Informe técnico
A-049/2021

Accidente ocurrido el día 22 de octubre de 2021, a la aeronave Eurocopter AS-350-B3, matrícula EC-JEA, operada por Eliance en el Vall d'Arán, Lérida (España)

El presente informe no constituye la edición en formato imprenta, por lo que puntualmente podrá incluir errores de menor entidad y tipográficos, aunque no en su contenido. Una vez que se disponga del informe maquetado y del Número de Identificación de las Publicaciones Oficiales (NIPO), se procederá a la sustitución del avance de informe final por el informe maquetado.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SUBSECRETARÍA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

Advertencia

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

De conformidad con lo señalado en el art. 5.4.1 del Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional; y según lo dispuesto en los arts. 5.5 del Reglamento (UE) n.° 996/2010, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de octubre de 2010; el art. 15 de la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea; y los arts. 1, 4 y 21.2 del R.D. 389/1998, esta investigación tiene carácter exclusivamente técnico y se realiza con la finalidad de prevenir futuros accidentes e incidentes de aviación mediante la formulación, si procede, de recomendaciones que eviten su repetición. No se dirige a la determinación ni al establecimiento de culpa o responsabilidad alguna, ni prejuzga la decisión que se pueda tomar en el ámbito judicial. Por consiguiente, y de acuerdo con las normas señaladas anteriormente la investigación ha sido efectuada a través de procedimientos que no necesariamente se someten a las garantías y derechos por los que deben regirse las pruebas en un proceso judicial.

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

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SUBSECRETARÍA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

INDICE

Advertencia ii
INDICE ii
ABREVIATURAS iv
Sinopsis 7
1. INFORMACION SOBRE LOS HECHOS 9
1.1. Reseña del accidente 9
1.2. Lesiones a personas 11
1.3. Daños sufridos por la aeronave 11
1.4. Otros daños 11
1.5. Información sobre el personal 11
1.5.1. Piloto Instructor 11
1.5.2. Piloto instruido 12
1.6. Información sobre la aeronave 14
1.6.1. Información general 14
1.6.2. Registro de mantenimiento 22
1.6.3. Estado de aeronavegabilidad 25
1.7. Información meteorológica 25
1.8. Ayudas para la navegación 26
1.9. Comunicaciones 26
1.10. Información de lugar del accidente 26
1.11. Registradores de vuelo 27
1.11.1. VEMD (Vehicle and engine management display) 27
1.11.2. Sistema de seguimiento de flota 27
1.12. Información sobre los daños en la aeronave y la zona del accidente 28
1.13. Información médica y patológica 32
1.14. Incendio 32
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia 32
1.16. Ensayos e investigaciones 32
1.16.1. Inspección técnica del operador 32
1.16.2. Información relativa al doble mando para entrenamiento 33
1.17. Información organizativa y de dirección 34
1.17.1. Entrenamiento en las diferencias de las variantes 2B1 a 2B 35
1.17.2. Acciones de seguridad 37
1.17.2.1. Acciones adoptadas por el operador 37
1.17.2.2. Acciones adoptadas por el fabricante de la aeronave 38
1.18. Información adicional 40
1.18.1. Evaluación de la ejecución de los procedimientos de emergencia y de entrenamiento 40
1.18.2. Estudios de EASA relacionados 43
1.19. Técnicas de investigación especiales 43
2. ANÁLISIS 44
2.1. Análisis de la situación meteorológica 44

2.2. Análisis de los restos de la aeronave 44
2.3. Análisis de la operación..... 44
2.4. Análisis del mantenimiento de la aeronave..... 48
2.5. Análisis de la organización y la gestión 49
3. CONCLUSIÓN 49
3.1. Constataciones..... 49
3.2. Causas / Factores contribuyentes 50
4. RECOMENDACIONES 50

ABREVIATURAS

° ‘ “	Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)
°C	Grado(s) centígrado(s)
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
ALF	Inspección después del último vuelo del día *(after the last flight of the day)*
AMM	Manual de mantenimiento de aeronave (*Aircraft Maintenance Manual*)
AOC	Certificado de explotador de servicios aéreos *(Air Operator Certificate)*
ARC	Certificado de Revisión de la Aeronavegabilidad (*Airworthiness Review Certificate*)
BFF	Inspección antes del primer vuelo del día (*before the first flight of the day*)
CAMO	Organización de gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad
COE	Certificado de Operador Especial
CPL(H)	Licencia de piloto comercial de helicóptero
CRM	Gestión de los recursos en el puesto de pilotaje *(Crew resource management)*
CWP	Panel de alertas de cabina *(Caution & Warning Panel)*
DECU	Unidad digital de control del motor *(Digital Engine Control Unit)*
E	Este
EASA	*European Union Aviation Safety Agency*
EECU	Unidad de control electrónico del motor *(Engine Electronic control Unit)*
EHEST	Grupo europeo de trabajo sobre seguridad en helicópteros (*European Helicopter Safety Team*) de EASA
ELT	Transmisor de localización de emergencia
FAA	Administración federal de aviación de los Estados Unidos (*Federal Aviation Administration*)
FADEC	Control completo digital del motor (Full Authority Digital Engine Control)
FH	Horas de vuelo *(Flight hours)*
FLI	Primer indicador de límites de vuelo del motor (First Limit Indicator)
FLM	Manual de vuelo (*Flight Manual*)
ft	Pie(s)
GPS	Sistema mundial de determinación de la posición
h	Hora(s)
HESLO	Operación de helicóptero con eslinga *(Helicopter Sling Load Operations)*
HMU	Unidad de medición hidro-mecánica *(Hydro-mechanical metering unit)*

kg	Kilogramo(s)
km	Kilómetro(s)
km/h	Kilómetro(s)/hora
kt	Nudo(s)
kw	Kilovatio(s)
l, l/h	Litro(s) , Litro(s)/hora
LAPL	Licencia de piloto de aeronaves ligeras
LEVH	Código OACI helipuerto de Viella (Lérida)
m	Metro(s)
mm	Milímetro(s)
m/s	Metro(s)/segundo
m^2	Metro(s) cuadrados
MSM	Manual de Servicio del helicóptero *(Master Service Manual)*
MTOP	Potencia máxima al despegue *(Maximum take-off power)*
n/s	Número de serie
N	Norte
N1	Velocidad de rotación del compresor de baja presión
Nf	Velocidad de turbina de potencia libre (*Free power turbine speed)*
Ng	Velocidad de rotación del turbocompresor *(Engine gas generator speed)*
NR	Velocidad de rotación del rotor principal
O	Oeste
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OM	Manual de operaciones (*Operations Manual*)
OPC	Verificación de competencia del operador *(Operator Proficiency Check)*
OSD	Datos de idoneidad operativa *(Operational Suitability Data)*
PF	Piloto a los mandos *(Pilot flying)*
PNF	Piloto no a los mandos *(Pilot not flying)*
PIC	Piloto al mando *(Pilot in command)*
PPL(H)	Licencia de Piloto Privado de Helicóptero
RPM	Revoluciones por minuto
SAR	Servicio de búsqueda y salvamento
SB	Boletín de Servicio *(Service Bulletin)*
SMS	Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional
SP	Habilitación de helicóptero monopiloto *(Single Pilot*)
TA	Inspección visual general de la aeronave *(Turn around)*

TRI(H)	Habilitación de instructor de tipo de helicóptero
UTC	Tiempo universal coordinado
VEMD	Pantalla Multifunción de motor y aeronave *(Vehicle and Engine Multifunction Display)*
VFR	Reglas de Vuelo Visual
VHF	Muy alta frecuencia (30 a 300 MHz)

Informe técnico

A-049/2021

Propietario y Operador:	Eliance Helicopter Global Services
Aeronave:	Eurocopter AS-350-B3, matrícula EC-JEA, n/s: 3819
Fecha y hora del accidente:	Viernes 22/octubre/2021 14:51 UTC
Lugar del accidente:	Municipio de Naut Aran, Lleida (España)
Personas a bordo:	2, alumno piloto e instructor
Tipo de operación:	Trabajos aéreos - No comercial - Otros
Fase de vuelo:	Aterrizaje
Reglas de vuelo:	VFR
Fecha de aprobación:	01/03/2023

Sinopsis

Resumen:

El viernes 22 de octubre de 2021, la aeronave Eurocopter AS-350-B3, matrícula EC-JEA, durante un vuelo de entrenamiento con dos tripulantes a bordo, mientras realizaban una maniobra de simulación de fallo de *governor*, se produjo una toma dura que provocó la rotura de uno de los patines, ocasionando daños importantes en el helicóptero.

La tripulación resultó ilesa y pudo salir por sus propios medios de la aeronave.

La investigación ha puesto de manifiesto como causa probable del accidente la ejecución inadecuada del procedimiento de simulación de fallo de *governor* que supuso una pérdida de control de la aeronave, ocasionando su impacto contra el terreno.

Se consideran factores contribuyentes al suceso:

- la supervisión inadecuada del piloto instructor que no posibilitó la recuperación de la situación de emergencia.
- la pérdida de consciencia situacional del piloto instruido en la fase final de la maniobra, llevándole a ejecutar inadecuadamente la reversión al modo automático del funcionamiento del *governor*, probablemente ocasionado por un exceso de confianza y falta de vigilancia de los parámetros de vuelo.
- la confusión y falta de entendimiento por parte de la tripulación del procedimiento de entrenamiento de fallo de *governor*.
- el error en la selección de un área de entrenamiento que reuniera las condiciones de seguridad adecuadas para la realización de este tipo de maniobras de emergencia.

El informe contiene tres recomendaciones de seguridad, dos dirigidas al operador en relación con el procedimiento de entrenamiento de simulación de fallo de *governor* y a asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas de seguimiento de flota de sus aeronaves. La tercera recomendación ha sido dirigida al fabricante de la aeronave en relación con el puño de gases del doble mando instalado para entrenamiento en el helicóptero AS- 350-B3 2B.

1. INFORMACION SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del accidente

El 22 de octubre de 2021, a las 14:40 UTC, la aeronave Eurocopter AS-350-B3 2B, con matrícula EC-JEA, operada por Eliance Helicopter Global Services despegó del helipuerto de Viella en Lérida (LEVH), con objeto de realizar un vuelo de instrucción en la zona de Pla de Beret, con destino LEVH.

La tripulación estaba compuesta por dos pilotos que en el día del suceso realizaban sendos vuelos de verificación de operación, consistentes en un entrenamiento en las diferencias del modelo AS-350-B3 2B1 al 2B. Las funciones de piloto instructor y piloto instruido fueron alternadas recíprocamente en dos vuelos realizados el mismo día del suceso, con el mismo alcance de maniobras planificadas.

Este tipo de formación recurrente se realiza anualmente. La tripulación volaba habitualmente el modelo 2B1 y en el último año no había volado el modelo 2B.

La formación en las diferencias entre el helicóptero AS-350-B3 2B1 y el AS-350-B3 2B, consistía en el entrenamiento del procedimiento de arranque (práctica de la puesta en marcha y el re-arranque en vuelo) y la simulación del fallo de *governor*.

Tras realizar un *briefing* en base sobre el entrenamiento a realizar, definiendo las posiciones en cabina según la información proporcionada por los pilotos, se dirigieron a la

Fotografía 1: Aeronave en el lugar del suceso

zona de Pla de Beret para realizar las prácticas planificadas. El área fue seleccionada por tratarse de una zona habitualmente utilizada y conocida por la tripulación, que disponía de una zona amplia y llana en la que se podría realizar una toma rodada en caso de necesidad, según sus testimonios.

Realizaron un aterrizaje en la zona designada con objeto de comprobar el funcionamiento del *governor*, pasando del modo AUTO (automático) al modo MAN (manual), para simular el fallo de *governor*, El resultado de la prueba fue positivo, de manera que, al pasar de nuevo del modo automático, el sistema recuperó las RPM adecuadamente.

A continuación, iniciaron otro despegue para volver al punto en el que simularían el fallo de *governor*. La altura durante la maniobra fue la de un tráfico habitual, según la declaración del piloto instructor, de unos 500 ft o superior en algunos tramos.

Con el helicóptero estabilizado y en el tramo viento en cola, a unos 60 kt de velocidad, iniciaron la simulación de fallo de *governor*. El piloto instructor actuó el selector del *governor* del modo AUTO al modo MAN, encendiéndose la luz roja de *governor* y la ámbar del puño de gases (*twist grip*) en el panel de alertas CWP[1] (*Caution & Warning Panel*). El piloto instruido en ese momento, según su declaración, pasó a controlar las RPM de forma manual mediante el puño de gases.

Durante todo el tramo de vuelo en larga final, la velocidad era de unos 40 kt y el piloto instruido gestionaba las RPM en la zona del arco verde del indicador (unas 390 RPM). En la fase final, con un régimen de descenso de unos 200 ft/min, el piloto instruido mantenía las RPM por encima del arco verde (entre 400 y 410 RPM), según la declaración del piloto instructor, con objeto de que cuando entraran en vuelo estacionario y tiraran del paso colectivo, esto permitiera tener un mayor margen de actuación ante la consecuente caída de RPM.

Cuando se acercaban a la zona seleccionada para aterrizar, según el testimonio de la tripulación, a las 14:51 UTC, a unos 5 o 10 kt de velocidad, con el aviso sonoro de bajas RPM activado (por debajo de 360 RPM), cercanos al suelo, a unos 10 ft aproximadamente, las RPM disminuyeron hasta la parte baja del arco verde, por lo que consideraron que no podrían alcanzar la zona escogida para la toma y decidieron frustrar el aterrizaje. Para ello el piloto instructor pasó del modo MAN a AUTO y las RPM se recuperaron por un instante, ya que notaron la guiñada que se produce cuando se recuperan, según su testimonio. Pero al tirar del colectivo para frustrar la toma, las RPM volvieron a caer no siendo suficientes para frustrar la toma y el helicóptero se hundió, entrando en contacto con el patín derecho en el terreno y de forma rodada, se desplazó horizontalmente unos 2 o 3 m con un cabeceo negativo (morro abajo).

Al impactar con una zona de terreno irregular, la aeronave se elevó de nuevo para volver a caer, ahora en un terreno con pendiente positiva, produciéndose de nuevo un cabeceo negativo de la aeronave que provocó el colapso tanto del patín derecho (a la altura del *crosstube* delantero) como de la parte inferior derecha del morro, con la rotura del cortacables inferior y la rotación en sentido horario 45º de la aeronave que la detuvo

[1] CWP: Caution & Warning Panel - Panel de alertas con luces indicativas de advertencia y precaución.

bruscamente. El impacto disparó la ELT y el SAR de Palma contactó con el operador para confirmar la situación de emergencia.

La tripulación aseguró la aeronave pudiendo salir ilesos por sus propios medios y procediendo a realizar las notificaciones pertinentes.

1.2. Lesiones a personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales	-	-	-	-
Lesionados graves	-	-	-	-
Lesionados leves	-	-	-	-
Ilesos	2	-	2	-
TOTAL	2	-	2	-

1.3. Daños sufridos por la aeronave

La aeronave sufrió daños en el patín derecho, roto a la altura del *crosstube* delantero; la ventana inferior delantera y la sujeción del espejo, deformados; el cortacables inferior seccionado y el superior dañado; el carenado del eje de transmisión del rotor de cola resultó cortado y el eje de transmisión de cola, dañado.

1.4. Otros daños

No se produjeron daños a terceros.

1.5. Información sobre el personal

1.5.1. Piloto Instructor

El piloto instructor, PNF y PIC, situado en la posición izquierda de la cabina en el vuelo del suceso, de nacionalidad española y 31 años, tenía licencia de piloto comercial de helicóptero, CPL(H), expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) el 31/08/2010 con las siguientes habilitaciones:

- Habilitación de tipo AS-350/EC-130/SP monopiloto válida hasta el 31/12/2021,
- Habilitación TRI(H)/SP de instructor de tipo AS-350/EC-130 monopiloto válida hasta el 30/11/2023.

Su certificado de competencia lingüística en inglés era de nivel 5 válido hasta el 02/02/2024.

El certificado médico se encontraba en vigor hasta el 18/09/2022 para la clase 1, y hasta el 18/09/2023 para las clases 2 y LAPL.

Su experiencia total era de 2613:12 FH y, de ellas, 600:09 h en el tipo de aeronave del accidente. Otras aeronaves en las que había volado eran Robinson R22 /R-44, Cabri G2, EC-120b, AS-355F2, AS-350 (los modelos B2, B3 equipados con el motor Arriel 2B, el B3 equipado con el Arriel 2B1 y el B3e equipado con el motor Arriel 2D) y el H130 T2.

En cuanto a la experiencia reciente, el número total de horas de vuelo en los 3 últimos meses era de 43:16 horas.

Su actividad desarrollada recientemente, fue en su mayoría realizada en guardias SAR. En particular, durante el día del suceso se encontraba de guardia en el helicóptero con misión SAR.

Según el libro de vuelos del piloto, desde el 30/11/2020 solo había volado en el modelo AS-350-B3 2B1, siendo el vuelo del suceso el primer vuelo en el modelo 2B desde hacía prácticamente un año.

En el vuelo anterior al suceso, el piloto instructor fue piloto instruido en el mismo curso de diferencias que el realizado durante el vuelo del suceso, en esa ocasión con una duración de 32' realizando 3 aterrizajes. Los vuelos inmediatamente anteriores los realizó el 19/10/2021, realizando 2 vuelos de 9' y 2 aterrizajes en cada uno con la aeronave AS-350-B3 2B1, en la que había volado en los últimos meses.

Las últimas verificaciones de competencia del operador OPC[2] fueron:

- OPC LPC AS-350-B3 2B1 ocupando la posición derecha, con una duración de 1:09 h, realizado el 22-12-20.
- Formación recurrente OPC APP AS-350-B3 ocupando la posición izquierda, con una duración de 29', realizado el 27-07-21 junto con el CRM operacional.

Los últimos entrenamientos recurrentes recibidos fueron:

- Entrenamiento en el helicóptero AS-350-B3 2B1 realizada el 17/12/2020 ocupando la posición derecha con una duración de 53'.
- Entrenamiento en el helicóptero APP AS-350 y CRM operacional realizada el 27/07/2021, ocupando la posición izquierda con una duración de 33'.
- Entrenamiento de diferencias de AS-350-B3 2B1 a 2B y CRM operacional realizado el 22/10/21 en el vuelo anterior al del suceso, en el mismo helicóptero AS-350-B3 2B, ocupando la posición derecha, que partió de LEVH y entrenaron en el área de Pla de Beret con retorno a LEVH sin ninguna incidencia tras una duración total de vuelo de 32'.

El piloto había realizado el mismo entrenamiento de diferencias del suceso cuando se incorporó a la compañía en 2019. Después continuó volando el modelo 2B1 y transcurrido un año sin volar en el modelo 2B, tuvo que realizar el entrenamiento recurrente de diferencias.

1.5.2. Piloto instruido

El piloto instruido, PF, en la posición derecha de la cabina en el vuelo del suceso, de nacionalidad española y 49 años, tenía licencia de piloto comercial de helicóptero, CPL(H),

[2] OPC: Operator Proficiency Check –Verificación de competencia del operador.

expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) desde el 18/03/1998 y de piloto privado de helicóptero PPL(H) desde el 13/01/1998 con las siguientes habilitaciones:

- Habilitación de tipo AS-350/EC-130/SP monopiloto válida hasta el 31/12/2021,
- Habilitación de tipo AS-355/SP monopiloto válida hasta el 30/04/2022,
- Habilitación TRI(H)/SP de instructor de tipo AS-350/EC-130 monopiloto válida hasta el 31/10/2022.

El certificado médico se encontraba en vigor hasta el 06/04/2022 para la clase 1, y hasta el 06/10/2023 para las clases 2 y LAPL.

Su experiencia total de vuelo era de 8488:00 FH, de ellas, 7017:00 h en el tipo de aeronave del accidente. Otras aeronaves en las que había volado eran AS-350 (los modelos B2, B3 equipados con el motor Arriel 2B, el B3 equipado con el Arriel 2B1 y el B3e equipado con el motor Arriel 2D), AS-355 y B0105.

En cuanto a la experiencia reciente, el número total de horas de vuelo en los 3 últimos meses era de 100:20 horas.

El piloto llevaba en la compañía desde el 24-07-2004 y su actividad desarrollada recientemente era mayoritariamente HESLO[3] de la que también era instructor.

En particular durante el día del suceso estuvo realizando trabajos aéreos en operaciones HESLO.

En el vuelo anterior al suceso, el piloto instruido fue piloto instructor en el mismo curso de diferencias que el realizado durante el vuelo del suceso, con una duración de 32’ realizando 3 aterrizajes. Anteriormente había realizado otro vuelo de duración 01:05 horas con la misma aeronave y en el mismo día del suceso. Siendo el último día en el que había volado con anterioridad al suceso, el 30/03/21, en el que realizó 3 vuelos con una duración total de 01:39 horas de vuelo, en el mismo tipo de helicóptero.

Las últimas verificaciones de competencia del operador OPC fueron:

- OPC AS-350-B3 2B1 ocupando la posición derecha, con una duración de 1:05 h, realizado el 22-12-20 junto con el CRM operacional.
- Formación recurrente de OPC APP AS-350-B3 2B1 ocupando la posición izquierda, con una duración de 23’, realizado el 30-03-21.

Los últimos entrenamientos recurrentes recibidos:

- Entrenamiento en el helicóptero AS-350-B3 2B ocupando la posición derecha, con una duración de 47’, realizado el 25/10/20, en realidad la última formación en el modelo 2B recibida.
- Entrenamiento en el helicóptero AS-350-B3 2B1 ocupando la posición izquierda con una duración de 51’, realizado el 20/12/20.

[3] HESLO: Helicopter Sling Load Operations – Operación de helicóptero con eslinga

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Información general

La aeronave Airbus Helicopters AS-350-B3[4] 2B matrícula EC-JEA y n/s: 3819 es un helicóptero ligero monomotor construido en 2004, con capacidad hasta seis plazas, equipado con una turbina Turbomeca Arriel 2B (MTOP[5] 557 Kw) n/s: 22047, cuya aviónica incluye un VEMD[6] electrónico (con FLI[7]) y FADEC[8].

I. Características principales

- Peso en vacío: 1.200 kg.
- Peso máximo al despegue: 2.250 kg.
- Dimensiones
  - Diámetro del rotor principal: 10,69 m (3 palas)
  - Diámetro del rotor de cola: 1,86 m (2 palas)
  - Longitud total: 12,94 m
  - Longitud fuselaje: 10,93 m
  - Anchura: 1,87 m
  - Altura total: 3,14 m
- Actuaciones:
  - Velocidad nunca exceder: 155 kts
  - Velocidad de crucero: 140 kts
- Rotor principal: de tipo semirrígido con cabeza de rotor *Starflex*.
- Rotor de cola: del tipo *flexible seesaw*[9].

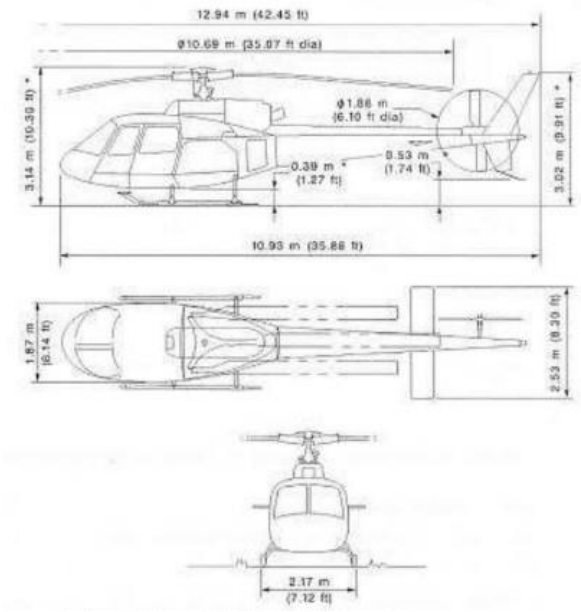


Figura 1: Aeronave AS-350-B3

- Sistema de transmisión: transmite la potencia del motor al rotor principal y al eje de transmisión del rotor de cola, con la peculiaridad de que, al tratarse de una turbina libre, no hay embrague y se realiza la transmisión a través de una rueda libre integrada en el módulo del eje del motor.
- Tren de aterrizaje: En las variantes AS-350, el tren de aterrizaje está compuesto por dos tubos transversales de acero tubular (delantero y trasero) sujetado en las vigas laterales de la estructura con dispositivos de goma dentro de los puntos de fijación, y dos patines de aleación ligera. En los travesaños delanteros se montan dos amortiguadores, uno a cada lado de la cabina.

[4] Modelo: POST MOD 074302
[5] MTOP: Maximum take-off power – Potencia máxima al despegue.
[6] VEMD: Vehicle and Engine Multifunction Display - Sistema compuesto por dos pantallas multifunción LCD que se utiliza en el modo de vuelo, para monitorizar el motor y el helicóptero, uno en cada pantalla, optimizando y proporcionando al piloto el cálculo de los parámetros de la misión.
[7] FLI: First Limit Indicator – Primer indicador de límites de vuelo del motor.
[8] FADEC: Full Authority Digital Engine Control, control completo digital del motor.
[9] Tipo Flexible Seesaw - Tipo de rotor de cola de balancín flexible.

En el vuelo del suceso cargaban aproximadamente 240 litros de combustible, un 50% de la capacidad del aparato aproximadamente. En consecuencia, con dos ocupantes, con el equipamiento que llevaba la aeronave, doble mando, etc., el peso de la aeronave durante la operación era inferior al máximo y sus actuaciones no estaban afectadas por ninguna limitación.

El helicóptero AS-350-B3 dispone de múltiples modelos y motorizaciones, pero todos coinciden en las siguientes características:

1. Diseño de la cabeza de rotor principal *Starflex* de tres palas.
2. Palas del rotor principal realizadas en materiales compuestos.
3. Sistema hidráulico único.
4. Tipo de rotor de cola de *flexible seesaw*, hecho principalmente de materiales compuestos.

Las diferencias principales entre los modelos 2B y 2B1 interesantes para la investigación, dado que se estaban entrenando las diferencias entre ambos modelos, son las siguientes:

A. El modelo 2B equipado con una turbina Turbomeca Arriel 2B (MTOP 557 Kw) y VEMD electrónico dispone de:
    a. un *governor* de motor respaldado por un FADEC monocanal,
    b. un puño de gases (*twist grip*) localizado en la palanca del colectivo que actúa como control manual del paso de combustible para gestionar manualmente el flujo en caso de fallo del *governor*.

B. El modelo 2B1 equipado con una turbina Turbomeca Arriel 2B1 (MTOP 557 Kw) y VEMD electrónico dispone de:
    a. un *governor* de motor respaldado por un FADEC de doble canal.
    b. Un puño de gases (*twist grip*) localizado en la palanca del colectivo que solo puede seleccionar IDLE o posición de vuelo, disponiendo en caso de fallo del *governor* o para realizar una autorrotación., de un sistema back-up de emergencia completamente independiente que se conecta automáticamente.
    c. Control automático de la velocidad del rotor variable según las condiciones de operación (reducción del nivel sonoro).
    d. Los paneles de fusibles de cabina han sido reemplazados por paneles de disyuntores a partir de los helicópteros AS-350-B3 n/s: 4193 (desde 01/01/2008).
    e. Un sistema hidráulico doble para los servocontroles como opción.

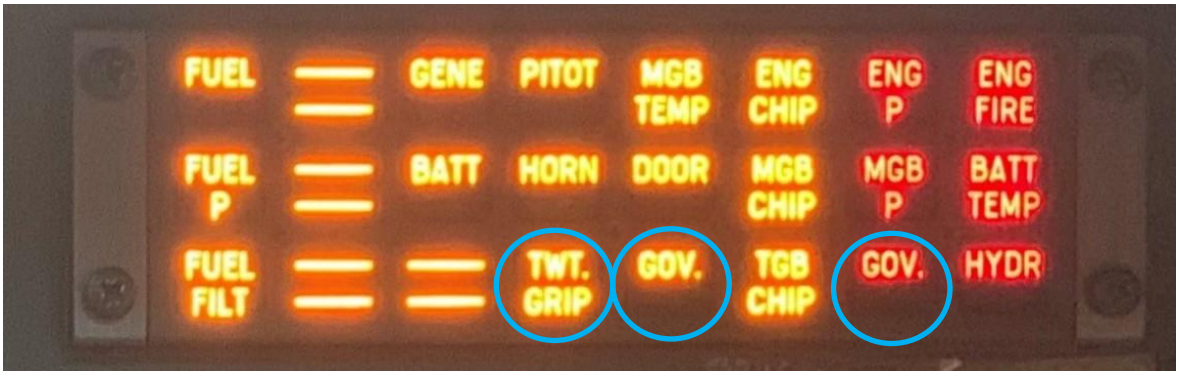
II. Panel de Instrumentos

El panel de instrumentos de vuelo y sistemas auxiliares está basado en la teoría de que durante una operación correcta no se precisa llamar la atención del piloto y por lo tanto el sistema de indicación generalmente indica situaciones de operación anormal.

Fotografía 2. Panel de instrumentos de la aeronave del suceso modelo 2B

Fotografía 3. Panel de instrumentos de la aeronave modelo 2B1

Las luces de advertencia de color rojo informan de un peligro grave en la operación y las ámbar de precaución indican una configuración anormal de operación o una reducción en las posibilidades del sistema. Estas luces indicadoras se encuentran en el panel CWP enfrente del piloto.



Fotografía 4. CWP de la aeronave 2B

Fotografía 5. CWP de la aeronave 2B1

A continuación, se incluyen los paneles de la aeronave del suceso modelo AS-350-B3 2B y el de otro helicóptero modelo AS-350-B3 2B1, para poder apreciar las diferencias entre ambos que pudieran haber influido en la operación durante suceso, ya que la tripulación estaba entrenando en el modelo 2B cuando habitualmente volaban el modelo 2B1. En las fotografías 4 y 5 se destacan las diferencias fundamentales en la indicación del CWP de ambos modelos.

III. Sistemas del helicóptero de interés para la investigación

Governor

El helicóptero del suceso estaba equipado con un motor con función de *governor* que se encarga de mantener las NR[10] en el rango de operación normal (línea del arco verde comprendida entre 375 y 394 RPM), controlando automáticamente la unidad dosificadora de combustible mediante la unidad de control electrónico del motor (EECU[11]).

[10] NR: Velocidad de rotación del rotor principal.
[11] EECU: Engine Electronic control Unit - Unidad de control electrónico del motor

El modo de funcionamiento del *governor* se determina en el selector situado en la parte superior de la cabina que dispone de las opciones AUTO/MAN, para seleccionar el modo automático y manual respectivamente. En el modo automático el *governor* gestiona automáticamente el flujo de combustible que llega al motor y en el modo manual, los ajustes del flujo de combustible se realizan mediante el giro manual del puño de gases.

Fotografía 6. Selector AUTO-MAN

Un *governor* de motor de tipo FADEC incluye:

- una computadora digital a menudo llamada DECU[12] o, a veces, FADEC,
- un conjunto de bomba/unidad de medición denominada HMU[13],
- un sistema de conexiones eléctricas y mecánicas entre el helicóptero, el DECU y el HMU.

Dado que el funcionamiento de los helicópteros equipados con motores controlados electrónicamente es muy diferente a las versiones anteriores controlados hidromecánicamente, debe realizarse un entrenamiento específico para pilotarlos de forma segura. El entrenamiento difiere según la versión de la aeronave y debe realizarse con un instructor experimentado.

Un fallo del *governor*, como el simulado en el entrenamiento del suceso, que en el caso de un fallo real puede producirse por el bloqueo de la unidad de bombeo, por problemas en la propia unidad dosificadora, o por un mal funcionamiento del sistema de control del motor, se mostraría en el CWP iluminándose la luz roja GOV, simultáneamente con la activación de la alerta sonora (sonidos de gong). En este caso, según el manual de vuelo del helicóptero, el flujo de combustible se fijaría en el valor que tenía antes de que ocurriera el fallo. Dicha luz roja de GOV también se activaría si el selector del modo de funcionamiento del *governor* se encuentra en modo MAN.

Si se produce un fallo del *governor* o de la unidad de control de combustible[14], cualquier cambio en el paso colectivo, requerirá para poder mantener las NR correctas, un ajuste manual del acelerador. Si la situación por cualquier razón no pudiera gestionarse correctamente con el acelerador, entonces la solución adecuada será entrar en autorrotación.

Existen dos posibles indicaciones de fallo del *governor* mediante la iluminación de las luces roja o ámbar de GOV. La luz GOV roja indica un fallo total del sistema de control y la luz GOV ámbar, indica una operación degradada del sistema de control, esta luz también

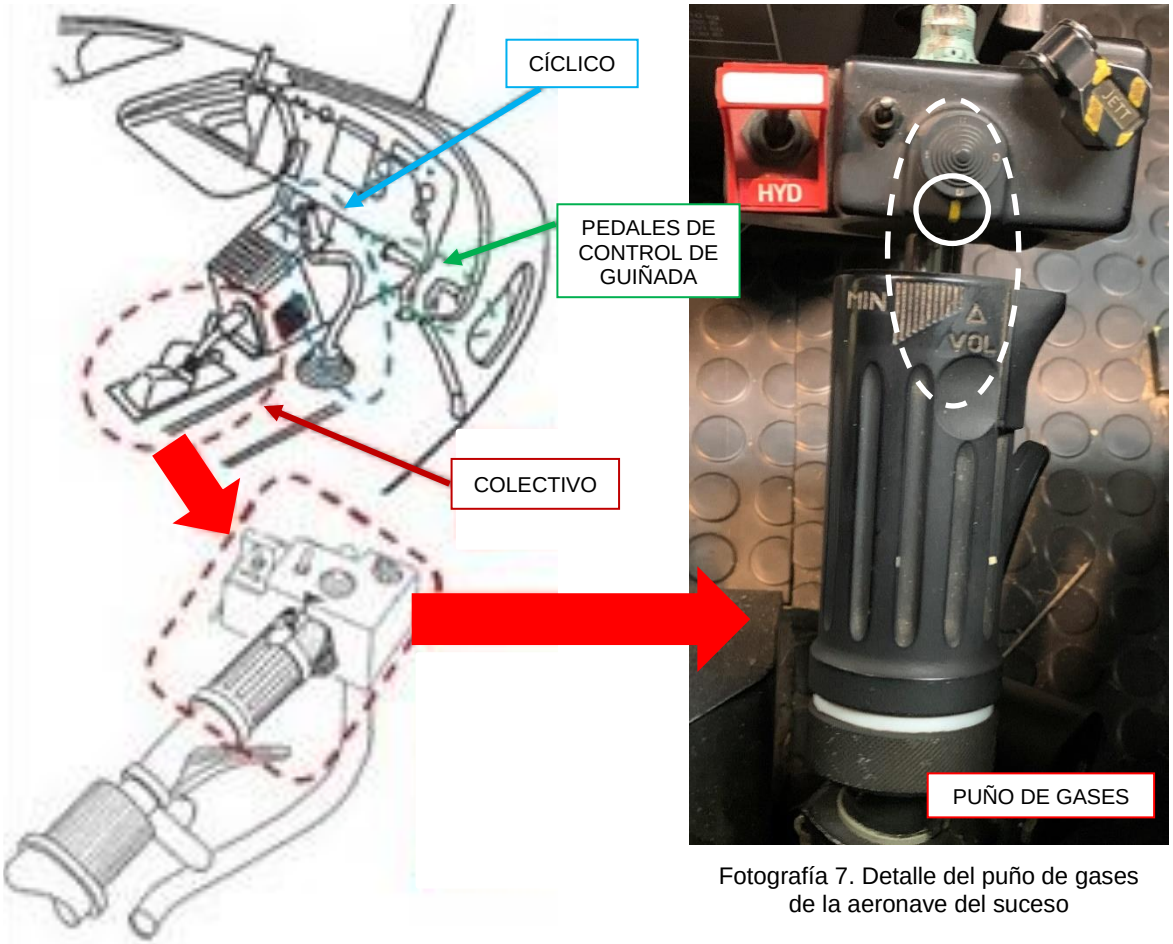
[12] DECU: Digital Engine Control Unit – Unidad digital de control del motor
[13] HMU: Hydro-mechanical metering unit – Unidad de medición hidro-mecánica
[14] Manual de vuelo de helicópteros de la FAA (FAA-H-8083-21A 11-21 en la página 151)

puede indicar un fallo menor, mostrando intermitencias en su iluminación, durante el arranque del motor, el ralentí o durante el apagado del motor (si N1[15] inferior al 20%).

Puño de gases (*Twist grip*)

El puño de gases localizado en el extremo de la palanca del paso colectivo actúa como control manual del paso de combustible. El diseño incorpora un pasador de bloqueo que permite bloquear el rango de emergencia del puño de gases. En el modo AUTO el control de la NR es ajustado automáticamente por la unidad EECU, permitiendo así limitar los giros inadvertidos del puño de gases y prevenir posibles excedencias de los distintos parámetros del motor.

En una operación normal, la marca amarilla del puño de gases está siempre alineada con la posición FLIGHT (ΔVOL), si no está alineada como se muestra en la fotografía 7, entonces se iluminará la luz ámbar TWT GRIP del panel de alertas, indicando que la gestión del flujo de combustible se realizará manualmente mediante el giro del puño de gases, de manera que hacia la derecha permite disminuir el caudal de combustible y hacia la izquierda aumentarlo.



Fotografía 7. Detalle del puño de gases de la aeronave del suceso

Figura 2. Ubicación de mandos de control del helicóptero.

[15] N1: Velocidad de rotación del compresor de baja presión.

El puño de gases muestra las siguientes diferencias entre los modelos de las motorizaciones 2B y 2B1 (fotografías 8 y 9):

- Modelo 2B: en el puño de gases se pueden seleccionar las posiciones MIN y VOL o posición de vuelo. Los primeros helicópteros (PRE MOD 073084) estaban equipados con un dispositivo manual de bloqueo y desbloqueo en forma de pulsador rojo para configurar el rango de emergencia, mientras que los helicópteros fabricados después del 01/01/2003 (POST MOD 073084) están equipados con un desbloqueo eléctrico automático cuando se enciende la luz roja de GOV en el CWP).

- Modelo 2B1: en el puño de gases se pueden seleccionar las posiciones IDLE y FLIGHT o posición de vuelo, disponiendo en caso de fallo del *governor,* de un sistema back-up de emergencia completamente independiente que se conecta automáticamente.

Fotografía 8. Colectivo helicóptero del accidente modelo 2B

Fotografía 9. Colectivo helicóptero modelo 2B1 y detalle del puño de gases

IV. Procedimientos operativos

Los procedimientos operativos de interés para la investigación son en primer lugar los procedimientos normales de despegue, aproximación y aterrizaje, para considerar la actuación de la tripulación tras la decisión de frustrar el aterrizaje; y, por último, el procedimiento de emergencia a aplicar en el caso de un fallo de *governor*, dado que se estaba entrenando su simulación durante el accidente.

Procedimientos normales

- **Despegue**

Se despegará incrementando gradualmente el paso colectivo y manteniendo el vuelo estacionario, de cara al viento, a una altura de alrededor de los 5 ft.

Comprobar que los instrumentos de monitorización de la transmisión y el motor están dentro de los valores normales de operación.

Para la transición del vuelo estacionario, se incrementará la velocidad sin incrementar la potencia demandada y sin ascender hasta que la velocidad sea de 40 kt.

- **Aproximación**

La aproximación final debe ser hecha con viento en cara a baja tasa de descenso y velocidad recomendada de 65 kt (120 km/h).

- **Aterrizaje**

Desde vuelo estacionario, reducir el paso colectivo gradualmente hasta que se haga la toma de contacto, entonces se podrá cancelar completamente el paso colectivo.

Si aterriza en pendiente, antes de configurar el paso colectivo en su posición más baja, deberá retornar la palanca de control cíclico a neutro.

Procedimiento de emergencia por fallo de *governor*

Según la sección 3 del manual de vuelo del helicóptero, en su apartado 3.3. se debe aplicar el siguiente procedimiento de emergencia cuando en el panel CWP se ilumina la luz roja “GOV” activando la alerta de fallo de *governor* o cuando el modo MAN está seleccionado.

El flujo de combustible queda fijado en el valor que tenía cuando se produjo el fallo y automáticamente se liberó la posición FLIGHT del puño de gases:

1. Comprobar los parámetros de vuelo.
2. Mantener las NR en el arco verde del indicador.
3. El puño de gases se libera automáticamente (en modelos POST MOD 073084 como el caso del suceso) de manera que el flujo de combustible puede ser modificado girando el puño de gases, hacia la derecha para disminuir el flujo y hacia la izquierda para incrementarlo, la NR debe ser controlada de manera que la alarma MAX NR nunca se active.
4. Solo deben aplicarse ajustes suaves sincronizados con la palanca del paso colectivo para mantener las NR en el arco verde.
5. Se deberá realizar la aproximación a 40 kt y ajustar el caudal de combustible para mantener las NR en la sección superior del arco verde.
6. Reducir la velocidad lentamente si es necesario ajustando ligeramente el caudal de combustible con el puño de gases, para mantener NR dentro del arco verde.

7. En la aproximación final cuando el paso colectivo es incrementado para alcanzar el vuelo estacionario[16], se dejará caer las NR para realizar la toma de contacto con el terreno. Después, se reducirá el paso de combustible antes de reducir el paso colectivo.

Este fallo puede también resultar en una pérdida de Ng[17] y en los parámetros de torque mostrados en el VEMD. En todos los casos, las NR deben ser controladas para que la alarma de NR máximas nunca se active.

Para volver del modo MAN al modo AUTO, el piloto retornará el selector “AUTO/MAN” a la posición AUTO independientemente del valor de NR. A continuación, deberá retornar a la posición FLIGHT (VOL) en el puño de gases lo que hará que las luces roja y ámbar de GOV y TWT GRP se extingan.

V. Procedimiento de entrenamiento de fallo de governor

De acuerdo con el manual de vuelo de la aeronave Suplemento SUP 6, párrafo 2.4.2:

En condiciones de vuelo estable, se situará el selector "AUTO/MAN" en el modo "MAN", a continuación:

- Aplicar el procedimiento de emergencia correspondiente a luz roja "GOV" iluminada en el CWP según la sección 3.3 página 4 del manual de vuelo.
- Al final del entrenamiento o cuando sea necesario, situar el selector "AUTO/MAN" en el modo “AUTO” (la luz roja "GOV" se apagará), y retornar el puño de gases a la posición FLIGHT (VOL) (las luces ámbar de "TWT GRP" y "GOV" se apagarán). Comprobar que el tope de detención FLIGHT (VOL) vuelve automáticamente a su posición.

IMPORTANTE: Es posible volver al modo de control de combustible automático (modo AUTO) mediante el selector AUTO/MAN en cualquier momento y para cualquier valor de NR.

ADVERTENCIA: El restablecimiento del modo “AUTO" después del entrenamiento de control manual del flujo de combustible, puede activar el interruptor “IDLE” provocando una pérdida de potencia. El retorno al modo “AUTO” solo debe realizarse en tierra después del aterrizaje o en unas condiciones de vuelo que permitan un aterrizaje en autorrotación.

1.6.2. Registro de mantenimiento

Esta aeronave fue construida en 2004 con nº de serie: 3819.
El mantenimiento era realizado por un centro aprobado por AESA, ELIANCE SERVICE & SUPPORT, S.L. (ES.145.036) y la gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad estaba a cargo de la CAMO ELIANCE HELICOPTER GLOBAL SERVICES, S.L.U.

[16] La operación en realidad no corresponde con un vuelo estacionario en sí mismo, sino con una transición a través de unas condiciones de vuelo estacionario con las NR recomendadas para entrar en contacto con el terreno
[17] Ng: Velocidad de rotación del turbocompresor, del generador de gases *(engine gas generator speed)*

(ES.MG.H17). Asimismo, tenía un Programa de Mantenimiento aprobado el 28 de junio de 2021, con referencia AH-AMP-AS350B3.

Según dicho programa de mantenimiento, las revisiones periódicas de la célula con diferentes alcances y profundidad se deben realizar diariamente, cada 10 FH o 7 días, 150 FH o 12 meses, 600 FH o 24 meses, 1200 FH o 48 meses (lo que antes ocurra); y las de motor, diariamente, cada 150 FH y cada 600 FH.

Además, tras un incidente operacional o ante condiciones atmosféricas especiales se deben realizar inspecciones no programadas definidas en el MSM[18]. Dentro de las inspecciones diarias se encuentran:
• BFF: Antes del primer vuelo del día (*before the first flight of the day*)
• TA: La inspección visual general de la aeronave *(Turn around)*
• ALF: Después del último vuelo del día *(after the last flight of the day)*

El cuadro adjunto muestra las inspecciones de mantenimiento en línea y base del tipo de helicóptero AS-350-B3.

MODELO DE AERONAVE	LIMITACIÓN	NIVEL DE MANTENIMIENTO	
		LÍNEA	BASE
Eurocopter AS 350 (Turbomeca Arriel 2)	**AS 350 B3**	**Inspecciones Programadas de célula:** **Horas:** Hasta 600H (600FH/24M, MSM 05-22-00; 600FH, MSM 05-22-01), excluida. **Calendario:** Hasta 24 M (600FH/24M, MSM 05-22-00; 24M, MSM 05-22-02), excluida. **Otras inspecciones:** • Servicing AMM 12-10-00, 12-30-00 • Mantenimiento programado (hasta 600H excluidas), preventivo y correctivo de Nivel 1, según el Manual de Mantenimiento de Turbomeca.	**Inspecciones Programadas de célula:** **Horas:** Hasta 1200H (1200FH/48M, MSM 05-23-00; 1200H, MSM 05-23-01), incluidas. **Calendario:** Hasta 144 M, MSM 05-24-02, incluido. **Otras inspecciones:** Mantenimiento programado (hasta OVH/HSI excluido), preventivo y correctivo de Nivel 1, según el Manual de Mantenimiento de Turbomeca.
		Otras inspecciones: • Specific periodic interval MSM 05-25-00, 05-26-00, 05-3X-XX (Optional equipments) • Inspecciones especiales Condicionales según MSM 04.20.00, sin intervalo específico • Inspecciones especiales sin margen de tolerancias Según MSM 04-20-00, MSM 05-25-00, MSM 05-22-0 • Inspecciones especiales "one-off time limits" a realizar un número limitado de veces, según MSM 05-26-00, MSM 05-25-00. • Inspecciones especiales de equipos opcionales según 05-3X-XX • Las inspecciones especiales después de un incidente según: AMM 05.50.00 (Unscheduled maintenance checks) • Calendar Inspections – Main Rotor Drive/Tail Rotor Drive según AMM 05-60-00	

La aeronave se encontraba al día en la implementación de los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad aplicables del fabricante. En particular en relación con el tipo de puño de gases instalado, que ha sido objeto por parte del fabricante de múltiples modificaciones, dado que se trataba de un modelo POST-MOD 073084 y PRE-MOD 073222, el 18/01/2010 se le implementó la modificación AMS 073222 con la instalación del nuevo solenoide en cumplimiento del SB 67.00.33, cuando la aeronave tenía 2437:27 horas de vuelo.

La modificación del SB 67.00.33 de fecha 07/07/2008 consistía en la mejora funcional del puño de gases ya que se detectó que, al estar en funcionamiento continuado durante tiempo prolongado, el solenoide del puño sufría un sobrecalentamiento que provocaba el

[18] MSM: Master Service Manual – Manual de Servicio del helicóptero

bloqueo del pasador del puño (*lock finger*) con la consiguiente pérdida de la función del *governor*.

Para solventar este problema, se emitió el SB 05.00.44 proporcionando instrucciones específicas de inspección del solenoide estableciendo que, si el tiempo de operación excedía los 15', o bien, no había un tiempo de espera de al menos 15' entre dos operaciones consecutivas, aunque la operación hubiera sido de unos minutos, o bien, se habia producido un fallo real de *governor*, el solenoide del puño de gases debía ser reemplazado antes del siguiente vuelo.

Finalmente, con la implementación del SB 67.00.33, se determinó instalar un nuevo solenoide de mayor resistencia mediante la modificación 073222.

La FAA emitió un boletín especial informativo de aeronavegabilidad (ref. SW-06-48 de 21/06/2006) en relación con este asunto, indicando que en el caso de vuelos de entrenamiento de fallo total del *governor* se contemplara específicamente lo siguiente:

- que se deberían realizar con un instructor experimentado,
- que los entrenamientos se deberían realizar a una altitud segura que pueda permitir disponer de tiempo suficiente para revertir al modo AUTO si fuera necesario,
- y que si durante la operación en modo manual surge cualquier dificultad se debe volver inmediatamente al modo AUTO.

En el momento del accidente el helicóptero tenía un registro acumulado de horas de vuelo de 6142:06 horas de vuelo y 30692 aterrizajes.

La última revisión de mantenimiento programado fue realizada el 19/10/2021 cuando la aeronave contaba con 6137:04 horas de vuelo y 30679 aterrizajes. Dicha actuación correspondió a una revisión de 600 horas, la cual incluye entre otras tareas las siguientes de interés para la investigación:

- la comprobación funcional del solenoide del puño de gases (tarea AMM 76-12-02, 6-1) que en el helicóptero del suceso por tratarse del modelo POST MOD 073222 (y PRE MOD 073261), no se realizó al no ser aplicable, y
- la inspección de la unidad FADEC, con autotest según la tarea AMM 73-20-00, 6-1 de motor.

Las tareas de mantenimiento realizadas durante el día del suceso consistieron en la realización de las inspecciones BFF y TA establecidas, así como la colocación del doble mando para realizar el entrenamiento.

El día del suceso, la aeronave realizó cinco vuelos previos al del accidente. El inmediatamente anterior fue el vuelo de formación en el que se intercambiaron las funciones de piloto instructor e instruido en el entrenamiento de las diferencias entre los modelos 2B1 y 2B, iniciado a las 14:03 h con una duración de 32' de vuelo, realizando 3 aterrizajes. En los cuatro vuelos anteriores que comenzaron a las 6:07 h y finalizó a las 12:05 h, se realizaron 3:28 horas de vuelo realizando 8 aterrizajes. En ninguno de ellos se reportó ningún tipo de fallo de la aeronave o incidencia durante el vuelo.

1.6.3. Estado de aeronavegabilidad

La aeronave con número de serie 3819 y matrícula EC-JEA, según registro de matrículas activas de la AESA, fue matriculada el 01/02/2021, con número de registro 7190, donde consta como arrendatario el operador del suceso.

La aeronave disponía del Certificado de Aeronavegabilidad nº 5726, emitido por AESA el 20/11/2009, de validez indefinida en la categoría de “Helicóptero pequeño” y denominación “Eurocopter SA AS-350-B3”, así como de un certificado de revisión de la aeronavegabilidad ref.: ES.ARC-JEA-004, válido hasta el 17/12/2021 emitido cuando la aeronave tenía 6032 horas de vuelo.

Otras autorizaciones disponibles con las que contaba la aeronave eran:

- Certificado de ruidos emitido el 05/05/2010 de validez indefinida.
- Licencia de estación de aeronave ref.: 5.726/05-3 emitida por AESA el 21/01/2010 y ELT.

1.7. Información meteorológica

La información meteorológica consultada por la tripulación correspondió a la predicción para el municipio de Vielha e Mijaran (Lleida) a una altitud de 974 m, que indicaba viento del sur-suroeste con llovizna, flojo de intensidad inferior a 5 kt; visibilidad superior a 10 km y temperatura entre 10 y 11ºC.

Según la declaración de la tripulación la climatología no fue relevante en el momento del suceso, destacando que había algo de llovizna con visibilidad superior a 10 km y que, aunque el viento reinante a primeras horas de la mañana era flojo de componente sur-suroeste, al mediodía roló a norte-noroeste.

Se consultó a AEMET la información meteorológica en el momento del suceso, así como en la semana previa, con el objeto de valorar la posibilidad de que el estado del terreno, por posibles precipitaciones, pudiera haber contribuido a los daños del helicóptero. Dado que no se dispone de una estación meteorológica en el lugar del accidente, AEMET proporcionó los parámetros registrados en tres estaciones cercanas cuyos valores han sido analizados.

Las precipitaciones en la semana previa al suceso y en la fecha del suceso fueron cero.

La máxima velocidad del viento registrada fue de unos 14 kt. La componente del viento fue de oeste-noroeste. La humedad relativa en la estación más próxima al lugar del accidente fue de casi el 100% y la temperatura de 0 ºC, pero hay que tener en cuenta la elevada altitud de esta estación (2467 m), lo que supone una diferencia de 600 m respecto al lugar del accidente, cuya elevación era de algo más de 1800 m.

En el área del accidente según la previsión del mapa de baja cota pudo haber nubes bajas y visibilidad reducida por oscurecimiento de montañas. Además, al ser la humedad relativa casi del 100% era probable la presencia de nieblas.

1.8. Ayudas para la navegación

El vuelo se desarrolló bajo reglas de vuelo visual (VFR).

1.9. Comunicaciones

La aeronave estaba equipada con un sistema de comunicaciones VHF COMM 1 modelo Garmin GNS430, VHF COMM 2 modelo BENDIX KING KX 165 A y VHF-FM1 COMM. Modelo NAT.NPX.138. Estos sistemas funcionaron correctamente y no son relevantes en las causas del suceso.

Tras el accidente la tripulación realizó las llamadas pertinentes siguiendo los procedimientos de la compañía para la gestión del suceso notificando el evento a la CIAIAC.

Como consecuencia del impacto del helicóptero con el terreno, se activó la baliza de emergencia (ELT) alertando al SAR de Palma de Mallorca que fue informado del suceso sin víctimas y sin necesidad de sus servicios.

Según la información proporcionada por la tripulación, como es habitual en la organización, al salir a volar informan vía Telegram a su centro coordinador, como hicieron en el caso del suceso, conectándose con la frecuencia del helipuerto de Viella y la de aire–aire de medios aéreos de la zona.

1.10. Información de lugar del accidente

La aeronave despegó de la base de helicópteros de Vielha (LEVH) para realizar un vuelo de entrenamiento en la zona del Pla de Beret por tratarse de una zona amplia y llana donde poder realizar una toma rodada en caso de necesidad.

Fotografía 10. Helicóptero en el lugar del accidente

Fotografía 11. Orografía del lugar del accidente

La zona del accidente es la zona en la que habitualmente el operador realiza este tipo de entrenamientos por la proximidad a su base de operaciones. Dispone además de una zona asfaltada, y más al sur, una de las zonas más planas que se pueden encontrar en el área de operaciones del valle de Arán, con una elevación de unos 1800 m.

La localización geográfica del lugar del accidente donde quedó detenida la aeronave fue en las coordenadas 42° 43' 8.09" N - 0° 57' 33.14" E, con elevación 1851 m.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con un registrador de datos de vuelo ni con un registrador de voz del puesto de pilotaje, ya que la reglamentación aeronáutica en vigor no exige llevar ningún registrador en este tipo de aeronaves, aunque sí disponía de sistemas VEMD, DECU y de seguimiento de flota.

1.11.1. VEMD (Vehicle and engine management display)

El helicóptero dispone de un sistema de monitorización de la gestión del vehículo y el motor, que consta de una pantalla multifunción, ubicada en la parte central del panel de instrumentos, en la que se muestran los parámetros del motor y de la aeronave.

Este sistema registra las excedencias que hayan podido producirse en los parámetros que monitoriza, tales como régimen de giro del rotor principal, par, velocidades de giro del compresor y de la turbina libre, etc.

Se descargaron los datos correspondientes al vuelo del accidente, constatándose que no se había registrado ninguna excedencia.

El registro del GPS del 22/10/21 a las 14:40 h mostraba una duración de vuelo de 11', finalizando el vuelo a las 14:51 h, registrando ciclos de motor con valores de Ng: 0.81 y Nf[19]: 0.56, tanto en el módulo derecho como en el izquierdo. El resto de los valores registrados era 0.

1.11.2. Sistema de seguimiento de flota

Aunque el helicóptero disponía del sistema de seguimiento de flota V2Track, sin embargo, durante el día del suceso la tripulación declaró haber visto cómo en ocasiones, por algún fallo posiblemente de contacto eléctrico en la alimentación del equipo, dejaba de funcionar.

Efectivamente se comprobó que el sistema tuvo fallos intermitentes y el vuelo del suceso en particular no fue registrado sin posibilidad de recuperar los datos.

El vuelo anterior al del suceso en el que se realizó el mismo tipo de entrenamiento, pero alternando las posiciones de la tripulación, fue registrado y tras valorar las comprobaciones del girodi-reccional del "cockpit" tras el impacto y por las indicaciones proporcionadas por la tripulación, el operador realizó el croquis apro-ximado del vuelo del suceso que se muestra en la Figura 3.

[19] Nf: Velocidad de turbina de potencia libre.

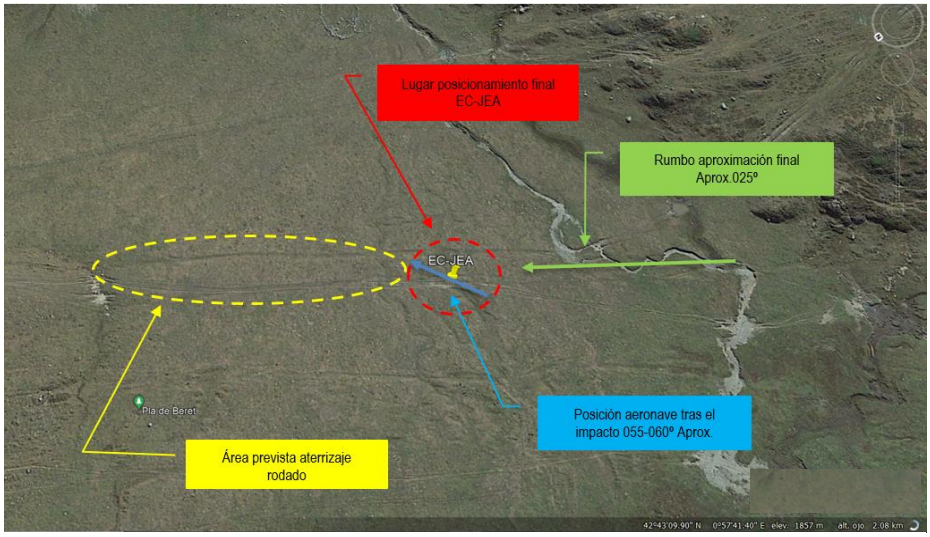


Figura 3. Croquis del vuelo del suceso

1.12. Información sobre los daños en la aeronave y la zona del accidente

La aeronave tras dos impactos sucesivos con el terreno quedó detenida en el punto de coordenadas 42° 43' 8.09" N - 0° 57' 33.14" E, con su eje longitudinal orientado en rumbo este, apoyada sobre el tren de aterrizaje dañado. Como resultado del accidente el helicóptero sufrió daños importantes que supuso su retirada del servicio por considerarse no aeronavegable y fue trasladado al centro de mantenimiento del operador en Sabadell.

El primer impacto con el terreno se produjo de forma rodada, según la declaración de la tripulación, a una velocidad de unos 10 kt y velocidad vertical despreciable. Se identificaron marcas en el terreno de mayor a menor profundidad de longitud aproximada de unos 2 o 3 m en la dirección de avance de la aeronave.

A continuación, según la tripulación, el helicóptero se elevó de nuevo para volver a caer sobre el terreno, ahora con pendiente positiva, a una velocidad de traslación de unos 5-10 kt y velocidad vertical de nuevo despreciable, produciéndose el colapso en el terreno tanto del patín derecho (a la altura del *crosstube* delantero) como de la parte inferior derecha del morro. En ese momento se produjo, según el testimonio de la tripulación, la rotura del cortacables inferior, la rotura del soporte del espejo y el impacto en el carenado de protección del eje de transmisión a cola, como consecuencia de un nuevo cabeceo negativo de la aeronave. La aeronave se detuvo bruscamente rotando 45º en sentido horario. Las huellas en el terreno derivadas de estos movimientos se muestran en el conjunto de fotografías 12.

Fotografías 12. Huellas en el terreno en el lugar del accidente

Fotografía 13. Helicóptero en el lugar del accidente - Tren de aterrizaje

Los daños identificados en el helicóptero tras el suceso fueron los siguientes:

- Rotura del patín derecho a la altura del “crosstube”.
- Deformación patín izquierdo.

Fotografía 14. Patín izquierdo

Fotografía 15. Patín derecho

- Carenado del eje de transmisión del rotor de cola cortado.
- Eje de transmisión del rotor de cola deformado.

Fotografías 16. Carenado eje de transmisión rotor de cola

- Cortacables superior deformado.
- Rotura del cortacables inferior.
- Rotura del carenado delantero derecho inferior.
- Soporte del espejo.
- Rotura en punta de dos de las tres palas del rotor principal (la roja y la azul).
- Barra refuerzo estructura, área de trasmisión parte izquierda dañada.

Fotografía 17. Eje de transmisión rotor de cola

Fotografía 18. Izquierda, cortacables superior

Fotografía 19. Derecha, cortacables inferior

Fotografía 20. Carenado inferior derecho

Fotografía 21. Soporte de espejo

Fotografías 22. Puntas de palas de rotor principal

Tras el traslado de la aeronave a las instalaciones de mantenimiento del operador en Sabadell se realizó una inspección pormenorizada, no identificando daños adicionales.

Tanto el fabricante de la aeronave como del motor determinaron que las limitaciones del helicóptero eran consecuencia de los daños anteriormente detallados y de las correspondientes a la afectación del motor por daño en el rotor sin apenas daños en las palas y las derivadas de una toma dura con el motor en funcionamiento.

Según la identificación de daños realizada por el fabricante, la aeronave presentaba la situación afectada mostrada en la figura 4.

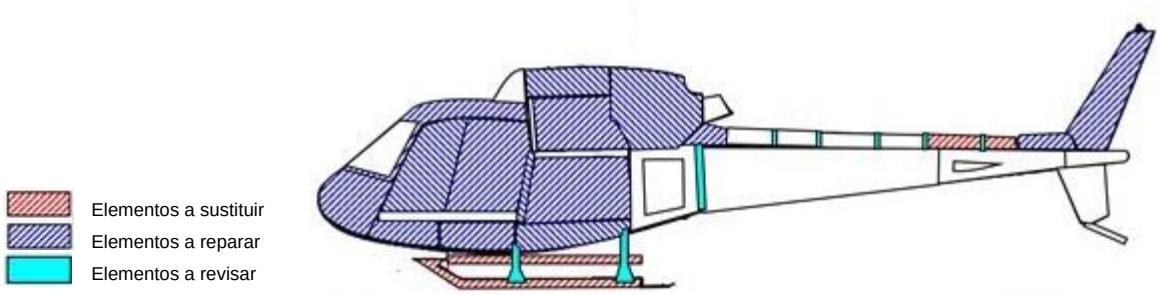


Figura 4. Identificación de daños en la estructura de la aeronave del suceso

1.13. Información médica y patológica

No aplicable.

1.14. Incendio

No aplicable.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

La cabina del helicóptero mantuvo su estructura intacta y los citurones de seguridad funcionaron con efectividad. Como consecuencia del impacto se disparó la baliza de emergencia ELT, produciéndose las comunicaciones derivadas pertinentes.

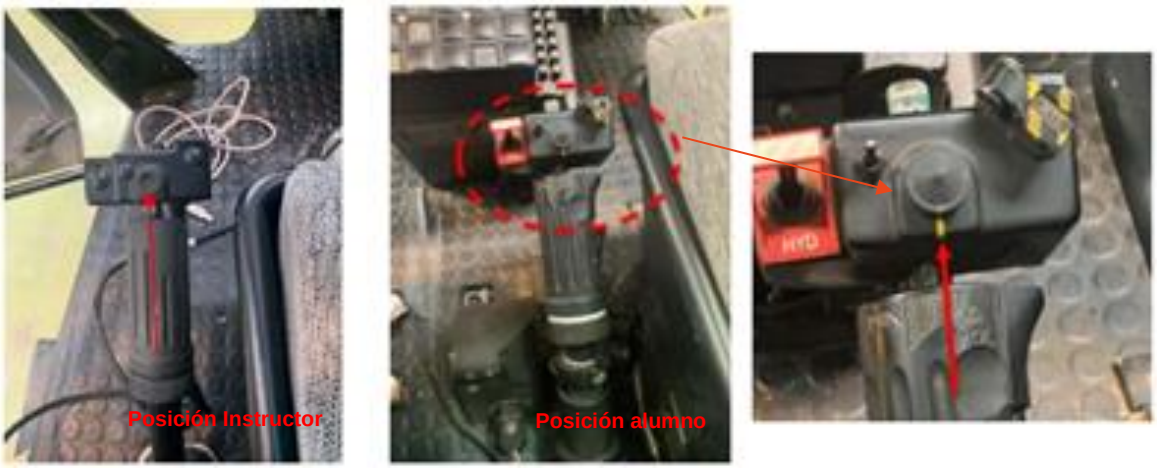
La tripulación resultó ilesa pudiendo salir por sus propios medios de la aeronave.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Inspección técnica del operador

Según la información proporcionada por el operador y las declaraciones de la tripulación, tras simular el fallo del *governor* y decidir frustrar la toma después de reiniciar el sistema al modo AUTO, la tripulación no actuó sobre el puño de gases para reiniciarlo a posición de vuelo, tal y como se requiere en el procedimiento de entrenamiento del fallo de *governor* descrito en el suplemento 6 del FLM.

Según dicho procedimiento el sistema puede reiniciarse de MAN a AUTO en cualquier momento y con cualquier valor de NR, pero advierte que puede implicar una pérdida de potencia, por lo que únicamente deberá reiniciarse a posición AUTO cuando la aeronave esté en tierra tras finalizar la instrucción, o en vuelo, en condiciones que permitan un aterrizaje en autorrotación.



Fotografías 23: Posición del puño de gases izquierdo, derecho y detalle del derecho.

Se comprobó tras el impacto que los puños de gases no se encontraban en la posición de vuelo según se muestra en el conjunto de fotografías 23. El operador en sus entrevistas con la tripulación identificó confusión en relación con el procedimiento descrito en el suplemento 6 del FLM y a cuándo se tiene que frustrar la maniobra de simulación de fallo de *governor*.

1.16.2. Información relativa al doble mando para entrenamiento

El mando de paso colectivo instalado en la posición izquierda de la cabina para el entrenamiento era diferente al de la posición derecha. Este mando es un mando estándar sin ningún tipo de marcado de posición, unido al mando de la posición derecha de manera que el puño de gases se libera automáticamente en ambas posiciones cuando se ilumina la alerta GOV en rojo o se activa el modo MAN con fines de entrenamiento. Dado que ambos puños están unidos mecánicamente, su liberación se produce al mismo tiempo, por

Fotografías 24: Puño de gases instalado para el entrenamiento en la posición izquierda ocupada por el instructor. Marcado en rojo la ausencia de marcado amarillo de posición.

lo que el instructor situado en la posición izquierda de la cabina puede también actuar sobre el puño de gases.

El mando que se instala para entrenamiento no dispone de marcas de posición del puño de gases por lo que se dificulta la interpretación visual de su posición.

El helicóptero del suceso estaba equipado con el puño de gases POST MOD No. 073084 con la modificación AMS 073222 según el SB 67.00.33, que incorpora un disparador eléctrico que funciona automáticamente cuando el modo MAN está seleccionado, o cuando la luz roja GOV está encendida, de manera que, en caso de emergencia, la liberación del pasador de bloqueo permite el control manual del flujo de combustible para cualquier valor de potencia.

El puño de gases POST MOD No. 073084, en posición de vuelo se libera automáticamente en ambos puestos de pilotaje cuando la luz roja "GOV" se ilumina en los siguientes casos:

- En un caso de fallo real de GOV donde el sistema se desbloquea automáticamente para poder gestionar desde ambos puestos el control de las NR.
- En el caso de un fallo simulado de GOV, después de poner el modo MAN, el sistema se desbloquea en ambos puestos de pilotaje para gestionar el control de las NR.

El pasador de bloqueo en el MOD No. 073084 vuelve a su posición normal cuando se apaga la luz roja "GOV", es decir, en el caso del entrenamiento de fallo de *governor*, al final del entrenamiento cuando el selector "AUTO/MAN" se sitúa en la posición AUTO y el puño de gases se sitúa en la posición FLIGHT.

Como el AS-350-B3 es un helicóptero certificado para un solo piloto en la posición derecha de la cabina, de acuerdo con la sección 2 capítulo 17 del FLM según el fabricante, los controles duales e incluso el puño de gases son una opción para la posición izquierda.

El instructor ocupaba durante el entrenamiento el asiento izquierdo y el piloto instruido, el asiento derecho. El puño de gases de la posición izquierda no disponía de marcado amarillo de posición lo que dificultaba su visualización.

1.17. Información organizativa y de dirección

El operador disponía de un certificado de operador aéreo (AOC) emitido por AESA en vigor, con limitaciones especiales de vuelo VFR diurno, nunca por encima de 10.000 pies, ni sobre agua en entorno hostil.

Desde el 22/12/2020, la aeronave EC-JEA había sido eliminada del alcance de operaciones AOC, estando destinada desde entonces a operaciones enmarcadas en el COE[20] y en la declaración de operaciones especiales. Dentro del COE la aeronave estaba asignada en la especificación B de operaciones especiales, de lucha contra incendios y búsqueda y salvamento, desde el 02/06/2021.

Aprobaciones adicionales asociadas tanto al AOC como al COE permiten a la organización la impartición de cursos de diferencias entre su tripulación de vuelo y el personal operativo.

El entrenamiento del suceso se realizaba de acuerdo con los procedimientos de formación establecidos en el Manual de Operaciones COE rev. 11, parte D, sección 2 y 3, correspondientes a entrenamientos recurrentes que la organización proporciona a la tripulación de vuelo, tanto en tierra como en vuelo, para asegurar que se mantienen los estándares de operación en el nivel adecuado para operar de forma segura.

Estos entrenamientos incluyen limitaciones, procedimientos normales, anormales y de emergencia en los diferentes tipos de helicópteros operados dentro de la flota, así como, el entrenamiento en los principales fallos de los sistemas de la aeronave y sus procedimientos asociados.

[20] COE: Certificado de Operador Especial

En el caso del helicóptero AS-350-B3 y para los tripulantes de vuelo que operan en diferentes variantes, los entrenamientos y verificaciones se realizan en la variante elegida como “Helicóptero Base”, y se realizan entrenamientos y verificaciones en las diferencias con los otros tipos de aeronave.

El curso de diferencias del modelo AS-350-B3 2B1 al 2B se realiza en helicóptero y en simulador con una duración de 30’. En particular en el caso de entrenamientos y verificaciones en simulador de la variante 2B1 para poder operar con la variante 2B, el entrenamiento de diferencias se debe realizar en aeronave según los OSD’s[21].

A continuación, se detalla en qué consiste el entrenamiento en las diferencias de los modelos 2B1 a 2B según el COE del operador y el FLM de la aeronave.

Por otro lado, en cuanto a las funciones del piloto instructor, el operador establece en su manual que durante los entrenamientos se asigna como comandante al que ejerce las funciones de instructor, asignándole las funciones propias del PIC, de manera que en el asiento del comandante va el PF que es el alumno, y en el asiento del copiloto va el instructor o comandante del vuelo (PIC).

1.17.1. Entrenamiento en las diferencias de las variantes 2B1 a 2B

El explotador aborda periódicamente el entrenamiento en las diferencias de operación entre los distintos modelos de helicópteros AS-350-B3, en particular de las variantes 2B y 2B1.

La formación consiste en el entrenamiento del procedimiento de arranque (práctica de la puesta en marcha y el rearranque en vuelo), la selección de la potencia de despegue para el modo FLIGHT y la simulación del fallo de *governor*.

Según el manual de vuelo de la aeronave, en el modelo 2B el puño de gases debe estar en la posición FLIGHT antes de llevar a cabo el procedimiento de arranque y en el selector de tres posiciones (OFF-IDLE-FLT/AR-RAL-VOL) situado en el techo de la cabina, se debe seleccionar el modo de ralentí, IDLE.

A continuación, para iniciar la fase de vuelo, se debe seleccionar la posición de vuelo (FLT/VOL) en el selector de tres posiciones (OFF-IDLE-FLT/AR-RAL-VOL) sin accionar el puño de gases del colectivo, de manera que durante las operaciones normales se debe mantener el puño de gases en el modo de vuelo.

Por otro lado, en la variante 2B1 antes de realizar el procedimiento de arranque, el puño de gases debe estar en la posición IDLE, seleccionando el modo de vuelo mediante el selector de dos posiciones (OFF/ON) también situado en el techo de la cabina, y a continuación girar el puño de gases desde la posición IDLE a la posición FLIGHT/VOL.

En cuanto al entrenamiento en el que se simula el fallo de *governor* del FADEC en la variante 2B, el procedimiento aplicable en el entrenamiento es idéntico al de un fallo real

[21] OSD: Operational Suitability Data, Datos de idoneidad operativa.

de *governor*. El procedimiento según el suplemento 6 del FLM indica que debe realizarse en situación de vuelo estabilizado, configurando el selector AUTO/MAN en la posición MAN. Durante el entrenamiento, independientemente de las maniobras que se realicen, siempre es posible finalizar la simulación, restableciendo el selector a la posición AUTO[22].

En cuanto se activa la posición manual, las reacciones del sistema son las propias de un fallo real de *governor*, por tanto, se deberán aplicar las acciones del procedimiento de emergencia descrito en la sección 3.3. pág.4 del manual de vuelo. La luz roja de alerta "GOV" en el CWP se iluminará y se activará el aviso sonoro. La válvula de paso de combustible se quedará fijada en la posición en la que se encontraba cuando se produjo el fallo o momento en el que se simuló, y el pasador de bloqueo que limita la posición de FLIGHT, se liberará automáticamente, iluminándose las luces ámbar de "TWT GRIP" y "GOV" en el CWP.

Cuando se produce un fallo de *governor* real, el fallo es irreversible y por tanto se debe aterrizar lo antes posible, de manera que en la simulación deberá procederse de la misma manera. El piloto deberá ajustar manualmente el flujo de combustible utilizando el puño de gases para mantener las NR en el arco verde del indicador, controlando que nunca se active la alarma de NR máxima.

Al final del procedimiento de entrenamiento se situará el selector AUTO/MAN en la posición AUTO (la luz roja "GOV" se apagará), se volverá el puño de gases a la posición FLIGHT (VOL) (las luces ámbar de "TWT GRIP" y "GOV" se apagarán) y se comprobará que el pasador de bloqueo de la posición FLIGHT (VOL) ha vuelto automáticamente a su posición (en el caso de un puño de gases post MOD No. 073084 como era en el helicóptero del suceso). El regulador automático se activa inmediatamente siempre que no se haya reducido más de 30º. Hay que asegurarse durante este entrenamiento que no se utiliza el puño de gases en sentido contrario.

El procedimiento indica que cuando se simula un fallo de *governor*, en caso de duda y necesidad, la manera de recuperar las RPM y salir de una situación no deseada, es seleccionar de nuevo el modo AUTO para que el *governor* sea el que gestione las RPM del helicóptero, pudiendo hacerlo en cualquier momento y para cualquier valor de NR.

El procedimiento de emergencia aplicable y las limitaciones durante este entrenamiento son las especificadas en el FLM y sus suplementos[23]. Este tipo de entrenamiento solo se puede realizar durante el día.

Durante el entrenamiento se debe prestar especial atención a asegurar que el puño de gases se utiliza de forma correcta, que se aplican ligeras variaciones de posición del colectivo cuando se encuentra en corta final, y que después de la toma, se baja el paso

[22] Suplemento de entrenamiento del Manual de Vuelo y Carta de Servicio No. 1702-71-05

[23] Durante la investigación del suceso, como consecuencia de la propuesta de una recomendación de seguridad en relación con la mejora de la redacción del procedimiento de entrenamiento del fallo de governor, Airbus Helicopters reconoció su posible mejora, modificándolo en el transcurso de la investigación, considerándolo por esta Comisión como una medida adoptada satisfactoriamente por el fabricante.

colectivo después de reducir el flujo de combustible. El Instructor tiene que estar preparado para una variación excesiva en el manejo del puño de gases por el alumno cuando está operando en modo manual. El fallo de *governor* solo se deberá practicar en vuelo estabilizado.

Al modo manual se deberá llegar desde el vuelo estabilizado y antes de realizar un aterrizaje completo se deberá asegurar que se domina la operación en el modo “MAN”.

Para el aterrizaje, es preferible llevar a cabo una aproximación final larga, con menor potencia que la del vuelo nivelado, monitorizando la NR para a continuación ir aumentando el paso de combustible mediante el puño de gases, a medida que la velocidad disminuye, hasta alcanzar el vuelo estacionario, permitiendo que la NR disminuya para hacer la toma.

1.17.2. Acciones de seguridad

1.17.2.1. Acciones adoptadas por el operador

Durante el transcurso de la investigación, el operador a través del SMS[24] realizó un análisis del suceso que le llevó a realizar una serie de recomendaciones internas que esta Comisión ha identificado como acciones de seguridad aceptables para la mejora de la seguridad.

De aplicación inmediata tras el suceso realizó las siguientes acciones:

I. La anulación del entrenamiento entre ambos tripulantes de vuelo hasta que pudieran ser evaluados de nuevo por otro instructor de la compañía.
II. Se recomendó al departamento de entrenamiento que todos los entrenamientos en vuelo pendientes se realizaran en aeródromos/aeropuertos, para garantizar la seguridad en las maniobras de emergencia.

De desarrollo posterior emitieron las siguientes recomendaciones dirigidas a los destinatarios especificados a continuación:

Departamento de entrenamiento

1. Reforzar en los entrenamientos, el procedimiento de fallo simulado de *governor* para los instructores del helicóptero AS-350-B3 2B.
2. Reevaluar los lugares establecidos para los entrenamientos definiéndolos correctamente.
3. Revisar los mínimos descritos en el documento de entrenamiento en tierra para asegurar una frustrada durante una maniobra de emergencia simulada.

Departamento de operaciones

4. Coordinar con el departamento de entrenamiento el estudio para la incorporación en su listado de aeródromos y lugares de operación, de los lugares establecidos para realizar los entrenamientos en vuelo.

[24] SMS: Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional

Organización del operador

5. Aunque el uso del casco de vuelo no se considera obligatorio, se recomendó definir la política sobre su uso en las diferentes operaciones y proveer del mismo a todas las tripulaciones de vuelo.

Oficina de control operacional

6. En cuanto se detecten fallos en las balizas de seguimiento de flota instaladas en las aeronaves se deberán tomar rápidamente las medidas necesarias y se informará a las tripulaciones y a los departamentos implicados con la mayor brevedad posible, para poder evaluar y tener conocimiento de ello.

Todas las tripulaciones

7. Se recomendó que durante los entrenamientos como consecuencia de que los pilotos instruidos mayoritariamente disminuyen su visualización preventiva durante el vuelo, al tener un instructor a bordo, se mantenga la atención y entendimiento de los procedimientos durante el *briefing* y en la ejecución de las maniobras, en particular durante las maniobras de emergencia.
8. En relación con el uso del casco de vuelo, se recomendó que todas las tripulaciones que disponían de este equipo lo utilizaran, excepto en aquellos casos que pueda haber algún tipo de incompatibilidad con el sistema de comunicaciones o con el tipo de cabina, operación o motivación médica.

El fabricante de la aeronave

9. Teniendo en cuenta que se identificó como fallo latente, la interpretación confusa descrita en el manual de vuelo y los OSD relativos a la maniobra de fallo simulado de *governor* en las distintas variantes del puño de gases que dispone este modelo, se recomendó al fabricante que revisara dichos documentos para el modelo AS-350-B3 2B. [25]
10. Así mismo considerando como fallo latente que el doble mando de la variante 2B no dispone de marcas claras para la interpretación visual de su posición, se recomendó al fabricante que estudiara esta situación.

1.17.2.2. Acciones adoptadas por el fabricante de la aeronave

Durante la investigación Airbus Helicopters propuso a la CIAIAC una modificación del Manual de Vuelo Apartado 3.3, correspondiente al procedimiento de emergencia a aplicar

[25] Ver nota al pie 23. Acción de seguridad adoptada revisando la redacción del Capítulo 3.3 del Manual de Vuelo y el capítulo 6 del suplemento para una comprensión más clara de los requisitos de recuperación del modo automático.

cuando se activa el modo MAN o se produzca un fallo de *governor*, así como el procedimiento de entrenamiento según el SUP 6. Punto 2.4. 2. Esta medida se consideró aceptable y se cerró como una medida de seguridad adoptada.

Los procedimientos se han modificado de la siguiente manera, con el nuevo texto incluido mostrado en cursiva y el texto eliminado como texto tachado:

Procedimiento de emergencia por fallo de *governor* (Manual de vuelo sección 3.3.):

Este fallo puede también resultar en una pérdida de Ng[26] y en los parámetros de torque mostrados en el VEMD. En todos los casos, las NR deben ser controladas para que la alarma de NR máximas nunca se active.

El flujo de combustible queda fijado en el valor previo a que se produjera el fallo y el puño de gases queda liberado automáticamente de su posición FLIGHT (VOL):

1. Comprobar los parámetros de vuelo.
2. Mantener las NR en el rango verde del indicador.
3. El caudal de combustible puede ser modificado girando el puño de gases:
    - Hacia la izquierda para incrementar el flujo de combustible.
    - Hacia la derecha para disminuir el flujo de combustible.
4. Solo deben aplicarse ajustes suaves sincronizados con la palanca del paso colectivo para mantener las NR en el arco verde.
   Nuevo texto incluido:
   Precaución: existe el riesgo de que se desenganche el puño de gases si se maneja con demasiada rapidez. Para volver a fijarlo, se debe volver a colocar el puño de gases en la posición de FLIGHT (VOL) y a continuación manipúlelo más lentamente.
5. Se deberá realizar la aproximación a 40 kt y ajustar el caudal de combustible para mantener las NR en la sección superior del arco verde
6. Reducir la velocidad lentamente si es necesario ajustando ligeramente el caudal de combustible con el puño de gases, para mantener NR dentro del arco verde.
7. En la aproximación final cuando el paso colectivo es incrementado para alcanzar el vuelo estacionario, se dejará caer las NR para realizar la toma de contacto con el terreno. Después, se reducirá el paso de combustible antes de reducir el paso colectivo.

NOTA 1: Este fallo puede también resultar en una pérdida de Ng y en los parámetros de torque mostrados en el VEMD. Para cumplir con las limitaciones referirse al 3.3.
NOTA 2: En todos los casos, las NR deben ser controladas para que la alarma de NR máximas nunca se active.

Volver del modo MAN al modo AUTO. Se puede retornar el selector “AUTO/MAN” a la posición AUTO independientemente del valor de NR. A continuación, deberá retornar a la posición FLIGHT (VOL) en el puño de gases lo que hará que las luces roja y ámbar de GOV y TWT GRP se extingan.

[26] Ng: Velocidad de rotación del turbocompresor, del generador de gases *(engine gas generator speed)*

Procedimiento de entrenamiento de fallo de *governor* (Manual de vuelo SUP 6, punto 2.4.2):

En condiciones de vuelo estable, se situará el selector "AUTO/MAN" en el modo "MAN", a continuación:

- Aplicar el procedimiento de emergencia correspondiente a luz roja "GOV" iluminada en el CWP según la sección 3.3 página 4 del manual de vuelo.
- ~~Al final del entrenamiento o cuando sea necesario, situar el selector "AUTO/MAN" en el modo "AUTO" (la luz roja "GOV" se apagará), y retornar el puño de gases a la posición FLIGHT (VOL) (las luces ámbar de "TWT GRP" y "GOV" se apagarán). Comprobar que el tope de detención FLIGHT (VOL) vuelve automáticamente a su posición.~~

PRECAUCIÓN: Existe el riesgo de desenganche del puño de gases, si el puño de gases se maneja demasiado rápido. En orden a resituarlo, volver a fijar el puño de fases en la posición de FLIGHT (VOL) y a continuación manejarlo más despacio.

- *Al final del procedimiento de entrenamiento o cuando sea necesario, resituar el selector "AUTO/MAN" a la posición "AUTO" (la luz roja "GOV" se apagará), reposicionar el puño de gases en la posición FLIGHT (VOL) (las luces ámbar "TWT GRP" y "GOV" se apagarán). Comprobar que el puño de gases ha retornado automáticamente a la posición FLIGHT (VOL).*

~~IMPORTANTE: Es posible volver al modo de control de combustible automático (modo AUTO) mediante el selector AUTO/MAN en cualquier momento y para cualquier valor de NR.~~

~~ADVERTENCIA: El restablecimiento del modo "AUTO" después del entrenamiento de control manual del flujo de combustible, puede activar el interruptor "IDLE" provocando una pérdida de potencia. El retorno al modo "AUTO" solo debe realizarse en tierra después del aterrizaje o en unas condiciones de vuelo que permitan un aterrizaje en autorrotación.~~

IMPORTANTE: El selector "AUTO/MAN" puede ser retornado a la posición de control automático del flujo de combustible (modo "AUTO") en cualquier momento y para cualquier valor de NR. Esta acción tiene que ser seguida del retorno del puño de gases a la posición de FLIGHT (VOL) con el objeto de evitar cualquier valor alto o bajo de NR y recuperar el modo de control automático del flujo de combustible ("AUTO").

1.18. Información adicional

1.18.1. Evaluación de la ejecución de los procedimientos de emergencia y de entrenamiento

A continuación, se muestra el grado de cumplimiento realizado por la tripulación del procedimiento de entrenamiento de fallo de governor, así como del procedimiento de emergencia con el que coincide íntegramente y la lista de chequeo disponible.

Los procedimientos y listas de chequeo del operador están transcritos de los establecidos por el fabricante de la aeronave.

En cuanto a la ejecución de un aterrizaje frustrado, ni el fabricante ni el operador establecen ningún procedimiento específico ni lista de chequeo aplicable que se haya identificado.

PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA **"FALLO DE GOVERNOR"**	**LISTA DE CHEQUEO (procedimientos anormales y de emergencia de la aeronave)**	**PROCEDIMIENTO DE ENTRENAMIENTO** **"FALLO DE GOVERNOR"**	**EJECUCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE ENTRENAMIENTO y ATERRIZAJE FRUSTRADO**	
Se produce un fallo real de governor en vuelo		Debe realizarse partiendo de un vuelo estabilizado	PIC/TRI: Ejecución correcta	✓
En el panel CWP: • luz roja de GOV encendida • activación aviso sonoro	GOV EN ROJO	Posicionar el selector AUTO/MAN a MAN: • se encenderá la luz roja GOV en el CWP, y, • se activará aviso sonoro	PIC/TRI: Ejecución correcta CWP: • Luz roja GOV encendida • Aviso sonoro activado	✓
1. Comprobar parámetros de vuelo	1. Comprobar parámetros de vuelo	1. Comprobar parámetros de vuelo	PF: Ejecución correcta	✓
El flujo de combustible se mantiene en el último valor gobernado en el momento del fallo	El flujo de combustible se mantiene en el último valor gobernado. Existe un pequeño gap en el que el movimiento del puño de gases es inefectivo, sobre todo pasando de acelerar a desacelerar o viceversa	El flujo de combustible se mantiene en el último valor gobernado en el momento de pasar al modo MAN	Aeronave: funcionamiento correcto	✓ ✓
2. Desbloqueo de la posición FLIGHT (VOL) en el puño de gases: • luz ámbar de TWT GRP en el CWP encendida	2. Desbloqueo automático de la posición FLIGHT (VOL) del puño de gases. - Girar puño de gases hacia la izquierda para aumentar RPM - Girar puño de gases hacia la derecha para disminuir RPM	2. Desbloquear la posición FLIGHT (VOL) en el puño de gases: • luz ámbar de TWT GRP en el CWP se encenderá	PF: Ejecución correcta CWP: Luz ámbar TWT GRP encendida NOTA: El mando colectivo del PIC/TRI instalado para entrenamiento, no dispone de mecanismo de desbloqueo de la posición FLIGHT, no puede iniciar el control manual del acelerador, solamente podría disminuir las NR, pero no aumentarlas.	✓
3. Controlar las NR para que la alarma MAX NR no se active		3. Controlar las NR para que la alarma MAX NR no se active	PF: Ejecución correcta	✓
4.Mantener las NR en el arco verde	3.Mantener las NR en el arco verde	4.Mantener las NR en el arco verde	PF: Ejecución correcta Se activó el aviso sonoro de bajas NR, parte baja del arco verde	✓

PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA “FALLO DE GOVERNOR”	LISTA DE CHEQUEO (procedimientos anormales y de emergencia de la aeronave)	PROCEDIMIENTO DE ENTRENAMIENTO “FALLO DE GOVERNOR”	EJECUCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE ENTRENAMIENTO y ATERRIZAJE FRUSTRADO	
5. Aterrizar lo antes posible. En la aproximación final cuando el paso colectivo es incrementado para alcanzar el vuelo estacionario, se dejarán caer las NR para realizar la toma de contacto con el terreno.	4. Aterrizar lo antes posible con punto de toma y duración del vuelo a criterio del piloto. - Aproximación: tendida. Evitar ángulo de aproximación profunda. Seleccionar 40kt, sobre todo en la última fase. Mantener rpm en la parte alta del rango verde - Toma: No ajustar rpm y dejar que disminuyan al aplicar colectivo Una vez en el suelo, parado - Colectivo: Reducir gases antes de bajar suavemente colectivo - Efectuar una parada de motor normal NOTA: Este fallo puede originar también una pérdida de dNg y Tq en el VEMD. En cualquier caso, mantener Nr por debajo de 410 rpm.		PIC/TRI: frustró la toma (viendo que no alcanzaría la zona seleccionada para aterrizar) Ni el operador ni el fabricante de la aeronave dispone de un procedimiento de aterrizaje frustrado durante una emergencia de fallo de governor o durante un entrenamiento de fallo de governor. NOTA: El mando colectivo del PIC/TRI instalado para entrenamiento, no permite al PIC/TRI iniciar el control manual del paso de combustible para aumentar la potencia y poder frustrar la toma tras haber revertido al modo AUTO, solo le hubiera permitido disminuir el paso, no aumentarlo.	×
6. Después, se reducirá el paso de combustible antes de reducir el paso colectivo.				
7. Volver del modo MAN al modo AUTO, retornando el selector “AUTO/MAN” a la posición AUTO independientemente del valor de NR. Solo puede reiniciarse a modo AUTO si la aeronave ya está en tierra o en condiciones de vuelo que permitan un aterrizaje en autorrotación ya que provoca una pérdida de potencia		5. Al finalizar el entrenamiento, volver a la posición AUTO, retornando el selector “AUTO/MAN” a la posición AUTO independientemente del valor de NR. Solo puede reiniciarse a modo AUTO si la aeronave está ya en tierra tras finalizar la formación o en condiciones de vuelo que permitan un aterrizaje en autorrotación ya que provoca una pérdida de potencia	PIC/TRI: retornó el selector “AUTO/MAN” a la posición AUTO. Las NR eran bajas, aunque puede seleccionarse la posición AUTO independientemente del valor de NR. La aeronave no estaba en tierra ni en situación de aterrizaje en autorrotación. Ejecución inco-rrecta.	✓ ×
8. Bloquear la posición FLIGHT (VOL) de nuevo en el puño de gases, lo que hará que las luces, roja GOV y ámbar TWT GRP, se extingan.		6. Bloquear la posición FLIGHT (VOL) de nuevo en el puño de gases, lo que hará que las luces, roja GOV y ámbar TWT GRP, se extingan.	PIC/TRI: Ejecución incorrecta. No se bloqueó la posición FLIGHT (VOL) del puño de gases. NOTA: El mando que se instala para entrenamiento no dispone de marcas de posición del puño de gases por lo que se dificulta la interpretación visual de su posición.	×

Del anterior cuadro comparativo se deduce que el procedimiento de entrenamiento, coincidente con el de emergencia en el caso de fallo de governor, se cumplió adecuadamente hasta el momento en el que, en lugar de aterrizar, frustraron la toma.

A partir de ese momento, aunque se retornó el selector “AUTO/MAN” a la posición AUTO, como debía hacerse, si las condiciones hubieran sido las adecuadas, es decir, la aeronave hubiera estado en tierra o en situación de aterrizaje en autorrotación, sin embargo, no se bloqueó la posición FLIGHT (VOL) del puño de gases, que también se hubiera requerido.

1.18.2. Estudios de EASA relacionados

Según estudios realizados por el grupo EHEST[27] de EASA, el análisis de los datos de accidentes de helicópteros ocurridos en Europa entre 2007 y 2011, puso de manifiesto que un 18% de estos accidentes se habían producido durante la formación en vuelo, similar a los datos proporcionados por Canadá y USA.

Los accidentes ocurridos en las fases de aproximación y aterrizaje son generalmente el 25% pero si además estos ocurren durante la formación, asciende al 44%, dado que en formación se efectúan un mayor número de estas maniobras. Las causas fundamentales identificadas en estos casos son las inclinaciones dinámicas y las autorrotaciones inadecuadas.

En particular los principales problemas identificados en los accidentes ocurridos durante la formación fueron:

- acciones inadecuadas o inoportunas del instructor de vuelo al corregir las acciones del alumno,
- decisiones inapropiadas del piloto,
- piloto en prácticas,
- errores de percepción,
- preparación y planificación inadecuadas del instructor de vuelo,
- gestión del programa de formación,
- consideración inadecuada de las condiciones meteorológicas,
- ejercicio de autorrotación inadecuado, o autorrotación inadecuada,
- selección de una zona de aterrizaje inadecuada,
- deficiencias en cuando a mando/control por parte del piloto,
- información de la tripulación previa al vuelo (*briefing*) insuficiente,
- consideración inadecuada del rendimiento de la aeronave,

Así mismo, se identificó un mayor riesgo de no efectuar un aterrizaje seguro, en las operaciones de instrucción en las que no se prestaba especial atención durante el *briefing,* a la información sobre las funciones y la coordinación de la tripulación en situaciones reales de emergencia.

1.19. Técnicas de investigación especiales

No es de aplicación.

[27] EHEST: Grupo europeo de trabajo sobre seguridad en helicópteros (*European Helicopter Safety Team*) de EASA.

2. ANÁLISIS

2.1. Análisis de la situación meteorológica

Las condiciones meteorológicas existentes en la zona y entorno horario del suceso fueron unas condiciones aptas para el vuelo, el viento no era significativo, la visibilidad era aceptable y dada la elevada humedad relativa había una alta probabilidad de niebla que se manifestó en forma de llovizna.

No se constató por tanto ningún fenómeno meteorológico adverso que pudiera contribuir a las causas del accidente.

2.2. Análisis de los restos de la aeronave

Las huellas identificadas en el lugar del accidente eran coherentes con la información proporcionada por la tripulación, confirmando un primer impacto con el terreno de forma rodada del patín derecho, al localizar huellas acanaladas de profundidad variable, de mayor a menor a lo largo de una longitud de 2 a 3 m, en la dirección de avance de la aeronave. Esta diferencia entre la profundidad inicial y final a lo largo del trayecto muestra que la aeronave de nuevo se elevó en su parte final.

A continuación, volvió a caer sobre el terreno, lo que supuso un segundo impacto que, al producirse en esa ocasión con terreno en pendiente positiva, produjo el colapso del patín derecho, provocando la rotura del cortacables inferior, la rotura del soporte del espejo y ocasionando un cabeceo negativo de la aeronave. El balanceo de la aeronave, con el motor en marcha, produjo a su vez el impacto de las palas del rotor principal con el cortacables superior, y por flexión de las mismas, con el carenado de protección del eje de transmisión al rotor de cola, cortándolo y dañando el eje.

Como consecuencia de este impacto la aeronave se detuvo bruscamente rotando 45º en sentido horario, ocasionado por el anclaje de la aeronave al terreno producido por el colapso del patín derecho con el motor y el rotor en funcionamiento girando en sentido antihorario.

Tras la inspección de la aeronave en las instalaciones de mantenimiento del operador, se determinó que las limitaciones del helicóptero eran consecuencia de los daños anteriormente detallados y de los correspondientes a la afectación del motor durante la toma dura.

2.3. Análisis de la operación

El día del suceso la tripulación del helicóptero EC-JEA había realizado dos vuelos de entrenamiento de diferencias del modelo AS-350-B3 2B1 al 2B, en los que las funciones de piloto instructor y piloto instruido fueron alternadas recíprocamente con el mismo alcance de maniobras. El segundo de estos vuelos fue el vuelo del suceso.

El operador requiere que, si se lleva más de un año sin volar en un modelo de la flota, como era el caso del modelo 2B, ya que la tripulación volaba habitualmente el 2B1, se tiene que realizar este tipo de formación recurrente en las diferencias entre modelos. Por lo tanto, era pertinente realizar este tipo de curso y disponía de las autorizaciones requeridas por la organización.

Según indicó la tripulación planificó en base el vuelo de entrenamiento, definiendo durante el *briefing* las posiciones en cabina y la zona seleccionada para realizar las prácticas. La zona de Pla de Beret fue elegida porque era la habitualmente utilizada y conocida por la tripulación y que, según su información, disponía de una zona amplia y llana en la que se podía realizar una toma rodada en caso de necesidad.

El entrenamiento precedente al del suceso trascurrió con normalidad e hicieron las mismas maniobras que las previstas para el vuelo del accidente. Tras su finalización simplemente alternaron las posiciones y funciones de piloto instructor y piloto instruido en cabina, cambiándose físicamente de puesto y se dispusieron a realizar el siguiente entrenamiento.

Ambos pilotos disponían de amplia experiencia de vuelo y en particular, en el helicóptero del suceso, el piloto instructor disponía de 600:09 h en el tipo y el instruido de 7017:00 h. En cuanto a la experiencia reciente, el instructor en los 3 últimos meses había volado 43:16 h realizando en su mayoría guardias SAR y el piloto instruido, 100:20 h, mayoritariamente HESLO de la que también era instructor. En consecuencia, el piloto más experimentado era el piloto instruido, por lo que la confianza del piloto instructor en la operación del instruido era alta y no consideraba que requiriera una supervisión exhaustiva, como se infiere de las declaraciones de ambos.

El alcance de tareas y actividades a realizar para la formación en las diferencias entre el helicóptero AS-350-B3 2B1 y el AS-350-B3 2B, ya era conocida por la tripulación, dado que se trataba de una formación recurrente realizada en otras ocasiones por ambos pilotos. Según la información proporcionada por ambos, identificaron adecuadamente el procedimiento a realizar.

El vuelo anterior había tenido los mismos objetivos, por lo que, por tratarse del primero de la serie, la preparación de la práctica fue más exhaustiva que en el segundo vuelo que además lo realizaba el piloto más experimentado como instruido, lo que pudo propiciar que su realización fuera más apresurada. Cabe destacar que el piloto instructor se encontraba de guardia SAR en el momento del suceso y el instruido había estado realizando trabajos aéreos en operaciones HESLO con anterioridad al vuelo previo en el que había sido él, el instructor.

Antes de realizar la simulación del fallo de *governor*, realizaron un aterrizaje normal en la zona designada para comprobar que el funcionamiento del *governor* era adecuado. Para ello pasaron del modo AUTO al modo MAN y viceversa, comprobando que el sistema recuperaba adecuadamente las RPM. Como se comprobó posteriormente durante la inspección realizada tras el accidente, el sistema funcionaba adecuadamente.

A continuación, la tripulación siguió el procedimiento de aproximación final según el FLM, y con el helicóptero estabilizado y, en el tramo viento en cola, pasaron al modo manual iniciando la simulación del fallo del *governor*. El sistema funcionó como era previsible que lo hiciera, se encendieron las alertas que debían encenderse en el panel CWP, y en larga final con una velocidad de unos 40 kt, el piloto instruido controlando las RPM de forma

manual con el puño de gases, las mantuvo en el arco verde del indicador, tal y como se requiere en esta práctica. Todo trascurrió dentro de la normalidad.

En la fase final, el piloto instruido mantuvo las RPM por encima del arco verde para que, según su información, cuando entraran en vuelo estacionario, pudieran tirar del paso colectivo, y esto les permitiera tener un mayor margen de actuación ante la consecuente caída de RPM.

De acuerdo al procedimiento de emergencia de fallo de *governor,* tras comprobar los parámetros de vuelo y mantener las NR en el arco verde del indicador, se debe desbloquear la posición FLIGHT del puño de gases, de manera que el flujo de combustible pasa a ser gestionado manualmente girando el puño, siempre controlando que la alarma MAX NR no se active; a continuación se debe realizar la aproximación a 40 kt y ajustar el caudal de combustible para mantener las NR en la sección superior del arco verde. En consecuencia, el procedimiento en esta fase fue seguido con rigurosidad por la tripulación.

Según este procedimiento a continuación la velocidad se debe reducir lentamente manteniendo las NR dentro del arco verde, y en la aproximación final, cuando el paso colectivo es incrementado para alcanzar el vuelo estacionario[28], se debe dejar caer las NR para realizar la toma de contacto con el terreno. En esta fase del vuelo debió producirse la discordancia con el procedimiento y la pérdida de vigilancia adecuada de los parámetros de vuelo. Según los testimonios de la tripulación (única información disponible al no contar con ningún registro de vuelo), el PF había alcanzado una velocidad entre 5 y 10 kt con el aviso sonoro de bajas RPM activado (parte baja del arco verde) y muy cercanos al suelo (10 ft), por lo que consideraron que no les era posible alcanzar el lugar seleccionado para la toma, y decidieron frustrar el aterrizaje. Esta decisión fue oportuna dados los valores de los parámetros indicados, salvo porque la zona en la que se encontraban tenía bastantes irregularidades en el terreno.

Según el OSD del fabricante la situación de simulación del fallo de *governor* es recuperable en cualquier momento y para cualquier valor de NR, por lo que, al decidir frustrar la toma, la decisión de pasar al modo AUTO, de forma inmediata, fue apropiada para intentar recuperar las RPM. Pero el documento también advierte que revertir al modo automático puede implicar una pérdida de potencia, por lo que sólo debe realizarse en tierra tras finalizar la instrucción, o en vuelo, en condiciones que pueda permitir un aterrizaje en autorrotación. Ninguno de estos dos escenarios se había dado en ese momento, por lo que el procedimiento de entrenamiento en este punto no fue seguido correctamente. Según informó el operador con posterioridad, la tripulación mostró confusión en la interpretación de este punto del documento.

El procedimiento de entrenamiento de fallo de *governor* especifica que tras situar el selector AUTO/MAN en la posición AUTO se debe volver el puño de gases a la posición FLIGHT,

[28] La operación en realidad no corresponde con un vuelo estacionario en sí mismo, sino con una transición a través de unas condiciones de vuelo estacionario con las NR recomendadas para entrar en contacto con el terreno.

comprobando que el pasador de bloqueo ha vuelto automáticamente a su posición[29], lo que siempre debe ocurrir salvo que se haya girado el puño de gases más de 30º, de lo que no hay constancia que ocurriera ya que no es posible comprobar con exactitud el giro realizado en el puño por las marcas de este.

Al pasar al modo automático por un instante las RPM se recuperaron según el testimonio de la tripulación, pero al tirar del colectivo, las RPM volvieron a caer no siendo suficientes para frustrar la toma y el helicóptero, perdiendo sustentación se hundió, e impactó con el terreno. La ejecución de la operación y la percepción de los parámetros existentes fue errónea. Esto posiblemente se produjo por una falta de preparación adecuada del vuelo en la que se previera la gestión de una emergencia real durante el entrenamiento.

Tras el accidente pudo comprobarse que el puño de gases no había sido retornado a su posición FLIGHT tras volver al modo automático como requiere el procedimiento, de manera que poder recuperar las RPM en esa situación solo dependía del sistema manual de gestión del combustible mediante el puño de gases, pero la baja velocidad y altura ya no lo permitían.

Según el testimonio del piloto instruido consideró que había reaccionado tarde para poder recuperar las RPM y poder frustrar la toma. Este piloto estaba lo suficientemente familiarizado (7017:00 h de vuelo) con la aeronave como para que hubiera reaccionado a tiempo, por lo que cabe pensar que pudo influir algún otro factor en la falta de recuperación de potencia a tiempo para impedir el suceso.

Esto pudo ocurrir como consecuencia de una falta de vigilancia adecuada de las NR y/o una falta de coordinación apropiada del puño de gases y el paso colectivo, posiblemente ocasionado por un exceso de confianza en el conocimiento de la práctica, del lugar, y del helicóptero.

Por otro lado, el piloto instructor no ejerció a su vez la supervisión adecuada del piloto instruido, presumiblemente por un exceso de confianza en la operación de dicho piloto, más experimentado que él, que le impidió probablemente considerar la posibilidad de rectificar su actuación. No obstante, también debió contribuir algún otro factor que le impidiera reaccionar a tiempo para gestionar adecuadamente la emergencia, dado que también tenía un conocimiento amplio de la aeronave.

El hecho de que el doble mando instalado para entrenamiento no dispusiera de ningún tipo de marca de posición, pudo influir en una errónea interpretación por parte del piloto instructor, de si el puño de gases había sido retornado o no a la posición de FLIGHT tras volver al modo AUTO por parte del piloto instruido, contribuyendo a que no fuera consciente de si se había completado adecuadamente el reinicio del modo automático, no actuando sobre los mandos.

[29] Dado que se trataba del puño de gases modelo post MOD No. 073084 en cuyo caso el retorno del pasador de bloqueo es automático al modo de vuelo.

Considerando que no disponían de suficiente tiempo ni parámetros de vuelo aceptables para coordinar las acciones necesarias y realizar un aterrizaje seguro, la decisión de frustrar el aterrizaje fue adecuada y hubiera sido exitosa si no hubiera contribuido al suceso el mal entendimiento de los procedimientos a la hora de revertir el vuelo al modo automático. El resultado fue una inadecuada ejecución del reinicio del modo automático ya que no se retornó el puño de gases a la posición FLIGHT como requieren los procedimientos, además de que solo debió realizarse, según los procedimientos tanto de emergencia como de entrenamiento, sólo si la aeronave está ya en tierra tras finalizar la formación o en condiciones de vuelo que permitan un aterrizaje en autorrotación.

El área seleccionada para la práctica de entrenamiento también contribuyó a los daños de la aeronave por sus múltiples irregularidades. El piloto instruido en la fase final, viendo que no podía alcanzar la zona seleccionada para la toma, tiró de colectivo para evitar las irregularidades del terreno dada la poca altura de vuelo, pero sin haber completado el reinicio del modo AUTO, lo que supuso la desestabilización de la aeronave, perdió sustentación y ocasionó su primer impacto con el patín derecho, produciendo un cabeceo negativo. Dichas irregularidades del terreno contribuyeron a que el helicóptero se elevara de nuevo para impactar por segunda y última vez, ocasionándole daños importantes y su detención definitiva. Cabe concluir que la zona seleccionada para la toma tenía demasiadas irregularidades en el área previa, por lo que la selección no resultó adecuada.

Aunque no fue contribuyente al suceso, se hace notar que la tripulación según su propio testimonio detectó que el sistema de seguimiento de flota tuvo fallos intermitentes de funcionamiento durante vuelos previos, no siendo informado de forma inmediata para su rectificación. Se constató que el sistema no registró el vuelo del suceso por lo que no se ha podido realizar un análisis más completo de la maniobra al contar exclusivamente con las declaraciones de los pilotos y la inspección de la aeronave tras el suceso.

2.4. Análisis del mantenimiento de la aeronave

La inspección de la aeronave mediante las revisiones de los fabricantes de la célula y del motor no identificaron ningún posible fallo operativo del helicóptero.

Del análisis de los registros de mantenimiento disponibles se concluye que la aeronave se encontraba al día de las inspecciones programadas requeridas según el programa de mantenimiento y de las actualizaciones correspondientes a boletines de servicio y directivas aplicables.

Después de la investigación, tampoco se ha identificado como causa, ningún mal funcionamiento de ningún elemento mecánico o fallo técnico de sus sistemas de vuelo.

Por lo tanto, el estado general del helicóptero desde el punto de vista del mantenimiento era aceptable y no contribuyó al accidente.

2.5. Análisis de la organización y la gestión

El operador disponía de las autorizaciones adecuadas para la realización de la operación del suceso. Los instructores cumplían con los requisitos exigidos en el manual de operaciones COE para la realización del entrenamiento programado, así como dicho entrenamiento cumplía con los procedimientos operativos establecidos en el manual.

En relación con el criterio para determinar los lugares para el entrenamiento recurrente, en los procedimientos descritos en el manual de operaciones COE no se establece ninguna restricción, por lo que la selección del lugar del suceso no contradecía ninguna instrucción de la organización.

La gestión proactiva del operador identificó durante la investigación acciones de seguridad preventivas analizadas por esta Comisión, consideradas como adecuadas para disminuir el riesgo de ocurrencia de eventos similares al del accidente.

3. CONCLUSIÓN

3.1. Constataciones

- Las condiciones meteorológicas en el momento del suceso eran unas condiciones aptas para la realización del vuelo de entrenamiento.
- El sistema de seguimiento de flota de la aeronave no se encontraba operativo durante el vuelo del suceso.
- El área seleccionada para realizar el entrenamiento de simulación de fallo de *governor* era una zona con irregularidades inadecuada para este tipo de prácticas.
- Los daños en la aeronave eran coherentes con dos impactos sucesivos contra el terreno.
- La investigación determinó que no hubo ningún mal funcionamiento o fallo técnico de ningún elemento mecánico o sistema de vuelo.
- El mando del paso colectivo instalado para el entrenamiento no disponía de marcas de posición FLIGHT en el puño de gases
- Tras el suceso, se constató que la posición del puño de gases del piloto instruido no se encontraba en la posición FLIGHT como requiere el procedimiento de reinicio del modo automático de funcionamiento del *governor*.
- Tras frustrar el aterrizaje durante la simulación de un fallo de *governor,* la aeronave perdió sustentación disparando el aviso sonoro de bajas revoluciones, precipitándose contra el terreno.
- No se produjeron daños personales.

3.2. Causas / Factores contribuyentes

La investigación ha puesto de manifiesto como causa probable del accidente la ejecución inadecuada del procedimiento de simulación de fallo de *governor* que supuso una pérdida de control de la aeronave, ocasionando su impacto contra el terreno.

Se consideran factores contribuyentes al suceso:

- la supervisión inadecuada del piloto instructor que no posibilitó la recuperación de la situación de emergencia.
- la pérdida de consciencia situacional del piloto instruido en la fase final de la maniobra, llevándole a ejecutar inadecuadamente la reversión al modo automático del funcionamiento del *governor*, probablemente ocasionado por un exceso de confianza y falta de vigilancia de los parámetros de vuelo.
- la confusión y falta de entendimiento por parte de la tripulación del procedimiento de entrenamiento de fallo de *governor*.
- el error en la selección de un área de entrenamiento que reuniera las condiciones de seguridad adecuadas para la realización de este tipo de maniobras de emergencia.

4. RECOMENDACIONES

Durante el transcurso de la investigación, el operador propuso una serie de acciones de seguridad dirigidas a diferentes departamentos de su organización y al fabricante de la aeronave que han sido consideradas adecuadas por esta Comisión.

Los hallazgos y posibles oportunidades de mejora en la seguridad operacional son coincidentes con las principales conclusiones extraídas por el grupo EHEST de EASA detalladas en el punto 1.18.2. de este informe, lo que sustenta la necesidad de acciones de seguridad por parte del operador.

De aplicación inmediata tras el suceso, el operador adoptó medidas de seguridad según las siguientes acciones:

1. Se anuló el entrenamiento entre ambos tripulantes de vuelo hasta que pudieran ser evaluados de nuevo por otro instructor de la compañía.
2. Se recomendó al departamento de entrenamiento que todos los entrenamientos en vuelo pendientes se realizaran en aeródromos/aeropuertos, para garantizar la seguridad en las maniobras de emergencia.

Las acciones de seguridad recomendadas fueron las descritas en el apartado 1.17.2. del presente informe. Teniendo en cuenta que se han sido identificados los mismos aspectos de mejora para la seguridad operacional que hubieran sido objeto de recomendación, no se ha considerado necesaria su emisión a excepción de las siguientes, cuya contribución al suceso requiere de un seguimiento específico para disminuir el riesgo de que se produzcan eventos similares.

REC 15/2023: Se recomienda a Eliance Helicopter Global Services que revise sus procedimientos de entrenamiento de simulación de fallo de *governor*, definiendo los parámetros mínimos requeridos para asegurar una maniobra frustrada segura durante una situación de emergencia real.

REC 16/2023: Se recomienda a Eliance Helicopter Global Services que establezca las medidas oportunas para asegurar que en cuanto se detecte un fallo de funcionamiento en el sistema de seguimiento de flota, sea informado y rectificado lo antes posible, para asegurar la disponibilidad de datos de vuelo que contribuyan a la mejora de la seguridad aérea.

Asimismo, el fabricante de la aeronave, Airbus Helicopters, durante la investigación propuso una modificación del manual de vuelo en su Apartado 3.3, correspondiente al procedimiento de emergencia a aplicar cuando se activa el modo MAN o se produce un fallo del *governor*, así como el procedimiento de entrenamiento según el SUP 6. Punto 2.4.2. La CIAIAC identificó estas modificaciones como mejoras de los procedimientos y en lugar de proponer una recomendación de seguridad en este informe, la medida se consideró aceptable y se cerró como una acción de seguridad adoptada.

Las modificaciones se describen en el apartado 1.17.2.2. de este informe.

Sin embargo, se ha considerado necesario proponer la siguiente recomendación de seguridad, en relación con el puño de gases utilizado en el doble mando que se instala para entrenamiento:

REC 17/2023: Se recomienda a Airbus Helicopters que evalúe la posibilidad de mejorar el puño de gases del doble mando que se instala para entrenamiento en el helicóptero AS-350-B3 2B, para facilitar la interpretación visual de su posición.