

RESUMEN DE DATOS

LOCALIZACIÓN

Fecha y hora	18 de septiembre de 2011, 16:50 LT¹
Lugar	El Puerto de Santa María (Cádiz)

AERONAVE

Matrícula	D-HONY
Tipo y modelo	BELL 206B
Explotador	Rotorflug GmbH

Motores

Tipo y modelo	ALLISON 250-C20B
Número de serie	1

TRIPULACIÓN

Piloto al mando

Edad	49 años
Licencia	CPL(H)
Total horas de vuelo	2.506 h
Horas de vuelo en el tipo	327 h

LESIONES

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación		1	
Pasajeros		1	1
Otras personas			

DAÑOS

Aeronave	Importantes
Otros daños	Fachadas de edificios circundantes

DATOS DEL VUELO

Tipo de operación	Trabajos Aéreos – Comercial – Filmación
Fase del vuelo	En ruta

INFORME

Fecha de aprobación	24 de octubre de 2012
---------------------	------------------------------

¹ La referencia horaria en el informe es la hora local (UTC-2).

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del vuelo

Aproximadamente las 16:30 h el helicóptero, operado por la compañía Rotorflug, despegó del aeropuerto de Jerez con el objetivo de filmar diferentes localizaciones en el área de Cádiz y El Puerto de Santa María. El piloto y un responsable de una productora filmográfica viajaban en los asientos delanteros mientras que el asiento central trasero era ocupado por el operador de la cámara.

Aproximadamente 20 minutos después del despegue cuando se encontraban filmando una zona del casco urbano de El Puerto de Santa María, el helicóptero inició una repentina rotación no comandada a derechas. El piloto intentó sin éxito recobrar el control de la aeronave que finalmente cayó en una calle de la ciudad impactando en varios edificios durante el descenso (figura 1).

El operador de la cámara que viajaba en el asiento trasero salió por su propio pie únicamente con heridas leves. Tanto el piloto como el otro ocupante sentado a su izquierda, quedaron inconscientes a raíz del impacto. Ambos fueron rescatados por transeúntes, que los sacaron del helicóptero.



Figura 1. Restos del helicóptero

Los servicios de emergencia fueron inmediatamente alertados y tanto la policía como los bomberos y los servicios sanitarios llegaron al lugar pocos minutos después del impacto.

No hubo heridos entre los transeúntes ni los vecinos. Se produjeron algunos desperfectos en los edificios colindantes así como importantes daños en el helicóptero.

1.2. Información sobre el personal

El piloto obtuvo la licencia de piloto privado de helicópteros (PPL(H)) en el año 1995 y de piloto comercial (CPL(H)) en 2005.

Contaba con habilitación de tipo para actuar como piloto al mando de los tipos Agusta A109, Bell 206, Robinson 22 y Robinson 44. Así mismo contaba con habilitación de instructor de tipo (TRI) para el Bell 206, Robinson 22 y Robinson 44 e instructor de vuelo (FI) de piloto comercial y privado.

La última verificación de competencia para la revalidación de la habilitación de tipo del Bell 206 la había realizado satisfactoriamente en abril de 2011. En el mismo mes de abril realizó el entrenamiento y posterior verificación del equipamiento de seguridad y emergencia del Bell 206, una verificación en línea a bordo de un Bell 206 y un curso de refresco en CRM, todo ello en cumplimiento de los requisitos que la normativa europea² impone a las compañías que realizan transporte comercial en helicóptero.

Según su propia declaración, estimaba que contaba con unas 50 h de experiencia en vuelos de filmación. En España había volado únicamente unas 3 h en el circuito del aeródromo de Son Bonet (Mallorca) entre mayo y junio de 2010.

Contaba con un certificado médico de Clase 1 en vigor el día del accidente.

Era su primer vuelo de la serie de los programados en sustitución de otro piloto que había estado volando el mismo helicóptero durante las dos semanas anteriores en el marco de un contrato para filmar localizaciones a lo largo de la costa española y portuguesa. Había llegado a Jerez ese mismo día a media mañana en un vuelo procedente de Frankfurt (Alemania) de unas 3 h de duración. Dispuso de unas 4 h para descansar antes del vuelo. Acumulaba un total de 21 h de vuelo y 129 h de actividad durante las 3 semanas anteriores al accidente. El día anterior había sido de descanso.

Dentro de la compañía Rotorflug ostentaba los cargos de Responsable de Operaciones en Vuelo y de Entrenamiento.

² JAR-OPS3 o Requisitos conjuntos de aviación para la realización de las operaciones de transporte aéreo comercial por helicópteros civiles.

1.3. Información sobre la aeronave

El Bell 206B *JetRanger II* es un Helicóptero de cinco plazas propulsado por una turbina Allison 250-C20B de 400 hp. Tanto el rotor principal como el rotor de cola son bi-pala.

La unidad accidentada fue fabricada en 1978 y acumulaba 15.878 h de vuelo. Por su parte el motor acumulaba 7.426 h de funcionamiento desde su fabricación.

En febrero de 2011 la aeronave había superado satisfactoriamente una revisión de la aeronavegabilidad tras la que se había emitido el correspondiente certificado de revisión de la aeronavegabilidad (ARC), en vigor en el momento del accidente.

1.3.1. Descripción y mantenimiento del sistema de rotor anti-par

La transmisión de potencia desde el motor al rotor de cola conecta la rueda libre con la caja de engranajes del rotor de cola (o caja de 90°).

El eje de la transmisión se divide en ocho segmentos. Estos segmentos se acoplan a través de la combinación de unos adaptadores engranados y un grupo de anillos de acero laminado sin lubricación. Las orejetas en el extremo trasero de cada segmento se atornillan al grupo de anillos al que a su vez se atornilla el adaptador en el que engrana el siguiente segmento. Unos cojinetes sujetan cada uno de los tramos del eje a la estructura del puro de cola (figura 2).

El programa de mantenimiento establece una inspección visual del estado general de los acoplamientos y de los cojinetes cada 100 h de vuelo o anualmente, así como una inspección más detallada cada 300 h. Anualmente se exige también una lubricación de los cojinetes. Según los registros de mantenimiento de la aeronave, ambas inspecciones y la lubricación se habían realizado dentro de los períodos especificados. Los registros no contenían evidencias de reparación o defecto alguno en la transmisión.

El último segmento de la transmisión engrana a través del adaptador en la caja de 90°. Ésta se encarga de reducir las revoluciones y transmitir el movimiento de rotación del eje a las palas del rotor. Tiene su propio sistema de lubricación que permite la pronta detección de partículas metálicas mediante un detector tipo electromagnético que activa una señal luminosa en cabina. La caja se sujeta a la estructura del cono de cola mediante 4 pernos roscados de acero.

Según el programa de mantenimiento cada 100 h se ha de verificar el estado de la caja de 90° para descartar pérdidas de aceite, contaminación de la misma, grietas en su estructura o defectos en su anclaje a la estructura del helicóptero. Se ha de cambiar el aceite cada 200 h o anualmente y se debe someter a una inspección detallada cada 3.000 h. Todas estas tareas figuraban como realizadas dentro de sus plazos en los registros

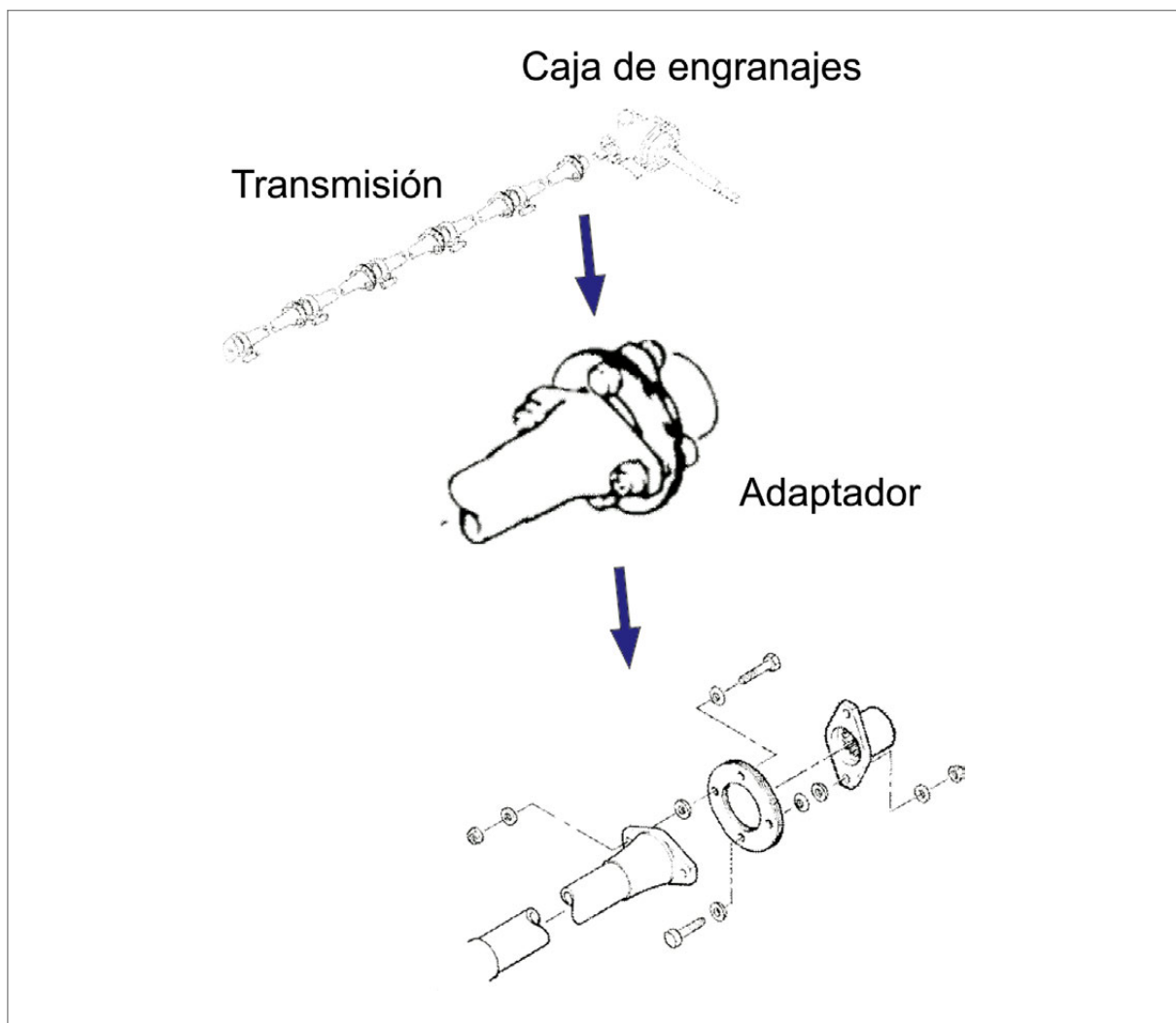


Figura 2. Esquema de la sección posterior de la transmisión del rotor de cola

de mantenimiento consultados. La caja había sido instalada en el helicóptero en septiembre del año 2007 y en la fecha del accidente disponía de un remanente de 2.100 h de funcionamiento hasta la siguiente revisión general que debe realizarse cada 6.000 h.

Por su parte, el rotor de cola exige la realización de inspecciones visuales así como la lubricación de diversos componentes a intervalos de 50 h, 100 h y 300 h. Los registros de mantenimiento consultados reflejaban que estas tareas habían sido realizadas dentro de los intervalos recomendados. Todos los elementos del rotor de cola con limitaciones a su vida en servicio contaban con sus correspondientes registros de control que evidenciaban que se encontraban dentro de los límites.

El programa de mantenimiento también incorpora un programa de control de corrosión que se compone de inspecciones trimestrales o cada 100 h (lo que ocurra antes). La última inspección de control de corrosión se hizo en el mes de julio de 2011.

La instalación de la cámara en el helicóptero estaba soportada por un Certificado de Tipo Suplementario (STC). Esta modificación llevaba asociada un Suplemento al Manual de Vuelo donde se proporcionan los datos necesarios para tener en cuenta el efecto de la cámara en el peso y centrado.

Unos días antes del comienzo de los trabajos en España se implementó otra modificación consistente en elevar la altura de los patines. Su efecto en el peso y centrado era despreciable y no se tuvo en cuenta.

1.3.2. Información respecto al peso y centrado de la aeronave

La documentación de peso y centrado que se encontró a bordo reflejaba los valores de la última pesada del helicóptero realizada en marzo de 2010.

Para el cálculo del peso y posición del centro de gravedad durante el vuelo se habían tenido en cuenta el combustible a bordo (510 lb), el aceite para lubricación, así como el peso de la tripulación y su equipaje con los respectivos valores que el fabricante proporciona para la posición tanto longitudinal como lateral de cada uno de estos elementos.

Con este escenario el peso al estimado al despegue en el primer vuelo del día era de 3.198 lb, muy próximo al peso máximo autorizado (3.200 lb). Partiendo de este peso inicial y teniendo en cuenta el consumo aproximado de combustible (85 kg/h) se comprobó que la posición del centro de gravedad en el transcurso del vuelo se mantuvo siempre dentro de los límites que establece el Manual de Vuelo.

1.4. Información meteorológica

El día era relativamente caluroso con una temperatura ambiente de unos 26 °C a la hora del accidente. A esa hora el viento era fundamentalmente de componente O-SO con una intensidad moderada de entre 10 y 12 kt.

1.5. Comunicaciones

A las 16:21 h el piloto solicitó autorización a la torre de control para puesta en marcha, que fue inmediatamente otorgada. A continuación se autorizó su rodaje al punto de espera y a las 16:30 h la torre de control autorizó el despegue por la pista 20.

A las 16:35 h, fue transferido con Sevilla Aproximación, informando de que volaría a 1.000 ft de altitud y solicitando autorización para proceder a entrar en el CTR de Rota dentro del cual se encuentra el Puerto de Santa María. ATC le autorizó a proceder

al CTR y el piloto colacionó la autorización informando de que procederían directos a Cádiz.

No hubo más comunicaciones entre el helicóptero y las dependencias ATS. El piloto no comunicó ningún tipo de emergencia.

1.6. Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con un registrador de datos de vuelo o un registrador de voz del puesto de pilotaje. La reglamentación aeronáutica pertinente no exigía transportar a bordo ningún tipo de registradores.

Se recuperó un GPS portátil del que se obtuvieron datos de la trayectoria.

También se recuperaron las imágenes registradas por la cámara instalada en el helicóptero durante los minutos previos al accidente, incluyendo la secuencia de la pérdida de control anterior al impacto.

1.7. Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

El helicóptero cayó hasta el firme de la calle quedando apoyado sobre su costado izquierdo. La cabina mantenía básicamente su integridad estructural con mayores deformaciones y roturas en la zona izquierda delantera. Los parabrisas delanteros estaban rotos.

El puro de cola presentaba una fuerte deformación concentrada en la zona anterior al estabilizador horizontal que había desgarrado su revestimiento exterior. Tenía varios golpes más en la zona más próxima al rotor de cola y se apoyaba en el terreno sobre el estabilizador horizontal y sobre una de las palas del rotor de cola. Tanto la transmisión al rotor de cola como la barra de mando para el cambio de paso de las palas estaban deformados y partidos en la misma zona donde se deformó y desgarró el puro de cola. No se apreciaron signos de desgaste o corrosión en la zona de rotura.

Se identificaron desprendimientos de porciones de la fachada de los edificios a ambos lados de la calle como resultado de fuertes golpes por parte de algún objeto de cantos vivos (figura 3 y figura 4).

También se observaron deformaciones por golpe en las rejas de las ventanas de uno de los edificios.

La mitad exterior de una de las palas del rotor principal se encontró encima de la azotea de una edificación próxima, junto a la esquina de un muro donde se encontraron dos



Figura 3. Marcas en fachadas de edificio



Figura 4. Marcas en fachadas de edificio

marcas de fuertes golpes. Dicha azotea cuenta con una valla metálica que estaba fuertemente deformada y parcialmente desprendida. La otra pala había perdido la zona más cercana a la punta.

Las varillas de cambio de paso del rotor principal se habían partido. El engranaje entre el eje de la transmisión y la caja reductora del rotor principal estaba también partido.

Una de las palas del rotor de cola se había partido perdiendo su extremo más exterior y la otra estaba doblada y parcialmente desgarrada aproximadamente por su mitad.

La caja de 90° del rotor de cola había perdido tres de sus cuatro pernos de sujeción a la estructura del puro de cola y se mantenía sujeta a éste por un único perno aunque con cierta rotación con respecto a su posición nominal. Las secciones rotas de los pernos partidos se encontraron dentro del puro de cola con sus roscas firmes a los mismos.

El segmento trasero del eje de transmisión de potencia al rotor de cola se había desacoplado de la caja al haberse partido en su orejeta de unión con el adaptador que lo engrana a la caja. El adaptador, con la parte de la orejeta rota aún atornillada a él, se encontró en el suelo justo debajo de la cola. Ni el adaptador ni el segmento partido presentaban signos externos de corrosión.

Los restos desprendían un intenso olor a combustible y numerosos componentes y material de la cabina mostraban evidencias de haber sido rociados por el mismo.

El interruptor del sistema hidráulico estaba en posición de encendido. El interruptor de corte de combustible «cut-off» estaba en OFF con su guarda levantada. El puño de gases se encontraba en posición de vuelo «flight» y los interruptores de batería y generador en «ON». La batería había sido desconectada accediendo a su alojamiento en el morro del aparato.

1.8. Ensayos e investigaciones

1.8.1. *Reconstrucción de la trayectoria*

La información obtenida tanto de la grabación de la cámara a bordo, de la traza del radar de vigilancia (SSR) y del localizador GPS rescatado de los restos ha permitido una reconstrucción de la trayectoria de la aeronave durante los instantes previos al accidente (figura 5).

La aeronave entró en el puerto de Santa María desde el E siguiendo el curso del río y realizó dos órbitas a derechas sobre un emplazamiento al NE de la zona del impacto. A continuación retomó el curso del río en dirección SO para después adentrarse hacia el casco urbano perpendicularmente al río.

Tras iniciar un giro hacia la derecha y cuando se encontraba en un rumbo aproximadamente NE (paralelo al río) comenzó la guiñada a derechas de manera súbita. Se estima que en unos 3 s el helicóptero ya había descrito un giro de 180° alcanzando una velocidad de rotación de unos 90°/s. La aeronave completó aproximadamente cuatro vueltas completas mientras perdía altura hasta que finalmente, ya cerca del terreno, la velocidad de rotación se redujo. Inmediatamente después, se frenó el descenso y simultáneamente la velocidad de rotación se volvió a incrementar justo antes del impacto. La secuencia completa desde el comienzo de la pérdida de control al impacto duró unos 35 segundos.

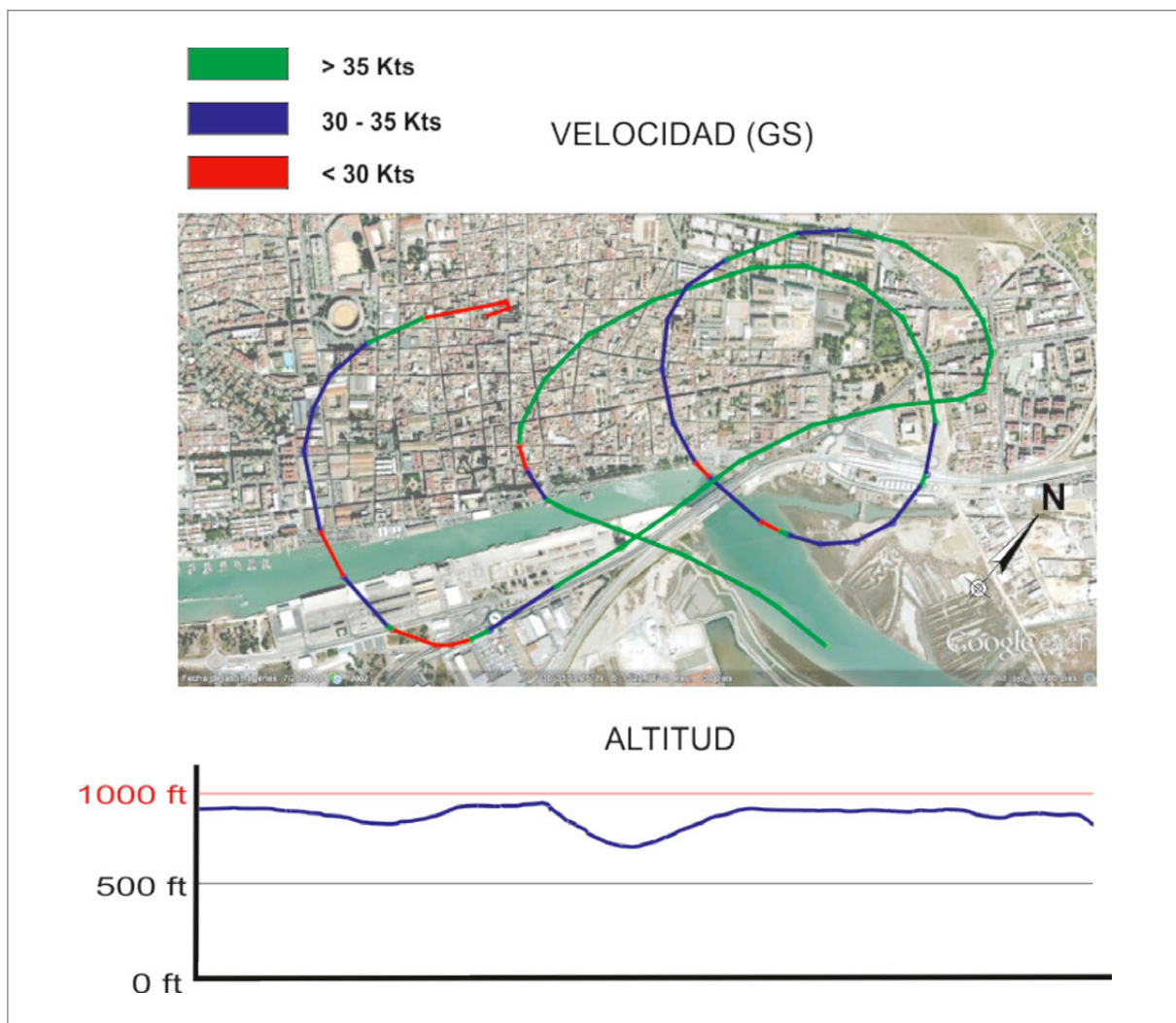


Figura 5. Trayectoria del helicóptero sobre la ciudad

Las imágenes durante los instantes finales en los que disminuyó la velocidad de rotación revelaron que la velocidad de traslación en ese momento era prácticamente nula.

La altura sobre el terreno durante el sobrevuelo de la ciudad osciló entre los 700 y los 900 ft. Durante las órbitas, la velocidad (GS) se mantuvo en el rango de los 25-35 kt incrementándose hasta unos 55 kt durante el tramo recto de cambio de emplazamiento. En los instantes previos a la pérdida de control se registraron valores en torno a los 900 ft de altura y 30 kt de velocidad (GS) .

1.8.2. Simulación de anomalías en el rotor anti-par

Con el objetivo de poder comparar el movimiento observado del helicóptero tras la pérdida de control con algún patrón de referencia, se solicitó al fabricante la simulación de la

dinámica del Bell 206 ante fallos del rotor anti-par. Por un lado se consideró una pérdida total de sustentación en el rotor y por otro una desaparición del par aplicado al rotor de cola, en ambos casos considerando condiciones de carga y velocidad aerodinámica similares a las del día del accidente. Se incluyeron casos sin intervención del piloto y casos simulando una actuación del mismo sobre el cíclico con el objetivo de ganar velocidad. Los resultados obtenidos se han presentado de manera gráfica en el Anexo I.

El comportamiento real de la aeronave en los instantes iniciales en términos de evolución de la velocidad de giro se reveló más próximo a los casos de ausencia total de sustentación que a los de pérdida de par (representativos estos últimos de un fallo en la transmisión). En estos últimos la rotación era menos brusca y en ellos una acción rápida por parte del piloto resultaba en un control efectivo de la guiñada, que se eliminaba en pocos segundos.

Se observó también que en los casos de pérdida de par el rotor se mantenía girando a elevadas velocidades durante tiempos prolongados por efectos de tipo aerodinámico.

1.8.3. *Inspección de restos*

Se procedió a realizar una inspección de los restos del helicóptero, prestando especial atención al sistema del rotor de cola.

El mando cíclico estaba deformado pero transmitía los movimientos a las levas que actúan sobre los actuadores hidráulicos. El mando colectivo estaba bloqueado por las deformaciones de la cabina.

Las palas del rotor principal giraban libremente sobre la articulación de cambio de paso sin obstrucción alguna.

Tanto el actuador del anticipador como la leva que actúa sobre la unidad de control de combustible ocupaban posiciones compatibles con una condición demanda de potencia (posiciones angulares de 70° y 90° respectivamente).

El puño de gases transmitía los comandos hasta la unidad de control de combustible en el motor.

La turbina de potencia y el rotor del compresor axial estaban bloqueados y con abundantes restos de agente extintor. Los álabes del compresor presentaban desgaste por ingestión de material.

La caja reductora del rotor principal desde el eje del motor presentaba un movimiento libre sin restricciones. Su detector de partículas estaba limpio, sin indicios de acumulación de partículas.

Era posible girar el eje de la transmisión del motor en un sentido pero no así en el sentido contrario por el bloqueo del motor, lo que indicaba un correcto funcionamiento de la rueda libre.

Los pedales para el control de la guiñada, mostraban movimiento sin restricciones que se transmitía a través del sistema de barras y levas con continuidad hasta la barra de control del puro de cola. Ésta estaba partida aproximadamente a la misma altura que la transmisión en la zona donde también la estructura del puro de cola se había deformado, evidenciando que todos estos daños correspondían a una rotura post-impacto.

Se comprobó que el paso de las palas del rotor de cola se podía modificar manualmente y que su movimiento se transmitía a través del mecanismo de cambio de paso en sentido inverso hasta la leva sobre la que actúa la barra de control en el puro de cola.

El eje del rotor de cola se movía libremente sin ninguna restricción en el interior de la caja de 90°. Se inspeccionaron en detalle las distintas secciones de la transmisión al rotor de cola. Se comprobó el estado y engrasado de los cojinetes, los anillos y los adaptadores de unión. No se identificaron señales ni de sobreesfuerzos ni de corrosión.

El detector de partículas de la caja del rotor de cola estaba limpio, sin restos de partículas. El carcasa que protege la caja tenía algunos arañazos en su interior probablemente como resultado de contactos con el engranaje de la caja o con el extremo del eje de transmisión que como ya se ha indicado se habían desacoplado. Su aspecto evidenciaba un contacto durante sólo unos instantes y no indicaban que se hubiera producido con un elemento girando a altas revoluciones.

El desacoplamiento se había producido por la fractura de la orejeta donde se aloja uno de los tornillos de sujeción y por la pérdida de la rosca del otro tornillo. Ambas piezas se enviaron a un laboratorio para caracterizar la rotura.

Los resultados descartaron defectos o heterogeneidades micro-estructurales que pudieran haber provocado la rotura ni del eje ni del tornillo de sujeción. En el primer caso el material se identificó como un aluminio AW 2014 mientras que el acero del tornillo correspondía a un acero aleado al Cromo, Níquel Molibdeno. Ambos materiales cumplían con las especificaciones del fabricante de la aeronave. La rotura del eje se produjo por un sobre-esfuerzo a flexo-tracción. El tornillo había perdido los filetes de la rosca por un mecanismo de desgarro a cortadura.

Las tuercas de sujeción de los cuatro pernos que fijan la caja de 90° al puro de cola presentaban un par de apriete apreciable y dos de ellas contaban con un lacre de control que evidenciaba que no se habían movido de su posición. Los tres pernos que se habían partido y cuyas mitades se encontraron dentro de la estructura del puro se enviaron a un laboratorio para su análisis

Estos análisis indicaron que se trataba de pernos de acero al cromo, níquel molibdeno conforme a los requisitos del fabricante del helicóptero y sin defectos o heterogeneidades en la superficie roscada que pudieran haber debilitado su resistencia. El estudio detallado de la superficie de rotura indicaba una rotura por desgarro dúctil bajo sobre-esfuerzos de cortadura. No se apreciaron diferencias significativas en cuanto a la tipología del fallo de cada uno de ellos ni ninguna indicación de debilitamiento de los mismos por fatiga. Se identificó que la causa probable de rotura fue un impacto.

1.8.4. *Declaración de testigos*

1.8.4.1. Declaración del Piloto

Indicó que el objetivo del vuelo sobre la ciudad era filmar dos localizaciones en el Puerto de Santa María.

La técnica de vuelo consistía en orbitar alrededor del objetivo girando siempre a derechas con una velocidad indicada de entre 40 y 50 kt. Con el propósito de evitar que el patín del helicóptero interfiriera en el campo de visión de la cámara, el piloto inducía un ligero resbalamiento durante el giro presionando levemente el pedal derecho y empujando el cíclico en sentido contrario. La altura a mantener eran unos 1.000 ft sobre el objetivo. Había volado unas 50 h utilizando esta técnica.

Tras completar dos o tres órbitas sobre el primer objetivo pasaron a filmar el segundo. Cuando se encontraban aproximadamente con rumbo NE el helicóptero cabeceó súbitamente a lo que él respondió corrigiendo con el cíclico. Entonces oyó dos sonidos de tipo mecánico e inmediatamente el helicóptero inició una guiñada continua a derechas con velocidad creciente. Aplicó inmediatamente pie izquierdo sin obtener respuesta. A continuación empujó el cíclico suavemente hacia delante y hacia atrás para comprobar la respuesta del helicóptero a este mando y que resultó acorde a lo comandado. Al ver que la guiñada estaba fuera de control redujo suavemente la potencia bajando el colectivo con el objetivo de conseguir un descenso controlado para ganar velocidad de traslación e intentar recobrar una condición de vuelo estable. El régimen de la guiñada se redujo aunque no desapareció por completo. En un momento dado reparó que se encontraban al nivel de las torres de una Iglesia, que la pérdida de altura había sido excesiva y que ya no era posible ganar altura por lo que decidió hacer una toma de emergencia. Observó una zona plana, con algo de vegetación que interpretó como un parque o jardín y optó por intentar allí la toma. Instantes antes del contacto tiró del colectivo para reducir la velocidad de descenso, como resultado de lo cual el régimen de la guiñada comenzó incrementarse de nuevo. Se produjo el impacto y perdió la consciencia que no recuperó hasta encontrarse en la ambulancia.

Insistió en que todas sus acciones sobre los mandos fueron suaves.

También indicó que al no tener ninguna indicación anormal en cabina pensó que el problema debió originarse por una pérdida de par o de comando del rotor de cola y que sus reacciones respondieron a esa interpretación.

Preguntado sobre el comportamiento del helicóptero respondió que en todo momento respondió adecuadamente a la demanda de potencia y a los movimientos del cíclico. No recordaba ninguna indicación anormal en cabina, estando todos los parámetros de motor en zona verde con una indicación de par en torno del 70% y una indicación de RPM del 100% en los instantes previos a la pérdida de control.

Según declaró estaba familiarizado con el fenómeno conocido como «pérdida de efectividad del rotor de cola o LTE» («Lost of tail rotor effectiveness») y lo trataba regularmente como instructor.

Preguntado sobre si tenía conocimiento de alguna publicación de la autoridad de aviación civil alemana (LBA) con respecto a este fenómeno respondió negativamente.

El piloto manifestó que ni conocía ni había manejado nunca el Reglamento de Circulación Aérea español.

También manifestó que en estos vuelos no se realizaba un estudio a priori de las posibles áreas problemáticas que se pudieran sobrevolar, sino que era el piloto en el propio transcurso del vuelo el responsable de mantenerse al tanto de las posibles rutas de escape y zonas para un eventual aterrizaje de emergencia.

1.8.4.2. Declaración del operador de la cámara

Durante el viraje para filmar el segundo emplazamiento sintió que el helicóptero vibraba algo aunque dentro de lo que consideró como normal y súbitamente comenzó a girar bruscamente a derechas. Aparentemente el piloto reaccionó con rapidez consiguiendo reducir la velocidad de los giros que prácticamente desaparecieron cerca del suelo.

El piloto hablaba consigo mismo repitiendo la frase: «pitch down stick forward». Calificó la velocidad de descenso como moderada y pudo observar como el helicóptero prácticamente se detuvo justo antes del impacto. Simultáneamente inició de nuevo un giro de unos 180° hasta que chocaron.

Pudo observar como el motor continuó funcionando tras el golpe y percibió un fuerte olor a combustible. El piloto y el otro ocupante estaban inconscientes. Salió del helicóptero y desconectó la batería accediendo al registro situado en el morro. Pudo observar como transeúntes auxiliaban al piloto y al otro ocupante, sacándoles del interior.

No percibió ningún ruido anormal justo antes de la pérdida de control.

1.8.4.3. Otros testimonios

El ocupante que viajaba junto al piloto no pudo precisar si oyó algún ruido anormal en los instantes previos a la pérdida de control. Según él la velocidad durante los vuelos de filmación no superaba los 50 kt.

Todas las declaraciones recabadas de transeúntes y vecinos de la ciudad confirmaron la rotación anormalmente rápida del helicóptero sobre su propio eje. También se confirmó la reducción de la velocidad de rotación durante unos instantes antes del impacto muy cerca del terreno.

La totalidad de los testigos confirmaron el ruido del motor en vuelo y algunos también recordaron haber escuchado su sonido después del impacto.

1.9. Información orgánica y de dirección

1.9.1. *La compañía y el Manual de Operaciones*

El helicóptero pertenecía a la compañía Rotorflug GmbH.

Esta compañía, había sido contratada para realizar filmaciones de las zonas de costa de España y Portugal, incluyendo tanto espacios naturales como zonas urbanas de especial interés turístico.

Rotorflug GmbH tiene su sede principal en Alemania. Cuenta con un Certificado de Operador Aéreo (AOC) emitido por la autoridad aeronáutica alemana (LBA) y aprobación como centro de Formación de Pilotos (FTO), estando habilitada para impartir cursos de habilitación de tipo en los tipos Bell 206 Robinson 22, Robinson 44 así como habilitación de vuelo nocturno. La autorización como centro de formación engloba los emplazamientos de Egelsbach en Alemania y Son Bonet en España, si bien la utilización de este último aeródromo lleva asociada la limitación a vuelos en doble mando hasta la suelta del alumno.

La compañía dispone así mismo de aprobación como Centro de Mantenimiento Parte-145 y Organización de Gestión del Mantenimiento de la Aeronavegabilidad (CAMO) que incluye la autorización para realizar las revisiones de aeronavegabilidad de los helicópteros de su flota y le emisión del correspondiente certificado de revisión de la aeronavegabilidad (ARC).

Su filial en España, Rotorflug SL, basada en Palma de Mallorca, comercializa las actividades de la empresa en territorio español, pero no es titular de ninguna autorización de tipo aeronáutico.

El helicóptero accidentado estaba basado en el aeródromo de Son Bonet desde donde la compañía realizaba actividades de vuelos turísticos, filmación, fotografía y escuela en virtud de la autorizaciones de operador aéreo (AOC) por un lado y centro de formación (FTO) por el otro.

Rotorflug cuenta con un Manual de Operaciones basado en la normativa JAR OPS3 y JAR-FCL³.

En el apartado: «Organización y Responsabilidades» del manual se establece que determinados trabajos (filmaciones entre ellos) se realizarán conforme a los requisitos JAR-OPS3 con las salvedades que la norma permite en el caso de vuelos VFR con menos de 9 pasajeros y para máquinas cuyo peso máximo certificado al despegue sea inferior a 3.175 kg⁴.

El Manual contiene menciones a la altura de vuelo en VFR. Define la altura mínima de seguridad estableciéndola en 1.000 ft dentro de los 600 m del objeto más alto, para el sobrevuelo de ciudades.

El apartado del manual «Reglamentación», establece que JAR-OPS3 y la normativa alemana específica definen el entorno normativo de las operaciones, si bien para el caso de vuelos fuera de Alemania se aplicará la normativa del estado en cuestión, mencionando explícitamente el AIS como fuente de información.

El manual cuenta con un apartado específicamente dedicado a los trabajos aéreos. Uno de cuyos sub-apartados está dedicado a los vuelos de filmación y fotografía donde se indica que el vuelo por debajo de las alturas establecidas deberán recabar las autorizaciones necesarias de las autoridades. Como norma general se establece que la filmación de grandes eventos se hará por encima de los 1.000 ft de altura. Finalmente en lo que a la ejecución del vuelo se refiere, se remarca que el uso de alturas menores a la altura mínima de seguridad (aún autorizadas) se restringirá a los casos estrictamente necesarios. En relación con estas actividades se llama la atención sobre el especial cuidado que habrá de tenerse a la reserva de potencia y a las componentes del viento en el caso de vuelos lentos.

En consonancia con lo establecido en JAR OPS3, el manual indica que los helicópteros operando en *Performance clase 3*⁵ (en la que operan todos los mono-motores) no lo

³ JAR FCL 2 (Joint Aviation Requirements.Flight Crew License Helicopters). Normativa de aplicación a nivel europeo relativa a las condiciones para el ejercicio de las funciones de los pilotos de los helicópteros civiles. Contiene las disposiciones que regulan los centros de formación.

⁴ Para este tipo de operaciones JAR-OPS 3005 (f) y (g) permiten una serie de reducciones en determinados requisitos en diferentes ámbitos como: documentación del vuelo, aceptación e información a los pasajeros, política de combustible o procedimientos de seguridad.

⁵ JAR-OPS3 Define las operaciones *performance clase 3* como operaciones en las que en caso de fallo de motor en cualquier fase del vuelo sea o pueda ser necesario realizar un aterrizaje de emergencia.

harán en ningún caso en los denominados entornos hostiles, entre los que se encuentran las zonas pobladas sin lugares apropiados para una toma de emergencia. El Manual no contiene un procedimiento concreto para discernir si un área (poblada o no) ha de ser definida como área hostil, ni un procedimiento específico que determine las condiciones de vuelo o las precauciones específicas que han de tomar los pilotos para volar sobre áreas congestionadas mas allá de las limitaciones de altura mínima ya mencionadas.

El manual cuenta con un apartado específico sobre las particularidades de las operaciones de Rotorflug SL en Mallorca. Se establece que el Manual de Operaciones se aplica con carácter general y adicionalmente ese apartado expone las particularidades de las operaciones en Mallorca de vuelos:

- Paseos aéreos («Scenic flights»).
- Filmaciones y fotografía.
- Escuela.

Se designa un responsable de operaciones en Mallorca que, junto con el responsable de operaciones de la compañía, deberá asegurar que las operaciones se desarrollan conforme al Manual de Operaciones, a la legislación alemana y a la española. El documento indica que la altura de vuelo cumplirá lo establecido en el Manual de Operaciones y en las leyes españolas.

Si bien no está explícitamente contemplado en el manual, la compañía informó de que los pilotos que operaban las aeronaves basadas en Palma de Mallorca recibían formación específica sobre la normativa española y en particular sobre el Reglamento de Circulación Aérea.

El Manual de operaciones establece los contenidos de los diferentes cursos que imparte la compañía, tanto como organización de formación (FTO), siguiendo los requisitos JAR-FCL 2, como operador aéreo de acuerdo, en este caso, a los requerimientos JAR-OPS3. Dentro de los programas de formación para la habilitación de tipo se incluye el conocimiento y entrenamiento de situaciones relacionadas con averías del rotor de cola. No incluyen referencia explícita y diferenciada al fenómeno de pérdida de efectividad del rotor de cola (LTE).

El programa del curso de incorporación a la compañía requerido por JAR-OPS 3 contiene una parte dedicada a las emergencias y el equipamiento de seguridad dentro de la cual si menciona de manera explícita y diferenciada el conocimiento y medidas a tomar ante el fenómeno LTE. La documentación de referencia utilizada para el estudio del fenómeno es una circular emitida por la autoridad de aviación civil americana (FAA)⁶.

⁶ AC 90-95 Unanticipated Right Yaw in (US Manufactured) Helicopters.

1.9.2. Supervisión de las autoridades

Como norma general, la realización de actividades de trabajos aéreos en Alemania no está sujeta a una autorización previa por parte de la autoridad aeronáutica⁷.

Por su parte la emisión del certificado de operador aéreo (AOC) y de la autorización como centro de formación (FTO) exige la verificación por parte de la autoridad aeronáutica del cumplimiento de los requisitos conjuntos de aplicación (JAR).

Dentro del programa de auditorías bianuales, a la que la LBA somete a los operadores alemanes, en mayo del 2011 se realizó una auditoría específica de la instalaciones, medios y procedimientos de los que la compañía disponía en el Palma de Mallorca.

Si bien la LBA informó a las autoridades españolas de la realización y resultados de dichas auditorías, éstas no participaron de manera activa en las mismas.

Las inspecciones realizadas no incluyeron explícitamente una comprobación del conocimiento y aplicación del Reglamento de Circulación aérea español por parte de la compañía.

Con anterioridad, en marzo del año 2010, Rotorflug había contactado con la Agencia Estatal de Seguridad Aérea con el objetivo de solicitar autorización para realizar actividades de fotografía aérea con el helicóptero accidentado. En aplicación de la normativa en vigor⁸, AESA contestó a la solicitud, indicando que Rotorflug podía realizar filmaciones en cualquier área del territorio español fuera de las áreas calificadas como prohibidas o restringidas, en virtud de la autorización otorgada por la autoridad alemana (LBA) para realizar estas actividades. No obstante la autorización quedaba supeditada al cumplimiento de lo establecido en el Reglamento de Circulación Aérea y en particular en su libro quinto⁹, así como a lo publicado en el AIP y cuando fuera de aplicación a la Circular del Director General de Aviación Civil n.º 343 C¹⁰. La propia comunicación de AESA proporcionaba los enlaces a las páginas web que contenían tanto el Reglamento de Circulación Aérea como la información AIP.

Más allá de esta comunicación, AESA no llevó a cabo ninguna inspección a la compañía en su base de Palma de Mallorca ni en el área de operaciones ni en el área de mantenimiento.

⁷ Se emite la denominada «Allgemeinerlaubnis» que es una autorización puramente administrativa que otorgan las autoridades locales y que se basa en la confirmación de que la compañía solicitante dispone de pilotos comerciales y concierne los seguros necesarios para las aeronaves que pretende operar.

⁸ DIRECTIVA 2006/123/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 12 de diciembre de 2006 relativa a los servicios en el mercado interior.

Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

⁹ El libro quinto del Reglamento de Circulación Aérea contiene disposiciones de aplicación específicamente a la operación con helicópteros.

¹⁰ La Circular n.º 343C datada el 19 de mayo de 1995, se refiere a la obligación de solicitar permiso para la realización de actividades de trabajo aéreos en zonas del EA donde normalmente no se permitan vuelos VFR.

1.10. Información adicional

1.10.1. Normativa sobre el vuelo de helicóptero mono-motores

Tanto la normativa alemana de trabajos aéreos¹¹ como JAR-OPS3 establecen que las operaciones de los helicópteros mono-motores deben asegurar que en caso de fallo de motor el helicóptero pueda realizar un aterrizaje forzoso de manera segura.

JAR-OPS3 limita explícitamente el vuelo de este tipo de helicópteros a entornos no hostiles, excluyendo de los mismos las áreas congestionadas¹² que no dispongan de lugares adecuados para un aterrizaje forzoso seguro.

Por su parte el Reglamento de Circulación Aérea dentro de libro quinto, dedicado específicamente a operaciones con helicópteros, establece condiciones más restrictivas al sobrevuelo de aglomeraciones urbanas por parte de estos helicópteros:

«5.1.7. Sobrevuelo de los núcleos urbanos.

No podrán sobrevolar núcleos urbanos de más de 50.000 habitantes helicópteros equipados con un sólo motor, salvo en misiones urgentes de evacuación y transporte sanitario, en su caso debidamente justificado.»

Según el padrón municipal referido a 20/02/2012 la población del Puerto de Santa María superaba los 90.000 habitantes.

1.10.2. El fenómeno de pérdida de efectividad del rotor de cola

Pérdida de efectividad del rotor de cola o LTE (*Loss of Tail Rotor Effectiveness*) es una condición crítica característica de vuelos a baja velocidad, que puede finalizar en una guiñada incontrolada, no comandada y rápida que no desaparece por sí misma a no ser que sea corregida por el piloto y que puede resultar en una pérdida de control de la aeronave. Es una de las causas fundamentales de accidentes asociados con una pérdida de control del helicóptero y puede aparecer en cualquier helicóptero que cuente con sistema del rotor anti-par. Tanto el fabricante Bell Helicopters¹³ como la FAA¹⁴ han desarrollado material informativo sobre este fenómeno.

El fenómeno es propio de vuelos fuera del efecto suelo, velocidades indicadas (IAS) por debajo de los 30 kt y se ve agravado con pesos elevados, situaciones de alta demanda de potencia y giros a derechas.

¹¹ Betriebsordnung für Luftfahrtgerät (LuftBO).

¹² El apartado 3.480 (4) de JAR-OPS3 define el área congestionada en relación a una ciudad o zona poblada como cualquier área utilizadas esencialmente para usos residenciales, comerciales o recreacionales.

¹³ Operational Safety Notice OSN 206-83-10, Operational Safety Notice OSN 206 83-10, Information Letter 206-84-81.

¹⁴ AC 90-95 Unanticipated Right Yaw in (US Manufactured) Helicopters.

Para el caso de helicópteros cuyo rotor principal gira en sentido contrario a las agujas del reloj (como es el caso del Bell 206) la interferencia de los vórtices producidos por el rotor principal con vientos procedentes del sector comprendido entre los 285° y 315° respecto de la dirección de vuelo en el flujo de aire del rotor de cola puede contribuir también a cambiar el efecto del empuje de este rotor y fomentar la aparición del fenómeno.

La técnica de recuperación consiste en aplicar de manera rápida y contundente el pedal opuesto a la guiñada y simultáneamente empujar el cíclico con el objetivo de ganar velocidad. En caso de que la altitud lo permita, debe reducirse la potencia bajando el colectivo.

En julio de 1994 el NTSB publicó 4 recomendaciones de Seguridad dirigidas a la FAA en relación con la necesidad de educar y entrenar a los pilotos sobre el fenómeno. Todas ellas originaron acciones por parte de la FAA. Entre ellas la publicación una AC o «Advisory Circular» sobre el fenómeno LTE y su inclusión en el texto de referencia de formación de pilotos «Rotorcraft Flying Handbook».

Recientemente, otras comisiones de investigación de accidentes e incidentes como la AAIB británica¹⁵ y la AAIU irlandesa¹⁶ han emitido diversas recomendaciones a raíz de accidentes donde se ha identificado la contribución de LTE para que se incremente la divulgación de dicha característica entre los operadores y los pilotos, incluyendo la necesidad de incluir el fenómeno LTE en los programas de formación de los pilotos. Dichas recomendaciones iban dirigidas por un lado a las autoridades nacionales (CAA e IAA respectivamente) y por otro lado a la EASA como autoridad supranacional a nivel Europeo.

También la CIAIAC, a raíz del accidente ocurrido a un Bell 206 en 2005, emitió una recomendación de seguridad en este sentido dirigida a la DGAC.

Tanto la CAA británica como la IAA irlandesa procedieron a emitir sendas publicaciones¹⁷ con el objetivo de familiarizar a los operadores con el fenómeno LTE y recomendar a los mismos una adecuada distribución de la información entre sus tripulaciones.

Por su parte la EASA emitió en el 2010 un Boletín de seguridad¹⁸ donde se recomendaba a las autoridades nacionales que se aseguraran de que los programas de formación de pilotos de helicópteros incluyeran contenidos sobre el LTE y sus técnicas de recuperación.

No se han encontrado evidencias que demuestren que la autoridad de aviación civil alemana (LBA) o la española (AESA) hayan tomado acciones en línea con el contenido del Boletín de EASA.

¹⁵ Accidente de un Bell 206B Jet Ranger III, G-BAML el 30 de mayo de 2003. Informe Final EW/C2003/05/07. Accidente de un Robinson R44, G-SYTN el 8 de mayo de 2005. Informe final No. EW/G2005/05/07.

¹⁶ Accidente de un Bell 206B Jet Ranger II, G-AYMW el 5 de abril de 2004. Informe Final N.º 2004/0021.

¹⁷ Flight Operations Department Communication (FODCOM) 1/2004.

¹⁸ EASA SIB 2010, 12 febrero de 2010 revisado por SIB 2010-12R1 de octubre de 2010.

2. ANÁLISIS

2.1. Consideraciones sobre un posible fallo mecánico

El vuelo había transcurrido sin ningún tipo de incidencia y sin indicio de problema mecánico alguno. Durante los instantes previos a la pérdida de control no se realizó ninguna maniobra especialmente exigente que se tradujera en cargas por encima de las propias de un vuelo más o menos recto y nivelado.

Ni las declaraciones del piloto, ni las de los testigos señalan a un fallo de la planta de potencia. El estado de las palas del rotor principal así como la morfología de los daños observados en los edificios indican un contacto entre aquellas y las fachadas de estos durante el descenso antes de que el helicóptero alcanzara el suelo.

Por otro lado la rotura de los elementos de control de paso y de la conexión entre el eje de potencia y la caja del rotor principal son compatibles con una interrupción brusca del giro del rotor por impacto. Todo ello es coherente también con la situación de demanda que reflejaban las posiciones del mando de gases y el anticipador.

La aparición de un posible ruido mecánico justo antes de la pérdida de control, indicativa de un hipotético fallo mecánico y que fue manifestado por el piloto, no fue corroborada por los otros dos pasajeros. Más allá de la percepción del ruido, el piloto no mencionó ninguna anomalía en el sistema de control del rotor de cola como un bloqueo de los pedales o por el contrario una excesiva holgura en los mismos.

Los datos de mantenimiento revelaron que se habían realizado todas las inspecciones preceptivas de los sistemas relacionados con el rotor anti-par y que los componentes con vida límite, estaban controlados y dentro de límites.

Las inspecciones posteriores al accidente revelaron un comportamiento adecuado tanto de los elementos de transmisión de potencia al rotor de cola como del mecanismo de cambio de paso de sus palas desde los pedales de la cabina de vuelo.

La roturas identificadas en los componentes de la transmisión fueron analizadas en laboratorio, proporcionando indicios de rotura por sobre-esfuerzo probablemente a consecuencia de impactos sin evidencias de fallo por fatiga, corrosión, defectos de mantenimiento o de fabricación. El hecho de que los elementos desprendidos tras la rotura (pernos de sujeción de la caja de 90° del rotor de cola y adaptador de el eje de transmisión) se encontraran entre los restos principales, refuerzan la hipótesis de que el desprendimiento se tuvo que producir durante en la secuencia de impactos con los edificios y el terreno, ya cerca del lugar donde se detuvieron los restos principales. Además, las marcas que el extremo roto del eje de la transmisión y el engranaje de la caja dejaron en la carcasa exterior, no eran propias de un giro de estos elementos a

elevadas revoluciones y que además se habría prolongado en el tiempo en el caso de un fallo de la transmisión en vuelo tal como evidenciaron las simulaciones por ordenador.

Las simulaciones también señalaron que en el caso de un fallo en la transmisión en esas condiciones de vuelo, la recuperación del control se produciría sin mayor demora una vez que el piloto adelantara el cíclico, en contra de lo que ocurrió el día del accidente, cuando la respuesta del helicóptero a esta acción por parte del piloto se evidenció poco efectiva. Si bien es cierto que los resultados de un modelo teórico han de tomarse con las debidas precauciones, puede afirmarse que en este aspecto y al menos cualitativamente, el comportamiento real no respondió al esperado en un fallo de esta naturaleza.

Tanto las imágenes recuperadas de la cámara como el análisis de la trayectoria, indican que durante el descenso el helicóptero no consiguió una velocidad de traslación apreciable que, por efecto del estabilizador vertical, pudiera contribuir la recuperación del control. La reacción última del helicóptero reduciendo considerablemente la velocidad de giro a pesar de la despreciable velocidad de traslación, revela que en última instancia, de alguna manera el rotor anti-par respondía a las acciones del piloto.

2.2. Consideraciones sobre el vuelo y el fenómeno LTE

El helicóptero había despegado con un peso muy cercano al máximo certificado al despegue. La disminución del peso como consecuencia del consumo de combustible tras los veinte minutos de vuelo serían de poca entidad (20-25 kg) y por lo tanto la exigencia de potencia durante el sobrevuelo de la ciudad en esas condiciones de carga y en un día relativamente caluroso serían elevadas.

Durante la filmación, el helicóptero volaba fuera de efecto suelo (alrededor de 1.000 ft de altura), describiendo giros a derechas a una velocidad indicada (IAS) que, teniendo en cuenta la intensidad del viento dominante (10 a 12 kt del SO) y las velocidades con respecto al terreno registradas por el radar y el GPS, podía estar sensiblemente por debajo de los 30 kt durante los sectores del giro con componente del viento en cola (rumbos NE). El movimiento de cabeceo apreciado por el piloto justo antes de la pérdida de control pudo tener su origen en una racha de viento surgida en un momento en que aquél incidía por la cola.

El fenómeno de pérdida de efectividad del rotor de cola es conocido y ha sido descrito como una pérdida de sustentación cuya probabilidad de aparición se incrementa con la confluencia de varios factores. Estos factores estaban presentes en el momento de la pérdida de control: vuelo a baja velocidad (IAS < 30 kt) sin efecto suelo, virajes a derecha, elevado peso y demanda de potencia así como viento relativo incidente con componente desde la izquierda con respecto a la dirección de vuelo (azimuts entre 285° y 315°) originado por el ligero resbalamiento inducido por el piloto para mejorar el campo de visión de la cámara.

Por otro lado las características del movimiento de guiñada observadas en el accidente muestran similitudes con los resultados obtenidos en las simulaciones teóricas de ausencia de sustentación en el rotor anti-par, condición que, en cierta medida, puede considerarse representativa del fenómeno LTE.

Una vez sobrevenida la LTE la técnica de recuperación recomienda pisar pedal izquierdo y avanzar el cíclico con el objetivo de ganar velocidad de translación lo que contribuye a la estabilidad vertical.

Si bien el piloto no interpretó la situación como una LTE, en primera instancia la reacción del piloto fue en la línea de lo recomendado ante una LTE, aplicando pedal izquierdo para compensar la guiñada y su reiterada repetición de la frase «pitch down, stick forward» manifestada por uno de los ocupantes denota su intención de ganar velocidad y ceder potencia.

Sin embargo, según declaró el piloto, su primera reacción no fue adelantar el cíclico. Primero comprobó la respuesta del mando con movimientos alternativos antes de adelantarlos definitivamente. Sí bajo el colectivo, acción recomendada en caso de que haya altura de seguridad suficiente. Esta demora pudo resultar crítica en la maniobra de recuperación originando probablemente una pérdida inicial de altura que no fue acompañada de un incremento en la velocidad horizontal. Por otro lado el piloto también remarcó que en todo momento sus acciones sobre la palanca fueron suaves, en contraste con la contundencia recomendada en estos casos.

La capacidad de reacción del piloto pudo verse menoscabada por la jornada relativamente intensa, que se había iniciado a primeras horas del día incluyendo un viaje en avión para trasladarse a España.

De cualquier manera el helicóptero no alcanzó la velocidad de translación suficiente, como quedó reflejado en la filmación y por tanto no contó con el efecto estabilizador que la corriente incidente sobre el estabilizador vertical hubiera producido. Ello se tradujo en un nuevo incremento de la velocidad de rotación cuando el piloto tiró del colectivo para frenar la pérdida de altura.

El hecho de que el helicóptero sobrevolara un área urbana congestionada limitó la capacidad de reacción del piloto que cuando ya cerca del terreno, tomó la decisión de realizar una toma de emergencia, no dispuso de un lugar apropiado para aterrizar.

2.3. Consideraciones sobre el conocimiento normativo y su supervisión

Rotorflug es una compañía alemana, cuyas autorizaciones han sido emitidas por la autoridad de aviación civil de aquel país. Su operación en territorio español viene avalada por la política de reconocimiento mutuo de autorizaciones administrativas dentro de la UE,

por un AOC válido para toda Europa y una autorización como centro de formación emitida conforme a la normativa JAR (adoptada por España y por Alemania) que aún con limitaciones, incluye explícitamente la operación desde un aeródromo español.

Las operaciones de trabajos aéreos están descritas dentro del manual de operaciones aprobado conforme JAR-OPS3 y por tanto estaban autorizadas y también sometidas a los requisitos JAR, con las salvedades que la propia norma establece.

En este escenario normativo, no era necesaria una nueva autorización por parte de las autoridades españolas para operar dentro del territorio español, si bien la compañía quedaba sometida al cumplimiento de la normativa española específica en los vuelos dentro del espacio aéreo español, tal como la propia autoridad española puso explícitamente de manifiesto.

Aunque el compromiso de cumplimiento con la normativa española quedó contemplado formalmente dentro del Manual de Operaciones, el piloto no conocía el documento básico que establece las reglas del aire en territorio español esto es, el Reglamento de Circulación Aérea. Este hecho resulta más significativo si cabe, teniendo en cuenta de que se trataba del responsable de formación y de operaciones de la compañía.

Tanto la normativa europea como la alemana contemplan salvaguardas para el sobrevuelo con helicópteros mono-motores de áreas donde un aterrizaje de emergencia pueda resultar conflictivo. Estas disposiciones son recogidas por el manual de operaciones de la compañía que confía al buen criterio de los pilotos y al mantenimiento de una altura mínima de vuelo el cumplimiento de estos requisitos.

En España la normativa en este aspecto es más restrictiva y prohíbe explícitamente el sobrevuelo de ciudades a partir de cierto tamaño. El desconocimiento de esta circunstancia resultó en que la aeronave se encontraba sobrevolando una ciudad cuya población es sensiblemente superior al límite contemplado en el Reglamento español.

Este hecho pone de manifiesto la problemática asociada al desarrollo de este tipo de actividades fuera de las fronteras del estado supervisor. Los trabajos aéreos en general y la filmación aérea en particular, tienen unas características particulares en cuanto a las alturas, velocidad de vuelo y áreas de operación. A esto se añade la heterogeneidad del marco regulatorio, contribuyendo todo ello a que estas actividades difieran en muchos aspectos de las del transporte comercial objeto de regulación en JAR-OPS3.

Estas especiales características las hacen más sensibles a las particularidades del entorno de operación y por tanto exigen un conocimiento del mismo incluso más profundo que el necesario en una operación de transporte donde la aeronave se limita a despegar de un aeródromo alcanzar una altura para un vuelo de crucero más o menos rectilíneo y descender para aterrizar en el aeródromo de destino todo ello dentro de un marco regulatorio más uniforme y consolidado a nivel internacional.

El conocimiento de la normativa por parte de los pilotos del país que autoriza una operación, queda asegurada en gran parte por la validez de las licencias de vuelo, que han sido emitidas tras un proceso de estudio y familiarización con la normativa local e internacional. Sin embargo, cuando las tripulaciones operan en un país distinto y especialmente en el entorno de los trabajos aéreos donde el marco normativo es más heterogéneo, se requiere un esfuerzo adicional tanto por parte del operador como por parte de las autoridades supervisoras.

Aparentemente el operador estableció mecanismos para que los pilotos que operaban regularmente en Palma de Mallorca, estuvieran familiarizados con la normativa española. No fue así en el caso del piloto que comandaba el helicóptero accidentado, que a pesar de que con anterioridad sólo había volado circunstancialmente en España, no fue sometido a un entrenamiento específico en ese ámbito.

En el ámbito de la supervisión, si bien existió cierto contacto entre los inspectores alemanes y sus homólogos españoles, este se produjo puntualmente y sin una planificación que asegurara una adecuada distribución de tareas e intercambio de información.

Por todo ello se propone una recomendación de seguridad dirigida a la compañía para asegurar un adecuado conocimiento de la normativa del país donde operan por parte de los pilotos de Rotorflug que vuelen fuera de Alemania, ya sea de forma permanente o circunstancial. Por extensión se emiten sendas recomendaciones en este ámbito dirigidas a las autoridades supervisoras de aviación civil española y alemana para que establezcan los mecanismos necesarios que aseguren la supervisión de este aspecto. Es indudable que la participación de la autoridad del país de operación en los procesos de supervisión, tendrá efectos positivos desde el punto de vista de la correcta interpretación y aplicación de la normativa local y repercutirá favorablemente en la seguridad.

2.4. Consideraciones sobre formación en LTE

Es patente que el LTE es una causa que está detrás de gran número de pérdidas de control en la operación de helicópteros. Así ha sido reconocido por diversas autoridades y organismos que han tomado medidas dirigidas a mejorar el conocimiento que los pilotos tienen sobre este fenómeno. Sin embargo y a pesar de la participación de EASA la respuesta no puede considerarse uniforme. Ni la LBA alemana ni AESA en España han tomado medida alguna en respuesta a la recomendación emitida por EASA.

El piloto era experimentado, conocía el fenómeno y estaba familiarizado con documentación que la FAA había publicado al respecto. Sin embargo los parámetros de vuelo, no solamente durante los instantes previos al accidente sino durante todo el vuelo de filmación, dibujaban un escenario de riesgo en lo que a la posible aparición del LTE se refiere.

Ello pone de manifiesto que quizá su nivel de sensibilización sobre el riesgo asociado a la aparición de este fenómeno no era el adecuado. Esto ha de considerarse especialmente crítico si se tiene en cuenta que el piloto era el responsable de operaciones en vuelo en la compañía y por tanto encargado de fomentar el conocimiento y prevención de este fenómeno entre los pilotos de la compañía.

Parece justificado por tanto incidir de nuevo tanto a nivel de la compañía como a nivel de las autoridades en la necesidad de incrementar la sensibilidad de los pilotos ante el LTE con el objetivo de prevenir configuraciones de vuelo que puedan favorecer la aparición del fenómeno. Se emiten dos recomendaciones de seguridad en esta línea.

3. CONCLUSIÓN

3.1. Conclusiones

- El helicóptero contaba con un certificado de aeronavegabilidad en vigor y había cumplido con su programa de mantenimiento aprobado.
- El centrado del helicóptero se encontraba dentro de límites y el peso era próximo al peso máximo autorizado al despegue.
- El piloto contaba con la licencia de vuelo y certificado médico, ambos en vigor.
- Las autorizaciones para la realización de trabajos aéreos emitidas en el país de origen (Alemania) fueron automáticamente validadas en España.
- El vuelo transcurrió sin evidencia de ningún fallo desde el momento del despegue hasta la pérdida súbita de control.
- Durante el vuelo sobre la zona de filmación la aeronave describió giros de 360° a una altura entre los 700 ft y los 1.000 ft. La velocidad (GS) se mantuvo en el entorno de los 30 kt.
- Durante las órbitas el piloto inducía un leve resbalamiento hacia el centro de la mismas para mejorar el campo de visión de la cámara.
- El viento en la zona de vuelo a la hora del accidente era moderado e incidía por la cola del helicóptero en determinados sectores de los giros.
- Las circunstancias del vuelo en términos de velocidad, dirección de giro, peso y altura han sido identificadas como de riesgo desde el punto de vista de la probabilidad de aparición del fenómeno LTE.
- El piloto conocía el fenómeno de pérdida de efectividad del rotor de cola y estaba familiarizado con documentación de referencia publicada por la FAA que discute el mismo.
- Los ensayos e inspecciones realizados en los restos de la aeronave no proporcionaron evidencias de fallo mecánico alguno en el sistema de rotor anti-par.
- El Helicóptero sobrevolaba un área urbana congestionada.
- El piloto no conocía el Reglamento de Circulación Aérea.

- Las inspecciones realizadas en las instalaciones de la compañía en España no habían comprobado la existencia de un procedimiento para asegurar que las tripulaciones tenían el adecuado conocimiento de la normativa aeronáutica española.
- La autoridad del país donde se realizaba la operación (España) no participó en las actividades de supervisión.
- Ni la autoridad supervisora española (AESAs) ni la alemana (LBA) han tomado medidas en respuesta a la emisión por parte de EASA del boletín de seguridad SIB 2010-12R1 sobre formación en LTE de los pilotos de helicópteros.

3.2. Causas

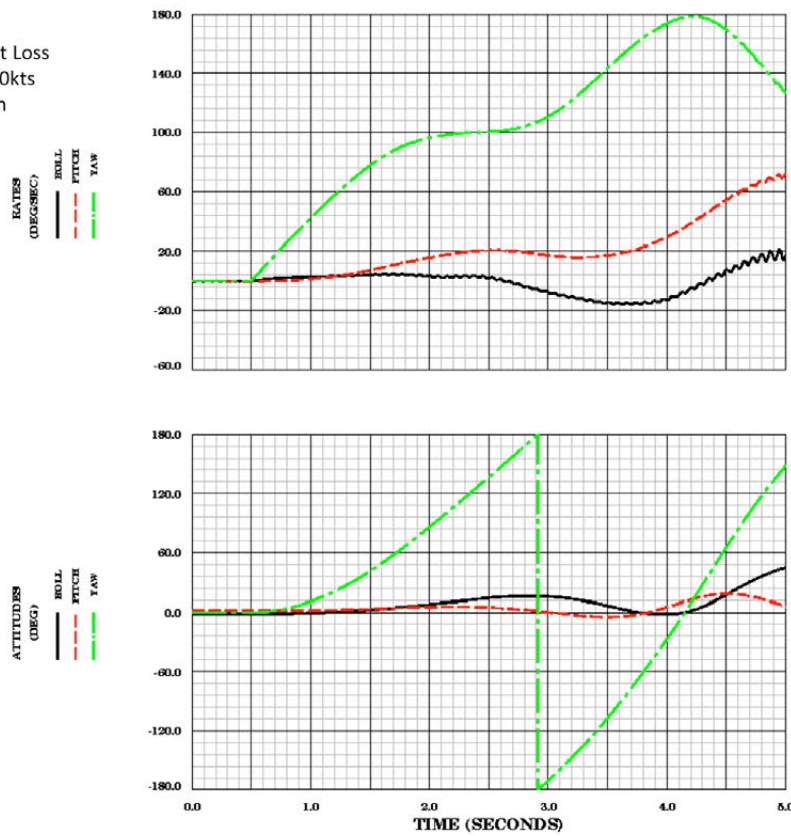
La causa probable del accidente fue la pérdida de control consecuencia de la aparición del fenómeno de pérdida de efectividad del rotor de cola.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

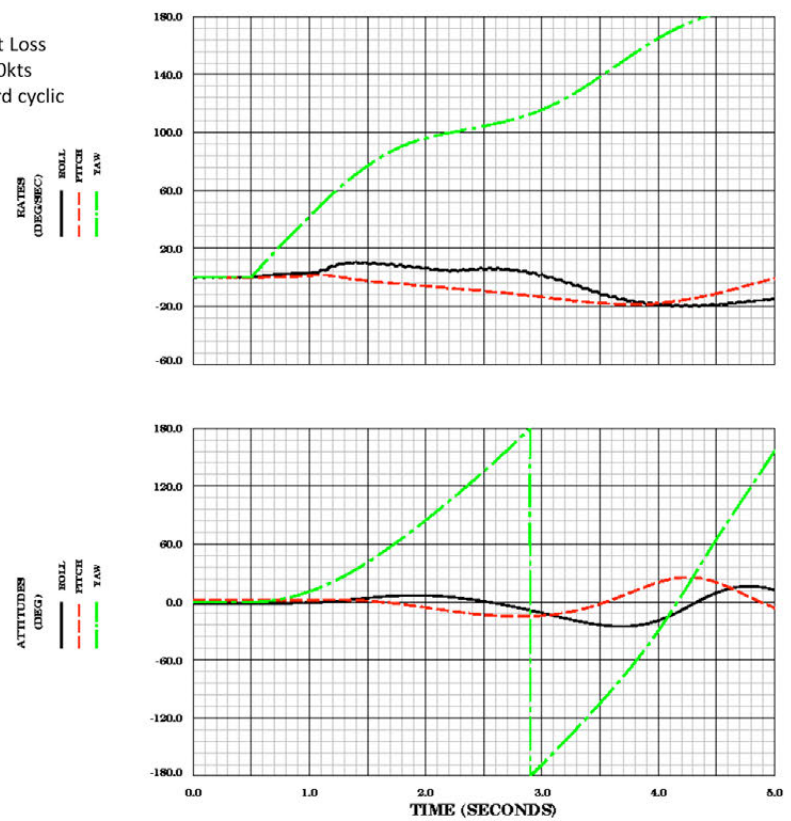
- REC 61/12.** Se recomienda al operador Rotorflug GmbH que establezca las medidas necesarias para intensificar la sensibilización de sus pilotos ante el fenómeno de LTE y en particular ante peligro que supone volar en condiciones de vuelo que aumenten la probabilidad de aparición del fenómeno.
- REC 62/12.** Se recomienda a la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESAs) y al Luftfahrt Bundesamt (LBA) que tomen medidas en línea a lo recomendado por la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) en el SIB 2010-12R1.
- REC 63/12.** Se recomienda al operador Rotorflug GmbH que establezca procedimientos que aseguren que todos sus pilotos que realicen actividades de trabajos aéreos fuera de Alemania, estén convenientemente familiarizados con la normativa aeronáutica local del estado de operación.
- REC 64/12.** Se recomienda a la LBA que, dentro de las actividades de supervisión de los operadores alemanes que desarrollen actividades de trabajos aéreos en otros estados y en colaboración con éstos, verifique que se establezcan procedimientos para asegurar que los pilotos de estos operadores estén convenientemente familiarizados con la normativa aeronáutica local del estado donde operan.
- REC 65/12.** Se recomienda a AESAs que se asegure, en coordinación con las autoridades supervisoras del país de origen, que los operadores extranjeros que realicen operaciones de trabajos aéreos en España conocen la normativa aeronáutica española y la tienen en cuenta en sus procedimientos.

ANEXO I
Resultados de las simulaciones
para IAS 20 kt

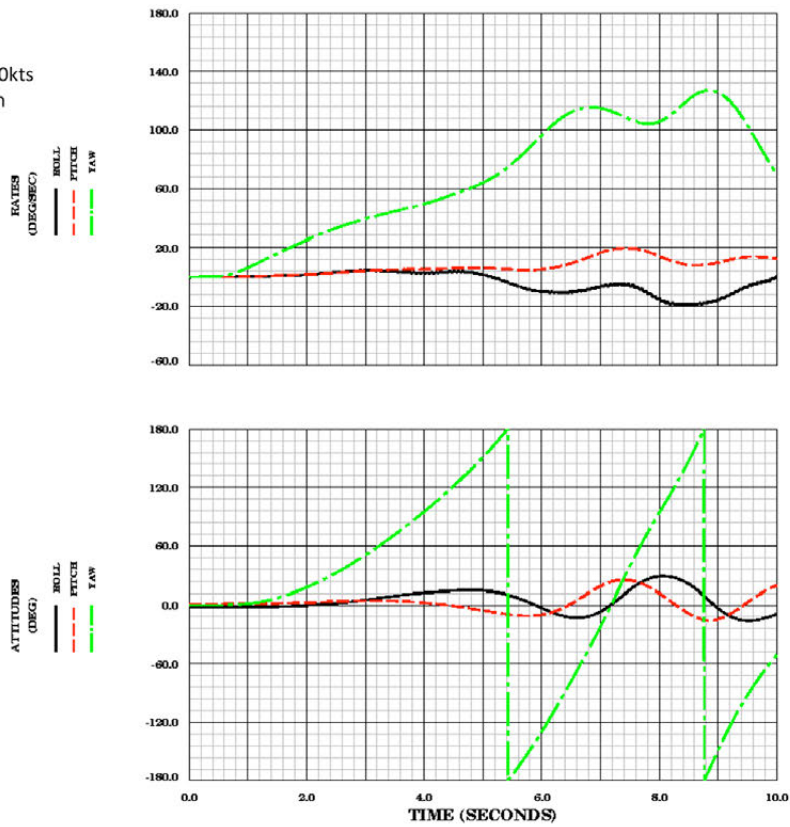
Case #2
 Instant Jet Thrust Loss
 Forward Flight-20kts
 No Pilot Reaction



Case #4
 Instant Jet Thrust Loss
 Forward Flight-20kts
 Pilot adds forward cyclic



Case #6
 T/R Torque Loss
 Forward Flight-20kts
 No Pilot Reaction



Case #8
 T/R Torque Loss
 Forward Flight-20kts
 Pilot adds forward cyclic

