CIAIAC

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

Informe técnico ULM A-011/2019

Accidente ocurrido el día 8 de junio de 2019 a la aeronave ULM, Tecnam P-92 Echo Super, matrícula EC-IPR, en las proximidades del aeródromo de Casarrubios del Monte (Toledo)

GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ©

NIPO: 796-20-057-6

Diseño, maquetación e impresión: Centro de Publicaciones

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

Tel.: +34 91 597 89 63 E-mail: ciaiac@mitma.es C/ Fruela, 6
Fax: +34 91 463 55 35 http://www.ciaiac.es 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. 4
Sinopsis. 5
1. INFORMACIÓN FACTUAL..... 7
1.1. Antecedentes del vuelo 7
1.2. Lesiones personales 10
1.3. Daños a la aeronave 10
1.4. Otros daños 10
1.5. Información sobre el personal..... .10
1.6. Información sobre la aeronave 11
1.7. Información meteorológica.....14
1.8. Ayudas para la navegación.....15
1.9. Comunicaciones..... 15
1.10. Información de aeródromo.....15
1.11. Registradores de vuelo 15
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto 15
1.13. Información médica y patológica.....17
1.14. Incendio.....17
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia 17
1.16. Ensayos e investigaciones.....17
1.17. Información sobre organización y gestión 19
1.18. Información adicional 19
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces.....20
2. ANÁLISIS 21
2.1. Análisis del fallo del motor.....21
2.2. Análisis de la gestión de la emergencia.....23
2.3. Cuestiones sobre aspectos de supervivencia.....24
3. CONCLUSIONES 25
3.1. Constataciones.....25
3.2. Causas/factores contribuyentes 25
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL.....27

Abreviaturas

° ' "	Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)
ºC	Grado(s) centígrado(s)
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
CAVOK	Visibilidad, nubes y condiciones meteorológicas actuales mejores que los valores o condiciones prescritos
CS-VLA	Especificaciones de certificación-Aeronaves muy ligeras
DGAC	Dirección General de Aviación Civil
EASA	Agencia Europea de Seguridad Aérea
ft	Pie(s)
h	Hora(s)
hPa	Hectopascal(es)
kg	Kilogramo(s)
km	Kilómetro(s)
km/h	Kilómetro(s)/hora
LEMT	Indicador de lugar del aeródromo de Casarrubios del Monte (Toledo)
m	Metro(s)
m^2	Metro(s) cuadrado(s)
MAF	Multiejes de ala fija
METAR	Informe meteorológico ordinario de aeródromo (en clave meteorológica aeronáutica)
MHz	Megahercio(s)
O.M.	Orden ministerial
OACI	Organización Internacional de Aviación Civil
QNH	Reglaje de la subescala del altímetro para obtener la elevación estando en tierra (reglaje de precisión para indicar la elevación por encima del nivel medio del mar)
rpm	Revoluciones por minuto
s/n	Número de serie
TULM	Licencia de piloto de ultraligero
ULM	Aeronave ultraligera motorizada
VFR	Reglas de vuelo visual

Sinopsis

Propietario y operador:	Privado
Aeronave:	Tecnam P-92 Echo Super, matrícula EC-IPR
Fecha y hora del incidente:	Sábado, 8 de junio de 2019, 11:35 h [1]
Lugar del accidente:	Proximidades del aeródromo de Casarrubios (Toledo)
Personas a bordo:	2, ilesos
Tipo de vuelo:	Aviación general-Privado
Fase de vuelo:	En ruta-Crucero
Reglas de vuelo:	VFR
Fecha de aprobación:	25 de septiembre de 2019

Resumen del suceso

La aeronave había despegado del aeródromo de Casarrubios del Monte (Toledo) con el piloto y un pasajero a bordo, con intención de hacer un vuelo local de unos 45 minutos de duración.

Tras el despegue se dirigieron hacia el Sur y estuvieron volando por las cercanías de Toledo durante unos 25 minutos. A continuación, pusieron rumbo para retornar al aeródromo de Casarrubios del Monte.

Cuando se encontraban a unos 8 km del aeródromo, el motor de la aeronave empezó a mostrar pérdidas transitorias de potencia. El piloto realizó la lista de emergencia sin conseguir que el motor recuperase el régimen de giro que tenía. No obstante, viendo que la potencia suministrada era suficiente para mantener línea de vuelo, decidió continuar.

Unos 2 km antes de alcanzar el aeródromo se acrecentó la pérdida de potencia del motor y la aeronave empezó a perder altura. Al ver que no podía llegar al aeródromo decidió aterrizar inmediatamente, lo que llevó a cabo en un campo en barbecho con ligera pendiente. Nada más comenzar a rodar, la pata de morro se rompió provocando el capotaje de la aeronave, que quedó detenida en posición invertida.

Los dos ocupantes resultaron ilesos y pudieron abandonar la aeronave por sus propios medios.

La aeronave tuvo daños importantes que afectaron fundamentalmente al tren de aterrizaje, morro, hélice, ambos semiplanos y empenaje vertical.

[1] Todas las horas en el presente informe están expresadas en hora local.

La investigación ha determinado que la causa del accidente fue la realización de un aterrizaje de emergencia y fuera de pista tras la pérdida de potencia del motor de la aeronave, motivada por una obstrucción parcial del sistema de combustible, producida por la acumulación de suciedad en el circuito.

Se considera que el siguiente factor contribuyó al accidente:

- La decisión del piloto de continuar el vuelo en un intento de alcanzar el aeródromo de Casarrubios, lo que supuso una restricción significativa de sus posibilidades de selección de campo de toma.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

La aeronave despegó alrededor de las 11:00 h del aeródromo de Casarrubios del Monte (Toledo), en el que tiene su base, con el piloto y un pasajero a bordo.

Su intención era la de realizar un vuelo local de unos 45 minutos de duración.

Tras el despegue se dirigieron hacia la ciudad de Toledo. Estuvieron volando por esta zona durante algo más de 25 minutos y luego pusieron rumbo Norte para volver al aeródromo de partida.

El piloto informó de que en un momento durante el vuelo observó que los indicadores de combustible mostraban que uno de los tanques tenía bastante más cantidad que el otro. Creía recordar que el más lleno era el izquierdo. Verificó que las llaves de corte de combustible de ambos tanques se encontraban abiertas.

Con el fin de reducir ese desequilibrio, el piloto cerró la llave del depósito que estaba más vacío.

Figura 1. Fotografía de la aeronave tras el aterrizaje fuera de campo

Cuando se encontraban a unos 8 km del aeródromo de Casarrubios del Monte, el motor comenzó a funcionar de una forma intermitente, caracterizada por rápidas y continuas variaciones del régimen de funcionamiento.

Según informó el piloto, revisó todos los indicadores de motor, encontrándolos todos en condiciones normales.

Conectó la bomba eléctrica de combustible, apreciando que no producía ningún efecto. A pesar de haber disminuido el régimen de giro del motor, la potencia que suministraba era suficiente para mantener la altitud de vuelo, que era de 2800 ft, por lo que decidió continuar. El rumbo de la aeronave era aproximadamente 245°.

Su intención era aterrizar por la cabecera 26.

Cuando se encontraban a unos 2 km del aeródromo se produjo un agravamiento del fallo del motor. El piloto miró los instrumentos de cabina, observando que la indicación de presión de combustible era muy baja. No recordaba cuál era la indicación del tacómetro de motor, ni si la aguja oscilaba o se mantenía fija. Conectó la bomba eléctrica de combustible, constatando que no producía ninguna variación en la indicación de presión de combustible.

Creía recordar que había actuado sobre las llaves de combustible, aunque no recordaba con precisión qué acciones había llevado a cabo.

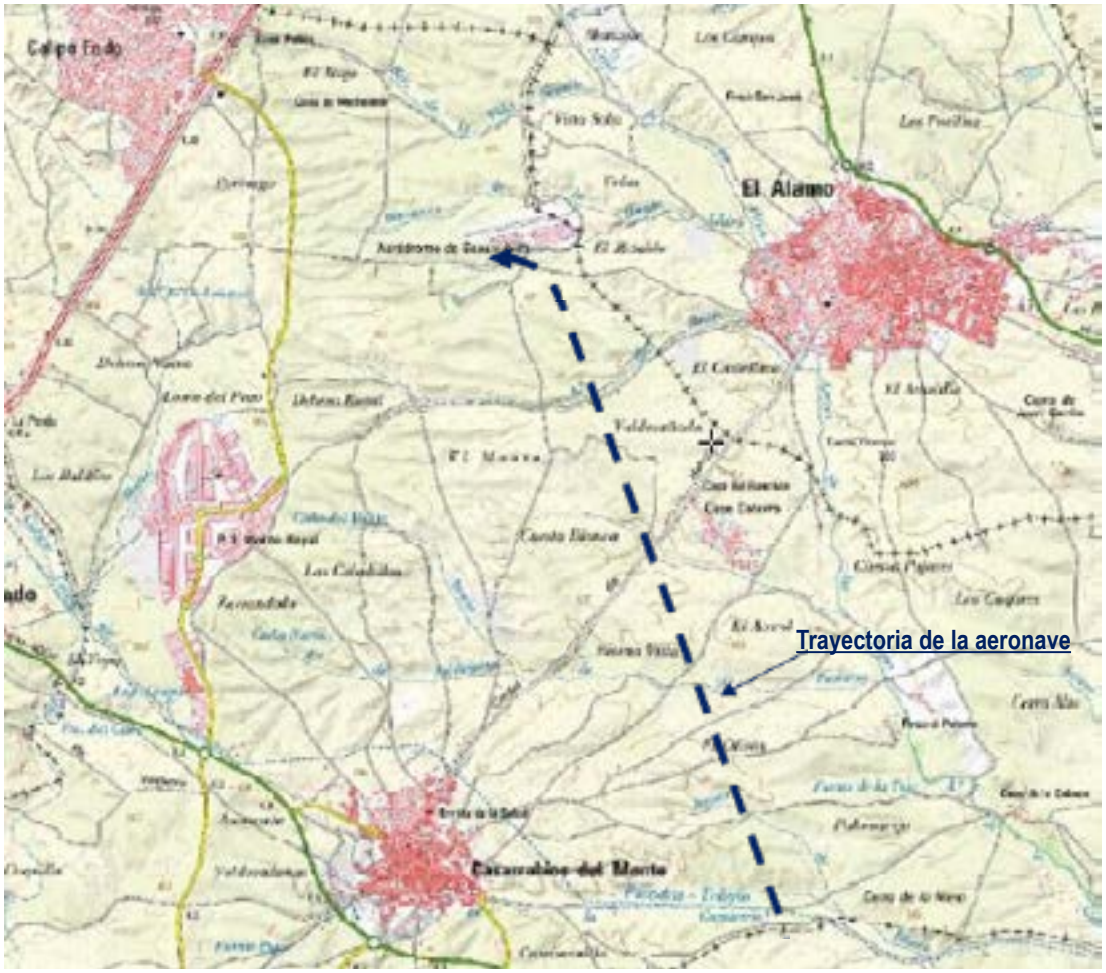

Figura 2. Mapa de la zona en la que se encuentra el aeródromo de Casarrubios en la que se ha señalado la trayectoria de la última parte del vuelo de la aeronave

Movió la palanca de gases hacia delante y hacia detrás. Al hacerlo, notó que el régimen del motor tenía pequeñas variaciones.

El fallo ahora era de tal intensidad, que no permitía mantener altitud y la aeronave comenzó a descender.

Notificó por radio en la frecuencia del aeródromo (123,500 MHz) que se dirigía hacia el campo con fallo de motor. Escuchó respuesta de varios pilotos que le indicaban que dejaban el campo libre para que entrase sin demora.

El piloto descartó el aterrizaje por la pista 26, por el riesgo de llegar excesivamente bajo, en cuyo caso podrían impactar en el talud que hay antes de la franja de la pista.

También desechó la operación por la cabecera 08, al considerar que la altitud de la aeronave era insuficiente para alcanzar ese umbral de pista.

Entonces decidió hacer un ligero viraje para continuar en dirección Oeste siguiendo el valle por el que discurre la carretera de acceso al aeródromo, con objeto de encontrar algún campo donde aterrizar.

Descartó algunos campos excesivamente estrechos; otro más, por estar vallado; la carretera la desechó por estrecha y sinuosa. Finalmente vio un campo en barbecho y con ligera pendiente y decidió aterrizar en él.

Aseguró la cabina. Dio indicaciones al pasajero para que se preparase, extendió el flap, paró el motor y cerró las llaves de combustible y desconectó las magnetos.

Inició la recogida a 80 km/h, tratando de que la velocidad de la toma fuera la mínima posible.

El contacto con el suelo fue suave, pero enseguida vio como el morro del avión caía, se clavaba en el suelo y la aeronave capotaba, a pesar de que mantuvo la palanca de mando totalmente atrás.

El avión quedó detenido inmediatamente después. Comprobó que se encontraba bien y preguntó al pasajero acerca de su estado, respondiendo éste que estaba bien.

Finalmente abandonaron la aeronave por sus propios medios. Al salir ya vieron a varias personas, que se habían desplazado desde el aeródromo, y que se dirigían hacia ellos.

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				No se aplica
Ilesos	1	1	2	No se aplica
Total	1	1	2	

1.3. Daños a la aeronave

La aeronave tuvo daños importantes que afectaron a los siguientes elementos/sistemas:

- Tren de aterrizaje. Desprendimiento por rotura de la pata de morro, así como deformación acusada de la ballesta que conforma la pata izquierda del tren principal.
- Semiplano izquierdo. Fuerte impacto en el borde de ataque, en las proximidades del borde marginal.
- Semiplano derecho. Rotura por pandeo de la riostra. Arrugas de deformación visibles en el intradós en zona cercana al encastre.
- Rotura de la hélice y deformación de uno de los tubos de la bancada del motor.
- Timón de dirección con deformaciones importantes en su parte superior.
- Cabina. Rotura del cristal del parabrisas.

1.4. Otros daños

No hubo más daños.

1.5. Información sobre el personal

El piloto, de nacionalidad española y 25 años de edad, tenía la licencia de piloto de ultraligero (TULM) expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), por primera vez el 14 de marzo de 2018. Tenía anotada la habilitación de multiejes de ala fija (MAF) válida hasta el 31 de marzo de 2020.

El certificado médico de clase 2 también estaba en vigor hasta el 9 de mayo de 2022.

Según la información facilitada, su experiencia total de vuelo en aeronaves ultraligeras era de unas 200 h, todas hechas en aeronaves del mismo tipo que la del suceso.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Información general

La aeronave del accidente, Tecnam P-92 Echo Super, es una aeronave monoplano de ala alta, equipada con un tren de aterrizaje fijo de tipo triciclo, construida en España por la compañía Aero Empordá S.L., en el año 2003, con el número de serie P-92-SP-014.

Este tipo de aeronave tiene otorgado en España un certificado de aeronavegabilidad de tipo. Concretamente el Nº 231-I/1, expedido por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), siguiendo los términos de la O.M. de 14 de noviembre de 1988, por la que se establecen

los requisitos de aeronavegabilidad para las Aeronaves Ultraligeras Motorizadas (ULM). Las bases de esta certificación son la orden ministerial de 14 de noviembre de 1988, modificada por la O.M. de 10 de abril de 1997, y el R.D. 1591/1999.

Sus características generales son las siguientes:

- Envergadura: 9,60 m.
- Longitud: 6,30 m.
- Altura: 2,50 m.
- Superficie alar: 13,20 m^2.
- Peso en vacío: 295,0 kg.
- Peso máximo al despegue: 450 kg.
- Capacidad de combustible: 70 litros, distribuidos en dos depósitos ubicados en el ala.
- Motor: Rotax 912ULS, s/n: 5651482.
- Hélice: bipala de paso fijo de madera.

1.6.2. Información sobre el estado de aeronavegabilidad y mantenimiento

La aeronave tenía un certificado de aeronavegabilidad especial restringido en categoría privado/escuela, emitido el 29 de julio de 2003.

Este certificado es válido siempre que se conserven las especificaciones contenidas en el certificado de aeronavegabilidad tipo.

La aeronave equipaba un motor Rotax 912ULS, con número de serie 5651482, que había sido montado en la aeronave el 12/09/2011, que procedía de otra aeronave. En ese momento el motor tenía 1011 h y 27 minutos de funcionamiento.

A continuación se relacionan las últimas revisiones ordinarias a las que fueron sometidas la célula y el motor.

Fecha	Célula		Motor	
	Tipo de revisión	Horas célula	Tipo revisión	Horas motor
7/10/2018	50 h	2750:19 h	100 h	1200:19 h
23/3/2019	50 h	2800:29 h	50 h	1250:18 h
17/05/2019	50 h	2850:17 h	100 h	1299:25 h

En el momento de iniciarse el vuelo del accidente la aeronave acumulaba 2877 h y 7 minutos y el motor 1325 h y 15 minutos.

1.6.3. *Sistema de combustible*

Este sistema consta de dos depósitos de combustible de 35 litros cada uno, situados en las semialas (ver figura 3).

De cada tanque parte una línea de combustible que baja por el montante delantero de las puertas. En la salida de cada depósito hay instalado un filtro de malla gruesa. Hacia la mitad de la altura de los montantes hay intercaladas llaves de corte de combustible (izquierda y derecha).

Las líneas continúan por detrás del tablero de instrumentos, y se unen a una "T" situada a la altura del puesto izquierdo. De esta"T"parte otra tubería que atraviesa el mamparo cortafuegos y conecta con el vaso decantador *gascolator*, que tiene además un filtro de malla fino.

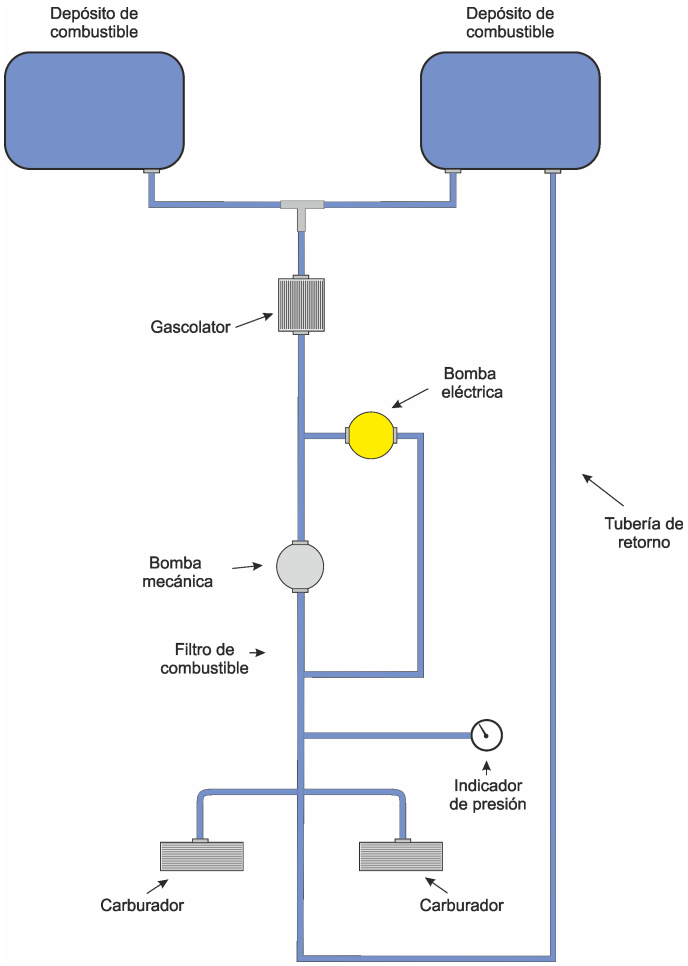

Figura 3. Esquema del circuito de combustible

Del *gascolator* parte una tubería que conecta con la bomba mecánica. Hay un circuito de derivación (*by-pass*) sobre la bomba mecánica en el que está instalada la bomba eléctrica.

Más adelante la tubería se bifurca. Uno de los conductos se dirige hacia el interior de cabina y lleva la señal al indicador de presión. La otra continúa hasta una conexión en cruz, de la que parten tres conductos, dos que se dirigen hacia los carburadores (izquierdo y derecho) y el tercero es el retorno que llega hasta el tanque de combustible izquierdo.

1.6.4. Manual de vuelo

Procedimientos de operación

Los procedimientos de operación de la aeronave están contenidos en la sección 4 del *Manual de vuelo*.

El segundo punto de la lista de comprobación de arranque de motor requiere que las llaves de combustible sean ambas posicionadas en ON.

De acuerdo con dichos procedimientos, las llaves de combustible deben mantenerse abiertas durante la totalidad del vuelo, no estando previsto su cierre hasta después de la parada de motor tras el aterrizaje.

Procedimientos de emergencia

La sección 3 del *Manual de vuelo* de la aeronave contiene los procedimientos a aplicar en caso de emergencia.

Con respecto al fallo de motor, contempla dos situaciones: durante el despegue o inmediatamente después del despegue.

No hay ningún procedimiento para el caso de que el fallo del motor se produzca durante el vuelo.

La emergencia que sí que está prevista es la del aterrizaje forzoso, tanto con motor como sin él. Los procedimientos aplicables son los siguientes:

COSTRUZIONI AERONAUTICHE
TECNAM s.r.l.

MANUAL DE VUELO

P92 Echo
P92 Echo/100
PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA

ATERRIZAJE FORZOSO

ATERRIZAJE FORZOSO SIN MOTOR

1. La velocidad óptima de planeo es de 110 km/h
2. Identificar el terreno más adecuado para un aterrizaje de emergencia, a ser posible contra el viento
3. Válvula de combustible: *OFF*
4. Interruptor de encendido: *OFF*
5. Apretar el cinturón de seguridad; desbloquear las puertas de la cabina
6. Flaps: como corresponda
7. Cuando se esté seguro de que se va a aterrizar, llave interruptor general *OFF*

ATERRIZAJE FORZOSO CON MOTOR

1. Preparar el descenso
2. Flaps como corresponda
3. Identificar el terreno más adecuado para el aterrizaje, sobrevolarlo en busca de obstáculos y para averiguar la dirección del viento
4. Apretar el cinturón de seguridad, desbloquear las puertas de la cabina y abrir la cerradura
5. Antes del contacto con el suelo: válvula de combustible *OFF*
6. Flaps: desplegados
7. Tras el contacto con el suelo: llave interruptor general e interruptor de encendido *OFF*

El *Manual de vuelo* no contiene información acerca del índice de planeo de la aeronave.

1.7. Información meteorológica

Según se puede apreciar en las fotografías, el día del suceso el cielo estaba prácticamente despejado, y la visibilidad era buena.

Los METAR del aeropuerto de Madrid/Cuatro Vientos, que dista unos 26 km del aeródromo de Casarrubios del Monte, correspondientes a las 11:00, 11:30 y 12:00 h, eran los siguientes.

11:00 07007KT 010V120 CAVOK 20/03 Q1021

11:30 VRB05KT CAVOK 21/04 Q1021

12:00 09005KT 010V160 CAVOK 22/05 Q1020

A la vista de ellos se puede concluir que en el entorno horario en el que se produjo el accidente el cielo estaba despejado, el viento era suave de dirección variable, aunque con predominio del Este, visibilidad superior a 10 km, temperatura de unos 21°C y QNH 1021 hPa.

Asimismo, los observatorios meteorológicos de Toledo y Villanueva de la Cañada (Madrid) no registraron ningún fenómeno significativo.

1.8. Ayudas para la navegación

No es de aplicación.

1.9. Comunicaciones

No es de aplicación.

1.10. Información de aeródromo

El aeródromo de Casarrubios del Monte (Toledo), tiene LEMT como indicador de lugar OACI.

Dispone de una pista de vuelo asfaltada, de 600 m de longitud y 23 m de anchura, con orientación 08-26.

La elevación del campo es de 625 m (2050 ft).

El circuito de aeródromo está establecido al norte del campo, su altitud es de 2800 ft.

La frecuencia de comunicaciones aire-aire es 123,500 MHz.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con registrador de datos de vuelo ni con un registrador de voz del puesto de pilotaje, puesto que la reglamentación aeronáutica en vigor no exige su instalación en este tipo de aeronaves.

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

La aeronave aterrizó en una parcela situada al oeste de la pista del aeródromo de Casarrubios del Monte. La elevación de esta parcela es prácticamente la misma que la pista, 625 m.

La aeronave se encontraba en esta parcela, en posición invertida, a una distancia de unos 600 m de la cabecera de la pista 08 del aeródromo. El eje longitudinal de la aeronave se encontraba orientado en dirección Este-Oeste.

De la aeronave solamente se habían desprendido la pata de morro y la mitad exterior de una de las dos palas de la hélice.

Se encontraron las huellas dejadas por las tres patas del tren de aterrizaje. Estas se extendían desde el lugar donde estaba la aeronave hasta una distancia de 30 m en dirección Este.

Figura 4. Fotografía aérea de la zona del accidente

Se revisó el terreno situado por delante de las huellas en busca de otras marcas que pudieran haber sido hechas por la aeronave o de restos desprendidos de esta, no localizándose ni marcas ni restos.

Las marcas correspondientes a las patas del tren de aterrizaje principal comenzaban a la vez, en tanto que la de la pata de morro se iniciaba unos 2,5 m después de estas.

A unos 20 m del inicio de las marcas se encontraba la pata de morro, que se había desprendido debido a su rotura.

Muy próxima a la aeronave se encontró una marca de impacto fuerte, en la que había restos de la caperuza *spinner* de la hélice.

Se comprobó el estado y condición de los mandos e indicadores en cabina, que se encontraban de la siguiente manera:

- Llaves de combustible cerradas.
- Llave de magnetos OFF.
- Mando de gases ralentí.
- Flaps entre la marca de 15° y full.
- Luces OFF.
- Bomba eléctrica de combustible OFF.

1.13. Información médica y patológica

No es de aplicación.

1.14. Incendio

No se produjo incendio.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

La cabina de la aeronave mantuvo su geometría, no mostrando evidencias de daños importantes. El único daño reseñable era la rotura del cristal del parabrisas.

Los asientos se encontraban en condiciones adecuadas, con sus respaldos rectos.

Los cinturones de seguridad estaban desabrochados y se comprobó que su estado y funcionamiento eran correctos.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Inspección de la aeronave

Los restos de la aeronave fueron trasladados hasta un hangar del aeródromo de Casarrubios.

La descripción del fallo que tuvo el motor dada por el piloto parecía bastante consistente con una reducción de los flujos de combustible o de aire al motor.

Por este motivo se decidió llevar a cabo una inspección general de la aeronave y en especial del motor y de los sistemas de combustible e inducción.

Las dos semialas se habían desmontado de la aeronave, sin extraer el combustible que contenían, para lo que fue preciso obturar las tuberías de combustible.

El aspecto general que exhibía el motor era bueno.

Se comprobó que el mando de gases en cabina actuaba correctamente sobre los carburadores.

Se verificó el estado de las entradas de aire a los carburadores, constando que los filtros se encontraban correctamente montados y limpios.

Se abrió el vaso decantador con filtro (*gascolator*), comprobándose que contenía gasolina, aunque en cantidad muy escasa. El combustible estaba limpio. El filtro estaba en perfectas condiciones y no mostraba rastros de partículas atrapadas.

Seguidamente se desmontaron las cubetas de ambos carburadores.

- La del carburador izquierdo contenía muy poca cantidad de combustible. Había suciedad en el fondo.
- La del carburador derecho contenía algo más combustible que la izquierda y no tenía rastros de suciedad.

Se colocaron las semialas sobre unas borriquetas en posición similar a la que tenían en la aeronave. Se abrieron las bocas de llenado, observando que ambos depósitos contenían combustible, y que el izquierdo contenía ligeramente más cantidad que el derecho.

Se comprobó que las tuberías de salida de los tanques estaban exentas y que el combustible fluía sin dificultad. Se comprobó asimismo que los tanques ventilaban correctamente.

Seguidamente se procedió a comprobar el estado de las tuberías entre la salida de los tanques de ala y el *gascolator*. Para tal fin se conectaron ambas tuberías a sendos bidones con combustible y se soltó la tubería a la entrada del *gascolator* y se conectó a un recipiente donde recoger el combustible. Se abrió la llave de corte de combustible correspondiente al tanque izquierdo, observando que salía combustible con normalidad.

Se cerró esta llave y se abrió la del otro tanque. En este caso salió algo de combustible, pero con un flujo sumamente reducido. Manteniendo abierta la llave del tanque derecho se volvió a abrir la llave del tanque izquierdo, observando que el flujo de gasolina aumentaba. Tras varios segundos se observó que algo sólido salía por la tubería.

Se examinó el recipiente en el que se recogía el combustible, observando que había una partícula sólida (ver figura 5).

Figura 5. Fotografías del conglomerado de suciedad encontrado en el sistema de combustible

Este elemento fue examinado con lupa de aumento, observando que estaba formada por acumulación de partículas sólidas de diversos materiales, tales como plásticos, vegetales e incluso restos de insectos.

Después de ello se constató que el combustible fluía sin ninguna restricción por ambas tuberías.

Seguidamente se inspeccionó el resto de tuberías del circuito, comprobándose que todas estaban exentas y en buen estado.

Se comprobó asimismo que las dos bombas, eléctrica y mecánica, funcionaban correctamente.

Finalmente se decidió llevar a cabo una prueba funcional del motor. Se accionó el motor de arranque, observando que el motor arrancaba sin dificultad. Se mantuvo en marcha a un régimen de 2000 rpm. El funcionamiento del motor era normal, sin ruidos o vibraciones anómalos. La presión de combustible se mantenía dentro de límites (0,15 / 0,40 bares) y estable.

Asimismo, la presión de aceite y las indicaciones del voltímetro y amperímetro eran normales.

Se paró y se arrancó de nuevo el motor, repitiéndose este ciclo varias veces, comportándose el motor correctamente durante todo el tiempo.

1.17. Información sobre organización y gestión

No es de aplicación.

1.18. Información adicional

En el año 2016 una aeronave Tecnam P-92-Echo Super sufrió un accidente (referencia ULM A-012/2016) como consecuencia de una parada de motor en vuelo, que fue debida a una incorrecta gestión del combustible, al cerrar el piloto de forma inadvertida las dos llaves de combustible.

El informe de dicho accidente identificó que la ausencia de un procedimiento específico de rearranque del motor en vuelo pudo ser un factor que contribuyera en el suceso.

Este informe, asimismo, puso de manifiesto que la reglamentación de certificación de este tipo de aeronaves, si bien requiere que el *Manual de vuelo* de estas aeronaves incluya, entre otros requisitos, una descripción de los procedimientos de emergencia, no especifica nada acerca de su contenido.

Por dicho motivo el informe contenía las siguientes dos recomendaciones de seguridad, cuya finalidad es que se exija que los procedimientos de emergencia contemplen todas las situaciones de emergencia.

REC 47/16. Se recomienda a la Dirección General de Aviación Civil la modificación de la Orden de 14 de noviembre de 1988, en la que se establecen los requisitos de aeronavegabilidad para las Aeronaves Ultraligeras Motorizadas (ULM), al objeto de que aquellos recogidos en su artículo 10 sean análogos a los que la norma básica de certificación CS-VLA, de EASA, hace en la Subparte G sobre el *Manual de vuelo* de la aeronave.

REC 48/16. Se recomienda a la Agencia Estatal de Seguridad Aérea que tome la iniciativa legislativa con el fin de modificar la Orden de 14 de noviembre de 1988, en la que se establecen los requisitos de aeronavegabilidad para las Aeronaves Ultraligeras Motorizadas (ULM), al objeto de que aquellos definidos en su artículo 10 sean análogos a los que la norma básica de certificación CS-VLA, de EASA, hace en la Subparte G sobre el *Manual de vuelo* de la aeronave.

Tanto la DGAC como AESA respondieron favorablemente a las recomendaciones, indicando que serían tenidas en cuenta en la redacción del nuevo real decreto que estaba en fase desarrollo, y que regulará la aeronavegabilidad inicial de las aeronaves ultraligeras.

A fecha de redacción de este informe, la recomendación 48/16 tiene la condición de cerrada, respuesta satisfactoria, ya que AESA ha iniciado el desarrollo de la reglamentación, en tanto que la recomendación 47/16 tiene la condición abierta, respuesta satisfactoria, en proceso, debido a que la normativa no ha sido publicada aún.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No es de aplicación.

2. ANÁLISIS

2.1. Análisis del fallo del motor

El piloto manifestó que durante el vuelo había observado que había un desequilibrio entre la cantidad de combustible que había en los dos depósitos.

Durante todo el vuelo las llaves de ambos depósitos habían estado abiertas. En esas condiciones el combustible que llegaba al motor procedía de los dos tanques, en proporciones que suelen ser aproximadamente iguales. Esta relación puede variar por circunstancias o condiciones específicas de un vuelo, tales como vuelo con resbale o virajes al mismo lado, que pueden propiciar que se consuma más de un depósito que del otro.

En este caso no parece que se diera ninguna de estas circunstancias, por lo que lo esperable sería que se fuera consumiendo combustible de los dos depósitos en cantidades similares.

El piloto, al ver el desequilibrio, decidió cerrar la llave del depósito más vacío. No recordaba con plena certeza cuál era el más lleno, aunque creía que era el izquierdo.

Durante la inspección de la aeronave se observó que había una restricción significativa del flujo de combustible del tanque derecho, que estaba producida por un conglomerado formado por la aglomeración de partículas de naturaleza diversa.

Posiblemente estaba alojado en la T en la que se unen las dos tuberías que proceden de los depósitos, y se desplazó por sí solo con mucha facilidad cuando se abrieron las llaves de los dos tanques.

De haber estado este conglomerado así de libre antes del accidente, se habría desplazado empujado por el combustible hasta quedar atrapado en el filtro que hay en el *gascolator*.

Es probable que los impactos y aceleraciones sufridas por la aeronave durante la toma fuera de campo ayudaran a que se desprendiera.

De lo que no hay duda es de que este conglomerado de suciedad se encontraba en algún punto del circuito de combustible comprendido entre la salida del tanque derecho y la T (incluida esta).

El escenario probable que se desprende de los hechos y evidencias anteriores es que durante el vuelo se produjo una restricción del flujo de combustible de uno de los dos depósitos ocasionada por una obstrucción parcial producida por el conglomerado. Este hecho no produjo ninguna afección al motor al llegar flujo suficiente del otro depósito.

A partir del momento en que el piloto cerró la llave del depósito que estaba más vacío, el motor comenzó a ser suministrado solamente del otro depósito, que posiblemente era el que estaba afectado por la suciedad.

Debido a ello, al motor debió llegarle un flujo reducido de combustible, que posiblemente era insuficiente para mantener su régimen de funcionamiento, aunque este hecho no se hizo patente hasta que empezó a escasear el combustible en las cubetas de los carburadores.

El *Manual de vuelo* de la aeronave no contiene ningún procedimiento para el caso de que se produzca un fallo del motor durante una fase de vuelo diferente del despegue.

Por este motivo, cuando el piloto percibió los primeros síntomas de fallo no aplicó ningún protocolo específico encaminado a solventar el fallo. No obstante, sí que llevó a cabo ciertas acciones que parecen oportunas, tal como la conexión de la bomba eléctrica.

Aunque el piloto indicó que no notó ninguna mejoría, es posible que la conexión de la bomba sí contribuyera a aumentar el flujo de combustible, ya que el funcionamiento del motor se estabilizó y la potencia que suministraba era suficiente para mantener la altitud.

En ese momento las condiciones debían ser bastante similares a las que había antes de producirse el fallo del motor: suministro de combustible al motor solamente del depósito más lleno, llave del otro tanque cerrada y la pelusa, alojada en algún punto del circuito, restringiendo el paso de combustible. La única diferencia radicaba en la bomba eléctrica, que ahora estaba conectada. Entonces ocurrió lo que era esperable: que el fallo de motor se reprodujera, incluso con mayor intensidad.

El piloto creía recordar que había actuado sobre las llaves de combustible. Es posible que a causa de lo estresante de la situación, el piloto no mantuviera las llaves abiertas el tiempo suficiente para que el combustible volviera a llenar las cubetas de los carburadores, por lo que no apreció ninguna mejoría en el funcionamiento del motor.

Este accidente guarda una gran similitud con el referenciado en el punto 1.18. En ambos casos el fallo del motor se produjo al no llegarle combustible, a pesar de haber cantidad suficiente en los depósitos, debido a una incorrecta gestión a bordo.

Como una gran parte de los fallos de motor en vuelo están relacionados con la gestión del combustible a bordo, uno de los primeros puntos de los procedimientos de emergencia para este tipo de situaciones suelen ser del tipo: chequear posición de la válvula de corte de combustible, situar el selector de combustible en ambos, etc., que están encaminados a detectar la existencia de una restricción del flujo de combustible.

De la misma forma que en ese suceso, en este caso, de haber habido y haberse aplicado un procedimiento de re-arranque en vuelo, es probable que se hubiera conseguido recuperar el fallo del motor.

Las recomendaciones de seguridad emitidas con el informe del accidente ULM A-012/2016 tenían como objeto solventar la falta de procedimientos de emergencia en aeronaves ultraligeras. Como se ha indicado en el punto 1.18, tanto la DGAC como AESA, han iniciado la elaboración de nueva normativa en la que se prevé que se incorporen los requerimientos sobre procedimientos de emergencia.

En consecuencia, se considera que no es necesario emitir ninguna recomendación de seguridad adicional.

2.2. Análisis de la gestión de la emergencia

El piloto indicó que las primeras manifestaciones de un funcionamiento anómalo del motor ocurrieron cuando se encontraban a unos 8 km al sur del aeródromo de Casarrubios. En ese momento el piloto revisó los indicadores de motor, encontrándolos todos en condiciones normales. Como vio que al conectar la bomba eléctrica la potencia le permitía seguir volando, decidió continuar según su planificación e intentó volver al aeródromo de partida.

Poco tiempo después el motor volvió a fallar. Según indicó el piloto, en ese momento se encontraban a unos 2 km del aeródromo. En esta ocasión el fallo fue más severo y a pesar de las acciones del piloto, la aeronave comenzó a descender.

El motor no se volvió a recuperar, por lo que el piloto se vio forzado a realizar un aterrizaje fuera de campo, un poco antes del aeródromo.

El *Manual de vuelo* de la aeronave no ofrece información sobre las características de planeo de la misma. No obstante, a efectos estimativos puede considerarse que el índice de planeo estará en torno a 10:1.

Teniendo en cuenta que la aeronave recorrió 2 km después del fallo y considerando un índice de planeo de 10:1, resultaría que en esa distancia habría descendido 200 m.

Dado que el lugar donde aterrizó la aeronave tiene una elevación de 625, implicaría que en el momento de producirse el fallo su altitud estaría en torno a unos 200 m por encima, es decir, a 825 m (2700 ft).

Esta altitud es inferior a la del circuito del aeródromo de Casarrubios, que es de 2800 ft.

La altitud de un circuito es aquella que garantiza que una aeronave que tenga un fallo de motor en cualquier punto del mismo pueda alcanzar la pista.

En este caso, dado que la altitud de la aeronave era inferior a la del circuito y su distancia al aeródromo era superior a la que tendría que estar en este, era notorio que no podría llegar a la pista.

El piloto debería haber sido consciente de este hecho y haber iniciado una selección de terreno en el que hacer una toma fuera de campo. Pero en lugar de ello, continuó volando hacia el aeródromo y cuando tuvo claro que no llegaría hasta este, estaba tan bajo que no tenía prácticamente posibilidades de elegir parcelas en las que aterrizar. Da idea de la escasa altura que tenía la aeronave el hecho de que no dio tiempo a que el flap se desplegara en su totalidad.

De hecho, se vio obligado a aterrizar en un campo que no reunía las condiciones idóneas para tal fin. El terreno había sido arado recientemente y en cuanto la pata delantera del tren de aterrizaje tocó el suelo, se hundió provocando que la aeronave capotara.

Estas condiciones de irregularidad del terreno propiciaron que el morro de la aeronave cayese, sin que el piloto pudiese evitarlo, y que la pata de morro se hundiera nada más tocar el suelo y la aeronave capotara. En el caso de tomas fuera de campo en terrenos irregulares es preferible mantener el morro de la aeronave arriba y cuando esta haya perdido mucha velocidad bajarlo suavemente para impedir el capotaje.

Si hubiera decidido hacer un aterrizaje de emergencia nada más producirse el fallo, habría tenido la posibilidad de seleccionar un terreno que reuniera mejores condiciones, lo que habría supuesto una reducción significativa del riesgo de daños durante la toma.

2.3. Cuestiones sobre aspectos de supervivencia

El comportamiento general de la aeronave frente al impacto y vuelco fue muy bueno.

La cabina no sufrió prácticamente deformaciones. Este hecho posibilitó que no se rompiesen los cristales de cabina, a excepción del parabrisas. Los asientos mantuvieron su forma y los cinturones sujetaron los cuerpos de los ocupantes.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- El piloto tenía su licencia de piloto de ULM válida y en vigor.
- El certificado médico de clase 2 era válido y estaba en vigor.
- Las condiciones meteorológicas no eran limitativas para el vuelo.
- La aeronave tenía toda la documentación en vigor y era aeronavegable.
- Durante el vuelo el piloto observó que uno de los depósitos contenía bastante más combustible que el otro.
- Decidió cerrar la llave del depósito más lleno con objeto de equilibrar la cantidad de combustible.
- El motor de la aeronave comenzó a dar signos de fallo durante el trayecto de regreso al aeródromo de Casarrubios.
- El piloto decidió continuar el vuelo al ver que la potencia suministrada por el motor era suficiente para mantener la altitud.
- El fallo del motor se agudizó a unos 2 km del aeródromo de Casarrubios.
- La potencia suministrada era insuficiente para mantener línea de vuelo, por lo que la aeronave comenzó a descender.
- El piloto decidió continuar intentando alcanzar la pista del aeródromo de Casarrubios.
- Cuando concluyó que no podía llegar al aeródromo, decidió hacer una toma fuera de campo.
- La escasa altura de la aeronave en ese momento restringió fuertemente la capacidad de elección de campo donde aterrizar.
- Realizó un pequeño viraje para dirigirse a una parcela exenta de vegetación.
- Comenzó a configurar la aeronave para la toma, aunque no tuvo tiempo para que el flap se extendiera totalmente.
- La pata de morro se rompió poco después de tocar el suelo.
- La aeronave capotó quedando detenida en posición invertida.
- Los dos ocupantes resultaron ilesos y pudieron salir de la aeronave por sus propios medios.
- Los dos depósitos de la aeronave contenían combustible.
- El sistema de combustible tenía una obstrucción parcial producida por una acumulación de sólidos de naturaleza diversa.

3.2. Causas/factores contribuyentes

La investigación ha determinado que la causa del accidente fue la realización de un aterrizaje de emergencia y fuera de pista tras la pérdida de potencia del motor de la aeronave, motivada por una obstrucción parcial del sistema de combustible, producida por la acumulación de suciedad en el circuito.

Se considera que el siguiente factor contribuyó al accidente:

- La decisión del piloto de continuar el vuelo en un intento de alcanzar el aeródromo de Casarrubios, lo que supuso una restricción significativa de sus posibilidades de selección de campo de toma.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Ninguna.