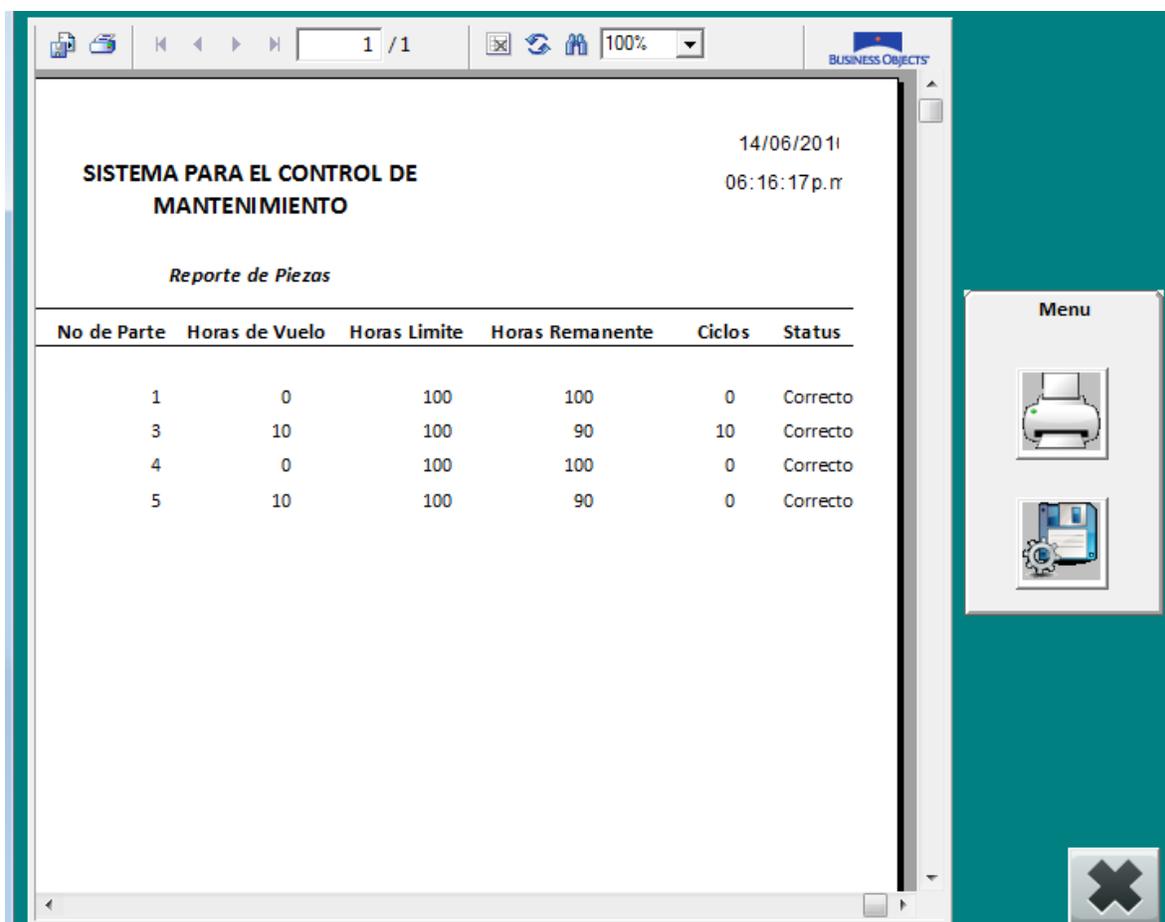
Fig. 29.- Ventana de "Piezas".

Ventana de control de piezas. Despliega la información de las piezas:

"Nombre"	Despliega el nombre de la pieza.
"No. de Parte"	Muestra el número de parte de la pieza.
"No. de Serie"	Muestra el número de serie de la pieza.
"Horas de vuelo"	Representa el número de horas totales del componente.
"Horas límite"	Representa el número de horas límite de vida de la pieza.
"Horas Remanentes"	Representa la diferencia de horas entre horas límite de vida y las horas totales registradas.
"Ciclos de vuelo"	Indica el conteo de ciclos de la pieza
"Componente asignado"	Despliega el conjunto al que está asignada la pieza seleccionada.
"Fecha de Instalación"	Fecha en que se instaló la pieza.

Las acciones disponibles se despliegan con los siguientes botones:

- “Deshabilitar”                      Deshabilita la pieza para detener el conteo de horas, ciclos y días.
- “Reiniciar horas”                    Es la acción correspondiente al overhaul, que pondrá a cero las horas totales del componente.
- “Reporte”                              Nos traslada a un cristal report.
- “Crear”                                Crea una nueva pieza.
- “Modificar”                          Modifica los datos de la pieza seleccionada.
- “Guardar”                             Guarda las acciones realizadas.



Ventana de Crystal Report.

Fig. 30.- Crystal Report de Piezas.

Aplicación práctica del Crystal Report para desplegar los datos de las tablas indicando todas las piezas y sus características listo para la entrega a la autoridad aeronáutica.

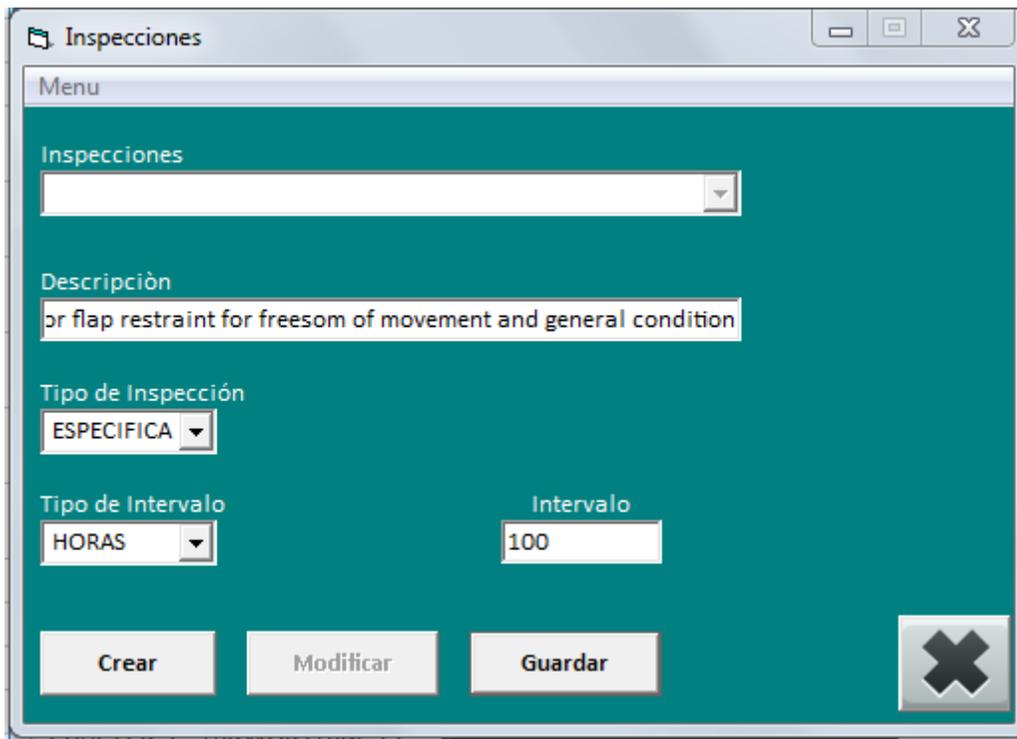


Fig. 31.- Ventana de "Servicios".

Ventana de control de Inspecciones. Despliega la información de las Inspecciones:

"Nombre"	Despliega el nombre de la inspección.
"Descripción"	Muestra la descripción de acciones de la inspección.
"Tipo de Inspección"	Muestra el tipo de inspección a realizar.
"Tipo de Intervalo"	Representa las unidades del intervalo.
"Intervalo"	Representa con un número el límite para realizar la inspección.

Las acciones disponibles se despliegan con los siguientes botones:

"Crear"	Crea una nueva inspección.
"Modificar"	Modifica los datos de la inspección seleccionada.
"Guardar"	Guarda las acciones realizadas.

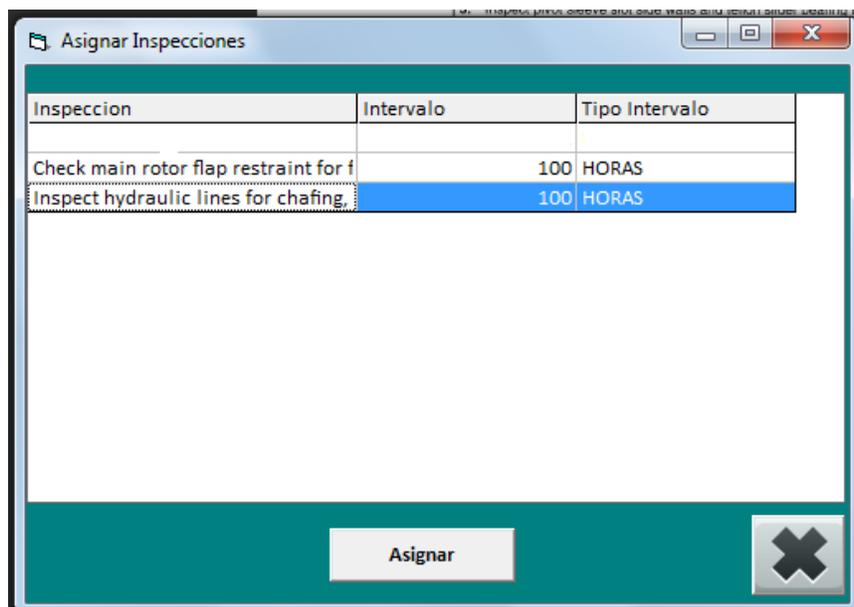


Fig. 32.- Ventana de "Asignar servicios".

Despliega la información de todas las Inspecciones:

- "Inspección" Muestra la descripción de acciones de la inspección.
- "Tipo de Intervalo" Representa las unidades del intervalo.
- "Intervalo" Representa con un número el límite para realizar la inspección.

Las acciones disponibles se despliegan con los siguientes botones:

- "Asignar" Asignará la inspección.

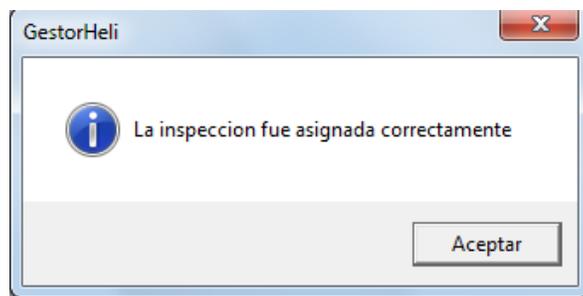


Fig. 33.- Confirmación de asignación correcta.

Ventana de confirmación de acción: Inspección asignada al helicóptero.

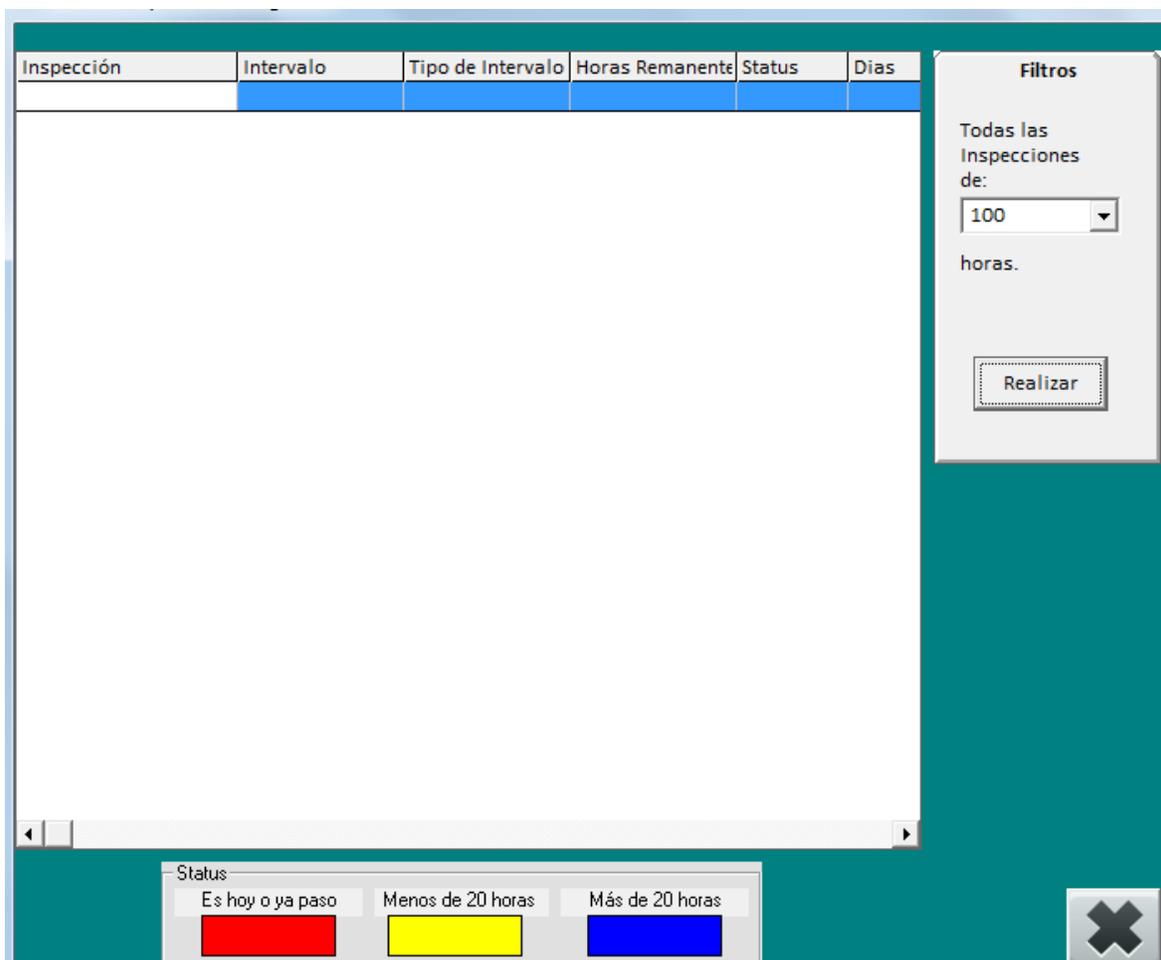


Fig. 34.- Lista de Servicios en fase de alerta.

Despliega la información de todas las Inspecciones asignadas al helicóptero:

“Inspección”	Muestra la descripción de acciones de la inspección.
“Tipo de Intervalo”	Representa las unidades del intervalo.
“Intervalo”	Representa con un número el límite para realizar la inspección.
“Status”	Representa la condición de la inspección mediante los niveles de alerta.

Las acciones disponibles se despliegan con los siguientes botones:

“Realizar”	Indicará al programa que el servicio ya ha sido realizado y que en caso de ser recurrente, reinicie el intervalo de tiempo.
------------	---

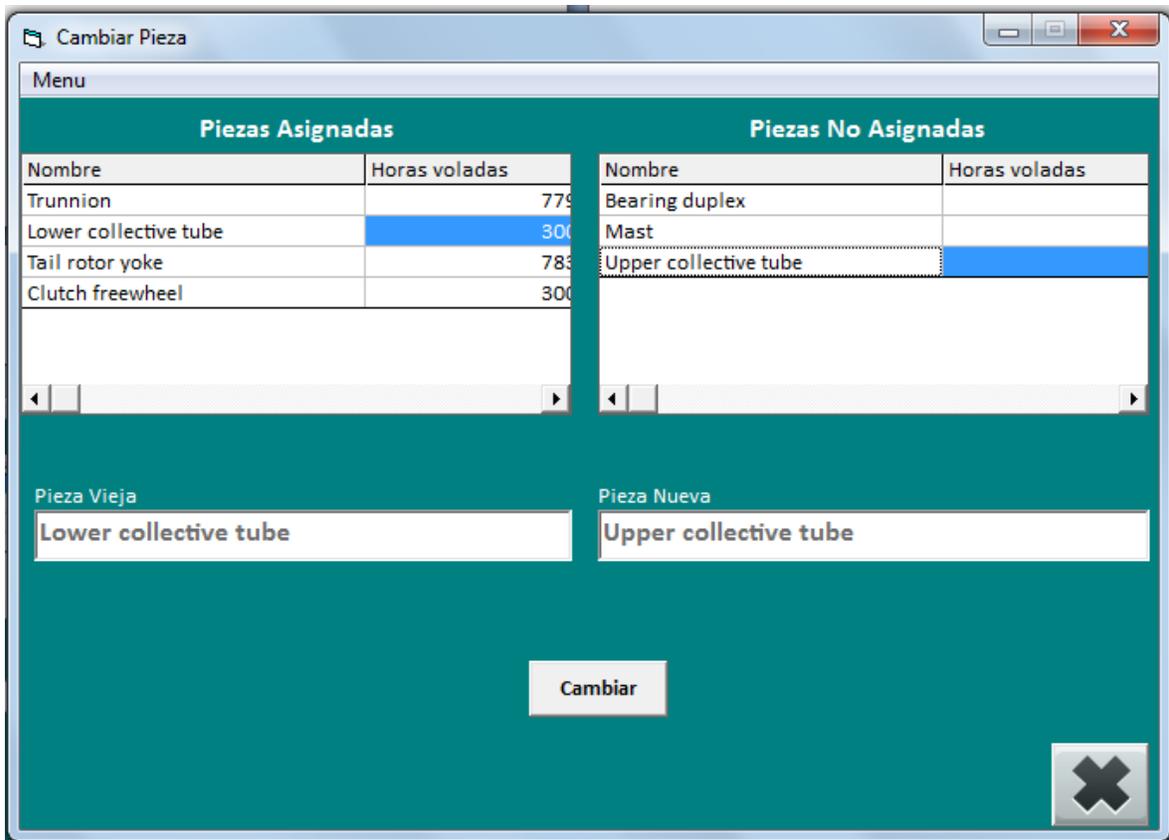


Fig. 35.- Ventana de "Cambio de pieza".

Ventana de control de piezas; asignación y cambio de piezas al stock, donde los conteos se detienen para reanudarlos al asignar la pieza a algún helicóptero, ó remoción de una pieza para la instalación de la pieza nueva.

"Nombre"	Despliega el nombre de la pieza.
"Horas voladas"	Representa el número de horas totales del componente.
"Horas límite"	Representa el número de horas límite de vida de la pieza.
"Pieza Vieja"	Nombre de la pieza a cambiar de la tabla de "Asignadas" (activas en el helicóptero) a "No Asignadas" (piezas que tienen los conteos detenidos o que ya terminaron su límite de vida)
"Pieza Nueva"	Pieza que reemplazará la pieza vieja para iniciar con sus conteos individuales.

Las acciones disponibles se despliegan con los siguientes botones:

"Cambiar"	Realiza el cambio entre las tablas.
-----------	-------------------------------------

Lista de directivas

Menu

Id	Nombre Directiva	Descripción	Fecha de Aplicac.	Fecha de Publica	Boletín referido	Taller	Recurrente
1	AD-B206-2010-123	Torque rotor	31/05/2010	30/05/2010	SB-B206-2010-345	STAM	Verdadero

Fig. 36.- Listado de directivas y boletines.

Listado de directivas y boletines capturadas en el helicóptero. Señalando el documento de referencia.

The screenshot shows a window titled 'Historial de actividades' with a table containing two rows of activity data. The table has four columns: 'Descripción', 'Concepto', 'Fecha', and 'Horas del Helicopj'. The first row is highlighted in blue and describes a cleaning inspection on June 10, 2010. The second row describes a modification on June 14, 2010.

Descripción	Concepto	Fecha	Horas del Helicopj
Se realizo la inspeccion Limpiar fuselaje para el	REALIZAR IN	10/06/2010	40
Se modifico el helicoptero heli1	MODIFICO	14/06/2010	40

Fig. 37.- Ventana de "Historial".

Historial de actividades:

"Descripción"	Despliega detalladamente la acción realizada, mostrando la pieza, el conjunto, o el nombre del helicóptero que estuvo implicado en la modificación.
"Concepto"	Muestra la acción realizada, lo que facilitará la búsqueda de alguna acción con solo el nombre.
"Fecha"	Fecha en que se llevó a cabo la acción.
"Horas del helicóptero"	Son las horas que el helicóptero llevo en su conteo total al momento de la acción.



Fig. 38.- Ventana de "Alertas".

Al dar click en el botón de "Alertas", las acciones disponibles se despliegan con los siguientes botones:

- |              |   |
|--------------|---|
| "Pieza"      | Nos llevará a la lista de piezas que por tener sus conteos cercanos a los límites diseñados, provocan una alerta.       |
| "Inspección" | Nos llevará a la lista de inspecciones que por tener sus conteos cercanos a los límites diseñados, provocan una alerta. |

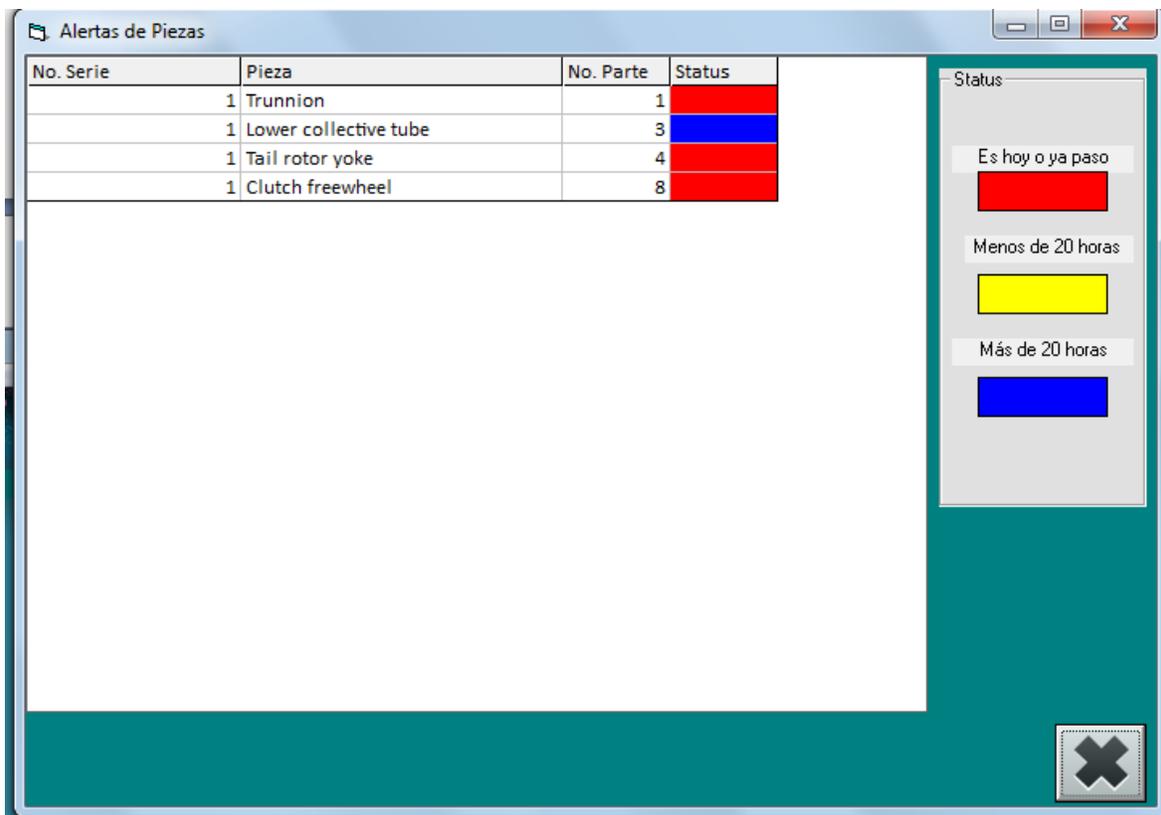


Fig. 39.- Ventana de "Alertas de piezas".

Lista de piezas que despliega la información bajo los siguientes criterios lógico:

Status:

**Azul:** Piezas que tienen más de 20 horas o 20 ciclos para que se termine su límite de vida.

**Amarillo:** Piezas que tienen menos de 20 horas o 20 ciclos para que se termine su límite de vida.

**Rojo:** Piezas, que tienen como límite el día actual, para la remoción o cambio. También puede significar que la remoción ya debió ser efectuada y no se ha registrado su aplicación.

NOTA:

El hecho de registrar que:

La remoción/Cambio de pieza fue efectuado,

No significa que se realizó adecuada y efectivamente en el helicóptero, sólo representa el control y administración del mantenimiento.

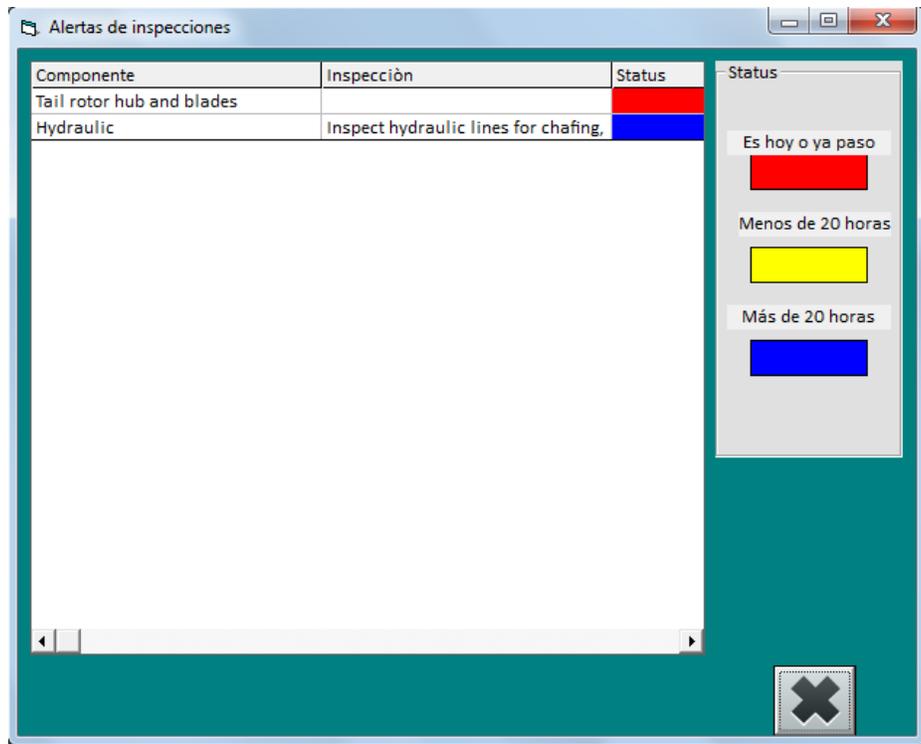


Fig. 40.-Ventana de "Alerta de servicios".

Lista de piezas que despliega la información bajo los siguientes criterios lógico:

Status:

- Azul: Servicios que tienen más de 20 horas o 20 ciclos para que se termine su límite de aplicación.
- Amarillo: Servicios que tienen menos de 20 horas o 20 ciclos para que se termine su límite de aplicación.
- Rojo: Servicios que tienen como límite el día actual, para su aplicación. También puede significar que el servicio ya debió ser efectuado y no se ha registrado su aplicación.

NOTA: El hecho de registrar que:

El servicio fue realizado

No significa que se realizó efectivamente y físicamente en el helicóptero, sólo representa el control y administración del mantenimiento.

### 3.6 Limitantes del programa

El manual nos habla de algunas advertencias que pueden afectar el límite de vida de los componentes que está indicado en el manual:

- Nos dice que se deben utilizar los procedimientos de reparación y remoción indicados y certificados por el fabricante.
- Otro factor que puede reducir las horas de vida de los componentes es el uso que se le va a dar al helicóptero por ejemplo si va a ser de uso militar o comercial, es lógico que entre más agresivo sea el uso las partes soportaran mayores esfuerzos lo cual acelerara su desgaste.
- El uso de boletines de servicio de alerta (ASB) que indican alguna modificación que se le debe realizar al helicóptero para su mejor funcionamiento.
- Existen en el helicóptero algunas partes que son removidas con herramientas especiales o certificadas por Bell si no se utilizan estas herramientas también puede afectar las horas de vida del componente.

- Los valores del torque que se le deben dar a algunos sujetadores deben ser los indicados por Bell ya que puede provocar una falla en el elemento que requiera de un mantenimiento correctivo.
- El uso de consumibles que se usan en el mantenimiento deben ser certificados por la FAA y/o los indicados por el fabricante por ejemplo el uso de lubricantes, grasas, solventes etc.

Cabe aclarar que para el software se considerará que el helicóptero será para uso comercial y que su mantenimiento se lleva a cabo como lo indica el manual debido a que es difícil estimar el desgaste en los componentes si no se atienden las advertencias anteriores.

### 3.7 Auxiliares para el usuario

El software maneja 3 colores para advertir de las actividades de mantenimiento:

- Azul: indicará al usuario un estado óptimo
- Amarillo: Indicará que las horas del componente están próximas a vencerse y que la ocasión es adecuada para realizar el reemplazo del componente.
- Rojo: Indica que las horas están muy próximas a vencerse y si no se realiza inmediatamente la aeronave corre un riesgo.

**NOTA:** Para el tiempo entre overhaul, piezas limitadas por tiempo de vida y servicio, se maneja el mismo código de colores

#### Información del software

- Horas acumuladas: Indicará las horas totales que el componente tiene durante los vuelos realizados.
- Horas restantes: Es la diferencia de las horas indicadas en el manual y las horas acumuladas por los vuelos.
- Horas voladas: Indica las horas que ha volado en un solo día.
- Fecha: Es la fecha en que se realizó el vuelo.

## **Conclusiones.**

El software cuenta con herramientas que permiten agilizar el control del mantenimiento preventivo, llevando un registro de horas, fechas, actividades, piezas y servicios de manera clara y confiable. Estas características permiten tener un control de una flota de helicópteros evitando tiempos muertos por búsqueda en papeles.

El diseño responde a los requerimientos del manual de mantenimiento que indica Bell y las necesidades de la autoridad aeronáutica, ya que fue desarrollado con la colaboración de profesores con la experiencia en el control de mantenimiento, quienes conocen las necesidades y requerimientos para utilizar el software en la industria.

Se supero el objetivo general puesto que el objetivo dicta que el software es sólo para helicópteros Bell 206- B3 y en el software terminado se pueden cargar varios helicópteros más.

Por otra parte se logró hacer que el software fuera más gráfico, y con ayuda de los asesores se integraron funciones que son necesarias para las empresas que controlan el mantenimiento preventivo de helicópteros.

## **ANEXO 1**

### **Norma Oficial Mexicana NOM-039-SCT3-2001, Que regula la aplicación de directivas de aeronavegabilidad y boletines de servicio a aeronaves y sus componentes.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

AARON DYCHTER POLTOLAREK, Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Aéreo, con fundamento en los artículos 36 fracciones I y XII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 40 fracciones I, III y XVI, 41 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 4, 6 fracción III, 17 y 32 de la Ley de Aviación Civil; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 135 y 145 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil; 6 fracción XIII y 18 fracciones XV y XXXI del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y

#### **CONSIDERANDO**

Que la Ley de Aviación Civil establece que la obtención del Certificado de Aeronavegabilidad se sujetará a las pruebas, el control técnico y a los requisitos de mantenimiento que establezcan los Reglamentos.

Que el Reglamento de la Ley de Aviación Civil señala que todo concesionario, permisionario u operador aéreo que desee obtener el Certificado de Aeronavegabilidad para la aeronave que opera, deberá cumplir con los requisitos de mantenimiento de la aeronavegabilidad y el certificado de tipo que convalide o emita la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Que la mayor complejidad técnica de las aeronaves y de sus componentes, así como de los altos niveles de confiabilidad requeridos en el transporte aéreo, exige que la Autoridad Aeronáutica establezca disposiciones de mantenimiento extraordinarias, con la finalidad de corregir condiciones de inseguridad encontradas en el servicio de las aeronaves.

Que la Ley de Aviación Civil señala que la navegación civil en el espacio aéreo sobre territorio nacional, se rige, además de lo previsto en dicha Ley, por los tratados en los que los Estados Unidos Mexicanos sea parte, siendo el caso que México es signatario del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, celebrado en la ciudad de Chicago, Illinois, Estados Unidos de América, en 1944, en el cual se establece, entre otros considerandos, que los países miembros, desarrollarán e implementarán Directivas de Aeronavegabilidad. Que habiéndose dado cumplimiento al procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, para la emisión de Normas Oficiales Mexicanas, con fecha 28 de septiembre de 2000, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-039-SCT3-2000, Que

regula la aplicación de directivas de aeronavegabilidad y boletines de servicio a aeronaves y sus componentes.

Que durante el plazo de 60 días naturales a que hace referencia la fracción I del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Manifestación de Impacto Regulatorio a que aluden los artículos 45 de la Ley mencionada y 32 de su Reglamento, estuvo a disposición del público para su consulta.

Que en el plazo señalado, los interesados presentaron sus comentarios al Proyecto de Norma Oficial Mexicana de referencia, los cuales fueron analizados en el seno del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Aéreo, dándose respuesta a los mismos a través del Diario Oficial de la Federación el 27 de agosto de 2001, integrándose a la Norma Oficial Mexicana las observaciones procedentes, y previas algunas adecuaciones de forma, he tenido a bien expedir la siguiente:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-039-SCT3-2001, QUE REGULA LA APLICACIÓN DE DIRECTIVAS DE AERONAVEGABILIDAD Y BOLETINES DE SERVICIO A AERONAVES Y SUS COMPONENTES**

**ÍNDICE**

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Definiciones y abreviaturas
3. Disposiciones generales
4. Cumplimiento de Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio
5. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración
6. Bibliografía
7. Observancia de esta Norma
8. De la evaluación de la conformidad
9. Sanciones
10. Vigencia

**1. Objetivo y campo de aplicación.**

El objetivo de la presente Norma Oficial Mexicana, es establecer el procedimiento para la aplicación de Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio, a todas las aeronaves con marcas de nacionalidad y matrícula mexicana, y a los componentes de las mismas, que se vean afectadas por éstos, así como el seguimiento y control de su aplicación.

## 2. Definiciones y abreviaturas.

Para los efectos de la presente Norma Oficial Mexicana, se consideran las siguientes definiciones y abreviaturas:

**2.1. Autoridad Aeronáutica:** La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través de la Dirección General de Aeronáutica Civil.

**2.2. Boletín de Servicio:** Documento emitido por la entidad responsable del diseño de tipo de cierta aeronave, componente o accesorio, mediante el cual se informan al concesionario, permisionario, operador aéreo o propietario de la aeronave, las acciones operacionales y/o de mantenimiento adicionales al programa de mantenimiento, las cuales pueden ser modificaciones, desde opcionales para mejorar las condiciones óptimas de operación de una aeronave hasta mandatorias para mantener la aeronavegabilidad de la misma.

**2.3. Concesionario:** Sociedad mercantil constituida conforme a las leyes mexicanas, a la que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorga una concesión para la explotación del servicio de transporte aéreo de servicio al público nacional regular, y es de pasajeros, carga, correo o una combinación de éstos, está sujeto a rutas nacionales, itinerarios y frecuencias fijos, así como a las tarifas. Registradas y a los horarios autorizados por la Secretaría.

**2.4. Directiva de Aeronavegabilidad:** Documento de cumplimiento obligatorio expedido por la Autoridad Aeronáutica, agencia de gobierno u organismo acreditado, responsable de la certificación de aeronaves, motores, hélices y componentes que han presentado condiciones inseguras, mismas que pueden existir o desarrollarse en otros productos del mismo tipo y diseño. En dicho documento se prescriben inspecciones, condiciones y limitaciones bajo las cuales las aeronaves, motores, hélices y componentes referidos, pueden continuar operándose.

**2.5. Equipo/herramienta especial:** Equipo/herramienta que se utiliza para una función específica, exclusivamente para una marca y modelo o modelos de aeronave o componente determinado.

**2.6. Estado responsable del diseño de tipo:** Autoridad del país donde el producto ha sido certificado y donde se encuentra registrado el titular del certificado de tipo, y que, como tal, es la responsable primaria de emitir información referente al mantenimiento de la aeronavegabilidad del producto en cuestión.

**2.7. Liberación de mantenimiento o retorno a servicio:** Procedimiento mediante el cual se declara en el libro de bitácora de la aeronave o documentos correspondientes, que el trabajo realizado a un producto, cumple con los requisitos técnicos indicados por las entidades responsables del diseño de tipo y/o por la Autoridad Aeronáutica, y que dicho producto puede regresar a su operación normal.

**2.8. Operador aéreo:** El propietario o poseedor de una aeronave de Estado, de las comprendidas en el artículo 5 fracción II, inciso a) de la Ley de Aviación Civil, así como de transporte aéreo privado no comercial, mexicana o extranjera.

**2.9. Permisionario:** Persona moral o física, en el caso del servicio aéreo privado comercial, nacional o extranjera, a la que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorga un permiso para la realización de sus actividades, pudiendo ser la prestación del servicio de transporte aéreo internacional regular, nacional e internacional no regular y privado comercial.

**2.10. Planeador:** Conjunto que comprende el fuselaje, alas, superficie de control, tren de aterrizaje y sus accesorios y rotores (para el caso de helicópteros), excluyendo motores y hélices.

**2.11. Producto:** Aeronaves, motores de aeronaves, hélices, rotores y/o accesorios.

**2.12. Revisión general, revisión mayor, reacondicionamiento mayor u overhaul:** Aquellas tareas indicadas como tales, para regresar una aeronave, sus componentes y/o accesorios a los estándares especificados en el Manual de Mantenimiento o equivalente, emitido por la entidad responsable del diseño de tipo.

**2.13. Secretaría:** La Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

**2.14. Taller aeronáutico:** Es aquella instalación destinada al mantenimiento o reparación de aeronaves y de sus componentes, que incluyen sus accesorios, sistemas y partes, así como a la fabricación o ensamblaje, siempre y cuando se realicen con el fin de dar mantenimiento o para reparar aeronaves en el propio taller aeronáutico.

### **3. Disposiciones generales.**

**3.1.** La aplicación de Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio Mandatorios, conforme a lo establecido en la presente Norma Oficial Mexicana, además de lo requerido en las disposiciones legales aplicables, es parte de las condiciones fundamentales que determinan la aeronavegabilidad de un producto, siendo esto requisito indispensable para que el mismo se mantenga en estado de seguridad para la operación. Las Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio Mandatorios, prescriben las condiciones y limitaciones bajo las cuales la aeronave y/o sus componentes pueden continuar siendo operados; dichas condiciones y limitaciones pueden incluir inspecciones, reparaciones o alteraciones. La verificación del cumplimiento de las Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio, se realizará en el momento y lugar que la Autoridad Aeronáutica considere necesario.

**3.2.** Las Directivas de Aeronavegabilidad se dividen en dos clases:

**3.2.1.** Las de emergencia o urgentes, que requieren su cumplimiento ya sea de forma inmediata a su recepción, o en un periodo corto de tiempo u operación, a partir de que las mismas sean recibidas.

**3.2.2.** Las de no emergencia u ordinarias, que requieren su cumplimiento en un periodo diferente a las de emergencia o urgentes.

#### **4. Cumplimiento de Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio.**

##### **4.1. Cumplimiento de Directivas de Aeronavegabilidad.**

**4.1.1.** Todos los concesionarios, permisionarios u operadores aéreos nacionales, deberán aplicar las Directivas de Aeronavegabilidad que afecten a las aeronaves que operen y/o a los componentes de éstas, conforme a lo siguiente:

**(a)** Se deberán aplicar todas las Directivas de Aeronavegabilidad que afecten a un producto y que hayan sido emitidas por el Estado responsable del diseño de tipo de dicho producto, dentro de los límites y plazos de cumplimiento especificados en las mismas.

**(b)** Adicionalmente a las Directivas de Aeronavegabilidad citadas en el inciso anterior, deberán aplicarse todas las Directivas de Aeronavegabilidad emitidas por la Autoridad Aeronáutica, dentro de los límites y plazos de cumplimiento especificados en las mismas.

**(c)** La Autoridad Aeronáutica transmitirá al Estado responsable del diseño de tipo, toda la información obligatoria sobre las Directivas de Aeronavegabilidad emitidas por ésta.

**4.1.2.** La Autoridad Aeronáutica, podrá autorizar extensiones a los límites y plazos de cumplimiento especificados en las Directivas de Aeronavegabilidad, siempre y cuando el concesionario, permisionario u operador aéreo solicitante, establezca métodos alternos de cumplimiento, que provean un nivel de seguridad aceptable.

**4.1.3.** La Autoridad Aeronáutica, podrá eximir a los concesionarios, permisionarios u operadores aéreos, del cumplimiento de una Directiva de Aeronavegabilidad, cuando ésta se refiera a condiciones operacionales inexistentes, debiendo presentar el interesado, la documentación necesaria que justifique plenamente la exención solicitada. Las exenciones a que se refiere este numeral serán canceladas cuando se modifiquen las condiciones que dieron origen a la petición o solicitud, debiendo aplicarse la Directiva de Aeronavegabilidad de acuerdo a lo establecido en el numeral 4.1.5. de la presente Norma Oficial Mexicana.

**4.1.4.** Las extensiones o exenciones indicadas en los numerales 4.1.2. y 4.1.3., respectivamente, deberán ser solicitadas con la debida anticipación a la Autoridad Aeronáutica, esto es, antes de alcanzar los límites y plazos de cumplimiento establecidos en la Directiva de Aeronavegabilidad de que se trate.

**4.1.5.** Cuando se presenten condiciones que determinen modificar, suspender o revocar las extensiones o exenciones otorgadas a un concesionario, permisionario u operador aéreo, la Autoridad Aeronáutica determinará y dictará, previo análisis, el periodo de cumplimiento que juzgue conveniente para aplicar la Directiva de Aeronavegabilidad.

**4.1.6.** La aplicación de las Directivas de Aeronavegabilidad deberá efectuarse en un taller aeronáutico cuyos servicios se presten de conformidad con lo establecido en la Sección Segunda del Capítulo VII del Título Cuarto del Reglamento de la Ley de Aviación Civil.

**4.1.7.** Todo concesionario, permisionario u operador aéreo, deberá conservar como parte del historial de la aeronave toda la documentación original, necesaria para demostrar el cumplimiento de la aplicación de las Directivas de Aeronavegabilidad. Dicha documentación deberá incluir los nombres, firmas y números de licencias del personal técnico aeronáutico involucrado, fecha de aplicación, horas totales y/o ciclos de operación, según aplique, a la incorporación de la Directiva de Aeronavegabilidad. La documentación antes referida deberá conservarse durante sesenta días hábiles posteriores al término de la vida útil de la aeronave y/o de los componentes a los que les aplica la Directiva de Aeronavegabilidad. En caso de que se transfiera la propiedad de las aeronaves, la documentación multicitada debe ser entregada al nuevo propietario.

**4.1.8.** La certificación de la aplicación de Directivas de Aeronavegabilidad deberá hacerse en la forma y método que para el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves establezca la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

**4.1.9.** Todos los concesionarios, permisionarios u operadores aéreos, deben obtener las Directivas de Aeronavegabilidad señaladas en el numeral 4.1.1. Cuando el concesionario, permisionario u operador aéreo encuentre dificultades en la obtención de esta información, solicitará a la Autoridad Aeronáutica su intervención, para tramitar la obtención de la misma.

**4.1.10.** El concesionario, permisionario u operador aéreo, deberá mantener para cada aeronave, un control actualizado del cumplimiento de las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables a los productos correspondientes. Este control debe contener los siguientes requisitos, según aplique:

**(a)** Marca, modelo, número de serie, número de línea (si lo tiene asignado por la entidad responsable del diseño de tipo), número de variable (si lo tiene asignado por la entidad responsable del diseño de tipo), número de parte, año de fabricación y matrícula de la aeronave, si es aplicable.

**(b)** Número de la Directiva de Aeronavegabilidad.

**(c)** Número de enmienda de la Directiva de Aeronavegabilidad.

**(d)** Texto o título de la Directiva de Aeronavegabilidad (lo más resumido posible).

**(e)** Fecha de efectividad de la Directiva de Aeronavegabilidad.

**(f)** Método de cumplimiento de la Directiva de Aeronavegabilidad, si aplica.

**(g)** Tipo, número y revisión del documento relacionado con la Directiva de Aeronavegabilidad, si aplica.

**(h)** Periodicidad de aplicación de la Directiva de Aeronavegabilidad (recurrente o repetitiva y de única aplicación o terminante).

**(i)** Intervalo de aplicación de la Directiva de Aeronavegabilidad (tiempo calendario, horas y/o ciclos de operación, según corresponda).

**(j)** Última aplicación de la Directiva de Aeronavegabilidad (fecha, horas y/o ciclos de operación, según corresponda).

**(k)** Próxima aplicación de la Directiva de Aeronavegabilidad (fecha, horas y/o ciclos de operación, según corresponda).

**(l)** Remanente para el cumplimiento de la Directiva de Aeronavegabilidad (tiempo calendario, horas y/o ciclos de operación, según aplique).

**4.1.11.** Todos los reportes impresos que se generen del control requerido por el numeral 4.1.10., deberán llevar fecha de elaboración, nombre y firma del responsable de dicho control.

**4.1.12.** Los casos que en particular se presenten para el cumplimiento de Directivas de Aeronavegabilidad, que no estén contemplados en esta Norma Oficial Mexicana, serán resueltos por la Autoridad Aeronáutica.

**4.1.13.** El concesionario, permisionario u operador aéreo, no debe utilizar ninguna aeronave, o permitir, teniendo conocimiento de ello, que la usen otros, excepto cuando satisfaga las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables, emitidas hasta ese momento. Si el propietario cede a otra persona, bajo cualquier figura jurídica, la posesión de la aeronave, debe tomar medidas efectivas, conforme al instrumento legal celebrado entre ambas partes y debidamente registrado ante el Registro Aeronáutico Mexicano, para cerciorarse que se cumplen las Directivas de Aeronavegabilidad referidas.

**4.2.** Cumplimiento de Boletines de Servicio.

**4.2.1.** Todos los concesionarios, permisionarios u operadores aéreos nacionales, deberán aplicar los Boletines de Servicio que afecten a las aeronaves que operen y/o a los componentes de éstas, conforme a lo señalado en los incisos contenidos en el presente numeral.

**(a)** Se deberán aplicar todos los Boletines de Servicio considerados como mandatorios por las entidades responsables del diseño de tipo correspondientes, que afecten a cualquier producto, dentro de los límites y plazos de cumplimiento especificados en el propio documento.

**(b)** Para aquellos Boletines de Servicio en los que el cumplimiento se dé por categorías, ya sea numérica o alfabética, se deberán aplicar todos aquellos Boletines de Servicio que marquen la primera o más alta categoría de cumplimiento, dentro de los límites y plazos de cumplimiento especificados en el propio documento.

**(c)** Para todos aquellos Boletines de Servicio que estén afectados por el cumplimiento de una Directiva de Aeronavegabilidad, indistintamente del cumplimiento que se marque en dicho Boletín, será obligatorio el cumplimiento de la Directiva de Aeronavegabilidad correspondiente, dentro de los límites y plazos especificados en la misma.

**(d)** Para aquellos Boletines de Servicio relativos al establecimiento de tiempos, ciclos o tiempo calendario entre revisiones generales de productos, así como límites e intervalos de tiempo, ciclos, tiempo calendario para retiro o revisión general de componentes, el cumplimiento de los mismos será de carácter mandatorio, indistintamente de la clase de cumplimiento que en esto se aplique y dentro de los límites e intervalos de tiempo que se especifiquen.

**4.2.2.** El concesionario, permisionario u operador aéreo, podrá en cualquier momento, aplicar los Boletines de Servicio recomendados u opcionales, de categorías diferentes a las indicadas en el numeral 4.2.1. (b), cuando así lo considere pertinente.

**4.2.3.** La Autoridad Aeronáutica tendrá la facultad de autorizar extensiones a los límites y plazos de cumplimiento especificados en los Boletines de Servicio señalados en los incisos contenidos en el numeral 4.2.1., siempre y cuando el concesionario, permisionario u operador aéreo solicitante, establezca métodos alternos de cumplimiento, que provean un nivel de seguridad aceptable.

**4.2.4.** La Autoridad Aeronáutica podrá eximir a los concesionarios, permisionarios u operadores aéreos de aeronaves del cumplimiento de un Boletín de Servicio, cuando éste se refiera a condiciones operacionales inexistentes, debiendo presentar el concesionario, permisionario u operador aéreo, la documentación necesaria que justifique plenamente la exención solicitada. Las exenciones a que se refiere este numeral serán canceladas cuando se modifiquen las condiciones que dieron origen a la petición o solicitud, debiendo aplicarse el Boletín de Servicio, en el término que dicte la Autoridad Aeronáutica.

**4.2.5.** Las extensiones o exenciones indicadas en los numerales 4.2.3. y 4.2.4., respectivamente, deberán ser solicitadas con la debida anticipación a la Autoridad Aeronáutica, esto es, antes de alcanzar los límites y plazos de cumplimiento establecidos en el Boletín de Servicio de que se trate.

**4.2.6.** Cuando se presenten condiciones que determinen modificar, suspender o revocar las extensiones o exenciones otorgadas a un concesionario, permisionario u operador aéreo, la Autoridad Aeronáutica determinará y dictará, previo análisis, el periodo de cumplimiento que juzgue conveniente para aplicar el Boletín de Servicio.

**4.2.7.** La aplicación de los Boletines de Servicio deberá efectuarse en un taller aeronáutico cuyos servicios se presten de conformidad con lo establecido en la Sección Segunda del Capítulo VII del Título Cuarto del Reglamento de la Ley de Aviación Civil.

**4.2.8.** Todo concesionario, permisionario u operador aéreo, deberá conservar como parte del historial de la aeronave toda la documentación original necesaria para demostrar el cumplimiento de la aplicación de los Boletines de Servicio. Dicha documentación deberá incluir los nombres, firmas y números de licencias del personal técnico aeronáutico involucrado, fecha de aplicación, horas totales y/o ciclos de operación, según aplique, a la incorporación del Boletín de Servicio. La documentación antes referida deberá conservarse durante sesenta días hábiles posteriores al término de la vida útil de la aeronave y/o de los componentes a los que les aplica el Boletín de Servicio. En caso de que se transfiera la propiedad de las aeronaves, la documentación multicitada debe ser entregada al nuevo propietario.

**4.2.9.** La certificación de la aplicación de Boletines de Servicio deberá hacerse en la forma y método que para el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves establezca la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

**4.2.10.** Todos los concesionarios, permisionarios u operadores aéreos, deberán obtener los Boletines de Servicio emitidos por la entidad responsable del diseño de tipo de los productos con los que opere. Cuando el concesionario, permisionario u operador aéreo encuentre dificultades en la obtención de esta información, solicitará a la Autoridad Aeronáutica su intervención, para tramitar la obtención de dicha información.

**4.2.11.** El concesionario, permisionario u operador aéreo deberá mantener para cada aeronave, un control actualizado del cumplimiento de los Boletines de Servicio indicados en los numerales 4.2.1. y 4.2.2., aplicable a los productos correspondientes. Este control debe contener los siguientes requisitos, según aplique:

**(a)** Marca, modelo, número de serie, número de línea, número de variable (para estos dos últimos si los tiene asignados por la entidad responsable del diseño de tipo), número de parte, año de fabricación y matrícula de la aeronave.

**(b)** Número del Boletín de Servicio.

- (c) Número de revisión del Boletín de Servicio.
- (d) Texto o título del Boletín de Servicio (lo más resumido posible).
- (e) Fecha de efectividad del Boletín de Servicio.
- (f) Método de cumplimiento del Boletín de Servicio, si aplica.
- (g) Periodicidad de aplicación del Boletín de Servicio (recurrente o repetitivo y de única aplicación o terminante).
- (h) Intervalo de aplicación del Boletín de Servicio (tiempo calendario, horas y/o ciclos de operación, según corresponda).
- (i) Última aplicación del Boletín de Servicio (fecha, horas y/o ciclos de operación según corresponda).
- (j) Próxima aplicación del Boletín de Servicio (fecha, horas y/o ciclos de operación según corresponda).
- (k) Remanente para el cumplimiento del Boletín de Servicio (tiempo calendario, horas y/o ciclos de operación, según aplique).

Este control podrá ser integrado al similar requerido en el numeral 4.1.10., dándose por cumplido lo solicitado en el presente numeral.

**4.2.12.** Todos los reportes impresos que se generen del control requerido en el numeral 4.2.11. Deberán llevar fecha de elaboración, nombre y firma del responsable de dicho control.

**4.2.13.** El concesionario, permisionario u operador aéreo, no debe utilizar su aeronave, o permitir, teniendo conocimiento de ello, que la usen otros, excepto cuando satisfaga los Boletines de Servicio. Aplicables que estén emitidos hasta ese momento. Si el propietario cede a otra persona en arriendo la aeronave debe tomar medidas efectivas, conforme al contrato celebrado entre ambas partes y debidamente registrado ante el Registro Aeronáutico Mexicano, para cerciorarse que se cumplen los Boletines de Servicio referidos.

**4.2.14.** Los casos que en particular se presenten para el cumplimiento de los Boletines de Servicio, que no estén contemplados en esta Norma Oficial Mexicana, serán resueltos por la Autoridad Aeronáutica.

**4.3.** Aplicación y cumplimiento de Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio por talleres aeronáuticos.

**4.3.1.** En los casos en que los talleres aeronáuticos encuentren incumplimiento, por parte de un concesionario, permisionario u operador aéreo, en la aplicación de Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio, como resultado de un trabajo que en específico se les haya solicitado, es obligación de ese taller informar al concesionario, permisionario u operador aéreo su falta de cumplimiento, con la finalidad de que sea aplicada la Directiva de Aeronavegabilidad o Boletín de Servicio de que se trate. Si la Directiva de Aeronavegabilidad o Boletín de Servicio no es aplicado durante la realización de los trabajos encomendados al taller aeronáutico, el concesionario, permisionario u operador aéreo deberá justificar al taller aeronáutico, mediante un documento emitido por la Autoridad Aeronáutica, el motivo por el cual no se realizará, esto para efectos de liberación de mantenimiento. En caso de no justificar tal irregularidad, el taller aeronáutico deberá informarlo a la Autoridad Aeronáutica, quien determinará lo conducente.

**4.3.2.** El procedimiento para la aplicación y cumplimiento de Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio que indica esta Norma Oficial Mexicana, por parte de los talleres aeronáuticos, deberá realizarse conforme a las disposiciones que establezca la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

## **5. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración.**

**5.1.** La presente Norma Oficial Mexicana es equivalente con las disposiciones que establecen el Anexo 6, Parte I, Capítulo 11, sección 11.2. (i) y Parte II, Capítulo 8, sección 8.1.2. (a), (b) y (c) del Convenio sobre Aviación Civil Internacional (OACI).

**5.2.** No existen normas mexicanas que hayan servido de base para su elaboración, dado que al momento no existen antecedentes regulatorios publicados en este sentido.

## **6. Bibliografía.**

**6.1.** Federal Aviation Regulations FAR Part 39 “Airworthiness Directives”, emitido por la Federal Aviation Administration de los Estados Unidos de América, última revisión de fecha 1 de enero de 1998.

**6.2.** Convenio sobre Aviación Civil Internacional, Chicago, Estados Unidos de América, 1944.

**6.3.** Anexo 6 partes I y II del Convenio sobre Aviación Civil Internacional.

## **7. Observancia de esta Norma.**

**7.1.** La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana, le corresponde a la Autoridad Aeronáutica.

## **8. De la evaluación de la conformidad.**

**8.1.** La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por conducto de la Dirección General de Aeronáutica Civil, verificará el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana, como sigue:

**8.2.** A los concesionarios, permisionarios y operadores aéreos nacionales, a través de la verificación del cumplimiento de la aplicación de las Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio sobre los productos afectados, dentro de los límites, plazos e intervalos de tiempo establecidos en los mismos, de acuerdo a su contenido y alcance, mediante la realización de verificaciones de rampa, verificaciones a bases de mantenimiento y/o verificaciones del cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 137 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil y demás disposiciones aplicables.

## **9. Sanciones.**

**9.1.** Las violaciones a la presente Norma Oficial Mexicana serán sancionadas en los términos de la Ley de Aviación Civil, sus respectivos reglamentos y demás disposiciones jurídicas aplicables.

**10. Vigencia.**

**10.1.** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 60 días posteriores a su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Dada en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los dieciocho días del mes de noviembre de dos mil dos.- El Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Aéreo, Aarón Dychter Poltolarek.- Rúbrica.

## **Bibliografía.**

**Bell Helicopter Textron Company.** Bell 206 Series Jet Ranger, Maintenance Manual.

Canadá. Junio de 2002

**SCT.** NOM-039-SCT3-2001, Norma que regula la aplicación de directivas de aeronavegabilidad y boletines de servicio a aeronaves y sus componentes. Septiembre de 2000.