CIAIAC

COMISIÓN DE
INVESTIGACIÓN
DE **A**CCIDENTES
E **I**NCIDENTES DE
AVIACIÓN **C**IVIL

Informe técnico ULM IN-019/2016

Incidente ocurrido el 4 de septiembre de 2016, a la aeronave Pipistrel Sinus 912, matrícula EC-FU9, en El Poyo (Zamora)

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

Informe técnico

ULM IN-019/2016

Incidente ocurrido el 4 de septiembre de 2016, a la aeronave Pipistrel Sinus 912, matrícula EC-FU9, en El Poyo (Zamora)

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
SUBSECRETARÍA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

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

NIPO: 161-17-071-0

Diseño y maquetación: Phoenix comunicación gráfica, S. L.

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

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

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

C/ Fruela, 6
28011 Madrid (España)

Advertencia

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

Índice

Abreviaturas vi

Sinopsis vii

1. Información factual 1

1.1. Antecedentes del vuelo 1
1.2. Lesiones personales 2
1.3. Daños a la aeronave 2
1.4. Otros daños 2
1.5. Información sobre el personal 2
1.6. Información sobre la aeronave 2
1.7. Información meteorológica 3
1.8. Ayudas para la navegación 4
1.9. Comunicaciones 4
1.10. Información de aeródromo 4
1.11. Registradores de vuelo 4
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto 5
1.13. Información médica y patológica 6
1.14. Incendio 6
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia 6
1.16. Ensayos e investigaciones 6
1.16.1. Declaración del piloto 6
1.16.2. Inspección de la aeronave 7
1.16.3. Información sobre los módulos electrónicos 9
1.16.4. Combustible 10
1.16.5. Procedimiento de fallo de motor 11
1.17. Información sobre organización y gestión 11
1.18. Información adicional 12
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces 12

2. Análisis 13

2.1. Análisis del fallo del motor 13
2.1.1. Sistema de combustible 14
2.1.2. Sistema de ignición 15
2.2. Análisis de la gestión de la emergencia 16

3. Conclusiones 19

3.1. Constataciones 19
3.2. Causas/factores contribuyentes 20

4. Recomendaciones de seguridad operacional 21

Abreviaturas

00°	Grado(s)
00 °C	Grado(s) centígrado(s)
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
fpm	Pie(s) por minuto
ft	Pie(s)
GPS	Sistema de posicionamiento por satélite
h	Hora(s)
km	Kilómetro(s)
l	Litro(s)
m	Metro(s)
min	Minuto(s)
ml	Mililitro(s)
P/N	Número de parte
S/N	Número de serie
SB	Boletín de servicio
SI	Instrucción de servicio
seg	Segundo(s)
TWR	Torre de control
ULM	Aeronave ultraligera motorizada
UTC	Tiempo Universal Coordinado

Sinopsis

Propietario y operador:	Privado
Aeronave:	Pipistrel Sinus 912; matrícula EC-FU9
Fecha y hora del incidente:	Domingo, 4 de septiembre de 2016; 11:39 h local[1]
Lugar del incidente:	El Poyo (Zamora)
Personas a bordo:	1 piloto, ileso
Tipo de vuelo:	Aviación general – Privado
Fase de vuelo:	En ruta – Crucero
Fecha de aprobación:	30 de noviembre de 2016

Resumen del incidente

El domingo 4 de septiembre de 2016, el motovelero ultraligero EC-FU9, con el piloto como único ocupante, realizó un aterrizaje de emergencia en un campo cercano a la localidad de El Poyo (Zamora) tras sufrir una parada del motor en vuelo.

La aeronave, que participaba en el XIII Raid Aéreo Noroeste Ibérico, llevaba 1 h y 50 min de vuelo, cuando tuvo la parada completa del motor. Tras 2 min 30 seg la aeronave aterrizaba en emergencia en un terreno arado. La aeronave capotó como consecuencia de la toma y el piloto, que resultó con heridas leves, abandonó la aeronave por sus propios medios.

La investigación ha determinado que la causa probable del fallo del motor fue un problema en el sistema de ignición de la aeronave, en concreto originado en los módulos electrónicos y en el cableado eléctrico de los interruptores de las magnetos en cabina. La inspección del sistema de combustible mostró una cantidad anormalmente baja de combustible en el circuito, indicativa de una posible falta de combustible en la aeronave, pero esta circunstancia no ha podido ser confirmada.

El informe no contiene recomendaciones sobre seguridad operacional.

[1] La referencia horaria utilizada en este informe corresponde a la hora local obtenida del GPS (sistema de posicionamiento por satélite) a bordo de la aeronave. La hora UTC corresponde a dos horas menos de la hora local para el periodo estacional en que ocurrió el incidente.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El domingo 4 de septiembre de 2016, el motovelero ultraligero EC-FU9, con el piloto como único ocupante, despegó a las 09:47 h del aeródromo de Matillas de los Caños (Valladolid-España) con destino el aeródromo de Braganza (Portugal). La aeronave participaba, junto con otras 16 aeronaves, en el XIII Raid Aéreo Noroeste Ibérico[2] y el vuelo correspondía al quinto y último del Raid.

Según la información proporcionada por el piloto, iba volando el último por ser de los pilotos más experimentados del grupo. Había transcurrido aproximadamente una hora de vuelo y los parámetros de funcionamiento del motor eran normales hasta que, cerca de la frontera con Portugal, se produjo una «intermitencia descendente de las revoluciones del motor durante unos 30 seg y, finalmente, se paró»[3]. Comprobó la posición de las magnetos, las indicaciones de cantidad de combustible, la posición de la llave del depósito izquierdo, la cerró y volvió a abrir, abrió la llave del depósito derecho[4] e intentó arrancar el motor en varias ocasiones pero no lo consiguió. Notificó a sus compañeros y a la torre de Braganza la emergencia. Debido a que el terreno era muy accidentado, y a que previamente había identificado campos practicables para aterrizar, decidió realizar un giro de 180° para retroceder.

Seleccionó un campo cerca de una carretera y de un pueblo, con ligera pendiente y aparentemente adecuado para la toma, en el que finalmente aterrizó a las 11:39 h. El lugar se encontraba cerca de la localidad de El Poyo (Zamora), en la línea que unía los aeródromos de Matillas y Braganza[5] y a unos 26 km del aeródromo de destino.

Durante la toma, la aeronave capotó. El piloto, que iba sentado a la derecha, pudo abandonar la aeronave por sus propios medios resultando herido leve. El incidente fue visto por habitantes de la localidad de El Poyo, que acudieron enseguida a socorrer al piloto. La aeronave fue colocada en su posición normal y arrastrada fuera del campo con ayuda de las personas que se acercaron al lugar del incidente y del propio piloto.

---

[2] Organizado por la Fundación Cielos de León y el Aeroclub de Bragança. La planificación del Raid era la siguiente:

- Día 30: Pajares de los Oteros: llegada de participantes.
- Día 31. Los Oteros-Braga.
- Día 1: Braga-Coimbra.
- Día 2: Coimbra-Viseu.
- Día 3: Viseu-Matilla de los Caños.
- Día 4: Matiila de los Caños-Braganza. Festival aéreo y clausura del Raid.

[3] Extraído de la declaración del piloto.

[4] Operaba con el depósito izquierdo.

[5] La distancia entre aeropuertos era de 150 km en rumbo 285° aproximadamente.

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Muertos				
Lesionados graves				
Lesionados leves	1			No se aplica
Ilesos				No se aplica
TOTAL	1			

1.3. Daños a la aeronave

La aeronave resultó con daños menores en el tren de aterrizaje delantero, en una de las palas de la hélice y en la punta de plano izquierdo.

1.4. Otros daños

Ninguno.

1.5. Información sobre el personal

El piloto, de 63 años de edad, tenía una licencia de piloto de ultraligero desde hacía 18 años. En su licencia, emitida por la AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea), constaba la habilitación en multieje de ala fija con validez hasta el 31/08/2017. Su certificado médico estaba en vigor hasta el 21/07/2017.

Según constaba en su libro de vuelos, el piloto acumulaba 1.556 h 51 min de vuelo totales. Tras la compra de la aeronave, había estado durante más de un mes volando con un piloto del aeródromo con objeto de familiarizarse con la aeronave. Con este «doble mando» había acumulado 7 h 35 min y, una vez sólo, desde el 14 de julio, el piloto había realizado 15 h 6 min. Es decir, que en la aeronave EC-FU9 había acumulado 22 h 41 min. Los 6 días previos al incidente estaban registrados los vuelos de desplazamiento desde Camarenilla hasta Los Oteros y el resto de trayectos del Raid, por lo que los 6 días previos al incidente, el piloto había volado todos los días.

1.6. Información sobre la aeronave

La aeronave Pipistrel Sinus 912, S/N 233 SN 9120507, un motovelero ultraligero[6], fue fabricada en el año 2007. No fue puesta en servicio hasta el año 2009 en que fue

[6] El fabricante de la aeronave, PIPISTREL, tenía publicado un manual de vuelo y un documento de mantenimiento de la aeronave. En este manual se incluían, entre otros aspectos, una lista de chequeo, procedimientos normales y de emergencia y un calendario de mantenimiento de aeronave y motor. En cuanto al motor, se adoptaban los criterios y procedimientos de mantenimiento de ROTAX.

comprada por el primer propietario que la matriculó en España ese mismo año. Tenía un certificado de aeronavegabilidad especial restringido emitido en el momento de la matriculación de validez indefinida[7]. Estaba dotada de un motor Rotax 912UL S/N 4408247 y un paracaídas balístico.

La aeronave había tenido tres propietarios:

- El primero compró la aeronave en el año 2009. Realizó el mantenimiento[8] de la aeronave en Aviasport[9] desde el 2009 hasta el 2012 en que la vendió. De este periodo se conocen los mantenimientos realizados ya que están en los registros del representante en España de la aeronave y motor.
- El segundo propietario tuvo la aeronave entre 2012 y 2016. Este propietario no mantuvo la aeronave en Aviasport (a excepción de una instalación de frenos nueva). Se desconoce quién había realizado el mantenimiento de la aeronave y qué mantenimiento se realizó.
- El tercer y último propietario compró la aeronave el 12/05/2016 y, desde entonces, había estado basada en el aeródromo de Camarenilla (Toledo). Contaba con un seguro en vigor en el momento del incidente.

Según constaba en el libro de la aeronave, ésta contaba con 397 h 06 min de funcionamiento total. En el libro de aeronave no constaba registro de ninguna acción de mantenimiento realizada sobre la aeronave o el motor. El tercer propietario no tenía el libro de motor porque el segundo propietario no se lo había proporcionado con la compra. Por lo tanto, la información sobre el mantenimiento de la aeronave con los dos últimos propietarios proviene de la información oral que el último propietario proporcionó tras el incidente:

- El número de horas de motor y aeronave era el mismo.
- El propietario anterior le había contado que con fecha del 25/07/2015, a las 353 h 14 min de motor y aeronave, se había hecho una revisión de 100 h al motor por parte de un mecánico.
- Tras la compra de la aeronave, el propietario le había ajustado la holgura en los pedales y le había cambiado el sensor de temperatura del aceite para instalarle un indicador analógico.

1.7. Información meteorológica

Las condiciones meteorológicas no eran limitativas para el vuelo visual.

[7] De acuerdo con la normativa de aeronaves ultraligeras.
[8] La normativa establece que el mantenimiento de este tipo de aeronaves puede realizarse por cualquier persona u organización y debe estar formada por el propietario de la aeronave como último responsable del mismo.
[9] Aviasport es representante y distribuidor oficial de los fabricantes Rotax y Pipistrel en España.

1.8. Ayudas a para la navegación

No aplica.

1.9. Comunicaciones

La aeronave iba en comunicación radio con la torre de Braganza y con el resto de aeronaves del Raid. Se produjeron dos comunicaciones: en la primera, la aeronave informó que iba a realizar un aterrizaje de emergencia tanto a la Torre de Braganza como al resto de pilotos y en la segunda, tras la toma, comunicó que estaba bien y sus coordenadas (que obtuvo con el GPS).

1.10. Información de aeródromo

No aplica.

1.11. Registradores de vuelo

El piloto llevaba un GPS Garmin eMap, S/N 99223726 que registró el vuelo del incidente[10] y del cual se ha podido extraer la siguiente información:

09:47:26 h Despegue desde Matilla de los Caños a 730 m de elevación. La aeronave mantendría un rumbo de 280° hasta producirse el fallo del motor.

10:57:07 h La aeronave sobrevoló el río Duero. Desde este punto hasta el aeródromo de destino, el vuelo se desarrolló sobre una zona montañosa y abrupta donde el terreno se elevaba hasta valores máximos de 890 m de elevación.

11:37:00 h Punto de máxima altitud de la trayectoria: 1.234 m[11]. A partir de aquí la aeronave inició un viraje hacia la izquierda de 180° y se produjo pérdida de altitud. En base a la descripción del piloto y estos datos, se considera que el fallo de motor se produjo en el entorno de esta posición.

11:37:37 h Fin del viraje de 180°. La aeronave se encontraba a 1.160 m de altitud[12].

[10] Del vuelo quedaron registrados 5 tramos, correspondientes a los momentos en que el piloto encendió el GPS. Habitualmente no volaba con el GPS, sino que lo encendía periódicamente para confirmar su posición. El último tramo registró el incidente.

[11] Considerando que la elevación del terreno eran 827 m, la aeronave se encontraba volando 407 m (1.357 ft) sobre el terreno.

[12] Sobre un terreno de elevación de 844 m. Esto suponía un margen de distancia de 316 m (1.053 ft) sobre el terreno.

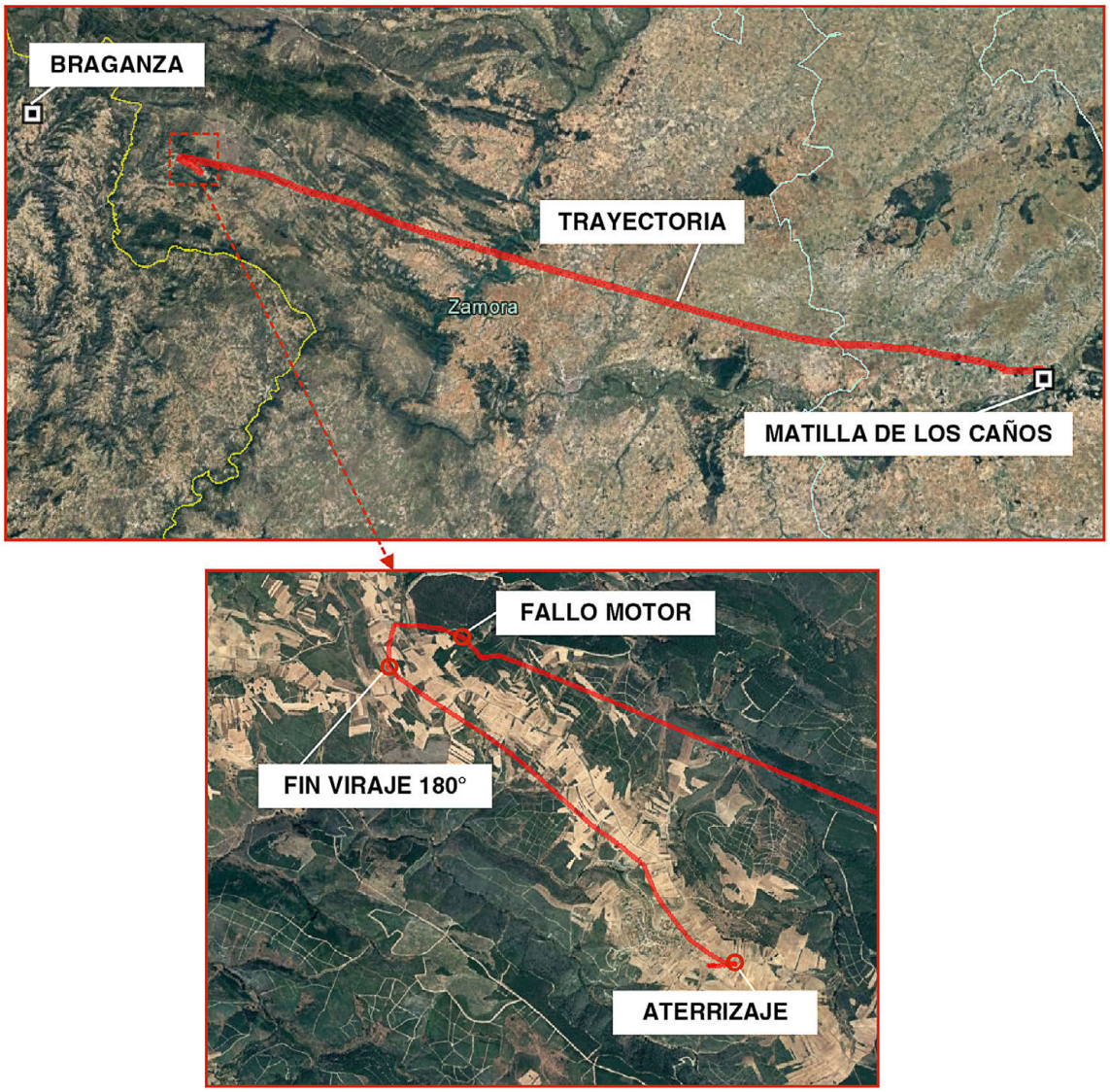

Figura 1. Trayectoria del vuelo

11:39:30 h Aterrizaje de la aeronave tras 2 min y medio después del punto estimado del fallo del motor. La aeronave mantuvo un régimen de descenso de 437 fpm (pies por minuto), un rumbo prácticamente constante de 120° y una velocidad respecto al suelo de 114 km/h. Los registros muestran que la aeronave no realizó ningún circuito de tráfico sobre el campo, sino que la toma se realizó directamente desde el trayecto de larga final.

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

La superficie donde aterrizó la aeronave era de tierra blanda y removida y no estaba cultivada. La dirección de aterrizaje era paralela a los surcos. Distaba 100 m de la carretera ZA-P-2435 y menos de 500 m de la localidad de El Poyo.

La aeronave rodó unos 10-15 m en el terreno hasta que la rueda de morro se rompió y la aeronave capotó. Los daños en la aeronave eran de menor entidad y habían afectado a:

- Parabrisas delantero: presentaba una rotura.
- Tren de morro: había colapsado.
- Tren principal: se habían fracturado parte de la sujeción del tren al suelo de la cabina.
- Capó inferior del fuselaje delantero: presentaba marcas de tierra, y roturas y aplastamiento de intensidad leve.
- Hélice: una de las palas se había partido cerca de la raíz. La otra permanecía intacta.
- Semialas: el extremo del semiala izquierdo se había fracturado.

1.13. Información médica y patológica

El piloto, que tras el impacto presentaba diversos rasguños y una pequeña herida en la cabeza, recibió asistencia médica en el lugar del incidente y fue trasladado a un hospital en el que se le realizó un reconocimiento. Fue dado de alta.

1.14. Incendio

No se produjo incendio.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

La aeronave y piloto fueron localizados rápidamente debido a que:

- El piloto notificó por radio a TWR Braganza y a sus compañeros de Raid que iba a realizar un aterrizaje de emergencia.
- Tras el aterrizaje el piloto volvió a comunicar que se encontraba bien y las coordenadas en las que se encontraba.
- El aterrizaje se produjo en las cercanías de un pueblo, por lo que fue visto por habitantes del mismo.

Debido a esto, el 112 fue notificado prácticamente de forma instantánea y se desplazaron una ambulancia y personal de la Guardia Civil al lugar del incidente. El cinturón de seguridad y el asiento mantuvieron su integridad durante el incidente.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. *Declaración del piloto*

Parte de la información proporcionada por el piloto se ha incluido en los apartados 1.1, 1.6 y 1.9. En este apartado se incluyen algunos detalles adicionales de la declaración del piloto.

- Casi todas las aeronaves del Raid habían repostado, al igual que él, en Viseu. Ninguna aeronave reportó haber tenido ningún problema con el combustible.
- Estaba seguro que la aeronave tenía combustible.
- Había realizado aterrizajes de emergencia fuera de campo en otras ocasiones y mantuvo la calma.
- Tras dar el viraje de 180° se aproximó al campo haciendo el tramo de larga final.
- En la aproximación al campo fue configurando la aeronave paulatinamente: utilizó 2 puntos de flap y utilizó los aerofrenos.
- No puso la hélice en bandera.
- No drenó combustible antes del vuelo.
- Hizo la prueba de magnetos ante de despegar y no detectó ningún problema.

1.16.2. *Inspección de la aeronave*

Cuando la CIAIAC pudo ponerse en contacto con el piloto fue al día siguiente del incidente y, en ese momento, se habían desmontado los planos de la aeronave y estaba siendo trasladada a su base en el aeródromo de Camarenilla (Toledo). Por lo tanto, no se ha podido confirmar la cantidad de combustible que había en los depósitos de la aeronave.

Se realizaron las siguientes inspecciones:

- El estado general de aeronave y motor era bueno.
- Sistema de lubricación:
  — Nivel de aceite: resultado satisfactorio.
- Sistema de mandos:
  — Continuidad y actuación de mandos sobre el motor: resultado satisfactorio.
- Sistema de combustible:
  — Conductos del sistema de combustible: descartadas obstrucciones parciales o completas que hubiesen podido impedir la llegada de combustible al motor.
  — Se obtuvieron un total de 10 ml de combustible de todo el sistema, incluido el combustible que quedaba en los dos carburadores y el gascolator[13]. El combustible acumulado en el gascolator tenía impurezas que se disolvían con facilidad. El combustible de los carburadores no tenía impurezas.
  — Carburador izquierdo[14]: tenía combustible y éste no presentaba impurezas ni agua. Los flotadores estaban en buen estado y el conducto de ventilación no estaba obstruido. En la prueba de estanqueidad se detectó que no sellaba completamente.
  — Filtro del carburador izquierdo: en buen estado y no presentaba síntomas de haber tenido combustible.

[13] Gascolator es un filtro perteneciente al sistema de combustible.
[14] Referencia visto el motor desde la posición del piloto.

— Carburador derecho: tenía una pequeña cantidad de combustible en la cubeta, los flotadores estaban en buen estado y el conducto de ventilación estaba libre. La prueba de sellado indicaba que el carburador sellaba correctamente.
— Filtro del carburador derecho: en peor estado que el izquierdo y mostraba signos de haber tenido combustible.
— Gascolator: el filtro estaba en buen estado. En la cubeta había impurezas pero no suficientes como para parar el motor. Tenía taponado un orificio que debía estar libre. Estaba taponado con un tapón de impurezas que se deshacían.
— Bomba mecánica de combustible, P/N 892542 S/N 07.000639: se desmontó para prueba en taller.

- Sistema de encendido:
  — Bujías: su desmontaje mostró que estaban en buen estado.
  — Funcionamiento del sistema de encendido: no llegaba corriente a las bujías.
  — Interruptores de las magnetos en cabina: se probaron distintas posiciones de los interruptores de las magnetos en cabina y mostraron fallos intermitentes de funcionamiento, es decir, a veces presentaban derivaciones a tierra y a veces no.
  — Bobina de baja: funcionamiento correcto.
  — Módulos electrónicos de encendido (Ducati 966726 06.0865 y Ducati 966726 06.0897)[15]: Estaban instalados en distinta posición a lo indicado en la documentación del fabricante. Se encontraban en posición vertical (en lugar de horizontal) y el cableado de encendido se encontraba encima de los módulos (en lugar de a un lado como indicaba el fabricante). Faltaba uno de los dos tornillos y arandelas de sujeción de los módulos y, como consecuencia, se encontraban ligeramente desplazados de su posición de montaje. Los módulos de encendido no proporcionaban chispa en las bujías por lo que se desmontaron para su inspección posterior en taller.

Los módulos de encendido y la bomba mecánica de combustible se desmontaron de la aeronave para someterlas a un test de funcionamiento:

- Los módulos electrónicos, a una temperatura ambiente de 22 °C, no producían chispa. Después de calentarlos con una pistola de calor, sí la producían. Se dejaron enfriar de nuevo, se volvieron a probar y no funcionaron.
- La bomba mecánica de combustible funcionó correctamente manteniendo una presión de 0,3 bar[16]. La bomba de combustible, cuyo número de serie indicaba ser anterior al 2008, debía haber sido reemplazada tanto por haber superado el número máximo de 5 años (de acuerdo con el manual de mantenimiento) y además por estar afectada por un boletín de servicio[17] emitido en el año 2013.

[15] Los módulos que llevaba instalada la aeronave eran los nuevos módulos indicados en la instrucción de servicio SI-912-013.
[16] Presiones mínima y máxima de 0.2 y 0.4 bar respectivamente.
[17] SB-912-063 Replacement of fuel pumps for ROTAX engine type 912 (series). Este boletín de servicio indicaba la sustitución inmediata de la bomba para aquellas que llevasen funcionando más de 5 años y a lo más tardar antes de mayo de 2014 para aquellas bombas que habían sido reemplazadas a los 5 años. El motivo es que se habían detectado problemas de funcionamiento de las bombas.

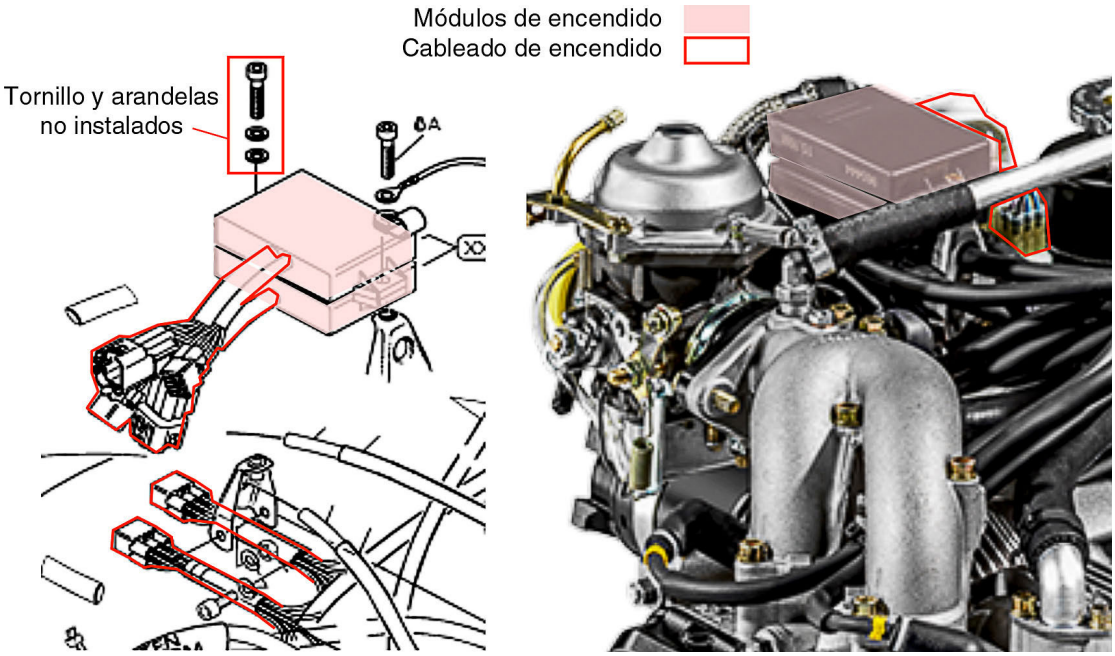

Figura 2. Instalación módulos y cableado de encendido según Rotax

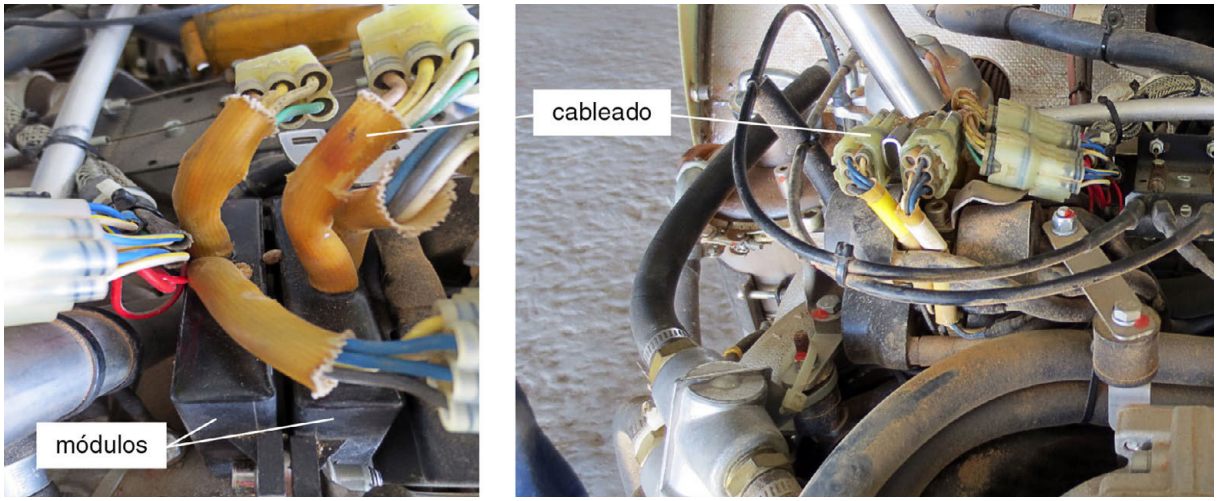

Figura 3. Instalación módulos y cableado de encendido en el motor de la aeronave EC-FU9

1.16.3. *Información sobre los módulos electrónicos*[18]

Problemas de funcionamiento por exceso de temperatura

El Manual de Instalación del motor establecía una temperatura máxima ambiente que podían soportar los módulos electrónicos de 80 °C. ROTAX había tenido antecedentes

[18] Los módulos electrónicos son parte del sistema de encendido. El manual de mantenimiento de ROTAX define que «en principio, la unidad de encendido no requiere de mantenimiento».

de fallos en los módulos electrónicos debido a un exceso de temperatura por problemas de refrigeración. El exceso de temperatura había provocado problemas en el encendido de los motores y, en algunos casos, el fallo completo del encendido y la parada del motor. Como consecuencia, en enero de 2013 ROTAX había emitido un INFORMATION RELEASE para realizar, antes del 1 de abril de 2013, una comprobación de la temperatura alcanzada durante el funcionamiento del motor. Si ésta era superior al límite de 80°C, los módulos debían ser reemplazados y se debía ajustar el diseño de la instalación de los módulos para que recibiesen la correcta refrigeración.

Según el representante ROTAX en España, esta información había sido publicada en su página web, en la revista que editan y había sido enviada a través de un correo electrónico a todos los potenciales afectados, incluido el tercer propietario. Además, durante 6 meses se había hecho una campaña de difusión de esta información, realizando descuentos en la compra de los módulos para aquellos propietarios afectados.

En experiencia del proveedor ROTAX en España, nunca les habían reportado problemas de funcionamiento de los módulos electrónicos en vuelo. La información de los usuarios es que siempre se manifestaban los problemas en el arranque.

Instalación de los módulos electrónicos en las aeronaves PIPISTREL SINUS 912

Según la información proporcionada por PIPISTREL, que también es representante ROTAX en Eslovenia, la instalación en horizontal o vertical de los módulos electrónicos no influye en su funcionamiento.

Confirmó que en las aeronaves SINUS 912 la instalación de los módulos electrónicos siempre se había realizado en vertical y que esta modificación era conocida por ROTAX. Se solicitaron fotografías de las aeronaves recién fabricadas y se confirmó que la instalación de los módulos en las aeronaves nuevas era idéntica a la que existía en la aeronave EC-FU9. En el año 2001 se realizó una prueba de temperatura de funcionamiento de los módulos y se comprobó que ésta era inferior al límite máximo de 80 °C que define ROTAX.

PIPISTREL no había tenido ninguna notificación sobre problemas de funcionamiento de los módulos ni les habían solicitado ninguna modificación de instalación de los módulos como consecuencia del INFORMATION RELEASE emitido por ROTAX.

1.16.4. *Combustible*

Según el piloto, la aeronave se había repostado al completo[19] (60 l) dos días antes del incidente, en Viseu. Tras el repostaje, la aeronave había volado desde Viseu hasta Matilla

[19] La aeronave tenía dos tanques de combustibles de 30 l de capacidad cada uno.

de los Caños el día 3/09/2016. Esto supuso 2h 16 min. El día del incidente la aeronave voló 1 h 50 min.

Considerando el valor del consumo de combustible a régimen de crucero (9,2 l/h) y el tiempo de vuelo desde el último repostaje (4 h 6 min), se estima un gasto de combustible de 37,72 l y, por lo tanto, un remanente de 22 l.

1.16.5. *Procedimiento de fallo de motor*

El fabricante de la aeronave, en su página web, tiene publicado el manual de vuelo de la aeronave e, incluido en él, procedimientos normales y de emergencia. En el caso de fallo de motor en vuelo, existe definido un procedimiento de fallo de motor en vuelo («engine failure in flight») y para aterrizaje fuera de campo («landing out»).

Fallo de motor en vuelo («engine failure in flight»)

- Establecer la velocidad adecuada modificando el ángulo de cabeceo y elegir un campo para aterrizar.
- Asegurarse de que el interruptor general («master switch») está en la posición de ON, que las válvulas de combustible están abiertas y que los interruptores de magnetos («magneto switchs») están en la posición de ON.
- Si la hélice sigue girando por efecto del aire, probablemente exista un problema con el sistema eléctrico o de combustible. Hay que verificar la cantidad de combustible y asegurarse que ambas válvulas están abiertas y que los interruptores de magnetos están en ON. Rearrancar el motor. En el caso de no arrancar, realizar el procedimiento de aterrizaje fuera de campo.

Aterrizaje fuera de campo («landing out»)

- Cerrar válvulas de combustible.
- Interruptor general («master switch») en OFF.
- Mantener la velocidad adecuada.
- Abandonar la aeronave inmediatamente después de aterrizar.

1.17. Información sobre organización y gestión

No aplica.

1.18. Información adicional

No aplica.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No aplica.

2. ANÁLISIS

El análisis del incidente ocurrido a la aeronave EC-FU9 el día 4 de septiembre de 2016 se ha realizado en base a la información disponible de la aeronave y del incidente, que ha consistido en la información documental de la aeronave, en la declaración del piloto, en los datos registrados por el GPS, en los resultados de la inspección del motor y en la información proporcionada por los fabricantes de la aeronave y el motor sobre problemas similares.

Los análisis y conclusiones de la información obtenida han permitido descartar por completo la contribución de algunos aspectos al incidente. Respecto a otros, por el contrario, el hecho de que la aeronave se desplazase y trasladase tras el incidente así como la falta de información documental sobre el mantenimiento de la aeronave, han limitado las conclusiones.

El análisis se ha planteado en dos áreas:

- En el análisis del fallo del motor.
- En el análisis de la gestión de la emergencia y el aterrizaje.

2.1. Análisis del fallo del motor

Debido a la naturaleza de la operación que realizaba la aeronave, para la que no era obligatorio llevar ningún tipo de registrador de datos, para el análisis del fallo del motor se ha partido de la descripción que realizó el piloto sobre el comportamiento del motor durante el fallo y los resultados de la inspección del mismo. Posteriormente, estos resultados se contrastaron con los datos sobre antecedentes que facilitaron los fabricantes de la aeronave y motor.

La descripción del incidente realizada por el piloto, al que se considera una persona cualificada por su experiencia, descartaba roturas estructurales internas del motor (ya que en este caso la hélice no hubiese girado libremente) y era compatible con problemas relacionados con el sistema de combustible, con el sistema de ignición o una combinación de ambos:

- Una falta de suministro de combustible a los cilindros, bien por falta de combustible o bien por una obstrucción o problema de funcionamiento de cualquiera de los elementos del sistema.
- Un problema relacionado con la calidad o la presencia de sustancias (como agua) en el combustible.
- Un fallo en el sistema de ignición que impidió la combustión.

2.1.1. *Sistema de combustible*

La cantidad de combustible remanente encontrada en el sistema de combustible era muy poca (10 ml). El circuito se había vaciado por completo y sólo quedaba combustible en el gascolator y en los dos carburadores. Esta sería una de las posibilidades que habría explicado el fallo del motor. Sin embargo, esta hipótesis no se pudo confirmar debido a que no se pudo comprobar la cantidad de combustible que quedaba en los planos tras el incidente.

La información proporcionada por el piloto sobre el último repostaje y las horas de vuelo posteriores daban una estimación de combustible suficiente (22 l) para realizar el vuelo completo sin problemas. Si se da como cierta la información declarada por el piloto, la única explicación posible a la escasa cantidad de combustible remanente en el sistema sería que el tiempo en que quedó la aeronave en posición invertida fue suficiente para que, a través de la ventilación de los depósitos, y puesto que el sistema es un sistema por gravedad, el circuito se vaciase por completo. A pesar de que, según las declaraciones obtenidas, la aeronave fue puesta en su posición normal con ayuda de los habitantes de El Poyo, se desconoce el tiempo en que la aeronave permaneció en posición invertida. Por muy rápido que se realizase esta maniobra, se entiende que trascurriría cierto tiempo, ya que en estas circunstancias, cuando ocurre un accidente aéreo, lo primero es asegurar y comprobar el estado del piloto y, una vez hecho, proponer la movilización de la aeronave.

Por lo tanto, la posibilidad de la falta de combustible en la aeronave como origen del fallo está avalada por el remanente excesivamente bajo de combustible en el sistema, pero podría haberse producido también debido al tiempo en que la aeronave estuvo en posición invertida. Ninguna de estas dos opciones se ha podido confirmar durante la investigación.

Otra de las posibilidades hubiese sido que, incluso con combustible en la aeronave, éste no hubiese llegado, por falta de presión, por un mal funcionamiento de algún elemento del sistema o por algún tipo de obstrucción en el circuito. Estos casos se descartaron, ya que todos los elementos del sistema funcionaban adecuadamente e, incluso la bomba de combustible, que había excedido el tiempo máximo de vida útil, proporcionaba la presión adecuada.

Se considera que la presencia de impurezas en el combustible detectadas en el gascolator, por cantidad y por textura, no era suficiente como para haber producido la parada completa del motor y la imposibilidad de arranque posterior. Incluso si hubiese afectado a alguno de los carburadores habrían producido vibraciones en el motor, y este síntoma no se produjo en el vuelo del incidente. Por lo tanto, se descartan como elementos de influencia en el incidente.

Debido a la poca cantidad de combustible en la aeronave no se pudo realizar un análisis del mismo y no se han podido descartar otras circunstancias relacionadas con el estado del combustible, como podría haber sido la presencia de agua. El piloto no hizo el drenaje antes del iniciar el vuelo, lo que habría eliminado agua en el combustible de haber habido. El hecho de que el repostaje en Viseu se realizase no sólo por la aeronave EC-FU9, sino también por otras aeronaves del Raid, y que ninguna tuviese problemas en el motor, descarta un mal estado del combustible de origen.

Por último, se descartaron problemas de reglaje o de continuidad entre las palancas de actuación del motor en cabina hasta el motor.

2.1.2. *Sistema de ignición*

Los módulos electrónicos de encendido de la aeronave EC-FU9 no funcionaban. El fallo de estos componentes explicaría la falta de aparición de chispa en las bujías, la falta de combustión en los cilindros y, por lo tanto, la parada del motor. El propietario no informó de problemas similares previamente durante la investigación. La ausencia de registros de mantenimiento desde los últimos 5 años tampoco ha permitido indagar sobre antecedentes relacionados con el funcionamiento previo de los módulos.

El sistema de ignición es un sistema doble, donde cada módulo electrónico alimenta a la mitad de las bujías, por lo que es extremadamente improbable que se produzca el fallo simultáneo de los dos elementos a la vez. Además, los módulos electrónicos se comprueban diariamente en la inspección prevuelo, mediante la prueba de magnetos. La ausencia de registradores de vuelo ha impedido confirmar que, efectivamente, esta prueba se realizase. Únicamente se pudo contar con la declaración del piloto que informó que sí se realizó y que esta prueba no mostró ningún problema.

Lo que sí comparten los módulos es la instalación, ya que ambos se encuentran unidos entre sí y en la misma zona del motor, sometidos a las mismas condiciones ambientales. Respecto a esto, ROTAX había requerido una prueba de temperatura de funcionamiento de los módulos para comprobar que éstos trabajaban a una temperatura adecuada. Se habían producido paradas completas de motores en vuelo debido a daños en los módulos electrónicos por haber estado sometidos a un exceso de temperatura en el compartimento del motor. Esta prueba, debido a la falta de registros, se desconoce si se realizó por el anterior propietario, y se confirmó que el actual tampoco la había realizado. El fallo simultáneo que mostraban los módulos electrónicos de la aeronave EC-FU9, apuntaba a que el origen del fallo estaba en alguna condición común a los dos elementos, como sería la instalación.

Además, se detectó que faltaba uno de los dos tornillos de sujeción de los módulos y que éstos se encontraban desplazados respecto a su posición de diseño. La presencia

de marcas del tornillo en su alojamiento indicaba que el tornillo había estado instalado en su momento y que se había desprendido posteriormente. Se desconoce en qué momento se pudo desprender el tornillo y no se ha podido comprobar si realmente se comprobó en la inspecciones periódicas. La ausencia de este tornillo podría aumentar el efecto de las vibraciones en vuelo sobre estos elementos pudiendo haber afectado a la continuidad de los cables de ignición o soldaduras internas de los módulos.

Por último, los interruptores de actuación sobre las magnetos presentaban fallos eléctricos intermitentes, lo que pudo igualmente haber podido contribuir al incidente.

2.2. Análisis de la gestión de la emergencia

Los datos del GPS y la descripción del evento realizada por el piloto permitieron identificar la zona donde se produjo el fallo del motor y confirmaron los datos que había dado el piloto sobre el vuelo, sobre el fallo y sobre la trayectoria realizada tras el fallo.

Se ha calculado que la aeronave llevaba en vuelo 1 h 50 min cuando se produjo el fallo. Los márgenes de seguridad respecto al terreno fueron en todo momento superiores a los 1.000 ft, y por lo tanto, adecuados. El punto donde se produjo el fallo del motor era una zona montañosa y abrupta que se extendía hacia delante en el rumbo que llevaba, por lo que la decisión de realizar un cambio de sentido y retroceder se considera muy acertada. El piloto mostró comportamientos precavidos durante el vuelo como es el hecho de ir identificando campos donde aterrizar en caso de suceder alguna emergencia. Esta rutina le permitió realizar la toma de decisiones muy rápidamente tras aparecer el fallo y, además, debió contribuir a tranquilizarle. Así mismo, el hecho de comunicar por radio la emergencia se consideran buenas prácticas por parte del piloto.

Era una persona altamente experimentada en ultraligeros y, aunque en el modelo de esta aeronave tenía muy pocas horas (22 h), no pareció afectar a su capacidad para gestionar adecuadamente la emergencia. El hecho de que tras la compra de la aeronave dedicase un mes a volar con otro piloto, en algo similar a un doble mando, a pesar de su alta experiencia en otras aeronaves, muestra prudencia y sensatez con respecto a la actividad de vuelo.

El piloto describió que mantuvo la calma durante toda la emergencia y fue configurando la aeronave durante la aproximación. En la elección del campo, según la descripción del piloto, consideró aspectos como cercanía a poblaciones y carretera, lo que indica el estado de calma con el que se enfrentó a la emergencia. Los pocos daños con que resultó la aeronave, para incluso haber capotado, indican que la toma se realizó a la menor velocidad posible y con poca energía lo que contribuyó a minimizar los daños sobre el propio piloto además de a la aeronave.

Respecto a esta, no se detectó ningún problema relacionado con la integridad de los dispositivos de seguridad (cinturón o asientos) que hubiesen afectado al piloto. El paracaídas balístico, con el que iba equipada la aeronave, no fue utilizado en ningún momento ni tampoco fue una opción que considerase el piloto precisamente por la sensación de control y seguridad con la que se enfrentó a la emergencia. El resultado de la emergencia fue satisfactorio y, a pesar de que no se aplicó estrictamente el procedimiento de emergencia (en cuanto a la batería que se mantuvo y la hélice que no se abanderó) no afectó en el incidente.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

General:

- La aeronave estaba en posesión de los certificados necesarios para realizar el vuelo.
- El piloto estaba en posesión de las licencias necesarias para realizar el vuelo.
- El piloto tenía alta experiencia en aeronaves ultraligeras, aunque escasa en la aeronave del incidente.
- No se ha podido conocer el historial de mantenimiento de la aeronave.
- La aeronave acumulaba 353 h, 9 años desde su fabricación y 7 años desde su puesta en operación.

Sobre el vuelo:

- Las condiciones meteorológicas no fueron de influencia en el incidente.
- La parada del motor se produjo tras 1 h 50 min de vuelo.
- El piloto notificó por radio la emergencia y su posición tras el aterrizaje.
- El piloto seleccionó un campo que previamente había visto, cerca de una carretera y de un pueblo.
- La aeronave capotó tras la toma.
- La localización y rescate de la aeronave y piloto se iniciaron inmediatamente.
- La toma se realizó con poca velocidad, lo que contribuyó a que el impacto fuese con poca energía.
- La aeronave fue colocada en su posición normal, desplazada y trasladada tras el incidente.

Sobre el motor:

- Los módulos electrónicos de encendido no funcionaban, faltaba un tornillo de fijación y estaban desplazados respecto de su posición normal.
- Había antecedentes de problemas de funcionamiento de los módulos electrónicos por sobre-temperatura.
- El fabricante del motor había requerido la realización de una comprobación de la temperatura de los módulos de la que no existe constancia que se realizase por ninguno de los propietarios.
- La bomba mecánica de combustible proporcionaba la presión correcta de combustible a pesar de que había excedido el tiempo máximo de vida útil.
- El sistema de combustible se había vaciado por completo a excepción del remanente en el gascolator y en los dos carburadores.
- Los elementos del sistema de combustible funcionaban adecuadamente.
- No se pudo comprobar la cantidad de combustible en la aeronave.

3.2. Causas/factores contribuyentes

La causa probable del incidente de la aeronave EC-FU9 fue un problema en el sistema de ignición, que impidió la aparición de chispa en las bujías y por tanto de la combustión, debido a:

- El fallo de los dos módulos electrónicos de encendido, probablemente por:

  — Un exceso de temperatura en el compartimento del motor durante un largo periodo de tiempo que no fue detectado ni corregido.
  — La defectuosa instalación de los módulos debido a la falta de uno de los tornillos de sujeción.

- El cableado eléctrico defectuoso de los interruptores de las magnetos.

Adicionalmente, la investigación no ha podido tener elementos de comprobación suficientes para descartar o confirmar la falta de combustible en la aeronave como elemento de influencia en el incidente.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

La investigación ha puesto de manifiesto la necesidad de que los propietarios de aeronaves ultraligeras, como últimos responsables del mantenimiento de la aeronavegabilidad de sus aeronaves, tengan información actualizada de cualquier actuación necesaria sobre la aeronave o motor, relacionada con el mantenimiento, que emitan los fabricantes de las mismas.

Esta necesidad ya había sido identificada en otras investigaciones de la CIAIAC y, en consecuencia, se han emitido las siguientes dos recomendaciones sobre seguridad operacional, de referencias REC 34/15 y REC 35/15, que también serían de aplicación a este caso:

REC 34/15. Se recomienda a la Dirección General de Aviación Civil que se asegure de que en el Real Decreto sobre aeronavegabilidad de ultraligeros, aeronaves de construcción por aficionados y aeronaves históricas, actualmente en proyecto a iniciativa de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, se ha incluido la obligación a los propietarios u operadores de aeronaves ULM de establecer una suscripción a un canal de comunicación con el fabricante para la recepción de información actualizada por su parte como, por ejemplo, boletines e instrucciones de servicio.

REC 35/15. Se recomienda a la Agencia Estatal de Seguridad Aérea que incluya en el Real Decreto sobre aeronavegabilidad de ultraligeros, aeronaves de construcción por aficionados y aeronaves históricas, actualmente en proyecto, la obligación a los propietarios u operadores de aeronaves ULM a establecer una suscripción a un canal de comunicación con el fabricante para la recepción de información actualizada por su parte como, por ejemplo, boletines e instrucciones de servicio.

Debido a que ambas recomendaciones han sido aceptadas por los destinatarios de las mismas, y que han informado que estas recomendaciones serán consideradas durante la preparación del borrador de propuesta de Real Decreto sobre aeronavegabilidad de ultraligeros, aeronaves de construcción por aficionados y aeronaves históricas, no se considera necesario volver a emitirlas.