

**RESUMEN DE DATOS**

**LOCALIZACIÓN**

Fecha y hora	<b>Martes, 13 de junio de 2006; 10:25 h local</b>
Lugar	<b>Aeropuerto de Madrid-Cuatro Vientos (Madrid)</b>

**AERONAVE**

Matrícula	<b>EC-ICG</b>
Tipo y modelo	<b>AEROSTAR PA-61-601P</b>
Explotador	<b>Privado</b>

**Motores**

Tipo y modelo	<b>LYCOMING IO-540-S1AS</b>
Número	<b>2</b>

**TRIPULACIÓN**

**Piloto al mando**

Edad	<b>28 años</b>
Licencia	<b>Piloto comercial de avión</b>
Total horas de vuelo	<b>400 h</b>
Horas de vuelo en el tipo	

**LESIONES**

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			<b>1</b>
Pasajeros			<b>1</b>
Otras personas			

**DAÑOS**

Aeronave	<b>Menores</b>
Otros daños	<b>Ninguno</b>

**DATOS DEL VUELO**

Tipo de operación	<b>Aviación general – Privado</b>
Fase del vuelo	<b>Aterrizaje</b>

**INFORME**

Fecha de aprobación	<b>25 de abril de 2007</b>
---------------------	----------------------------

## 1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

### 1.1. Reseña del vuelo

La aeronave despegó el martes día 13 de junio de 2006 a las 09:05 horas del aeropuerto de Reus con dos personas a bordo, piloto y pasajero, con objeto de realizar un vuelo de carácter privado hasta el Aeropuerto de Cuatro Vientos.

El trayecto, que duró 1 hora y 20 minutos, transcurrió con normalidad hasta que, en la toma de contacto por la pista 10 del Aeropuerto de Madrid Cuatro Vientos, se perdió el control direccional de la aeronave desplazándose ésta hacia la izquierda.

Según la declaración del piloto, la toma se realizó a unos 100 kt y cerca de la cabecera 10. Transcurridos unos segundos, la aeronave empezó a desplazarse hacia la izquierda de la pista, por lo que decidieron incrementar la potencia del motor izquierdo para compensar esta tendencia. A pesar de ello, la aeronave siguió desplazándose hacia la izquierda y, para evitar una salida de pista, cortaron ambos motores. La aeronave quedó finalmente parada en la pista, a la izquierda del eje, a la altura de la calle de rodaje J3.

La aeronave presentaba los siguientes daños (figura 1):

- La tijera («torque link») del tren principal izquierdo se había roto a la altura del estrechamiento del brazo superior. El análisis posterior de la zona de rotura confirmó que era una rotura instantánea descartando cualquier indicio de problema previo como corrosión o fatiga que hubiera desencadenado la fractura.
- El brazo inferior de la tijera, junto con el conjunto de la rueda, había girado 90°, quedándose perpendicular al sentido de avance de la aeronave.
- El conjunto de frenos así como la llanta habían quedado erosionados en su parte inferior por efecto del rozamiento con el asfalto.

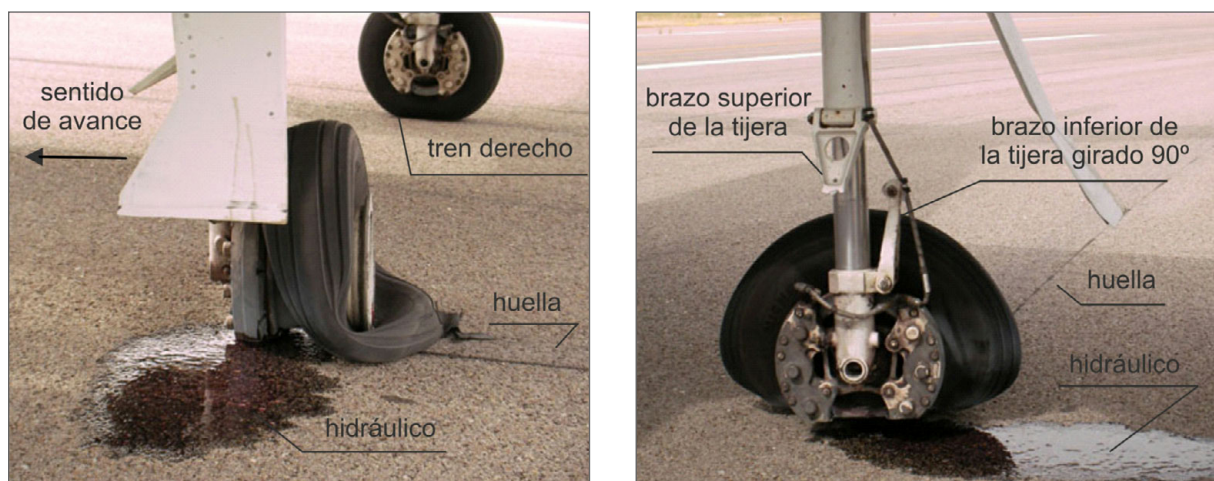


Figura 1. Vistas lateral izquierda y frontal del tren principal izquierdo

- El neumático, que mantenía su posición respecto de la llanta, presentaba una perforación en la parte inferior que había estado en contacto con el asfalto. El dibujo y aspecto general era bueno.
- Al lado del tren izquierdo había una gran cantidad de líquido hidráulico.

La totalidad de las huellas (figura 2) dejadas en pista se extienden a lo largo de 629 m, siendo las marcas dejadas por el tren principal izquierdo las más marcadas y visibles. La primera huella (1 en la figura 2) en el sentido de la trayectoria se encontraba en la cabecera de la pista 10 y en ella se apreciaba el dibujo del neumático del tren izquierdo. La siguiente huella se encontraba a 60 m de la primera y se extendía 569 m de forma continua hasta el punto en que quedó detenida la aeronave. De la totalidad de 569 m de esta segunda huella del tren izquierdo se apreciaban distintas zonas:

- Tramo 2-3 de 60 m con una marca uniforme y sin huecos de ancho constante. Paralela al eje de la pista.
- Tramo 3-4 de 69 m en que la huella se iba estrechando y pasando de ser una marca uniforme y sin huecos a presentar zonas de diferente intensidad. Desvío de la huella hacia la izquierda.
- Tramo 4-5 de 318 m en el que el ancho de la huella era constante y de 30 cm. La huella presentaba zonas y bandas más marcadas y oscurecidas dentro de la misma. Desplazamiento hacia la izquierda alcanzando el punto más alejado del eje de la pista para volverse a desviar hacia la derecha.
- Tramo 5-6 de 57 m en el que la huella se encontraba en el punto más cercano al eje de la pista a 3,70 m del eje.
- Tramo 6-7 de 65 m en el que la marca en el pavimento era una línea fina hasta la posición de la aeronave (figura 1).



Figura 2. Huellas del tren principal izquierdo en la pista

## 1.2. Información sobre la aeronave y su mantenimiento

En el momento del incidente la aeronave contaba con un seguro y un certificado de aeronavegabilidad en vigor. Fue matriculada el 08-04-2002 y, en la actualidad, seguía siendo del mismo propietario. Desde su matriculación no había cambiado de centro de mantenimiento (Sporavia ES.145.016) así como su sede en el Aeropuerto de Cuatro Vientos, estando adscrita a la DSV número 6.

En el momento de su matriculación y apertura de libros, en abril de 2002, la aeronave había acumulado un total de 1.006 h. Desde entonces, la aeronave había volado una media de 100 h anuales, teniendo en el momento del incidente 1.449 h totales.

Respecto a los motores, según consta en los libros de motor, cuando fueron abiertos en abril de 2002, tenían 150 h desde el último overhaul que había sido realizado el 25-11-97 con un número de horas totales de 2.599. En el momento del accidente, ambos motores acumulaban 587 h desde overhaul y 3.186 h totales.

La primera revisión que se realizó en Sporavia fue en diciembre de 2001, antes de matricularse, siendo este centro el que realizó todo el mantenimiento a la aeronave hasta el momento del incidente. El registro de inspecciones realizadas se adecua a las que establece el programa de mantenimiento aprobado por la DGAC cada 50, 100, 500 y 1.000 horas y es el que se muestra en la tabla 1.

Horas aeronave	Fecha	Tipo de revisión y anotación en el libro de la aeronave
1.000	20-12-2001	1.000 h AD-93-13-08 y el SB746C-Part I
—	08-04-2002	Matriculación de la aeronave
1.006	23-04-2002	Apertura del libro de aeronave
1.051	21-06-2002	50 h
1.089	26-09-2002	100 h
1.142	02-01-2003	50 h Próxima revisión de 100 antes de las 1.189 o la anual antes de 26-09-2003
1.185	09-07-2003	100 h Referencia al manual de mantenimiento de Cessna Próxima 50 antes de 1.235 o anual antes del 09-07-2004
1.229	16-03-2004	50 h Próxima revisión de 100 antes de las o la anual antes del 09-07-2004
1.284	10-06-2004	100 h Próxima revisión de 50 antes de las 1.334 o la anual antes del 10-06-2005

Tabla 1. Revisiones desde diciembre de 2001 hasta junio de 2006

Horas aeronave	Fecha	Tipo de revisión y anotación en el libro de la aeronave
1.336	24-12-2004	50 h Próxima revisión de 100 antes de 5.880 o la anual antes del 31-07-2004
1.377	11-05-2005	100 h Próxima revisión de 50 antes de las 1.427 o la anual antes del 11-05-2006
1.433	28-04-2006	100 h anual Próxima revisión de 50 a las 1.483 o la anual antes del 28-04-2007

Tabla 1. (Continuación)

Además de la información registrada en los libros de aeronave y motores, el centro de mantenimiento llevaba un registro histórico de las directivas de aeronavegabilidad que afectaban a la aeronave, cuándo son cumplimentadas y por quién. Este registro, en el que constan directivas cumplimentadas desde el año 1979 de fabricación, tenía recogido lo siguiente:

- Directiva: AD 93-13-08 C de fecha 20-08-1993.
- Descripción: para prevenir la pérdida del control direccional de la aeronave durante las operaciones en tierra provocadas por un fallo en la tijera.
- Fecha de cumplimentación: 20-05-2003.
- Método de cumplimentación: comprada instalación de torque links de aluminio, perteneciente al KIT 765-155 Rev G, de acuerdo a comunicación de Aerostar. Acción final.
- Periodicidad: recurrente.
- Próxima: N/A.
- Centro: Sporavia.

### 1.3. Directivas de aeronavegabilidad del tren principal

La tijera del tren principal de la aeronave EC-ICG estaba afectada por una directiva de aeronavegabilidad emitida por la autoridad de aviación civil americana, FAA, en 1993 y por un boletín de servicio del fabricante, Aerostar, emitido 11 meses antes, en 1992.

La directiva de aeronavegabilidad AD-93-13-08 advertía de los posibles problemas de control direccional de la aeronave que se podían producir al romperse la tijera del tren principal. Para evitarlo, la directiva ofrecía dos opciones a cumplir a partir del 20-08-1993 en que se había efectiva dicha directiva:

- Opción 1: reemplazar las tijeras del tren principal por un diseño mejorado que el fabricante ofrecía en el Kit 765-155 rev. G de Aerostar y siguiendo las instrucciones del SB 746C del fabricante.
- Opción 2: realizar una inspección de la tijera con líquidos penetrantes para localizar grietas. En el caso de encontrar grietas, antes del siguiente vuelo, se deberían cambiar las tijeras por el diseño mejorado del kit siguiendo las instrucciones del SB746C.

En el caso de no encontrar grietas, se debería repetir la inspección a intervalos regulares de 100 h como máximo. Por último, la directiva ofrecía la posibilidad de cambiar la tijera, aun sin encontrar grietas, por el modelo mejorado.

El boletín de servicio SB 746C, al que había referencia la directiva de aeronavegabilidad AD-93-13-08, fue publicado casi un año antes, el 15-09-1992 por Aerostar con la advertencia de que el fabricante consideraba crítica la aplicación de este boletín. La introducción exponía la existencia de roturas debidas a fatiga, corrosión y sobrecarga en las tijeras del tren principal pudiendo ocasionar el giro de la rueda 90°. A diferencia de la directiva de aeronavegabilidad, el boletín era más estricto en cuanto a la instalación de los nuevos modelos mejorados de tijeras, estableciendo como límite máximo las siguientes 100 h para el cambio de la tijera:

- Parte I: en las siguientes 10 h de operación inspeccionar las tijeras del tren principal mediante líquidos penetrantes para detectar grietas. Si existen, reemplazar las tijeras con el modelo mejorado de acuerdo con las instrucciones de la Parte II del boletín. En el caso de no encontrar grietas, las tijeras deben ser reemplazadas de acuerdo con la Parte II del boletín antes de las próximas 100 h de operación.
- Parte II: reemplazar las tijeras del tren principal dentro de las siguientes 100 h de operación o, si se han encontrado grietas en la inspección de la parte I, antes del siguiente vuelo.

El apartado del resumen del boletín volvía a repetir que todos los modelos de Aerostar debían cumplir con el SB 746C instalando el modelo mejorado de tijera del tren principal del Kit 765-155 rev G dentro de las siguientes 100 h de operación como máximo, realizando una inspección de las mismas antes de las siguientes 10 h de vuelo.

#### 1.4. Información sobre el tren instalado en la aeronave EC-ICG

La información proporcionada por el fabricante, tras la consulta posterior al incidente, confirmó que el modelo del tren instalado en la aeronave EC-ICG correspondía al primero de los tres modelos de tijeras diseñados para este tipo de aeronaves.

Según el fabricante, los primeros modelos de tijeras dieron bastantes problemas, razón por la cual Aerostar emitió los boletines de servicio 746, 746A, 746B y 746C y la FAA publicó la directiva de aeronavegabilidad AD-93-13-08. Ha habido tres diseños de tijeras del tren principal. El primer diseño utilizaba una conexión del tipo macho-hembra para unir el brazo superior e inferior de la tijera. Este diseño fue reemplazado por uno de orejeta simple, que fue también mejorado con el tercer diseño que proporcionaba el Kit 765-155 del SB 746C y, que utilizando igualmente una orejeta simple, estaba fabricado con un material de mayor resistencia.

La figura 3 muestra los tres tipos de diseños de tijera del tren principal: la imagen 1 de la izquierda corresponde a la tijera del tren derecho instalada en la aeronave EC-ICG, y las imágenes 2 y 3, facilitadas por el fabricante, a los diseños posteriores.



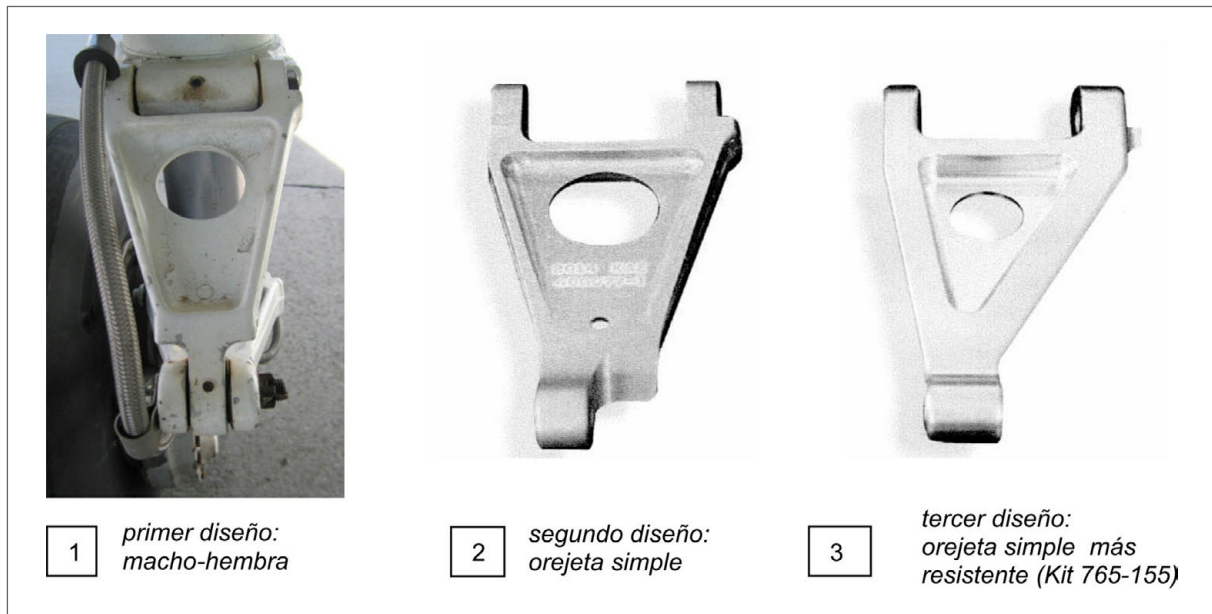


Figura 3. Diseños de la tijera del tren principal

Esta información muestra que la tijera instalada en el tren principal de la aeronave EC-ICG no pertenece al Kit 765-155 sino que corresponde al diseño original de la tijera.

Las partes de la documentación de trabajo (IPC y Manual de mantenimiento) relacionadas con el tren de aterrizaje del centro de mantenimiento estaban actualizadas y hacían referencia al tercer diseño de la tijera y no al que llevaba instalada la aeronave.

## 2. ANÁLISIS

### 2.1. Aspectos operacionales relacionados con el incidente

La primera huella (punto 1 de la figura 1) dejada en la cabecera de la pista durante la toma de contacto, en la que se distinguía el dibujo del neumático, así como los primeros 60 m de huella continua (puntos 2-3 de la figura 2) indican que la posición del tren principal izquierdo en esta fase del aterrizaje era la correcta y, por lo tanto, no se había producido la rotura de la tijera.

Las características de la huella en los siguientes 69 m (puntos 3-4 de la figura 2) sugieren que fue en este tramo en el que se debió producir la rotura de la tijera con la consiguiente rotación del conjunto de la rueda hasta quedarse perpendicular al sentido de avance. Esta posición de la rueda se mantendría hasta el final de la trayectoria.

El estado del neumático, que se encontraba en buenas condiciones en cuanto al dibujo del mismo, indica que no se produjo desplazamiento del mismo respecto a la llanta

así como tampoco presentaba los daños asociados con un reventón del mismo, en el que se producen roturas parciales por todo el neumático que, además, se desplaza respecto de su posición original. Por el contrario, la perforación que presentaba el neumático se localizaba en la parte inferior del mismo que había estado en contacto con el suelo y las dimensiones y forma de la rotura del mismo era coherente con un desplazamiento perpendicular a su posición normal y con la falta de material que presentaban las llantas y el conjunto de frenos por fricción contra el pavimento.

Por lo tanto, parece probable que la rotura de la tijera se iniciara una vez la aeronave estaba en la carrera de rodaje, a los 120 m del primer contacto, y que la perforación en el neumático fuera posterior y a consecuencia del desplazamiento 90° respecto de su posición original del conjunto de la rueda una vez fracturada la tijera.

Respecto a los procedimientos, a pesar de que la velocidad de aterrizaje declarada por el piloto era la adecuada de acuerdo con el manual de vuelo de la aeronave, las huellas indican que la toma de contacto fue brusca como para dejar la marca del neumático en la primera huella y que, además, en el inicio del tramo de la huella continua (punto 2 de la figura 2) la rueda izquierda iba bloqueada probablemente por una actuación desde cabina sobre los frenos.

Por último, respecto a las causas que pudieron originar la rotura de la tijera, se conoce por la información del fabricante, que el modelo de tijera instalado en la aeronave EC-ICG presentaba problemas de fracturas, corrosión y fatiga, habiéndose registrado sucesos como el ocurrido a la aeronave en ocasiones anteriores. Esto llevó a que el fabricante mejorara el diseño de la tijera, modificándolo. Como elemento desencadenante de la fractura se considera que la ejecución del aterrizaje con una toma dura y posterior bloqueo de la rueda originó una sobrecarga en la tijera que llevó a esta a fracturarse.

## **2.2. Aspectos de mantenimiento relacionados con el incidente**

La tijera que llevaba instalado el tren principal de la aeronave EC-ICG correspondía al primer modelo diseñado por el fabricante. A pesar de que éste consideraba mandataria la sustitución de este modelo debido a su propensión a las fracturas y antecedentes de incidentes como el ocurrido a la aeronave EC-ICG, la autoridad de aviación civil del país del fabricante, FAA, permite seguir utilizando estos primeros modelos mientras que no presenten grietas y siempre y cuando se realicen una serie de inspecciones periódicas con líquidos penetrantes.

En el caso concreto de la aeronave EC-ICG, el centro de mantenimiento tenía constancia tanto de la directiva de aeronavegabilidad como del boletín de servicio que afectaban a la tijera, habiéndose encontrado referencias a las mismas en los registros de mantenimiento del libro de la aeronave así como en el listado de cumplimentación de directivas de aeronavegabilidad.



A este respecto se ha constatado lo siguiente:

- El 20-12-2001 se realizó una inspección de 1.000 h en la que se certificó, y así consta en los libros de aeronave y de motores, que se había dado cumplimentación a la AD-93-13-08 y al SB746C-Parte I. La parte I del SB746C se refiere a la realización de una inspección de las tijeras con líquidos penetrantes, por lo que en esta inspección se realizarían estas acciones y no se encontraría ninguna grieta. Como la AD-93-13-08 permite seguir operando con esta tijera mientras esté en buenas condiciones, el centro de mantenimiento no realizó ninguna acción de cambio del tren en este momento.
- En el registro de directivas de aeronavegabilidad de la aeronave, a fecha de 20-05-2003, se registró que se había comprobado la instalación de las tijeras de aluminio del kit 765-155 rev G. Las tijeras del kit son completamente diferentes de las instaladas en la aeronave EC-ICG (figura 3), por lo que, a simple vista, es imposible confundirlas. Por lo tanto, el registro de aplicación de esta directiva de aeronavegabilidad fue incorrecto, llevando a la aeronave a operar durante dos años con un tren sin cumplir las inspecciones que requería la normativa.
- Entre la inspección de diciembre de 2001 y el momento en que se cambiara la tijera en el 2003, la aeronave seguía operando con la tijera antigua, lo que estaba permitido siempre y cuando se realizaran inspecciones con líquidos penetrantes como máximo cada 100 h, tal y como establece la AD-93-13-08. En la revisión del 26-09-2002, en la que, por horas de vuelo, habría tenido que realizarse esta inspección, no aparece ninguna referencia a esta acción que la AD-93-13-08 establecía.

Por último, y de menor entidad, se han detectado los siguientes errores de cálculo y anotación en los registros de mantenimiento:

- Revisión 02-01-2003: siguiente revisión antes de las 1.189 h (debería ser 1.192).
- Revisión 09-07-2003: referencia al manual de Cessna (debería ser Aerostar).
- Revisión 16-03-2004: siguiente revisión antes de las 1.282 (debería ser 1.279).
- Revisión 24-12-2004: siguiente revisión antes de las 5.880 (debería ser 1.386) o anual antes del 31-07-2004 (debería ser 10-06-2005).
- Listado de directivas de aeronavegabilidad cumplimentadas: a fecha de 20-05-2003 en la AD-93-13-08 se anota la comprobación de la instalación de la tijera mejorada y, por lo tanto como acción final, pero se mantiene la acción como recurrente.

### 3. CONCLUSIÓN

#### 3.1. Conclusiones

- La aeronave contaba con un certificado de aeronavegabilidad en vigor.
- El piloto al mando contaba con una licencia en vigor.
- La tijera del tren principal izquierdo de la aeronave se fracturó durante el aterrizaje.

- El conjunto de la rueda giró 90° respecto de su posición original realizando parte de la carrera de aterrizaje en esta posición.
- La rotura de la tijera del tren fue instantánea por una sobrecarga, sin haberse encontrado indicios de defectos previos.
- La tijera del tren de la aeronave EC-ICG estaba afectada por una directiva de aeronavegabilidad AD-93-13-08.
- La normativa actual permitía la utilización de la tijera instalada en la aeronave condicionada a inspecciones periódicas por líquidos penetrantes.
- El centro de mantenimiento no cumplió con la AD-93-13-08 en cuanto a la realización de inspecciones periódicas por líquidos penetrantes y certificó una instalación de un nuevo modelo de la tijera del tren principal que no se había producido.
- Existían errores de anotación y cálculo en los registros de mantenimiento que constan en los libros de la aeronave y motores así como en el registro de cumplimentación de directivas.

### 3.2. Causas

El incidente se produjo por la rotura de la tijera del tren principal izquierdo durante la carrera de aterrizaje de la aeronave EC-ICG en la pista 10 del Aeropuerto de Cuatro Vientos. Es probable que la toma de contacto, ejecutada de forma brusca y con la rueda del tren izquierdo bloqueada por una posible actuación sobre los frenos, sobrecargara la tijera produciendo su rotura.

Se ha constatado además que, al menos durante los últimos dos años, el tren no había sido sometido a las inspecciones periódicas cada 100 h que tiene predeterminadas por la AD-31-13-08, ya que se había considerado cerrada esta acción en mayo de 2003.

## 4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

**REC 11/07.** Ante las consecuencias para el estado de aeronavegabilidad que tiene la cumplimentación errónea de una instrucción obligatoria de aeronavegabilidad, se recomienda a la DGAC que revise el funcionamiento del centro de mantenimiento Sporavia.

La DGAC ha aceptado esta recomendación y ha informado de la realización de dos inspecciones de procedimientos al centro de mantenimiento Sporavia como acciones emprendidas en relación con la recomendación.