

Expte. N° 699/13

ADVERTENCIA

El presente Informe es un documento técnico que refleja la opinión de la JUNTA DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL con relación a las circunstancias en que se produjo el suceso, objeto de la investigación con sus causas y con sus consecuencias.

De conformidad con lo señalado en el Anexo 13 al CONVENIO SOBRE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL (Chicago /44) ratificado por Ley 13.891 y en el Artículo 185 del CÓDIGO AERONÁUTICO (Ley 17.285), esta investigación tiene un carácter estrictamente técnico, no generando las conclusiones, presunción de culpas o responsabilidades administrativas, civiles o penales sobre los hechos investigados.

La conducción de la investigación ha sido efectuada sin recurrir necesariamente a procedimientos de prueba de tipo judicial, sino con el objetivo fundamental de prevenir futuros accidentes e incidentes.

Los resultados de esta investigación no condicionan ni prejuzgan los de cualquier otra de índole administrativa o judicial que, en relación con el suceso pudiera ser incoada con arreglo a leyes vigentes.

INFORME FINAL

ACCIDENTE OCURRIDO EN: San Agustín del Valle Fértil, provincia de San Juan

FECHA: 11 de octubre de 2013

HORA: 18:30 UTC

AERONAVE: Helicóptero

MARCA: Bell

MODELO: 407

MATRÍCULA: LQ-BHT

PILOTO: Licencia de piloto comercial de helicóptero (PCH)

PROPIETARIO: Público

NOTA: Las horas están expresadas en Tiempo Universal Coordinado (UTC) que para el lugar del accidente corresponde a la hora huso horario -3.

1.1 Reseña del vuelo

El 11 de octubre de 2013, a las 11:55 h aproximadamente, el piloto despegó con cinco pasajeros a bordo de la aeronave desde las instalaciones de la Dirección Provincial de Aeronáutica de San Juan, con destino a Ischigualasto. Aterrizó en el lugar previsto a las 12:45 h aproximadamente.

En ese lugar cargó 180 litros de combustible, despegó a las 14:10 h aproximadamente, sin pasajeros, hacia la antigua pista de San Agustín del Valle Fértil. La aeronave aterrizó en el lugar previsto a las 14:30 h.

A las 18:30 h, el piloto, con cuatro pasajeros a bordo, despegó desde la pista de San Agustín del Valle Fértil con destino a la DPA en el Aeroclub San Juan. Durante la fase de transición al vuelo, la aeronave impactó contra una línea de media tensión, hecho que derivó en la pérdida de control y posterior impacto contra el terreno.

El accidente ocurrió de día y con buenas condiciones de visibilidad.

1.2 Lesiones a personas:

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros
Mortales	-	1	-
Graves	1	3	-
Leves	-	-	-
Ninguna	-	-	-

1.3 Daños en la aeronave

1.3.1 Célula

Rotura completa de los parabrisas y ventanillas del lado derecho e izquierdo. Las puertas de tripulantes y pasajeros sufrieron roturas y deformaciones. La parte ventral del fuselaje presentó deformaciones y desprendimiento a la altura del tanque de combustible.

Se produjeron deformaciones y roturas en el recubrimiento del eje de transmisión del rotor de cola, y el quiebre del mismo a 1 m por delante del rotor de cola. Ambos estabilizadores colapsaron del botalón de cola por enganche con los cables de media tensión primero y posteriormente por impacto contra el terreno. Se produjo el desprendimiento de la estructura tubular de soporte y de ambos patines de aterrizaje.

En la cabina de pilotaje, el panel central de instrumentos se desprendió y se halló el comando colectivo quebrado y suelto. También se detectaron deformaciones en la cabina de pasajeros.

1.3.2 Motor

1.3.2.1 El motor y su caja de engranajes resultaron con daños aparentes de baja magnitud por el impacto de las palas del rotor principal contra el terreno.

1.3.2.2 Se observó la rotura de soportes de bancadas del motor, transmisión con desprendimiento y roturas de acoples mecánicos de comandos de control.

1.3.2.3 No se observaron pérdidas de fluidos (combustibles, aceites e hidráulicos).

1.3.2.4 El motor, después del impacto contra el terreno, continuó funcionando y fue detenido manualmente.

1.3.3 Rotores

1.3.3.1 El rotor principal y sus palas resultaron destruidos.

1.3.3.2 En la transmisión del rotor de cola, se produjo la rotura y el desprendimiento de la penúltima sección del eje de transmisión previa a la caja de 42°.

1.3.3.3.1 Las palas del rotor de cola resultaron sin daños aparentes.

1.4 Otros daños:

Corte de línea de media tensión 33 kV (tres cables de aluminio con alma de acero). Tres postes derribados producto de la tracción del cable en una extensión de 180 metros. Destrucción del alambrado perimetral del terreno donde cayó la aeronave en una longitud aproximada de 40 metros de largo.

1.5 Información sobre el personal

La Dirección Nacional de Seguridad Operacional, Departamento Registro, informó que el piloto de 54 años de edad poseía la licencia de piloto comercial de helicóptero (PCH), con habilitación para Bell 407 y Bell 206. También poseía la licencia de piloto de transporte de línea aérea (TLA).

El piloto no registraba antecedentes de accidentes ni de infracciones aeronáuticas anteriores.

El Instituto Nacional de Medicina Aeronáutica y Espacial (INMAE) informó que el piloto realizó su último examen psicofisiológico el 7 de agosto de 2013, en el gabinete psicofisiológico Córdoba. Aptitud otorgada: Apto Clase 1 – Limitaciones: debe usar anteojos de corrección óptica indicada. S/A – S/O, con vencimiento el 31 de agosto de 2014.

Su experiencia en horas de vuelo era la siguiente:

Total general (avión/helicóptero)	10517.0 h
Total de helicóptero	1017.0 h

Últimos 90 días (helicóptero)	6.5 h
Últimos 30 días	1.3 h
Últimas 24 horas	1.3 h
En el tipo de aeronave accidentada	363.4 h

1.6 Información sobre la aeronave

1.6.1 Información general

Helicóptero fabricado por Bell Helicopter Textron el 9 de noviembre de 2006, modelo 407, n.º de serie 53735. Helicóptero monomotor de estructura metálica, combinada con materiales compuestos. Tren de aterrizaje tipo esquí.

1.6.2 Célula

La aeronave poseía certificado de aeronavegabilidad estándar, categoría Normal, emitido el 1 de junio de 2012 por la Dirección de Aeronavegabilidad (DA), y un certificado de matrícula expedido el 16 de abril de 2012 por el Registro Nacional de Aeronaves; ambos se encontraban en vigencia al momento del suceso.

Según el formulario DA337 del 27 de marzo de 2013, se le realizó una inspección de rehabilitación anual según RAAC 91- 409 de planta de poder, palas de rotor principal, pala de rotor de cola, y 18 ítems adicionales; de esta manera la aeronave quedó habilitada hasta marzo de 2014. Dicha inspección se realizó en un taller habilitado.

Al momento del accidente tenía registrado en su libreta historial de aeronave 1061.0 h de total general (TG) y 1688 ciclos (Cs).

1.6.3 Motor

La aeronave estaba equipada con un motor marca Rolls Royce, modelo 250-C47B, con número de serie CAE-847782, de 630 shp continuo y 674 shp Takeoff (5 min) controlado por una unidad digital de control y alimentación de combustible (Full Authority Digital Engine Control –FADEC-).

Al momento del accidente registraba en su “Libreta Historial de Motor” 1061 h de TG y 1060 Cs.

1.6.4 Rotores

El rotor principal estaba fabricado con materiales compuestos, era de cuatro palas, marca Bell, modelo 407-015-001-137, con números de series A-3734, A-3738, A-3748, A-3631.

El rotor de cola estaba compuesto de dos palas marca Bell, modelo 406-016-100-119, con números de serie A-4374 y A-4365.

1.6.5 Otros equipos

No aplicable.

1.6.6 Peso y balanceo

En los cálculos realizados durante la investigación se estableció que:

Peso vacío:	1.420 kg
Peso del piloto:	83 kg
Peso de los pax (3 x 75 kg y 1 x 65 kg):	290 kg
Peso del combustible (224 lt x 0,80)	179 kg
Pesos varios (equipaje personal)	<u>13 kg</u>
Peso al momento del accidente:	1.985 kg
Peso Máximo de Despegue (PMD):	2.267 kg

Diferencia: 282 kg (en menos) del PMD.

Consumo: 185 l/h

Combustible: Jet A1

Al momento del accidente, la aeronave tenía 282 kg menos de su PMD, y su centro de gravedad (CG) lateral y longitudinal estaban dentro de la envolvente segura establecida en la "Planilla de Masa y Balanceo", del 7 de junio de 2013.

1.7 Información meteorológica

El lugar del accidente se encuentra a 225 km del aeropuerto de San Juan, hacia el NNE y, debido a sus características orográficas (valle ubicado entre la sierra Pie de Palo de 3.183 m y sierra de Valle Fértil de 2.818 m de elevación), requiere una interpolación de información meteorológica especial para lograr obtener datos más precisos.

El informe emitido por el Servicio Meteorológico Nacional expresó: "los datos son inferidos, obtenidos de los registros horarios de las estaciones meteorológicas de Chamental, Chepes, Jachal y San Juan, interpolados a la hora y lugar del accidente. Visto también los mapas sinópticos de superficie de 18:00 y 21:00 UTC y las imágenes del satélite GOES 13".

Condiciones meteorológicas: viento 050/12kt (20km por hora), visibilidad 10 km, fenómenos significativos ninguno, nubosidad 2/8 CU 600 m, temperatura 25 °C, temperatura punto de rocío 15,8 °C, presión a nivel medio del mar 1009,4 hPa, humedad relativa 53%.

1.7.1 Observaciones:

En la imagen del satélite GOES 13, en el canal visible de las 18:40 UTC, se observa cielo algo o parcialmente nublado por nubes tipo cúmulos de escaso desarrollo vertical; en las cercanías no se aprecia ningún tipo de sistema sinóptico que pudiese provocar alguna situación desfavorable de la región.

Del modelo numérico ETA-SMN, reconstruido con la situación del día, se obtienen condiciones coincidentes con los datos mencionados anteriormente.

Se infiere que en la zona del accidente soplaban vientos del noroeste de

entre 10 y 15 nudos, por lo que se descarta la posibilidad de la ocurrencia de algunas ráfagas, considerando la irregularidad de la orografía, sin poder determinarse porqué no hay registros puntuales en ese lugar.

1.8 Ayudas a la navegación

No aplicable.

1.9 Comunicaciones

Según testimonios del piloto al mando de la aeronave accidentada, éste no presentó plan de vuelo, ni hubo comunicación alguna (por la altura y posterior distancia del vuelo) con el personal del servicio de tránsito aéreo.

1.10 Información sobre el lugar del accidente

El lugar donde se produjo el accidente era un terreno baldío en zona urbana, de tierra blanda, de 25x40 metros sobre la calle Rioja. La aeronave se precipitó sobre uno de los márgenes del terreno a cuatro metros de la calle lindante.

Las coordenadas geográficas del lugar son S 30° 37' 48.7" - W 067° 27' 47.4", con una elevación de 815 m sobre el nivel medio del mar.

Obstáculo: a 72 metros al norte, se encontraba una línea de media tensión de 12 metros de altura con la que la aeronave impactó, cuya dirección era de oeste a este. También se registró, a 66 metros, una línea de baja tensión con igual dirección. Ambas líneas se encontraban en los márgenes laterales de la calle 25 de mayo.

1.11 Registradores de vuelo

No aplicable al tipo de aeronave y operación.

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

La aeronave posada con rumbo 280° inició el despegue sin superar la etapa de transición al vuelo. Se desplazó hacia el sur, y durante el ascenso impactó con una línea de media tensión de tres hilos ubicada a 53 metros al sur del punto de despegue. Luego del impacto con la línea, cortó uno de los cables con el cortacable inferior; los dos restantes quedaron enganchados en la parte inferior de la misma, (esqui) hasta producirse su corte por tracción. Al cortarse uno de los cables, enganchó uno de los estabilizadores horizontales y el cono de cola. Ese cable cortó el carenado y seccionó el eje de trasmisión del rotor de cola.

La aeronave comenzó a girar sobre su eje vertical por pérdida de su efecto antipar, describiendo una traslación descendente en arco hasta impactar con rumbo 180° sobre el borde del terreno. Luego del impacto, quedó detenida sobre el lado derecho del fuselaje con un rumbo aproximado de 330°.

Se realizó un relevamiento planimétrico de las partes de la aeronave que se dispersaron por el impacto mediante la adquisición de imágenes, y la obtención de distancias relativas al punto de impacto de la aeronave y de despegue.

1.13 Información médica y patológica

No se detectaron antecedentes médico-patológicos del piloto que pudieran influir en la causa del accidente.

1.14 Incendio

No hubo.

1.15 Supervivencia

1.15.1 Posterior al impacto:

Tres pasajeros y el piloto fueron rescatados de la aeronave por terceros (de los cuales 2 pasajeros y el piloto resultaron con lesiones graves y 1 pasajero fallecido). Otro pasajero fue despedido a 3 m de la aeronave con lesiones graves.

1.15.2 Los sobrevivientes fueron trasladados a distintos nosocomios de la ciudad de San Juan.

1.15.3 La cabina se deformó por el impacto. Los cinturones de seguridad que fueron utilizados soportaron los esfuerzos a los que fueron sometidos. Los anclajes de los asientos no evidenciaron deformaciones o roturas por los esfuerzos solicitados. Los asientos fueron retirados para evacuar a los ocupantes de la aeronave.

1.16 Ensayos e investigaciones

1.16.1 El helicóptero, durante la fase de transición al vuelo, produjo un entorno visual degradado (DVE - nube de polvo) sin referencias al cambiar el ángulo de incidencia de las palas del rotor principal con la aplicación de paso cíclico para iniciar el despegue. Segundos después, impactó contra la línea de media tensión (tres cables), que se encontraba a doce metros de altura y cincuenta y tres metros de su posición de despegue.

1.16.2 Uno de los cables fue cortado por el dispositivo "corta cable", ubicado en la parte inferior del fuselaje de la aeronave. El estabilizador horizontal impactó con dicho cable y se enredó en el cono de cola, lo que produjo el corte de uno de los tramos del eje de transmisión de potencia del rotor trasero. Los dos cables restantes fueron cortados por tracción.

1.16.3 Ante la pérdida del efecto antipar, la aeronave giró sobre su propio eje (horario), en sentido contrario al del rotor principal (antihorario). Una vez que se desenganchó de los cables de referencia, describió un vuelo semicircular en descenso e impactó con una trayectoria lateral.

1.16.4 Hasta el momento del impacto, el motor entregaba potencia. La magnitud del choque de la aeronave con el terreno fue amortiguada por el esquí izquierdo; se

produjo un ruido hacia la izquierda sobre el eje longitudinal del helicóptero y quedó detenido sobre el lado derecho del fuselaje con rumbo aproximado 330°.

1.16.5 Se hizo recolección de muestras de combustible y aceite para su análisis, cuyos ensayos en laboratorio arrojaron los siguientes resultados:

- ❖ Combustible: *“La muestra remitida presenta aspecto límpido y no se observan indicios de agua libre. Las partículas detectadas corresponden a silicatos provenientes de polvo atmosférico. Se detectaron algunas partículas con brillo metálico y muy pocas partículas de naturaleza magnética”.*
- ❖ Aceite: Los resultados de los ensayos físico-químicos de las propiedades de densidad, punto de inflamación, viscosidad cinemática, sedimentos y de agua libre se encontraron dentro de los valores normales.

1.16.6 Se controló la continuidad de los comandos de vuelo;

1.16.7 Se requirió la documentación técnica, de aeronavegabilidad y de operación de la aeronave.

1.16.7 Se constató que el equipo Emergency Locator Transmitter (ELT) no se activó automáticamente. Tampoco fue disparado manualmente.

1.16.8 El ELT se retiró de la aeronave y se solicitó a un taller aeronáutico de reparaciones un testeó y el estado operativo del equipo. El informe (OT:13-126 de 06/Dic/2013) arrojó los siguientes resultados:

1. *No se detectaron daños visuales directos.*
2. *En la búsqueda de daños ocultos no se detectaron daños físicos sobre la unidad.*
3. *La cantidad y tiempo de uso de la batería se encontraba dentro de los requerimientos de la norma RAAC Parte 91.207 párrafos “d”.*
4. *En la consulta de código, potencias y frecuencias emitidas, las tres frecuencias se encontraban por encima del mínimo sugerido en el manual del fabricante, doc. n.º 570-5001 rev. E., parte “Descripción y Operación”, punto 3, tabla 3.*
5. *Chequeo del Switch interno de activación mediante fuerzas G: Funcionamiento correcto.*

1.16.9 Personal habilitado y autorizado desmontó la FADEC del motor de la aeronave, a la que posteriormente se le extrajeron los datos de funcionamiento del mismo, antes y después del impacto.

Detalle de resultados obtenidos de la FADEC:

Datos del historial del motor (Engine History Data):

Nombre	Valor	Descripción
Eng Rn Tm	1.406.80' (6x8:48') (Centesimal)	Hours Engine Operating (Running) Time (Counter)

	(Decimal)	
Limit Advisory Exceedance	0.00.000	No se registran excedencias anteriores al valor de tiempo indicado

Last Engine Run Faults:
Últimas Fallas de Funcionamiento del Motor

Fault name Description
(Nombre de la Falla) (Descripción)

1)	Nr Rt Flt	Nr Rate Fault
2)	Nr Ant Dsb	Disable Rotor Decay Anticipation
3)	Nr Rg Flt	Nr Range Fault
4)	Nr Flt	Nr Fault
5)	Q Rt Flt	Q Rate Fault
6)	Q Flt	Q Fault

Traducción de Códigos de Fallas:

- 1) Una falla del sistema de la FADEC que deteriorará el rendimiento en modo automático.
- 2) Desactivación del Aviso de deterioro del rotor.
- 3) Una falla del sistema de la FADEC que deteriorará el rendimiento en modo automático.
- 4) Precaución
- 5) Se ha detectado una falla en el sistema de la FADEC que podría provocar que el motor no se reinicie si está apagado.
- 6) Precaución.

Time Stamped Faults
Fallas con el tiempo registrado

Fault Time Fault name Description:

Tiempo de la Falla Descripción y nombre de la falla

1406:49:27.576	Nr Rt Flt - Nr Rate Fault
1406:49:24.720	Nr Ant Dsb - Disable Rotor Decay Anticipation
1406:49:24.720	Nr Rg Flt - Nr Range Fault
1406:49:24.720	Nr Flt - Nr Fault
1406:49:24.696	Q Rt Flt - Q Rate Fault
1406:49:24.696	Q Flt - Q Fault

1.16.10 El motor, después del impacto contra el terreno, continuó funcionando y fue detenido manualmente.

1.17 Información orgánica y de dirección

1.17.1 Las operaciones aéreas eran realizadas por un organismo que, además, estaba a cargo del transporte terrestre del organismo oficial. Este organismo no tenía una estructura organizacional específica para el área de operaciones aéreas que realizaran la planificación de las operaciones, la instrucción del personal de pilotos y apoyo en tierra.

1.17.2 La aeronave estaba inscrita bajo el nombre de un organismo oficial.

1.17.3 El mantenimiento estaba a cargo de un TAR autorizado.

1.17.4 La organización cumplía tareas de búsqueda y rescate en cordillera, traslados sanitarios, entre otras asignadas por el organismo oficial.

1.18 Información adicional

1.18.1 En un entorno visual degradado (DVE), un número considerable de accidentes se deben a:

- 1- Desorientación del piloto y pérdida de conciencia situacional.
- 2- Vuelco estático o dinámico.
- 3- Pérdida de eficacia del rotor de cola.

1.18.2 Estas condiciones individualmente pueden ser manejables por el piloto pero, cuando están combinadas, llegan a ser insuperables.

- 1- Desorientación espacial o pérdida de control durante la transición al vuelo.
- 2- Pérdida de conciencia situacional que resulta de una colisión contra un obstáculo.

1.18.3 En la aviación, el efecto BROWN-OUT es una restricción de la visibilidad en vuelo debido al polvo o la arena en suspensión. El piloto no puede ver objetos cercanos que proporcionan referencias visuales externas necesarias para controlar la aeronave cerca del suelo. Esto puede causar desorientación espacial y pérdida de conciencia situacional, provocando un accidente tanto en operaciones de despegue como aterrizaje de helicópteros. En terrenos particularmente áridos/secos, etc., las intensas y ennegecedoras nubes de polvo ocasionadas por la corriente del rotor del helicóptero implican importantes riesgos para la seguridad en las operaciones de estas aeronaves (EHSIT – European Helicopter Safety Implementation Team – Equipo Europeo de Implementación de medidas de Seguridad en el Helicóptero).

1.18.4 Existen varios factores que influyen en la probabilidad y severidad de un efecto BROWN-OUT:

- 1- Configuración del rotor.
- 2- Composición del suelo.
- 3- Ángulo y velocidad de despegue o aproximación.

1.18.5 Entre las contramedidas para prevenir accidentes relacionados con BROWN-OUT, se incluyen:

- 1- Preparación del lugar.
- 2- Adiestramiento y técnica del piloto para la operación en áreas confinadas (ESHAT – European Helicopter Analysis Safety Team – Equipo Europeo de análisis de medidas de Seguridad en el Helicóptero).

1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

1.19.1 Obtención e interpretación de datos de la FADEC (ECU).

1.19.2 Envío del ELT a un TAR autorizado para su verificación y testeo.

2 ANÁLISIS

Introducción

En este análisis se examinan e integran el estado de aeronavegabilidad de la aeronave, el funcionamiento de sus sistemas y su equipamiento, procedimientos, operación y conceptos generales sobre las características de vuelo y de pilotaje del helicóptero en las condiciones del suceso, como así también las limitaciones humanas en el contexto operacional y las influencias ambientales. Los conceptos mencionados se detallan para facilitar la comprensión del suceso.

2.1 Aspectos técnicos

2.1.1 Según el informe del laboratorio, la muestra de combustible analizada se encuentra dentro de las normas establecidas (ASTM D 1655 – 13 para el combustible Jet A-1). Al no presentar pérdidas de las propiedades físico-químicas del material, el combustible que portaba la aeronave al momento del accidente se encontraba en estado normal de uso.

2.1.2 La muestra de aceite analizada corresponde a los de uso corriente para motores de turbina tales como el “AeroShell Turbine Oil 560” o aceites lubricantes de similares características, y se encontraba en estado normal de uso.

2.1.3 Se deduce que la aceleración (negativa por impacto) originada en el accidente estuvo por debajo del valor de activación del switch del ELT.

2.1.4 Una deformación, fractura, desprendimiento, rotura, etc., de la estructura, especialmente los esquís en este tipo de aeronave, absorben energía que atenúan las magnitudes de las aceleraciones originadas por el impacto.

2.1.5 Según los informes obtenidos de la memoria de la FADEC, en el registro correspondiente a los “Engine History Data” (datos históricos del motor), desde la última puesta en marcha y hasta las 1406.80 Hours Engine Operating (Running) Time (Counter) (tiempo de horas de funcionamiento del motor), **no tenía registradas novedades o alteraciones de funcionamiento.**

2.1.6 A partir de las 1406:49.24 y durante los 3" posteriores se registran las novedades mencionadas en los cuadros anteriores (párrafo 1.16.9) y son coincidentes con las Time Stamped Faults (fallas con el tiempo registrado), lo que demuestra que el motor de la aeronave, hasta el momento del impacto con los cables, estaba entregando toda su potencia y no presentaba novedades técnicas.

2.1.7 Por lo observado en el lugar del accidente, lo expresado por el piloto, los informes de los ensayos de laboratorio, los parámetros extraídos de la FADEC – ECU del motor, no existieron fallas de origen técnico previas a la pérdida del rotor de cola y posterior impacto del helicóptero contra el terreno que ocasionen o contribuyan a la producción del accidente.

2.1.8 No se registraron daños ocultos de magnitud en el motor por el impacto del accidente, ya que continuó funcionando y fue detenido manualmente.

2.2 Aspectos operativos

2.2.1 Tripulante

1. Registro de actividad de vuelo

De la documentación obtenida se comprobó el cumplimiento de lo establecido en la reglamentación RAAC 61.51 Libro de Vuelo, debido a que el libro de vuelo del piloto era completado según las exigencias.

2. Experiencia reciente en helicóptero

Según los registros de la actividad de vuelo se pudo comprobar que el piloto cumplió con los requisitos de experiencia reciente, según lo estipulado en la RAAC 61.133 (b).

3. Atribuciones y limitaciones de la licencia

Se verificó el cumplimiento de las atribuciones y limitaciones descriptas en la reglamentación. Tiene constancia debidamente certificada en el Libro de Vuelo del piloto.

4. Habilitación psicofísica

A la fecha del accidente, el piloto se encontraba con su habilitación psicofísica en vigencia para la licencia que ejercía.

2.2.2 Infraestructura/Contexto macro operacional

1. Condiciones del terreno

El sitio en donde operó la aeronave es un lugar no denunciado, cuya aptitud operativa fue dada por el operador según la excepción para helicópteros públicos (RAAC 91 apéndice H). Si bien era un lugar no denunciado, se pudo determinar que la zona de obstáculos no constituía una limitación para una operación normal.

2. Servicios de aeródromo

Según la documentación obtenida se puede aseverar que al momento del despegue no estaba presente en la zona de operación el servicio de Salvamento y Extinción de Incendios.

3. Condiciones meteorológicas

Según la información meteorológica, las condiciones se adecuaban para el vuelo visual y estaban dentro de los límites prescritos para la operación.

2.2.3 Procedimientos/operación

Marco teórico - Pilotaje y características de vuelo en vuelo estacionario

1. Estabilidad

Contrariamente a la aeronave de ala fija (inherentemente estable), el helicóptero es una *plataforma inestable*; esto significa que el piloto deberá compensar los defectos de estabilidad, efectuando correcciones constantes para mantener la condición de equilibrio - *carga de trabajo elevada para el piloto*.

2. Vuelo estacionario

Una de las condiciones típicas de mayor demanda para el piloto de helicóptero es el vuelo estacionario. En esta fase, si no se aplican las correcciones correspondientes, la aeronave no está capacitada para mantenerse por mucho tiempo en una determinada posición; es el caso de la transición de despegue, en donde se podría perder la condición de equilibrio antes de finalizar la misma.

3. Comando cíclico

Los movimientos a izquierda o derecha del *comando cíclico* modifican la trayectoria lateral de la aeronave. Este comando es muy sensible en vuelo estacionario y puede ser accionado fácilmente por el piloto, sin percatarse de ello. Con buenas referencias externas, este desplazamiento de la aeronave sería fácilmente detectado y detenido con el pedal antitorque; pero en contextos de visibilidad degradada, tanto las detecciones como las acciones correctivas, se tornan arduas y aun imposibles.

4. Viento cruzado

El viento de costado juega también un papel importante en esta fase de vuelo, ya que también modifica la trayectoria lateral de la aeronave requiriendo de la aplicación del comando cíclico hacia el lado de donde sopla el fenómeno eólico. Además, es necesario aplicar pedal antitorque para evitar la tendencia a alinearse con la dirección del viento.

5. Efecto torque/Anti-par

El efecto torque es otro factor importante en el control lateral, ya que produce un giro hacia el lado contrario al del giro del rotor y esto es más notorio en vuelo estacionario; esto debe ser contrarrestado con la aplicación del pedal antitorque/anti-par. Mantener el vuelo estacionario requiere, en consecuencia, de múltiples correcciones y elevadas cargas de trabajo en condiciones adversas; el éxito de la maniobra dependerá de la visión periférica disponible.

6. Fenómeno *Brownout*

El *brownout* es un fenómeno que ocurre a muy baja altura y por el cual una nube de polvo, causado por el rotor del helicóptero, produce el ocultamiento repentino del horizonte natural y de las referencias visuales externas (postes, arboles, líneas eléctricas y otras formas geométricas).

Esta nube de polvo, producto de tierra blanda en superficie no compactada, provoca una importante pérdida de visibilidad desde la cabina de pilotaje y, en la mayoría de los casos, una pérdida total de visibilidad.

El piloto se enfrenta a serias dificultades para mantener el control de la aeronave; el fenómeno puede conducir a una deriva o inclinación no detectada o crear ilusiones de movimiento que podrían confundirlo.

Además, la nube de polvo permanece estable en altura y se mueve en la dirección del viento, constituyendo un factor agravante de la situación.

Es una situación en donde hay poca tolerancia para el error y para las demoras en las correcciones. El fenómeno *brownout* representa una verdadera trampa para la orientación espacial del piloto.

2.2.4 Orientación en vuelo - limitaciones psicofisiológicas con visibilidad reducida

1. Orientación espacial

La orientación espacial o percepción de la posición, movimiento o actitud con respecto al marco de referencia del campo gravitatorio y la superficie de la tierra, se basa en la integración de los siguientes sistemas:

Visión (fuente principal de orientación)

Propioceptivo (ligado a las sensaciones musculares, táctiles, de presión, etc.)
(Ejemplo: presión contra el asiento)

Vestibular (del oído interno), *sensible solamente a las variaciones de velocidad o aceleraciones*, siempre y cuando éstas sobrepasen un umbral determinado; no tiene capacidad de detección de velocidades estabilizadas.

Estos sistemas son mutuamente interactivos y parcialmente redundantes, por cuanto sus rangos funcionales se superponen y compensan las deficiencias de

cada uno de los otros. Por ejemplo, si la función visual es normal y las señales externas son netamente discernibles, la visión suministra información sensorial confiable para la orientación.

Cuando aparece un defecto de visión, como puede ser el caso de *brownout*, son los sistemas propioceptivo y vestibular los que pasan a jugar el rol preponderante en la orientación.

2. Desorientación espacial

La desorientación espacial se produce cuando hay un error en la percepción correcta de la posición, movimiento o actitud de la aeronave o de uno mismo con respecto al marco de referencia gravitatorio y de la superficie de la tierra.

En la desorientación espacial tipo I (no reconocida), el piloto no es consciente de la variación de algunos de los siguientes parámetros: actitud, posición, velocidad, dirección de movimiento o aceleración.

2.2.5 Planificación del vuelo

Teniendo en cuenta las performances de la aeronave, se disponía de margen suficiente para operar con seguridad, por cuanto podía despegar con 5800 lb y su peso actual era de 4418 lb.

El viento soplaba del sector noreste a 050°/12 kt, lo que significaba una componente de 10 kt de costado.

Si no se consideran las condiciones de superficie de la pista, el viento permitía efectuar la operación prevista con seguridad: despegue, posteriormente vuelo estacionario y luego enfrentamiento al viento.

Desde el punto de vista de las condiciones de la superficie de la pista, el terreno correspondía a un estado no compactado y seco, con polvo en suspensión y con un riego aplicado 04:30 h antes del despegue; por lo tanto existía el riesgo de un escenario DVE (entorno visual degradado) por nube de polvo.

Despegue

En la inspección previa al vuelo, a pesar de las condiciones de la pista, se consideró factible realizar la operación, por lo que se decidió efectuar el despegue con rumbo inicial de 280°.

El efecto de la potencia de despegue, sobre la tierra blanda en suspensión, generó una nube de polvo considerable (*brownout*), la que originó la pérdida de las referencias visuales y consecuente desorientación espacial.

Sucesión de eventos en la desorientación espacial

1. Se perdieron las referencias externas y, por lo tanto, la visión periférica.
2. El sistema propioceptivo fue interferido por las vibraciones producidas por el rotor de hélice. En este contexto de visibilidad reducida, el piloto experimentó desorientación espacial tipo I.
3. El sistema vestibular, siendo sensible solo a aceleraciones que superen un cierto umbral, no detectó un movimiento o desplazamiento lateral a velocidad casi constante (sin aceleración). En esta condición el piloto no fue consciente de la variación de parámetros relacionados con el movimiento.

2.2.6 Pérdida de control de la aeronave previo a la colisión

Producto de la desorientación, inconsciente de la posición y del movimiento, e influenciado negativamente por el viento (y probablemente con aplicaciones erróneas del comando cíclico y del pedal antitorque), se originó el desplazamiento lateral con giro a la izquierda.

Colisión

La aeronave se elevó a una altura aproximada de 12 metros, se desplazó hacia la izquierda y colisionó con los cables. Al no corregirse la pérdida de control, se apartó a la aeronave de la zona de seguridad y la llevó a colisionar con los cables eléctricos de media tensión.

Impacto

Posterior a la colisión con los cables, la aeronave siguió una trayectoria curvilínea y en descenso, e impactó finalmente con el terreno sobre su costado derecho, ante la pérdida del efecto antipar.

2.2.7 Organización aeronáutica

La organización aeronáutica, al operar bajo las normas generales de vuelo (RAAC 91), no le es exigido una estructura específica para conducir sus operaciones aéreas: Oficina de Operaciones, Mantenimiento, de seguridad Operacional de Capacitación, como así tampoco le es requerido Manual de Operaciones, Programa de instrucción para el personal, Sistema de Gestión de la Seguridad, etc.

3 CONCLUSIONES

3.1 Hechos definidos

3.1.1 La aeronave poseía un certificado de aeronavegabilidad estándar de categoría normal y estaba habilitada.

3.1.2 La aeronave, hasta el momento en que impactó con el tendido de cables de media tensión, no presentó fallas técnicas.

3.1.3 El combustible y lubricante empleado por el motor de la aeronave era apto.

3.1.4 El ELT no se activó debido a que la aceleración (negativa por impacto) originada en el accidente estuvo por debajo del valor de activación del mismo.

3.1.5 Las operaciones aéreas que se desarrollaban por parte del operador no estaban regidos por un Manual de Operaciones y Procedimientos Estandarizados de Operación SOPs; debido a que no es un requisito exigido por la normativa en vigencia.

3.1.6 El operador no disponía de un programa de instrucción para las tripulaciones.

3.1.7 El piloto estaba debidamente habilitado según la reglamentación y cumplía con los requisitos de limitaciones y atribuciones de su licencia.

3.1.8 El piloto sufrió una desorientación espacial producto de la falta de referencia visual y la imposibilidad del sistema vestibular y propioceptivo de suplir la misma.

3.1.9 El área utilizada para el despegue, desde el punto de vista de sus dimensiones y zona de despeje, era adecuada para la operación, pero su superficie no estaba preparada para una operación segura de helicóptero.

3.1.10 Las condiciones meteorológicas reinantes eran adecuadas para la operación prevista.

3.1.11 El peso y el centro de gravedad de la aeronave correspondían a los límites prescritos por el AFM.

3.1.12 Las performances prescritas por el fabricante y utilizadas por el operador fueron apropiadas para la operación.

3.1.13 La aeronave en la fase de transición de despegue, en vuelo estacionario, siguió una trayectoria no prevista ni controlada por el piloto, sin lograr iniciar la aceleración de despegue.

3.1.14 La trayectoria descrita por la aeronave no fue compatible con el despeje de obstáculos del área de seguridad prevista.

3.1.15 La pérdida del rotor de cola hizo incontrolable la aeronave.

3.1.16 La administración de las operaciones no disponía de una guía con lineamientos específicos para el personal de apoyo sobre instrucción, calificación, tareas y responsabilidades y seguridad operacional; por no ser requisitos exigibles en la normativa vigente.

3.2 Causa

En un vuelo de traslado de pasajeros, se produjo la caída descontrolada de la aeronave por la colisión con una línea de media tensión debido a una repentina pérdida de visibilidad y de desorientación espacial del piloto producto de una nube de polvo generada al momento de accionar el comando cíclico del helicóptero. La causa del suceso se produjo debido a la conjunción de los siguientes factores:

- Reducción repentina de la visibilidad por nube de polvo (*brownout*), ocasionada por el rotor principal del helicóptero, impulsado por el motor a máxima potencia de despegue.
- Desorientación del piloto en condiciones ambientales visuales degradadas, debido a la rápida y severa reducción de la visibilidad por polvo y a las limitaciones propias del sistema de orientación.
- Percepción errónea de la posición y movimiento de la aeronave, en vuelo estacionario (en transición de despegue), debido a la pérdida de referencias visuales.
- Traslación lateral y giro a baja altitud no detectada y consecuente apartamiento de la zona de seguridad prevista.
- Pérdida de conciencia situacional en circunstancias que exigían mantener una cohesiva y ordenada apreciación de la evolución de la operación y de las acciones a tomar debido a la percepción errónea de la posición y del movimiento de la aeronave.
- Acciones correctivas de pilotaje no implementadas en el tiempo adecuado.
- Inadecuada planificación e iniciación del vuelo en un área no debidamente preparada para una operación segura (tierra árida con polvo seco no compactado).
- Pérdida del efecto antipar por la rotura de la transmisión al rotor de cola, como consecuencia del impacto de un cable embestido.

Condiciones potencialmente peligrosas, no causales del presente suceso:

Durante el proceso de investigación se detectaron condiciones potencialmente peligrosas que, si bien no están directamente vinculadas al suceso objeto de esta investigación, deben ser tomadas en consideración para su evaluación y corrección.

- Las operaciones aéreas eran planificadas y ejecutadas por un organismo que también estaba a cargo del transporte terrestre.
- La organización no disponía de un Manual de Operaciones que ordenara las actividades en el marco de las reglamentaciones y de la seguridad; por no ser una exigencia establecida en la normativa vigente.

- La organización no tenía implementado un sistema de seguridad operacional para el manejo y mitigación de los riesgos operacionales y técnicos (no exigible), por no ser una exigencia establecida en la normativa vigente.
- La organización no tenía un programa de instrucción formal que certificara y calificara al personal según los requerimientos del alcance de sus operaciones, por no ser una exigencia establecida en la normativa vigente.
- La organización no contaba con procedimientos estandarizados de operación (SOPs) que normalizaran las acciones operativas generales y nivelaran las diferencias funcionales de los individuos, en el marco de las reglamentaciones, recomendaciones del fabricante, requisitos del operador y niveles aceptables de riesgos, por no ser una exigencia establecida en la normativa vigente.

4 RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

4.1 A la autoridad aeronáutica - ANAC

4.1.1 La recomendación se sustenta en que las operaciones deben ser consideradas, planificadas y ejecutadas dentro de un marco normativo, que será la guía, de tal manera que cualquier evaluación individual de riesgo que resulte inadecuada (como puede ocurrir en la planificación y preparación de un vuelo), se manifestará inmediatamente como una desviación de los parámetros de seguridad establecidos por dichos documentos.

Por lo anteriormente mencionado se recomienda la implementación de las siguientes exigencias a las operaciones aéreas de las Direcciones de Aeronáutica de Provincias basadas en el marco de las RAAC 91 y 135, para que éstas:

1. Desarrollen un Manual de Operaciones que cubra los alcances de sus operaciones.
2. Implementen un Sistema de Seguridad Operacional (SMS) adecuado para su organización y tipos de operaciones.
3. Pongan en funcionamiento un Programa de Instrucción compatible con las exigencias operativas, incluyendo las más complejas.
4. Incluyan en el Manual de Operaciones los Procedimientos Estandarizados de Operación (SOPs).

4.1.2 En virtud de la especificidad de las operaciones que llevan a cabo las Direcciones Provinciales de Aeronáutica, se recomienda que estudie la posibilidad de desarrollar una normativa específica que regule tanto sus operaciones, como los

sistemas de capacitación, documentación y organización de las estructuras; con el objetivo de estandarizar la actividad a nivel nacional.

4.2 A la Organización

4.2.1 Las operaciones deben ser consideradas, planificadas y ejecutadas dentro de un marco normativo, que será la guía, de tal manera que cualquier evaluación individual de riesgo que resulte inadecuada (como puede ocurrir en la planificación y preparación de un vuelo), se manifestará inmediatamente como una desviación de los parámetros de seguridad establecidos por dichos documentos. En este caso, el riesgo sería automáticamente considerado inaceptable y la operación replanificada y/o cancelada.

El piloto no constituye el único componente del contexto operacional; es por ese motivo que se adoptó el criterio de relacionar las acciones o inacciones operativas del suceso dentro del contexto organizacional.

Por lo anteriormente mencionado se recomienda:

1. Crear una estructura independiente del transporte terrestre, con personal de conducción suficientemente calificado que se encargue de la planificación, ejecución y control de las operaciones aéreas (operativas y de mantenimiento), e instrucción y capacitación del personal.
2. Desarrollar un Manual de Operaciones que cubra los alcances de sus operaciones.
3. Implementar un Sistema de Seguridad Operacional (SMS) adecuado para su organización y tipos de operaciones.
4. Poner en funcionamiento un Programa de Instrucción compatible con las exigencias operativas, incluyendo las más complejas.
5. Incluir en el Manual de Operaciones los Procedimientos Estandarizados de Operación (SOPs).

5 REQUERIMIENTOS ADICIONALES

Las personas físicas o jurídicas a quienes vayan dirigidas las recomendaciones emitidas, por la Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil, deberán informar a la AUTORIDAD AERONÁUTICA en un plazo no mayor a sesenta (60) días hábiles, contados a partir que recibieran el Informe Final y la Resolución que lo aprueba, el cumplimiento de las acciones que hayan sido puestas a su cargo. (Disposición N° 51/02 Comandante de Regiones Aéreas -19 JUL 02- publicada en el Boletín Oficial del 23 de Julio 2002).

La mencionada información deberá ser dirigida a:

Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC)
Av. Azopardo 1405, esquina Av. Juan de Garay

(C 1107 ADY) Ciudad Autónoma de Buenos Aires

ó a la dirección Email: "info@anac.gov.ar"

BUENOS AIRES,

Investigador Operativo: Sr. Carlos Terán
Investigador Técnico: Sr. Silvio Moreno
Investigador Operativo Aux: Sr. Luis Martinez Chaves
Investigador Técnico Aux: Sr. Julio Pacheco