



**COMISIÓN DE
INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES
E INCIDENTES DE
AVIACIÓN CIVIL**

Informe técnico A-024/2006

Accidente ocurrido el día
25 de abril de 2006, a la
aeronave Aerospatiale
SA 316 B, matrícula F-GPJF,
operada por Helicópteros
de Cataluña, S. A., en La
Pobleta de Bellveí (Lleida)



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

Informe técnico

A-024/2006

**Accidente ocurrido el día 25 de abril de 2006, a la
aeronave Aerospatiale SA 316 B, matrícula F-GPJF,
operada por Helicópteros de Cataluña, S. A.,
en La Pobleta de Bellveí (Lleida)**



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

SECRETARÍA GENERAL DE
TRANSPORTES

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES E INCIDENTES
DE AVIACIÓN CIVIL

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento ©

NIPO: 161-09-070-3
Depósito legal: M. 23.129-2003
Imprime: Diseño Gráfico AM2000

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

Tel.: +34 91 597 89 63
Fax: +34 91 463 55 35

E-mail: ciaiac@fomento.es
<http://www.ciaiac.es>

C/ Fruela, 6
28011 Madrid (España)

Advertencia

El presente Informe es un documento técnico que refleja el punto de vista de la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil en relación con las circunstancias en que se produjo el evento objeto de la investigación, con sus causas y con sus consecuencias.

De conformidad con lo señalado en la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea, y en el Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional, la investigación tiene carácter exclusivamente técnico, sin que se haya dirigido a la determinación ni establecimiento de culpa o responsabilidad alguna. La conducción de la investigación ha sido efectuada sin recurrir necesariamente a procedimientos de prueba y sin otro objeto fundamental que la prevención de los futuros accidentes.

Consecuentemente, el uso que se haga de este Informe para cualquier propósito distinto al de la prevención de futuros accidentes puede derivar en conclusiones e interpretaciones erróneas.

Índice

Abreviaturas	vii
Sinopsis	ix
1. Información factual	1
1.1. Antecedentes del vuelo	1
1.2. Lesiones de personas	2
1.3. Daños sufridos por la aeronave e informe sobre el choque	2
1.4. Otros daños	2
1.5. Información personal	2
1.6. Información de aeronave	3
1.6.1. Célula	3
1.6.2. Certificado de aeronavegabilidad	4
1.6.3. Registro de mantenimiento	4
1.6.4. Motor	4
1.6.5. Información sobre el conjunto mecánico de transmisión	4
1.6.6. Mantenimiento del conjunto mecánico de la transmisión	6
1.6.7. Información sobre la estanqueidad de la MGB, mástil del rotor y platos oscilantes	9
1.6.8. Almacenamiento de la aeronave	10
1.6.9. Carga de la aeronave y equipos	11
1.6.10. Diagrama altura-velocidad	12
1.6.11. Autorrotación	13
1.7. Información meteorológica	14
1.8. Ayudas a la navegación	14
1.9. Comunicaciones	14
1.10. Información de aeródromo	14
1.11. Registradores de vuelo	15
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto	15
1.12.1. Descripción del lugar	15
1.12.2. Descripción y distribución de los restos	16
1.12.3. Restos significativos localizados	17
1.13. Información médica y patológica	17
1.14. Incendio	17
1.15. Aspectos de supervivencia	18
1.16. Ensayos e investigación	18
1.16.1. Trayectoria de la aeronave	18
1.16.2. Inspección del motor	19
1.16.3. Inspección de la línea de alta tensión	19
1.16.4. Inspección de la rueda libre	19
1.16.5. Información sobre el apoyo 305 de la línea de alta tensión Sentmena-Sallente	21
1.16.6. Protección de la aeronave durante el periodo sin servicio	22
1.17. Información sobre organización y gestión	22
1.17.1. Información recogida por el operador en el Manual de Operaciones (MO)	22

1.17.2.	Información sobre el documento técnico denominado «Inspección de líneas aéreas de alta tensión con helicóptero» elaborado por la compañía explotadora del tendido de alta tensión	23
1.18.	Información adicional	23
1.18.1.	Reglamentación en el ámbito de la seguridad y salud sobre la utilización de equipos de protección individual (EPI)	23
1.18.2.	Sistema de protección de riesgos del operador	24
1.18.3.	Sistema de prevención de riesgos de la empresa explotadora del tendido de alta tensión	24
1.19.	Técnicas de investigación útiles o eficaces	25
2.	Análisis	27
2.1.	General	27
2.2.	Análisis del vuelo y operación	27
2.3.	Consideraciones sobre los elementos inspeccionados	28
2.4.	Aspectos sobre la lubricación de la MGB y su contaminación	29
2.5.	Acciones de mantenimiento	30
2.6.	Consideraciones sobre paradas prolongadas	31
2.7.	Aspectos de mejora de la operación y la seguridad	32
2.8.	Análisis sobre aspectos relacionados con los equipos de protección de la tripulación ...	32
3.	Conclusión	35
3.1.	Conclusiones	35
3.2.	Causas	35
4.	Recomendaciones sobre seguridad	37

Abreviaturas

00°	Grados
00'	Minutos
00 °C	Grados centígrados
BTP	MGB (en francés)
CG	Centro de gravedad
DGAC	Dirección General de Aviación Civil
EASA	Agencia Europea de Seguridad Aérea
EPI	Equipos de protección individual
ft	Pie(s)
ft/min	Pies/minutos
h	Hora(s)
km	Kilómetro(s)
km/h	Kilómetros/hora
kt	Nudo(s)
m	Metro(s)
m/seg	Metros/segundo
m/min	Metros/minuto
mm	Milímetro(s)
MO	Manual de Operaciones
MGB	«Main Gear Box» (Caja de transmisión principal)
MTOW	Peso máximo autorizado al despegue
NPA	«Notice of Proposed Amendment»
rpm	Revoluciones por minuto
TBO	«Time Between Overhaul» (Tiempo entre revisión general)

Sinopsis

Propietario y operador:	Société I.B.C. – Helicópteros de Cataluña, S. A.
Aeronave:	Aerospatiale SA 316 B, matrícula F-GPJF
Fecha y hora del accidente:	25 de abril de 2006; 13:45 hora local
Lugar del accidente:	La Pobleta de Bellvé (Lleida)
Personas a bordo y lesiones:	Cuatro, un piloto y tres tripulantes, todos ellos fallecidos
Tipo de vuelo:	Trabajos aéreos – Comercial – Patrulla aérea
Fecha de aprobación:	25 de marzo de 2009

Resumen del accidente

Durante la ejecución de los trabajos programados de inspección de la línea de alta tensión que transcurre cercana a la población de La Pobleta de Bellvé, la aeronave se precipitó contra el terreno y posteriormente se incendió quedando destruida. Los cuatro tripulantes perecieron en el suceso.

En la inspección del terreno fue localizada una pieza de la aeronave, denominada rueda libre, que permite la transmisión de potencia a la caja de transmisión principal (MGB).

El informe determina como causa más probable del accidente el desprendimiento en vuelo de la rueda libre que interrumpió la aplicación de potencia al rotor principal cuando el helicóptero se encontraba en unas condiciones de vuelo y en una zona que no permitían realizar un aterrizaje forzoso seguro.

El desprendimiento de la rueda libre se produjo por una rotura por fatiga de los tornillos y de la pestaña que forman el sistema de conexión de ésta al acoplamiento con el motor. El proceso de corrosión se inició por la contaminación de agua e impurezas en el lubricante de la rueda libre.

Con el informe se emiten cinco (5) recomendaciones de seguridad.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El día 25 de abril de 2006, a las 13:45 hora local, la aeronave Aerospatiale SA 316 B, matrícula F-GPJF, se precipitó contra el terreno al pie de una torre de alta tensión, cuando realizaba trabajos de mantenimiento programado de la línea eléctrica que transcurre entre las subestaciones de Sentmenat y Sallente en las provincias de Barcelona y Lleida respectivamente. A bordo de la aeronave iban cuatro personas: el piloto, un especialista de video y dos técnicos de la compañía eléctrica; todas ellas fallecieron.

Las personas que avistaron la aeronave con anterioridad al accidente manifestaron que ésta se dirigía con rumbo norte recorriendo la línea de alta tensión. Posteriormente, al advertir la presencia de fuego junto a una de las torres del tendido eléctrico y, tras informar a los servicios de emergencia, se desplazaron hasta el lugar donde comprobaron que la aeronave había sufrido un accidente, encontrando a sus ocupantes y a los restos de la aeronave afectados por el fuego.

Los restos de la aeronave estaban concentrados sobre la ladera de la montaña y afectados por la acción del fuego producido (Figura 1). Los servicios de emergencia actuaron con prontitud y lograron sofocar el incendio e impedir que se extendiera.



Figura 1. Vista general de los restos

La tripulación venía realizando este tipo de actividad habitualmente y el último vuelo de similares características lo habían efectuado cuatro días antes, en la misma línea eléctrica. Los trabajos el día del accidente se iniciaron una hora antes desde la población de Salars de Pallars, a 17 km del lugar del accidente, con los tanques de combustible en su máximo nivel. Asimismo, según las personas de apoyo en tierra de la aeronave, no se habían observado anomalías en el aparato con anterioridad al vuelo.

Durante la inspección del lugar del accidente fue recogida una pieza del helicóptero, denominada rueda libre, que se hallaba a unos 27 m de los restos principales y localizada junto a la base de la torre del tendido eléctrico más próxima al lugar que ocupaban los restos.

1.2. Lesiones de personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Muertos	4		4	
Graves				
Leves				No aplicable
Ilesos				No aplicable
TOTAL	4		4	

La tripulación estaba compuesta por cuatro personas vinculadas a varias entidades. Aparte del piloto, a bordo iban dos técnicos de la compañía explotadora de la red eléctrica, que supervisaban el estado de la línea, y un especialista en video que controlaba las imágenes de la cámara de filmación instalada en la aeronave.

1.3. Daños sufridos por la aeronave e información sobre el choque

La aeronave fue destruida por la acción de las fuerzas de impacto y el posterior fuego que calcinó el fuselaje por completo, a excepción del rotor de cola.

1.4. Otros daños

Los daños en el entorno se delimitaron en unos 400 m² aproximadamente de monte bajo, calcinados al arder el combustible de la aeronave.

1.5. Información personal

Comandante

Edad: 45 años

Nacionalidad: Francesa

Título:	Piloto comercial de helicóptero
Estado emisor:	Francia
Fecha de validez licencia:	31-10-2006
Certificado médico:	• Renovado el 14-04-2006 • Válido hasta el 31-10-2006
Habilitaciones en vigor:	S 315/316/319

El piloto había suscrito un contrato de trabajo indefinido con el explotador con fecha 29 de marzo de 2006.

La experiencia acreditada en la cartilla de vuelos del piloto, a fecha 14-04-2006 era de 3.681 h y 36 minutos, de las cuales 70 h y 30 minutos fueron efectuadas en calidad de comandante en los 6 últimos meses. Por otra parte, se han acreditado por el operador 18 h y 26 minutos de vuelo como piloto de la compañía, desde el 18 al 24-04-2006.

1.6. Información de aeronave

La aeronave era propiedad de una compañía francesa. Su utilización se realizaba en base a un contrato en régimen de arrendamiento sin tripulación (*Dry Lease*) que la compañía propietaria había suscrito con el operador español. La duración de dicho contrato era de un mes, renovable tácitamente cada mes durante un periodo de tres meses a contar desde el 20 de marzo de 2006.

Según el contrato, el mantenimiento y las revisiones periódicas de la aeronave eran realizados por un centro de mantenimiento autorizado por la Autoridad de Aviación Civil de Francia y con el que el propietario tenía suscrito un contrato. Durante el tiempo del contrato las revisiones prevuelo, y posterior al mismo, las llevaba a cabo el operador.

1.6.1. Célula

Marca:	Aerospatiale
Modelo:	Alouette III SA 316 B
Núm. de fabricación:	1353
Matrícula:	F-GPJF
MTOW:	2.200 kg
Propietario:	SARL IBC
Explotador:	Helicópteros de Cataluña, S. A.

1.6.2. *Certificado de aeronavegabilidad*

Número:	115836
Fecha de expedición:	29-01-2003
Fecha de caducidad:	20-03-2009

1.6.3. *Registro de mantenimiento*

Horas totales de vuelo:	8.015 h
Horas desde última rev. general:	1.074 h
Última revisión 100 h:	19-03-2006
Horas desde última revisión 100 h:	67 h

1.6.4. *Motor*

Marca:	Turbomeca
Modelo:	Artouste III B1
Número de serie:	1751
Horas totales de vuelo:	7.387 h
Horas desde última rev. general:	1.958 h
Última revisión 100 h:	19-03-2006
Horas desde última revisión 100 h:	39 h

1.6.5. *Información sobre el conjunto mecánico de transmisión*

El rotor principal y el rotor de cola son accionados por una cadena de transmisión mecánica constituida por (véase Figura 2):

- Un conjunto de «toma de fuerza-acoplamiento» (Tramo n.º 1).
- La transmisión al rotor principal (Tramo n.º 2).
- La transmisión al rotor de cola (Tramo n.º 3).

El conjunto «toma de fuerza-acoplamiento» (1) une el grupo turbomotor (MOTOR) a la caja de transmisión principal. Está constituido por los elementos:

- Toma de fuerza-embrague.
- Árbol de acoplamiento-rueda libre.

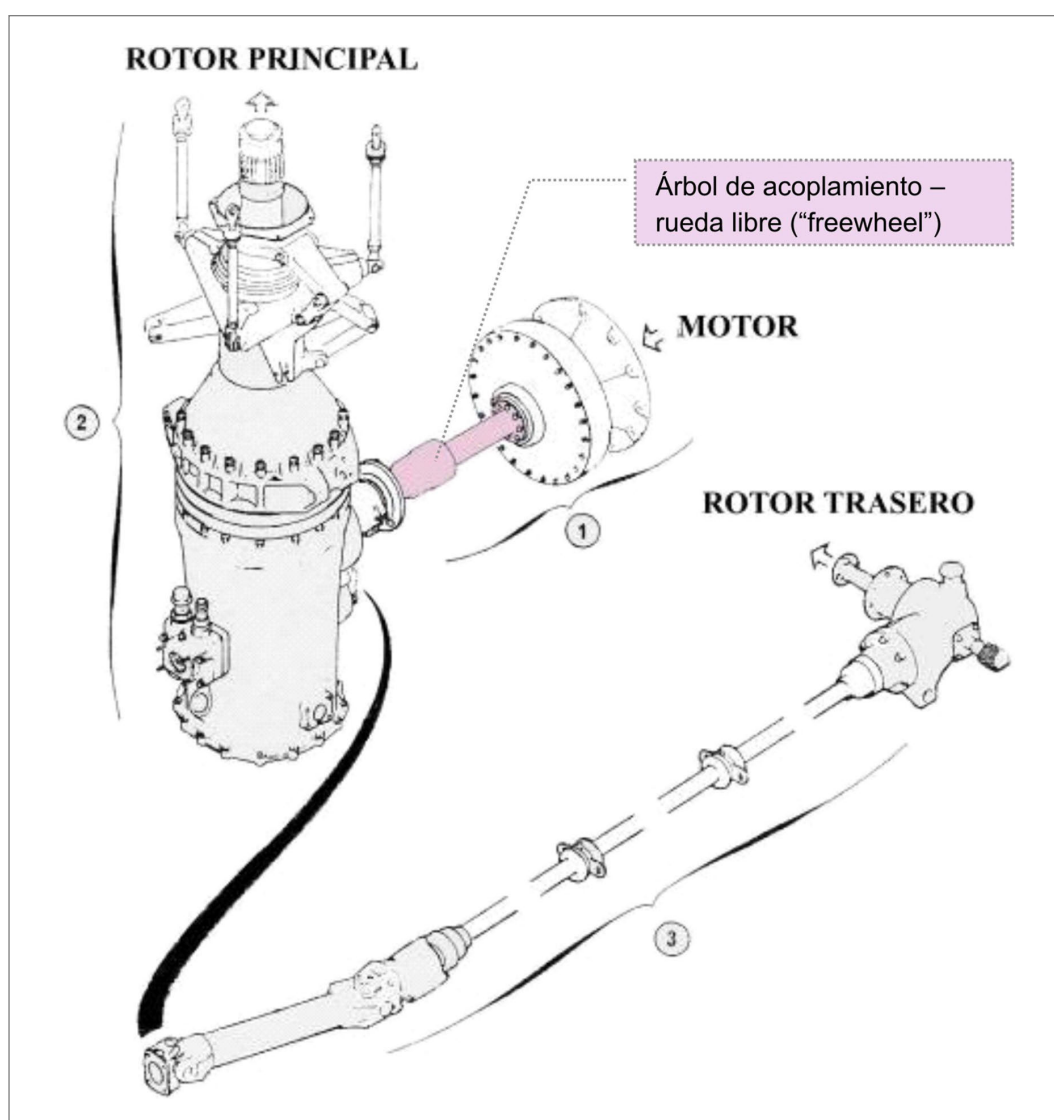


Figura 2. Esquema de la transmisión mecánica

El embrague centrífugo, en seco, tiene por objeto desacoplar el motor de la cadena de transmisión en el momento del arranque y realizar progresivamente el accionamiento de la transmisión por el motor. La sincronización de las velocidades (salida del motor a transmisión) está asegurada entre 19.500 y 24.000 rpm.

El árbol de acoplamiento o rueda libre se encuentra instalado entre el embrague y la caja de transmisión principal, y permite la transmisión del movimiento sólo en el sentido MOTOR a ROTOR. En autorrotación, en cuanto el rotor se hace «motor», este acoplamiento impide el movimiento en el sentido contrario, ROTOR a MOTOR. La rueda libre está formada por los siguientes componentes (véase Figura 3):

- Una parte motora, fijada en un extremo por tornillos en el piñón de acoplamiento del embrague y por el otro lado una leva con ocho resaltes. (Elemento A).

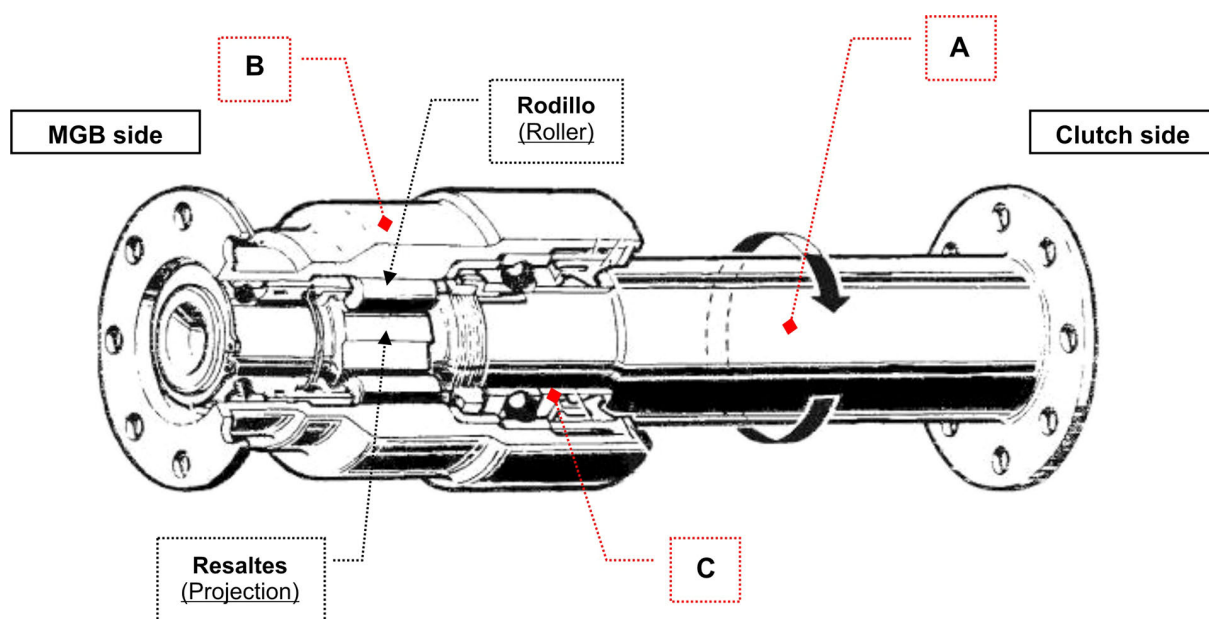


Figura 3. Esquema del árbol de acoplamiento o rueda libre

- Una parte conducida, a modo de manguito en el que se aloja la parte motora y que por el otro extremo se fija por tornillos en la corona dentada del acoplamiento a la caja de transmisión principal. (Elemento B).
- Una parte intermedia, provista de ocho rodillos mantenidos en una jaula empujada en sentido inverso de rotación por dos resortes. (Elemento C).

La lubricación del conjunto de rodillos y rodamientos se realiza a partir del circuito de aceite de la caja de transmisión principal por el interior de la parte motora (A).

En funcionamiento normal la aplicación del par motor en la parte motora hace que los rodillos permanezcan trabados entre la pendiente de los resaltes y el manguito. El manguito conducido es accionado sin deslizamiento, y la rueda libre está entonces embragada. En autorrotación, en cuanto el rotor se hace «motor», el par aplicado en el manguito conducido libera los rodillos y la rueda libre funciona como un rodamiento normal, con lo que está pues desembragada.

Por otra parte, los resortes mantienen los rodillos en contacto con la pendiente de los resaltes y el manguito conducido, evitando así el embrague brusco de la rueda libre en el momento de las variaciones del par motor.

1.6.6. *Mantenimiento del conjunto mecánico de la transmisión*

La aeronave accidentada llevaba un árbol de acoplamiento (rueda libre) identificado con el número de serie A 696 y de referencia 3160-60100002.

El montaje sobre la aeronave se realizó el 21-10-1999 cuando ésta contaba con 7.300 h totales. Considerando que en el momento del accidente las horas totales ascendían a 8.015, el número de horas en funcionamiento de la rueda libre fue de 715 (véase tabla 1).

El manual de mantenimiento establece que el intervalo de horas de vuelo entre revisiones generales («Time between overhaul» o TBO) de la rueda libre es de 1.800 h (más 30 horas de tolerancia) y fija una inspección periódica cada 800 h desde su instalación o desde «overhaul».

Entre las restantes tareas que contempla el manual de mantenimiento se encuentra la sustitución del lubricante de la MGB cada 300 h (transcurridas las primeras 100 h de la MGB) o cada 24 meses. Además, los trabajos de mantenimiento incluyen cumplimentar la directiva de aeronavegabilidad n.º 79-51-39.

La citada directiva fue motivada al producirse varios sucesos en que la rueda libre se desprendió de la aeronave por la falta de lubricación de la misma. La modificación propuesta en la directiva comprende dos acciones: la mejora de la estanqueidad de la conexión de la rueda libre, por un lado con la MGB y por el otro con el embrague; y la otra acción, la verificación de la lubricación de la misma. Estas acciones fueron definidas en sendos boletines de servicio con los números 65.81 para la primera y 05.65 para la segunda. Por otra parte, este último boletín 05.65 conlleva la verificación periódica, cada 100 h.

En los trabajos desarrollados en la revisión de mayo de 2005, que refleja la tabla 1, se incluyó la sustitución del lubricante de la MGB. Por tanto, considerando que las horas de vuelo de la aeronave en esa fecha eran de 7.932, las horas en servicio del lubricante fueron 83 hasta el accidente.

Los trabajos de mantenimiento efectuados por el centro de mantenimiento sobre la aeronave corresponden a la siguiente tabla:

Fecha	Operación	Trabajo realizado	Horas totales de la aeronave	Tiempo transcurrido (horas)
21-10-1999	Assembly new Free Wheel (montaje de nueva rueda libre)		7.300	0
29-01-2003	Annual Periodic Check (Revisión periódica anual) T1 + T2	AD 79-51-39	7.687	387
17-07-2003	Periodic Check 100 hours (Revisión periódica de 100 h)	AD 79-51-39	7.807	120
20-08-2003	Periodic Check 200 hours (Revisión periódica de 200 h)	AD 79-51-39 (SB 05.65)	7.895	88

Tabla 1. Registro de mantenimiento de la aeronave

Fecha	Operación	Trabajo realizado	Horas totales de la aeronave	Tiempo transcurrido (horas)
<i>Cambio de centro de mantenimiento (24-01-2004)</i>				
24-03 a 14-04-2004	Annual Visit (Revisión anual) T1	AD 79-51-39	7.924	29
01-05 a 11-05-2005	Annual + systematic visit (Revisión anual y visita sistemática)	AD 79-51-39 (SB 05.65) (Including BTP oil change) (incluyendo cambio de aceite de la BTP)	7.932	8
19-03-2006	Periodic Check 100 hours (Revisión periódica de 100 h)	AD 79-51-39 (SB 05.65)	7.949	17
20-03-2006	Dry Lease to Helicasa (arrendamiento sin tripulación a Helicasa)			
03-04-2006	25 h visit according to the maintenance program (Revisión de 25 h según el programa de mantenimiento)		7.976	27
19-04-2006	Last mention on the log: 25 hours visit according to the maintenance program (Última mención en el libro de mantenimiento: revisión de 25 h según el programa de mantenimiento)		8.004	28
25-04-2006	Accidente		8.015	11

Tabla 1. Registro de mantenimiento de la aeronave *(continuación)*

Otra labor de mantenimiento requerida para la aeronave es la inspección del estado de los guardapolvos del mástil, que siguiendo el manual, se realizó durante las revisiones anuales y en la inspección básica diaria. A este respecto, la información obtenida sobre la inspección diaria no reportó un posible mal estado de los guardapolvos ni ninguna otra incidencia reseñable.

Entre las tareas de limpieza del conjunto mecánico de la transmisión, se llevaban a cabo lavados a mano sin el empleo de sistemas de limpieza a alta presión.

Asimismo, a la vista del cuadro anterior, las horas voladas por la aeronave desde mayo de 2005 hasta marzo de 2006 fueron 17, de las que se desconoce su distribución.

En relación con las labores de inspección referidas al estado del lubricante de la MGB, el manual de mantenimiento del fabricante del helicóptero contempla, entre otras, revisiones en las inspecciones de 25 horas y en las inspecciones diarias posteriores al último vuelo. De acuerdo con las instrucciones del apartado D del manual de mantenimiento, en estas revisiones se debe verificar visualmente que el lubricante no presenta signos de deterioro, en concreto: opacidad, oscurecimiento u olor anormal. En caso de mostrarse estos indicios se contemplan las acciones de corrección siguientes: vaciar y aclarar el circuito con lubricante de funcionamiento y volver a poner lubricante nuevo. Si se observa que nuevamente se produce la degradación del lubricante en las 100 horas siguientes se procederá a efectuar una revisión en taller.

El operador de la aeronave tenía recogidas esas instrucciones en su documentación de mantenimiento, dentro de las listas de inspección después del último vuelo del día, junto con la comprobación del nivel, fugas del lubricante de la MGB y del tapón magnético de la misma. Estas inspecciones eran realizadas normalmente por personal no cualificado que había sido contratado por el operador unos días antes del inicio de las operaciones con este helicóptero, y al que ayudaba el piloto. Eventualmente, un técnico de mantenimiento del operador, con habilitación para este modelo de helicóptero, visitaba la base. El operador no mantenía registros de estas inspecciones diarias.

Las dos últimas revisiones de 25 horas antes del accidente fueron llevadas a cabo por técnicos del mantenedor francés, de acuerdo con las condiciones del contrato de arrendamiento con el operador. En estas inspecciones no se detectaron anomalías en el aceite de la MGB.

En el transcurso de la investigación, el fabricante ha propuesto además ampliar estas instrucciones como una acción de seguridad operacional, incorporando al procedimiento descrito una acción específica de enjuagar el conjunto de la rueda libre, aun considerando que ésta forma parte del circuito de lubricación de la MGB.

1.6.7. *Información sobre la estanqueidad de la MGB, mástil del rotor y platos oscilantes*

El manual de mantenimiento de la aeronave requiere la verificación de las fugas de aceite que pudieran producirse en el conjunto que forman el mástil, los platos oscilantes y la MGB. En los tres componentes citados, existe un control sobre las posibles fugas o rezumes del lubricante en tornillos, racores, uniones con tuberías, registros, etc. Todas estas acciones permiten prevenir holguras, desgastes anormales, pérdidas de ajuste, etc.

Asimismo, existen puntos en el conjunto susceptibles de permitir la entrada de sustancias, normalmente en estado líquido, al interior. Estas zonas son los guardapolvos, el cordón de estanqueidad entre el mástil y la caja de transmisión principal y los orificios que sirven para mantener el interior del conjunto a presión atmosférica.

Los guardapolvos protegen la entrada de partículas sólidas o líquidas hacia la junta, de tipo laberinto, que une el eje del mástil y la caja de transmisión principal. Debe evitarse que estén agrietados o rasgados y tienen que estar correctamente sujetos a las partes móviles. En la parte superior del mástil se encuentran dos orificios de 3 mm de diámetro que permiten mantener la presión atmosférica en el interior de la MGB. Estos orificios están realizados con una pendiente ascendente de 15 grados para impedir la entrada de agua (Figura 4).



Figura 4. Vista de la parte superior del mástil y del elemento con orificios que monta este modelo de helicóptero

1.6.8. *Almacenamiento de la aeronave*

El manual de mantenimiento de la aeronave define varios tipos de almacenamiento dependiendo de las siguientes condiciones:

- El tiempo de la inmovilización.
- Las condiciones climatológicas del lugar en que se ha depositado la aeronave.

El almacenamiento puede realizarse sobre la aeronave en su totalidad o sobre diferentes componentes de la misma.

Cuando el tiempo de inmovilización de un aparato ha de ser superior a un mes, habrá que colocarlo en una de las siguientes configuraciones:

- Almacenado de «corta duración» para un tiempo comprendido entre 1 y 6 meses.
- Almacenado de «larga duración» para un tiempo superior a 6 meses

Asimismo, se contempla un caso particular denominado «no almacenado» cuyo periodo de inmovilización es inferior a un mes y no precisa operación particular de preservado antes de volver al servicio, aunque sí realizar un punto fijo con el rotor girando una vez a la semana. Este modo de «no almacenado» permite mantener las condiciones de aeronavegabilidad de la aeronave sin aplicar acciones previas al vuelo.

Tanto el almacenamiento de corta como de larga duración deben contemplar unos periodos de inspección que, para el caso de realizarse sobre la totalidad del aparato son los siguientes:

Almacenaje de corta duración	Almacenaje de larga duración	
	Al aire libre	Al abrigo
2 meses	2 meses	4 meses

La configuración de almacenamiento de corta y larga duración implica la ejecución de distintas labores de protección, despreservado, verificación, control y reacondicionamiento para la puesta en servicio. Entre las labores del almacenaje de corta duración se indica que el lubricante de la MGB debe ser vaciado. En el suceso que nos ocupa debemos señalar que el lubricante no fue retirado de la MGB. Asimismo, la diferencia principal entre ambos tipos de almacenamiento es que el de larga duración implica el desmontaje de los conjuntos del aparato y su preservación en contenedores.

Referente a este apartado, el contrato de arrendamiento sin tripulación («Dry lease») requería la preservación del aparato de las inclemencias climatológicas y la protección con un toldo del motor durante la vigencia del contrato.

1.6.9. Carga de la aeronave y equipos

La aeronave portaba un equipo de filmación compuesto por una cámara situada por delante de la pata izquierda del tren principal de aterrizaje y un armario de conexiones eléctricas instalado entre los asientos del piloto y el copiloto.

El último cálculo de peso y centrado de la aeronave fue realizado el 20 de marzo de 2006 incluye la equipación señalada anteriormente. El cálculo del peso y centrado obtenido en el momento del suceso se recoge en la tabla 2:

Configuración	Peso en kg	Brazo en mm	Momento (kg × mm)	Est. Long. CG (mm)
Pesada 22-12-1987	1.254,00	3.213,00	4.029.102,00	
PESO EN VACÍO	1.254,00	3.213,00	4.029.102,00	
Rack Equipos Wescam	74,00	2.300,00	170.200,00	
Cámara Wescam + soporte	75,00	3.000,00	225.000,00	
PESO BÁSICO	1.403,00	3.153,46	4.424.302,00	3.153,46
Combustible kg	214,00	3.407,01	729.100,00	
Piloto y pasajero (asiento copiloto)	160,00	1.385,00	221.600,00	
PESO B + COMBUSTIBLE	1.777,00	7.945,47	5.375.002,00	3.024,76
Pasajeros	160,00	2.195,00	351.200,00	
PESO TOTAL	1.937,00	10.140,47	5.726.202,00	2.956,22

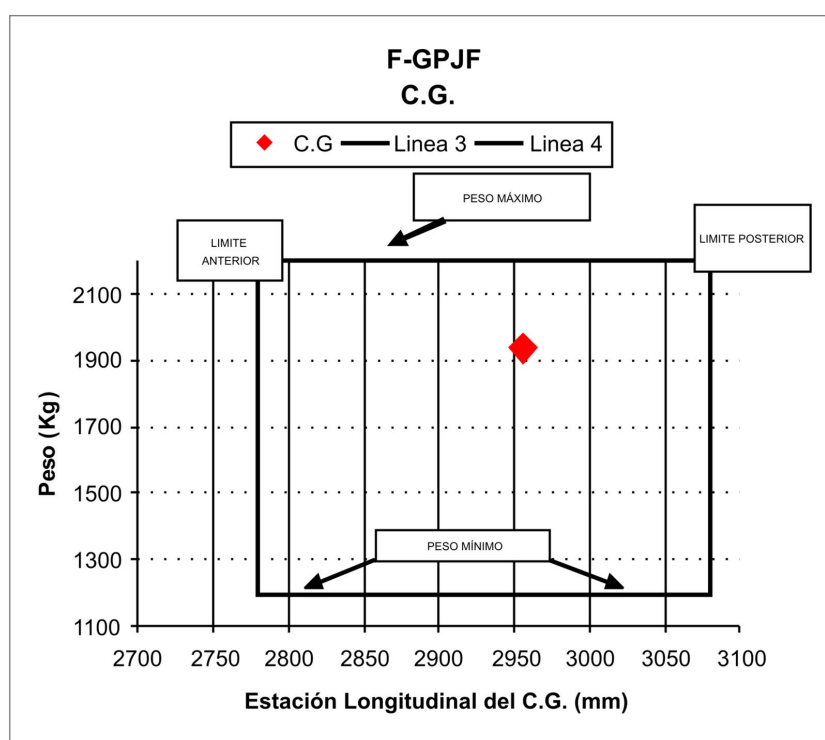


Tabla 2. Cálculo de peso y centrado

Según estos datos, el centro de gravedad de la aeronave se encontraba entre los límites anterior y posterior y su peso dentro de márgenes.

1.6.10. Diagrama altura-velocidad

La envolvente de altura – velocidad indica al piloto la dificultad para realizar una toma con seguridad con el helicóptero en el caso de una interrupción total de potencia del motor al rotor principal. En las condiciones anteriores, pueden intervenir otros factores que impliquen una mayor dificultad en realizar una toma segura, como son: tipo de terreno alcanzable, influencia del viento, peso de la aeronave y tiempo de respuesta del piloto.

Aunque no es posible fijar con certeza la altura a la que se encontraba la aeronave en el momento de precipitarse contra el terreno, el rango debía estar comprendido entre 30 y 50 m, que corresponden a las alturas a las que se encuentran los cables soportados por la torre de alta tensión. La velocidad de vuelo se puede acotar entre 0 y 20 km/h, considerando que por la situación que guardaba respecto a la torre, se encontraría en vuelo estacionario o muy cercano a él.

En la situación planteada y con los rangos de valores probables, el helicóptero se encontraba dentro de la zona de utilización a evitar durante el vuelo. Ver curva representada a continuación en la figura 5.

EUROCOPTER
SE. 3160 ALOUETTE III
MANUAL DE VUELO

Helicóptero en vuelo cara al viento

INSTRUMENTOS EN MEDIDAS METRICAS

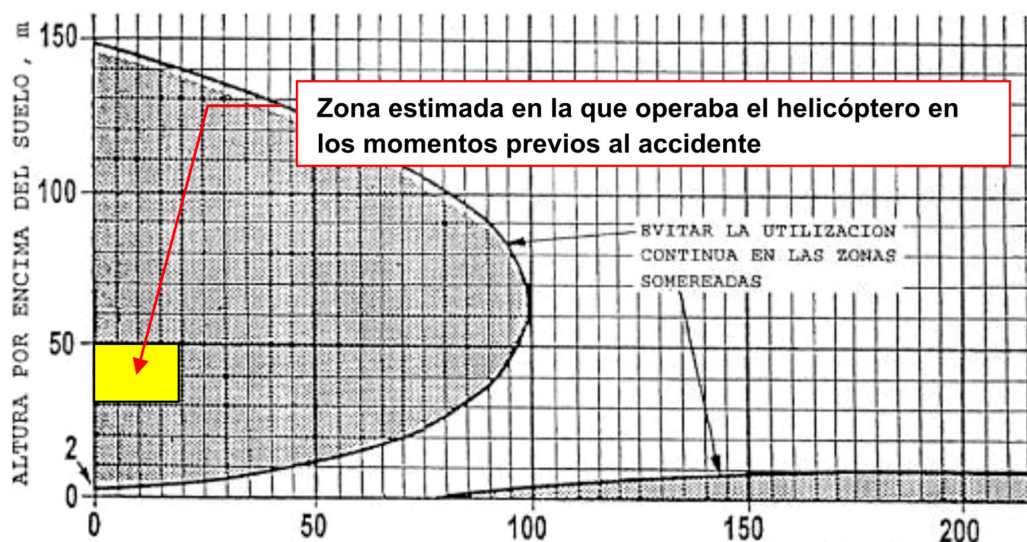


Figura 5. Diagrama de altura (m)-velocidad (km/h)

1.6.11. Autorrotación

La autorrotación es la condición de vuelo durante la cual el rotor principal es movido sólo por las fuerzas aerodinámicas, sin potencia del motor. En determinadas condiciones, es una maniobra que permitirá al helicóptero descender con seguridad cuando exista una pérdida total de la potencia aplicada al rotor principal.

El manual de vuelo del SA 316B señala que cuando falla de forma instantánea la aplicación de potencia al rotor principal, el helicóptero gira el morro hacia la derecha.

Asimismo, el manual define tres situaciones de vuelo dónde puede ocurrir la pérdida total de aplicación de potencia al rotor principal:

1. Hasta una altura de 3 m a velocidad nula o poca velocidad [menos de 27 kt (50 km/h)].
2. Una altura comprendida entre los 3 y 50 m.
3. Y a alturas superiores a los 50 m.

En el caso número dos, en alturas entre los 3 y 50 m, el manual de vuelo indica que será necesario primero reducir el paso del mando colectivo, en el valor permitido por el

margen de altura de que se dispone y, para amortiguar el contacto, volver a aumentar dicho paso. Cuando exista velocidad respecto al terreno será necesario efectuar una recogida («flare») que será más acentuada cuanto mayor sea la velocidad del helicóptero y más cerca esté del suelo.

1.7. Información meteorológica

La estación meteorológica más cercana se encontraba a 12 km de la zona del accidente y recogía los siguientes datos entre las 12:30 y 13:00 h:

- Temperatura: 27,2 °C.
- Humedad relativa: 31%.
- Velocidad media del viento: 5,2 kt.
- Dirección del viento: 166°.
- Ráfaga de viento máxima: 32 km/h (17 kt).

Los datos de las demás estaciones consultadas son equivalentes aunque el viento era de componente sur-suroeste.

Las ráfagas de viento máximas del día se obtuvieron a última hora de la tarde.

Las primeras personas que llegaron a la zona del accidente manifestaron que había una suave brisa hacia las cotas más altas de la ladera (hacia el norte), lo que se confirma a la vista del sentido de propagación del fuego sobre la zona afectada.

1.8. Ayudas a la navegación

No afectan a la investigación.

1.9. Comunicaciones

No se establecieron comunicaciones con el personal de apoyo en tierra de la aeronave, ni se registraron comunicaciones con ningún centro de control de tráfico aéreo.

1.10. Información de aeródromo

El accidente se produjo durante la realización de las labores de inspección de un tendido eléctrico. La aeronave había despegado de un terreno no preparado situado a 17 km del lugar del accidente y no tuvo relación con operaciones de aproximación, aterrizaje o despegue en aeródromos.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con un registrador de datos de vuelo o registrador de voz en el puesto de pilotaje. La reglamentación aeronáutica no exige la instalación de estos equipos de grabación en este modelo de aeronave.

No obstante, por el tipo de operación que se llevaba a cabo de filmación del tendido de alta tensión eléctrica, la aeronave llevaba una cámara de filmación manejada por un especialista de video desde el helicóptero, pero no fue posible recuperar el material grabado ya que fue consumido por el fuego.

1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto

1.12.1. Descripción del lugar

El punto donde se localizaron los restos se sitúa junto al apoyo n.º 305 del tendido de alta tensión que une las subestaciones de Sentmenat y Sallente, entre las provincias de Barcelona y Lleida.

La orografía del lugar es montañosa y la vegetación estaba compuesta en esa área por arbustos. Los restos se distribuían sobre la ladera de una montaña cuya pendiente irregular alcanza pendientes máximas del 40% aproximadamente. La cota del terreno,



Figura 6. Vista general de la zona del accidente en dirección sur

donde se situaban los restos, es de 873 m y sus coordenadas geográficas son: 42° 21,266' Norte y 0° 58,023 Este.

El tendido eléctrico, en ese tramo, discurre prácticamente hacia el norte (rumbo 12°).

1.12.2. Descripción y distribución de los restos

Los restos de la aeronave se encontraban concentrados sobre el terreno, situados a la derecha de la línea de alta tensión, en sentido norte. Únicamente el árbol de acoplamiento (rueda libre), del conjunto de transmisión entre el motor y la caja de transmisión principal, se encontró a 27 m de distancia de los demás restos.

La aeronave, a excepción del rotor de cola, fue afectada por el fuego producido después de impactar contra el terreno al arder el combustible.

El terreno mostraba que el desplazamiento de la aeronave sobre el mismo fue mínimo. La parte anterior de la aeronave estaba orientada hacia la base de la ladera y el rotor de cola en una cota superior. Asimismo, los restos observados indican que en el momento del contacto entre la aeronave y el terreno, el eje longitudinal de ésta tenía una inclinación ligeramente superior a la de la pendiente del terreno.

El rotor principal estaba inclinado hacia adelante y caído hacia la izquierda. Las palas del rotor principal, aunque afectadas por el fuego, mantenían su forma y apenas mostraban impactos en el borde de ataque y un leve golpe en el extremo de una de ellas.



Figura 7. Detalle de los restos de la transmisión principal

El extremo posterior de la aeronave permanecía sobre el suelo y apoyado sobre su base. El patín de cola se había doblado 90 grados al apoyarse sobre el terreno y las palas del rotor se mostraban dobladas en la zona más próxima al eje de giro, sin señales de que hubieran entrado girando contra el terreno.

En la cabina se observaba que la palanca de mando del cíclico estaba doblada hacia delante en su base. Los instrumentos indicaban los siguientes valores:

- Giroscopio direccional: 137°.
- Variómetro 800 m/min: (2.625 ft/min).
- Anemómetro: 97 km/h (52,4 kt).

1.12.3. Restos significativos localizados

En la inspección visual del terreno se localizó el elemento denominado rueda libre, que presentaba en su superficie lateral una huella de impacto contra una roca próxima a su localización.

El elemento mostraba en uno de sus extremos una rotura que recorría los orificios que sirven de unión al conjunto mecánico de la transmisión al motor y, en el otro extremo, aparecía el engranaje que lo une a la caja principal de transmisión.

1.13. Información médica y patológica

La caída de la aeronave contra el terreno produjo daños fatales sobre sus ocupantes, a excepción del piloto, que sobrevivió a pesar del impacto según el informe forense. No obstante, el fuego posterior afectó a todos ellos haciendo su supervivencia imposible.

El examen forense no revela otros datos significativos para la investigación.

1.14. Incendio

El incendio originado, por la combustión del combustible que llevaba a bordo la aeronave, fue observado por personas próximas al lugar, las cuales avisaron a los servicios de emergencia.

Al lugar del accidente asistieron dotaciones de bomberos de dos localidades próximas que evitaron que el fuego se extendiese por la montaña. La zona quemada afectó aproximadamente a 400 m².

1.15. Aspectos de supervivencia

El incendio se debió iniciar inmediatamente después del impacto. Las primeras personas que advirtieron el humo, ascendieron hasta los restos, pero únicamente pudieron constatar que los ocupantes de la aeronave habían sido afectados por el fuego.

El piloto de la aeronave y el resto de la tripulación no portaban medios de protección como el casco y mono ignífugo.

1.16. Ensayos e investigación

1.16.1. *Trayectoria de la aeronave*

Los trabajos durante el vuelo consistían en la filmación e inspección ocular del tendido eléctrico y sus apoyos. El sobrevuelo del tendido entre los apoyos se realizaba a un costado del mismo y a una velocidad no superior a los 30 km/h. El trabajo sobre los apoyos del tendido consistía en un vuelo en estacionario desde el conductor superior hasta el inferior y ascender nuevamente para filmar los apoyos en tierra, seguidamente proseguir a la torre siguiente. Durante esta operación la altura de vuelo de la aeronave no superaba la de la torre inspeccionada. La separación al tendido, según el procedimiento habitual, era de unos 7 m desde las puntas de las palas del rotor principal. Este modo de operar ha sido contrastado con las grabaciones realizadas por la misma aeronave y el mismo piloto en días anteriores.

La aeronave recorría la línea de alta tensión con rumbo 12°. Dada la posición que ocupaba la cámara de filmación, a media altura del costado izquierdo de la célula, la aeronave estaba obligada a operar a la derecha de la línea. Por ello, al sobrevenir la emergencia, la presencia de la línea de alta tensión obligó a la aeronave a describir una trayectoria de vuelo curva hacia su derecha, iniciándose con un rumbo de 12° y finalizando en el rumbo 137°, conforme a la orientación que guardaban los restos.

Teniendo en cuenta la limitada fiabilidad de los datos recogidos en los instrumentos de vuelo tras el impacto contra el terreno, la velocidad de la aeronave habría ascendido hasta 97 km/h (52,4 kt), su régimen de descenso se vería incrementado hasta alcanzar un valor de 800 m/min (2.624 ft/min) y la distancia entre la torre de alta tensión y los restos es de 30 m aproximadamente. Estos valores pueden considerarse acordes con las fuerzas de impacto del helicóptero contra el terreno que produjeron daños fatales a sus ocupantes, además de la doblez descrita en la palanca del mando cíclico que pudo ser producida por algún elemento sólido que la golpease en su desplazamiento hacia delante.

Asimismo, el ángulo de picado requerido para alcanzar la velocidad de 97 km/h puede estar acorde con la actitud del helicóptero en el momento del impacto, al no sufrir daños en el protector de cola sobre un terreno inclinado en la misma dirección de vuelo.

1.16.2. *Inspección del motor*

El motor de la aeronave fue inspeccionado en el transcurso de la investigación con asistencia del fabricante del mismo. Los accesorios y los alojamientos de sus engranajes fueron dañados por el fuego, pero de la inspección interna no se obtuvieron indicios de que su funcionamiento hubiera contribuido al accidente de alguna forma.

1.16.3. *Inspección de la línea de alta tensión*

Consultada la entidad que explota la línea de alta tensión, ésta informó que no se produjeron alarmas por incidencias en la línea durante el periodo de tiempo próximo a la hora del accidente.

El día 9 de mayo se realizó una inspección visual de la torre y de sus conductores a todas las alturas posibles desde el cuerpo de la torre, no apareciendo señales de contacto o rozadura por elementos externos.

1.16.4. *Inspección de la rueda libre*

Con el apoyo del fabricante y el empleo del laboratorio especializado de la aeronave se llevó a cabo el estudio de la rueda libre recuperada, el cual proporcionó los siguientes resultados:

1.16.4.1. *Inspección visual*

La rueda libre presentaba la rotura de la superficie de unión con el piñón del acoplamiento que la une al embrague y motor. La línea de rotura recorría seis taladros de los ocho que le sirven de unión. El otro extremo permanecía unido al piñón del acoplamiento a la caja de transmisión principal.

El cuerpo de la rueda presentaba un golpe por el impacto contra el terreno donde cayó. La superficie exterior mostraba un desgaste de la pintura exterior, dejando parcialmente a la vista la capa de imprimación (Figura 8).

1.16.4.2. *Evidencias obtenidas de la inspección de la rueda libre y los conjuntos de acoplamiento*

- A) El material en que estaban realizados los componentes de la rueda libre es acorde con las especificaciones del fabricante.



Figura 8. Árbol de transmisión (rueda libre)

- B) No existen evidencias de que se hubiera producido un sobre-torque o desplazamiento de la rueda y sus acoplamientos.
- C) El desmontaje de la rueda libre puso de manifiesto la existencia en el interior de una corrosión generalizada, además de la presencia de mezcla de lubricante, agua y óxido ferroso.
- D) La corrosión localizada en los rodillos no se había producido recientemente.
- E) El sello existente entre las dos principales secciones en que se divide la rueda presentaba un estado correcto y mantenía su engrase original. No se observaron fugas desde el interior de la rueda hacia el exterior y viceversa. Por ello, se descarta la posibilidad de penetración de agua u otros agentes al interior de la rueda en este punto.
- F) No se observaron evidencias de mal funcionamiento en el acoplamiento entre el piñón y su alojamiento («bell housing») a la MGB, aunque si existían marcas producidas al desacoplarse del alojamiento.
- G) El acoplamiento de la rueda libre con el embrague mostraba signos de corrosión, desgaste de la cabeza de los dientes del piñón y depósito de residuos en el fondo de los mismos. Estos indicios mostraban que se produjo un funcionamiento anormal en este extremo de la rueda.
- H) El examen de las roturas producidas en la pestaña de la rueda, donde se distribuyen ocho orificios para su ensamblaje, y de los tornillos de unión al piñón, puso en evidencia que ésta se produjo por un proceso de fatiga.
- I) Finalmente, se encontraron puntos de corrosión en la pestaña de unión de la rueda libre con la MGB pero sin haberse llegado a generar grietas.

Según lo reflejado con anterioridad se estableció que la rueda libre había estado sometida a una pobre lubricación y se había producido corrosión en su interior. Esto originó la aparición de un proceso de corrosión generalizado en su interior, desgaste en los dientes de los engranajes y depósitos de partículas metálicas que, a su vez, ocasionaron resistencia y limitación de movimiento entre el piñón y su anillo del alojamiento («bell housing») en el extremo de unión con el embrague.

A consecuencia del agarrotamiento, el desalineamiento entre el motor y la MGB durante el vuelo no pudo ser absorbido por el acoplamiento con la MGB. Esto indujo unos

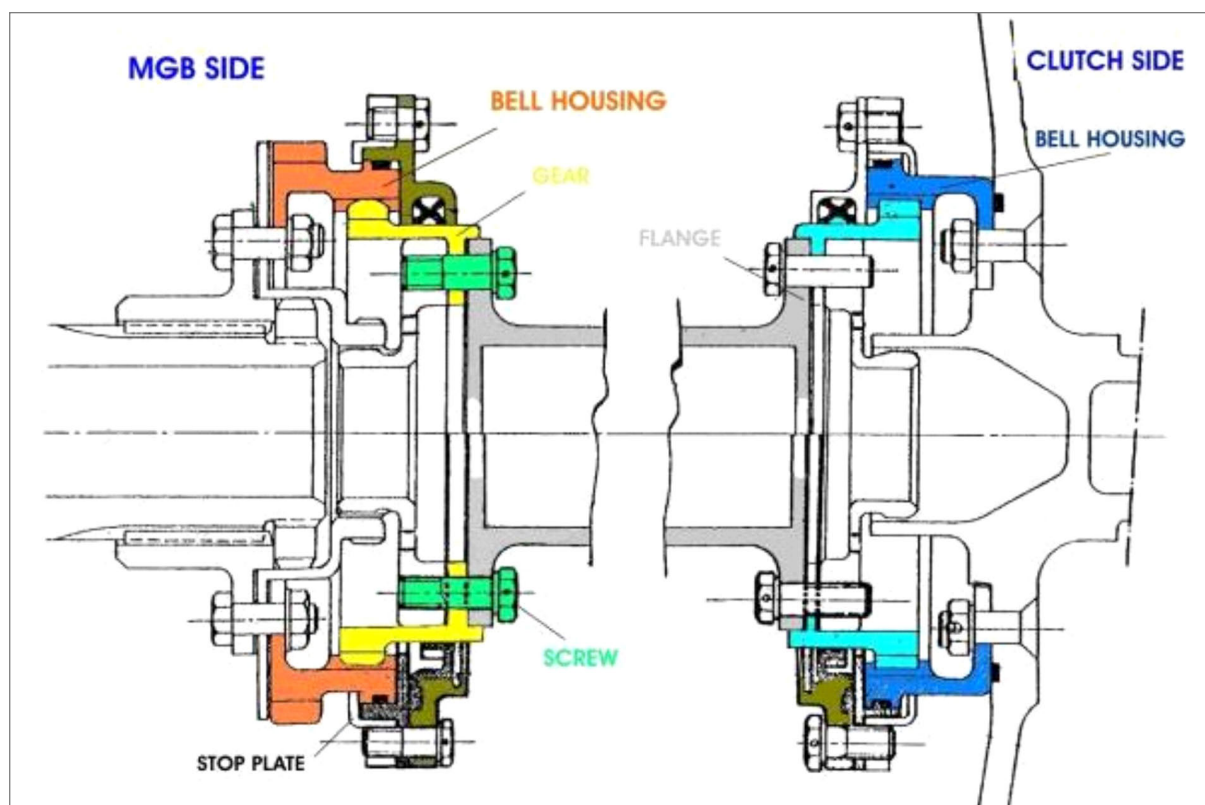


Figura 9. Detalle de las conexiones de la rueda libre

esfuerzos no previstos sobre los tornillos de unión y en la pestaña de unión al acoplamiento. Esto condujo a unas grietas primarias de fatiga y a la rotura de los tornillos y la pestaña de unión.

1.16.4.3. Otras observaciones

En el análisis de los residuos depositados en el interior de la rueda libre pudo cuantificarse la proporción de agua contenida en ellos. Así, los valores obtenidos son de 730 partes por millón.

Los criterios de tolerancia para el aceite mineral AIR 3525, que se emplea en la lubricación de la MGB, son de 300 partes por millón como máximo.

1.16.5. Información sobre el apoyo 305 de la línea de alta tensión Sentmena-Sallente

La torre que constituye el apoyo de la línea de alta tensión tiene su base a una cota del terreno de 876 m. Su altura total es de 48,6 m y la altura sobre el terreno de cada una de las tres fases que soporta son: 30, 37,8 y 48,6 m respectivamente.

1.16.6. *Protección de la aeronave durante el periodo sin servicio*

Como se ha señalado anteriormente, la aeronave había volado 17 horas en el periodo transcurrido entre mayo de 2005 y marzo de 2006. Durante este tiempo estuvo estacionada en el Aeródromo de Persignan-Rivesaltes en Francia, y se utilizaba una protección que cubría básicamente el motor mientras que el mástil y la MGB se encontraba sin protección alguna (véase figura 10).

Los datos climatológicos obtenidos durante el periodo de mayo 2005 a marzo 2006 indican que la humedad relativa media en ese periodo fue en torno al 64%.

1.17. Información sobre organización y gestión

1.17.1. *Información recogida por el operador en el Manual de Operaciones (MO)*

No se encontraron en el MO del operador procedimientos detallados para la realización de inspecciones de líneas eléctricas.



Figura 10. Situación de la aeronave en el Aeródromo de Persignan-Rivesaltes

1.17.2. *Información sobre el documento técnico denominado «Inspección de líneas aéreas de alta tensión con helicóptero» elaborado por la compañía explotadora del tendido de alta tensión*

Este documento indica principalmente los puntos de inspección a verificar, los registros que se deben realizar y las actuaciones de los técnicos ante las incidencias observadas. Asimismo, se recomienda una velocidad de vuelo comprendida entre 20 y 30 km/h (10 y 15 kt) de modo que permita una precisión visual suficiente y una planificación de la inspección (horarios, distancias, duración estimada del vuelo, etc.) con el comandante de la aeronave para una adecuada realización del trabajo.

Con posterioridad al suceso, la compañía explotadora de la red elaboró un estudio denominado «Mantenimiento de líneas eléctricas de alta tensión con helicópteros» donde se recoge los trabajos que se realizan sobre una línea eléctrica, los medios que se emplean y más adecuados y, en el apartado de seguridad, identifica los riesgos del vuelo en helicóptero en el entorno de la operación a realizar. El estudio propone la elaboración de un Manual en el que se definan las rutinas, protocolos y requerimientos para esta tarea.

1.18. Información adicional

1.18.1. *Reglamentación en el ámbito de la seguridad y salud sobre la utilización de equipos de protección individual (EPI)*

La utilización de los equipos de protección individual están indicados para proteger a los trabajadores de aquellos riesgos para su salud o su seguridad, que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o con la adopción de medidas de organización del trabajo.

En España, la legislación laboral¹ regula las cuestiones de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo. En esa normativa se señala que el empresario debe determinar y elegir los puestos de trabajo en los que deba recurrirse a la protección individual y precisar, para cada uno de estos puestos, el riesgo o riesgos frente a los que debe ofrecerse protección, las partes del cuerpo a proteger y el tipo de equipo o equipos de protección individual que deberán utilizarse. No existen excepciones en esta normativa que pudieran excluir a los pilotos de aeronave y resto de tripulación de vuelo en sus actividades. La autoridad aeronáutica española no tiene desarrollada regulación en materia de equipos de protección en operaciones de trabajos aéreos.

¹ Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales y Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, que desarrolla la ley.

A nivel europeo, la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) está elaborando normativa² para regular las operaciones comerciales de actividades distintas a las de transporte público (comúnmente conocidas como trabajos aéreos). En esa propuesta se contempla la obligación de que la tripulación de vuelo y el resto de los miembros de la tripulación estén equipados con medios de protección individual³. El material orientativo y los medios aceptables de cumplimiento prevén que no se limite ese equipamiento exclusivamente a monos de vuelo, cascos, guantes o calzado.

1.18.2. *Sistema de prevención de riesgos del operador*

Requerida información del operador respecto a la evaluación de riesgos de sus trabajadores, éste indica que, para el puesto de piloto esa evaluación no se había realizado, entendiendo que las condiciones en la que realizan sus labores, sobre la prestación del servicio aéreo, está supeditada a las disposiciones que marca la Dirección General de Aviación Civil y que, al no existir normativa específica, no se realiza valoración de los riesgos desde el punto de vista de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

No obstante, la compañía ha informado que tiene establecido para sus tripulaciones la utilización de medios de protección, unos obligatorios (traje de vuelo, chaleco salvavidas, chaleco reflectante para plataforma y cascos de protección auditiva) y otros recomendados (casco de vuelo, guantes ignífugos, chaleco de supervivencia y traje seco).

1.18.3. *Sistema de prevención de riesgos de la empresa explotadora del tendido de alta tensión*

La organización de la empresa explotadora del tendido de alta tensión contempla una unidad y un responsable de condiciones de seguridad y salud de los trabajadores de la misma.

A raíz del accidente, la empresa ha implementado acciones de mejora de las medidas de protección para sus trabajadores cuando estos realizan labores a bordo de aeronaves. Estas medidas incluyen entre otras: cursos de formación, elaboración de protocolos de actuación en caso de accidente, equipación (Traje de potencial, gafas antideslumbramiento, calzado antideslizante, casco de seguridad con equipo de radio, ropa de algodón o nomex, arnés de seguridad y guantes protectores), planificación de

² Notice of Proposed Amendment (NPA) No 2009-02B.

³ La redacción propuesta para el párrafo OPS COM 488 establece que se debe dotar al personal de a bordo de equipamiento de protección apropiado al tipo de operación.

la actividad, etc. Asimismo, dentro de los métodos internos de contratación, se solicita que las aeronaves y pilotos que operen sean siempre los que el operador designe, además de auditorías sobre cuestiones relacionadas con la seguridad y la operación a los operadores contratados.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No aplicable.

2. ANÁLISIS

2.1. General

La aeronave fue arrendada a una empresa con base en Francia por una compañía española. El contrato en régimen de «Dry lease» fue suscrito por ambas sociedades con fecha 20 de marzo de 2006. Entre las condiciones recogidas en el contrato se incluía el mantenimiento periódico a cargo del propietario de la aeronave, el cual tenía acordada esta labor con un centro de mantenimiento autorizado por la DGAC de Francia.

El piloto de la aeronave había sido recientemente contratado por el explotador y poseía una licencia de piloto comercial de helicóptero en vigor, expedida por la autoridad francesa, que le habilitaba para la operación con el tipo de aeronave SA 316. Además acreditaba una experiencia cercana a las 3.700 h.

La investigación se centró inicialmente en la aparición de una pieza de la aeronave en las proximidades del lugar del accidente, separada de los restos y en la vertical del punto donde se supone que se encontraba la aeronave en labores de inspección de líneas eléctricas, justo antes de caer contra el terreno.

En cuanto al mantenimiento de la aeronave se debe considerar la contribución en el accidente de la forma en que la aeronave estuvo estacionada a la intemperie por un periodo de diez meses, durante el cual las horas de vuelo fueron únicamente 17 y de las que se desconoce su distribución. Además, se constata que en la inspección llevada a cabo por el centro de mantenimiento en marzo de 2006 y las efectuadas por el operador durante las inspecciones anteriores y posteriores al vuelo no fue detectada la degradación del lubricante.

En relación con la tripulación, un factor a considerar es el número de tripulantes y la diversidad de funciones que realizaban a bordo.

2.2. Análisis del vuelo y operación

Dada la situación que guardaban los restos de la aeronave, próximos a la torre del apoyo n.º 305 del tendido de alta tensión Sentmena-Sallente, se estima que, en el momento de desencadenarse el accidente, el helicóptero se encontraba en vuelo estacionario o con reducida velocidad horizontal, al costado derecho de la línea eléctrica que se inspeccionaba, en un punto situado a media ladera de un monte cuya pendiente era próxima al 40%.

Considerando el procedimiento habitual seguido por la aeronave durante la inspección de los apoyos del tendido y dada la proximidad al mismo, la altura estimada a la que

se encontraba el helicóptero sobre el terreno no superaba la altura de la torre (48,6 m) y se hallaba aporado en sentido ascendente de la ladera con rumbo 12°.

La orografía del terreno en que se produjo el accidente y las condiciones de vuelo que desarrollaba la aeronave, no posibilitaba la existencia de un lugar adecuado para la ejecución de un aterrizaje forzoso seguro⁴ y que se requeriría ante una pérdida de potencia al rotor. La dificultad del aterrizaje en una ladera con fuerte pendiente incrementó la posibilidad de vuelco del helicóptero en el momento de contactar con el terreno y el desplazamiento posterior pendiente abajo.

La trayectoria descrita por la aeronave desde el momento de producirse la emergencia y que se señala en el apartado 1.16.1, indica que probablemente no se realizó la maniobra descrita en el Manual de Vuelo del helicóptero, ver párrafo 1.6.11, que requiere disminuir el paso colectivo y posteriormente aumentar dicho paso para amortiguar el contacto.

Es posible que, al no haber una zona adecuada para aterrizar, el piloto intentara alcanzar la parte más baja de la ladera, decisión que pudo tomar influenciado por la inclinación descendente de la ladera que discurría a su derecha, el obstáculo que representaba el tendido eléctrico situado a su lado izquierdo y por la visión que tenía desde su posición a unos 48 m de altura sobre la vertical del terreno.

El giro hacia la derecha⁵ pudo disminuir las vueltas del rotor principal. Además, el ángulo de picado incrementó la velocidad del helicóptero.

El resultado final fue el impacto contra el terreno con gran velocidad de descenso.

2.3. Consideraciones sobre los elementos inspeccionados

Los restos de la aeronave fueron seriamente afectados por el fuego originado tras impactar con el terreno. No obstante, en la inspección visual del terreno fue localizado el elemento que permite la transmisión de potencia entre el motor y el rotor principal, denominado rueda libre.

La inspección llevada a cabo sobre los restos de la aeronave ha permitido determinar que el motor se encontraba en funcionamiento en el momento de sobrevenir la interrupción de potencia a la MGB. El motor presentaba sus accesorios muy dañados

⁴ Aterrizaje forzoso seguro: Aterrizaje o amaraje inevitable con una previsión razonable de que no se produzcan lesiones a las personas en la aeronave ni en la superficie (Reglamento de Circulación Aérea (BOE n.º 17/2002), Libro Primero, Definiciones y abreviaturas).

⁵ En helicópteros con el giro del rotor principal en sentido horario, la actuación sobre el pedal derecho requiere una mayor aplicación de potencia en el rotor de cola en detrimento del rotor principal.



Figura 11. Ejemplo de corrosión encontrada en el rodamiento interno de la rueda libre

por el fuego, pero en su interior no se encontraron indicios de malfuncionamiento. Por tanto, puede considerarse que motor no originó la pérdida brusca de potencia en el rotor y consecuentemente las caída de vueltas en el mismo.

El estudio expuesto en el punto 1.16.4.2, refleja las evidencias encontradas en la inspección de la rueda libre y, en base a él, puede establecerse que la rueda libre había sufrido un proceso de corrosión generalizada en su interior, al tiempo que se produjo el desgaste en distintos elementos internos que fueron origen de la aparición de una serie de depósitos de partículas metálicas que ocasionaron la resistencia y limitación del normal movimiento entre el piñón y su anillo de alojamiento («bell housing») en el extremo de unión con el embrague.

Los esfuerzos originados condujeron el inicio de grietas de fatiga en los tornillos de unión del conjunto y en la pestaña donde iban alojados. Tras su progresión se produjo el desprendimiento de la rueda libre de la aeronave.

El análisis de los datos anteriores revela que el hecho más probable por el que se desencadenó el proceso de corrosión fue la contaminación del lubricante de la MGB.

2.4. Aspectos sobre el lubricante de la MGB y su contaminación

Los datos obtenidos sobre la sustitución del lubricante de la MGB indican que ésta fue realizada acorde con las instrucciones de mantenimiento. Las horas de vuelo tras su sustitución han sido cifradas en 83, siendo el máximo tiempo de utilización de 300 h.

Asimismo, el tiempo transcurrido desde su reposición fue de 11 meses (desde mayo 2005 a abril 2006) y el máximo fijado por mantenimiento es de 24 meses. No obstante, se ha constatado que el lubricante estaba contaminado por agua pese a no haberse superado los periodos indicados anteriormente.

El lubricante está sometido a diferentes acciones que producen una degradación de sus características. Las causas que más afectan a la vida en servicio son la elevada temperatura, la compatibilidad con los materiales que componen el sistema, la condensación, la pérdida de inhibidores de corrosión y oxidación, etc. La acción de cada uno de estos factores induce la aparición de procesos que en definitiva modifican al lubricante.

En el suceso estudiado no pudo ser recuperado lubricante de la MGB y únicamente existe constancia del análisis de los residuos de la rueda libre. En este sentido hay que destacar la proporción de agua que superaba en un 240% el máximo admitido.

Por tanto, teniendo en cuenta que el lubricante era el adecuado, que éste se encontraba dentro de su vida útil, se ha intentado identificar las circunstancias que ocasionaron la aparición de tan alta concentración de agua en el lubricante.

En relación con el párrafo anterior, deben considerarse los puntos a través de los cuales pudiera introducirse agua, en alguno de sus estados físicos, y contaminar el lubricante. Teóricamente los puntos susceptibles por los que el agua podría penetrar hasta la MGB son: los orificios de ventilación situados en la zona superior del mástil, cualquiera de las juntas de la caja por un posible mal estado de los sellos y las zonas cubiertas por los guardapolvos. A este respecto, en las revisiones prevuelo el estado de los guardapolvos fue considerado como correcto y el nivel de lubricante dentro de límites. Por otra parte, la inspección tras el accidente de la rueda libre permitió comprobar que los sellos de ésta, estaban en buenas condiciones y que no tenían fuga de lubricante.

Por ello, se puede suponer que la presencia de agua en el interior de la MGB pudo producirse por condensación.

2.5. Acciones de mantenimiento

De acuerdo con la información manejada, las labores de mantenimiento realizadas sobre el conjunto mecánico de transmisión no evidenciaron anomalías. Una de dichas tareas, que fue realizada durante la última revisión de 100 horas en marzo de 2006, fue la comprobación de la lubricación de la rueda libre. Mediante esta tarea se verifica si llega lubricante a toda la rueda libre, pero no permite comprobar las condiciones del mismo. No obstante, otras tareas de inspección contempladas en el manual de mantenimiento del fabricante, tal como las inspecciones de 25 horas cumplimentadas por el centro de mantenimiento y las diarias, llevadas a cabo a partir del 20 de marzo por el operador

también podrían haber detectado la degradación del lubricante, en el caso de que ésta hubiera estado presente.

El aceite que se recuperó de la rueda libre tras el accidente presentaba un alto grado de contaminación por agua, como se ha dicho anteriormente (ver 2.4). Este dato es indicativo de que el proceso de corrosión observado en el interior de la rueda libre se había ido gestando con bastante antelación. Con independencia de la forma en la que llegó a penetrar el agua en el interior del conjunto de la rueda libre, parece que los indicios de la corrosión en los niveles que demuestran estos datos se deberían haber trasladado al aceite, de forma que los síntomas de su degradación tendrían que haber sido detectables en la revisión de 100 horas y en las hechas con posterioridad. Las instrucciones de mantenimiento hacen referencia a características como el olor y el color para descubrir la alteración del lubricante a partir de su inspección visual. Son éstas propiedades que se evalúan de forma cualitativa, dependiendo, por tanto los resultados de factores como la experiencia y habilidad de los mecánicos.

Podría darse el caso en este accidente de que las inspecciones previstas, tanto a las 100 horas como las posteriores de 25 horas o las diarias, no se hicieran debidamente, aunque la probabilidad de que en al menos una de estas tareas no se advirtieran problemas con el aceite fuera pequeña al intervenir técnicos diferentes que pertenecían a distintas organizaciones, del mantenedor habitual por un lado y del operador por otro. Por el contrario, se considera que el método de inspección visual previsto puede no ser idóneo, existiendo actualmente medios analíticos con los que se aumentaría en fiabilidad. Por ello, se emite una recomendación de seguridad dirigida al fabricante de la aeronave al objeto de que revise las acciones de mantenimiento establecidas para asegurar una comprobación más fiable del estado del lubricante de la caja de transmisión principal (MGB).

Con independencia de lo anterior, se considera que los métodos de mantenimiento empleados por el operador en las inspecciones diarias posteriores al vuelo adolecían de ciertas deficiencias. Esas revisiones se realizaban habitualmente por personal sin experiencia y sin preparación técnica específica, aunque fueran auxiliados en esa labor por el piloto. Tampoco estaban definidos mecanismos de registro de esas inspecciones. Por eso se emite una recomendación de seguridad al operador.

2.6. Consideraciones sobre paradas prolongadas

Durante el almacenamiento de una aeronave se debe proteger la célula y todos sus componentes de las alteraciones físico-químicas debidas a la acción de la humedad, los contaminantes ácidos de la atmósfera, los rayos solares, la variación de temperatura, etc.

La aeronave estuvo detenida a la intemperie un periodo de tiempo prolongado en el Aeródromo de Perpignan, de modo que en un periodo de diez meses, las horas de vuelo

registradas fueron 17. Por otra parte, el método utilizado para la protección del helicóptero no puede encuadrarse en ninguna de las clasificaciones que el fabricante hace en su manual de mantenimiento para el almacenamiento y tampoco se practicaron las medidas recomendadas de protección de la cabeza del rotor contra la lluvia. Debemos notar que el almacenamiento de «corta duración» contempla el vaciado de lubricante de la MGB y en este caso no se llevó a cabo esta operación.

Por todo ello, las condiciones climatológicas de la zona y los métodos de protección utilizados en el periodo de tiempo indicado, entre otras circunstancias, se consideran directamente relacionadas con la contaminación del lubricante de la MGB y precursoras del proceso de corrosión de la rueda libre y, por eso, se hacen recomendaciones de seguridad al centro de mantenimiento.

2.7. Aspectos de mejora de la operación y la seguridad

En el MO del operador no se han encontrado procedimientos establecidos y adaptados a la inspección de líneas eléctricas. Únicamente, se citan de manera somera unos mínimos de distancia a la línea y unas indicaciones para proceder a cruzar el tendido eléctrico pero no se contemplan aspectos como los vuelos de reconocimiento; la modificación de la línea de vuelo, buscando la mejor situación de la aeronave para resolver una emergencia; minimizar el tiempo de vuelo estacionario; empleo de aeronaves que posibiliten la instalación de cámaras en el morro que flexibilizaría el posicionamiento de la misma respecto a la línea eléctrica; la profundización en las posibilidades técnicas de filmación; etc.

Se considera que en este caso de fallo mecánico de la rueda libre, en una zona en cuyas inmediaciones no había áreas para realizar una toma de emergencia, era muy difícil que cualquier procedimiento operacional hubiera podido disminuir los daños. Pese a ello, sería beneficioso el proporcionar procedimientos más detallados para la operación que se estaba realizando. Por ello, se emite una recomendación de seguridad al respecto.

2.8. Análisis sobre aspectos relacionados con los equipos de protección de la tripulación

En el apartado de información adicional se recogen aspectos relacionados con los equipos de protección individual de la tripulación de la aeronave accidentada, así como de los criterios seguidos por las compañías a los que pertenecían dichos trabajadores.

Existe la idea en el operador que los equipos de protección individual del personal de abordaje son cuestiones que la autoridad aeronáutica debería normalizar. Sin embargo, la reglamentación laboral al respecto (RD 773/1997) no hace excepciones en sectores como la aviación civil, en donde el personal de vuelo está sometido a un riesgo en el

desempeño de sus labores a bordo de la aeronave, y por tanto, nada hace pensar que no les son aplicables las condiciones generales que impone la normativa laboral de prevención de riesgos. Aunque estos riesgos no han sido evaluados por el operador, tiene definidos una serie de equipos de protección para los pilotos que serían de uso obligatorio y otros que califica de recomendados. Sin embargo, en el presente accidente ni el piloto ni los demás ocupantes estaban equipados con elementos de protección, de manera que no existía en la práctica una protección efectiva.

La empresa explotadora de la línea eléctrica estableció a raíz del accidente un equipamiento para sus trabajadores que ha partido de una evaluación de los riesgos, de acuerdo al proceso que la normativa de prevención fija, con lo que se trataría de enmendar ese déficit. En el caso del operador, sin embargo, se produjo una desviación de sus propias instrucciones al estar desprovisto el piloto de los equipos que el propio operador había determinado, por lo que se emite una recomendación de seguridad con el propósito de que el operador garantice que su personal haga uso de los medios de protección.

En la fecha del accidente no había una regulación aeronáutica en España relativa a los equipos de protección para las tripulaciones en actividades de trabajos aéreos. Actualmente se están acometiendo iniciativas normativas en el seno de la Agencia Europea de Seguridad Aérea que pretenden regular este tema.

3. CONCLUSIÓN

3.1. Conclusiones

- El piloto de la aeronave tenía su licencia de vuelo y habilitación para el tipo de aeronave en vigor.
- La aeronave tenía un certificado de aeronavegabilidad en vigor emitido por el Estado de matrícula.
- El helicóptero había sido arrendado por el operador español, a una compañía francesa, bajo un contrato de «Dry lease» firmado el 20-03-2006 con una duración inicial de un mes y renovable tácitamente durante tres meses.
- El operador de la aeronave poseía una Licencia de Explotador concedida por la Dirección General de Aviación Civil de España.
- El operador tenía una autorización para utilizar la aeronave en régimen de arrendamiento sin tripulación para observación de tendidos eléctricos, válida hasta el 20-04-2006.
- El mantenimiento de la aeronave era realizado por un centro de mantenimiento autorizado por el Estado de matrícula.
- En el mantenimiento del helicóptero no se habían seguido adecuadamente las instrucciones del apartado de almacenamiento del manual de mantenimiento del fabricante.
- Que durante las tareas de mantenimiento realizadas no se observó degradación del lubricante.
- Durante la inspección visual del terreno se localizó, a 27 m de los restos principales, el eje de transmisión de potencia entre el motor y la caja principal de engranajes (rueda libre).
- La inspección de la rueda libre estableció que el desprendimiento de la misma en vuelo fue motivado por un proceso de fatiga consecuencia de la corrosión a la que estuvo sometida su interior.
- Los restos de lubricante que había en la rueda libre tenían una proporción de agua de 730 partes por millón, siendo el máximo permitido 300 partes por millón.
- La velocidad, respecto al terreno, en la que se encontraba la aeronave en el momento de producirse la pérdida de revoluciones en el rotor, como consecuencia de la pérdida de la rueda libre, se encontraba fuera de los valores seguros de la envolvente de altura-velocidad.
- La inspección del motor tras el accidente no reveló indicios de mal funcionamiento. El conjunto de accesorios fue destruido por el fuego.

3.2. Causas

Se considera que el accidente se produjo por el desprendimiento en vuelo de la rueda libre, que interrumpió la aplicación de potencia al rotor principal, cuando el helicóptero

se encontraba en unas condiciones de vuelo y en zona que no permitían realizar un aterrizaje forzoso seguro.

El desprendimiento de la rueda libre se debió al fallo por fatiga de los tornillos y de la pestaña que conforman la conexión de ésta al acoplamiento con el motor. El origen del proceso fue la corrosión generalizada por contaminación de agua e impurezas del lubricante de la rueda libre.

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

- REC 02/09.** Se recomienda al operador, HELICÓPTEROS DE CATALUÑA S.A., que establezca procedimientos detallados para la realización de trabajos aéreos de inspección de líneas eléctricas con helicópteros.
- REC 03/09.** Se recomienda al operador, HELICOPTEROS DE CATALUÑA S.A., que asegure que todo el personal a bordo durante la realización de trabajos aéreos utiliza medios de protección personal adecuados (casco, mono ignífugo, etc.).
- REC 04/09.** Se recomienda al operador, HELICOPTEROS DE CATALUÑA S.A., que mejore sus métodos de mantenimiento en las inspecciones diarias especialmente con el empleo de personal de calificación técnica apropiada y la institución de medios de anotación y registro de los resultados.
- REC 05/09.** Se recomienda al centro de mantenimiento, AERO MAINTENANCE MEDITERRANEE, que se asegure de que se cumplen los requisitos del manual de mantenimiento en cuanto a labores a realizar en aeronaves con poco uso o en condiciones de almacenamiento y en cuanto a las labores de mantenimiento periódico referidas a la comprobación del estado del lubricante de la MGB.
- REC 06/09.** Se recomienda a EUROCOPTER FRANCE que modifique las instrucciones de mantenimiento proyectadas para detectar y corregir la contaminación del lubricante de la caja principal de transmisión (MGB) con el objetivo de aumentar la fiabilidad de los métodos empleados.

