CIAIAC

COMISIÓN DE
INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES
E INCIDENTES DE
AVIACIÓN CIVIL

Informe técnico ULM IN-012/2017

Incidente ocurrido el día 16 de junio de 2017 a la aeronave ELA-07 R-115, matrícula EC-GA5, en el término municipal de Las Rozas (Madrid)

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Informe técnico

ULM IN-012/2017

Incidente ocurrido el día 16 de junio de 2017 a la aeronave ELA-07 R-115, matrícula EC-GA5, en el término municipal de Las Rozas (Madrid)

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

© Ministerio de Fomento
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

NIPO Línea: 161-18-029-X

NIPO Papel: 161-18-028-4

Depósito legal: M-6902-2018

Maquetación: David García Arcos

Impresión: Centro de Publicaciones

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 v

SINOPSIS vi

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 3
1.6.1. Palas impulsoras 4
1.6.2. Historial de las palas 5
1.7. Información meteorológica 6
1.8. Ayudas para la navegación 7
1.9. Comunicaciones 7
1.10. Información de aeródromo 7
1.11. Registradores de vuelo 7
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto 7
1.13. Información médica y patológica 8
1.14. Incendio 8
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia 8
1.16. Ensayos e investigaciones 9
1.16.1. Declaración del piloto 9
1.16.2. Inspección de las palas por el fabricante 10
1.17. Información sobre organización y gestión 11
1.18. Información adicional 11
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces 12

2. ANÁLISIS 13

2.1. Aspectos generales 13
2.2. Palas impulsoras 13
2.3. Gestión de la emergencia 15
2.4. Origen y desarrollo del incidente 15

3. CONCLUSIONES 17

3.1. Constataciones 17
3.2. Causas/factores contribuyentes 18

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL 19

Abreviaturas

°C	Grado centígrado
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AG	Autogiro
g	Gramo
h	Hora
HL	Hora Local
HP	Horsepower- Potencia en Caballos
Kg	Kilogramo
Km	Kilómetro
l	Litro
m	Metro
MAF	Multieje de ala fija
METAR	Informe de observación de aeródromo
N/A	No aplica
S/N	Número de serie
TULM	Licencia de piloto de ultraligero
ULM	Aeronave Ultraligera Motorizada
UTC	Universal Time Coordinated

Sinopsis

Operador:	Privado
Aeronave:	ELA-07 R-115, matrícula EC-GA5
Fecha y hora del incidente:	16 de junio de 2017 a las 19:20 HL[1] aprox.
Lugar del incidente:	Término municipal de Las Rozas (Madrid)
Personas a bordo:	1 piloto (ileso)
Tipo de vuelo:	Aviación General-Privado
Fase de vuelo	En ruta- Crucero
Fecha de aprobación:	20 de diciembre de 2017

Resumen del incidente:

El viernes 16 de junio de 2017, aproximadamente a las 19:20 hora local, el autogiro ultraligero ELA-07 R-115, matrícula EC-GA5, experimentó fuertes vibraciones en vuelo cuando realizaba un trayecto entre los aeródromos de Casarrubios del Monte (Toledo) y Robledillo de Mohernando (Guadalajara).

El piloto comprobó que al bajar el régimen del motor, las vibraciones disminuían. Descartó aterrizar en emergencia y prosiguió el vuelo hasta el destino al poder mantener éste sin vibraciones a velocidad algo más baja de la habitual. Tras el aterrizaje se comprobó que dos de las tres palas de la hélice impulsora de la aeronave estaban fisuradas, presentando una de ellas una grieta considerable cerca de la punta de la misma.

El único ocupante de la aeronave resultó ileso y la aeronave con daños menores localizados en dos palas de la hélice impulsora.

La investigación se ha centrado en determinar las causas por las que se produjeron los daños en las palas y en analizar la gestión de la emergencia llevada a cabo.

1 Todas las referencias horarias indicadas en este informe se realizan en hora local, salvo que se especifique lo contrario. En la fecha del incidente la hora local era igual a la UTC+2.

Las palas fueron inspeccionadas por el fabricante de las mismas en Francia y se concluyó que habían sido modificadas sus características de manera no aprobada por el fabricante.

La causa del incidente fue la instalación y uso de palas impulsoras indebidamente reparadas y modificadas mediante procedimientos no aprobados por el fabricante, ni modificación autorizada por AESA.

No se emiten recomendaciones de seguridad adicionales a las ya emitidas por la CIAIAC en lo relativo a la prohibición de llevar a cabo modificaciones sin autorización.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El viernes 16 de junio de 2017, el dueño y único usuario del autogiro ultraligero ELA-07 R-115, matrícula EC-GA5, tenía previsto realizar un vuelo desde el aeródromo de Casarrubios del Monte al de Robledillo de Mohernando siendo él el único ocupante a bordo.

Alrededor de las 18:30 h el piloto procedió a repostar la aeronave, realizó la inspección pre-vuelo y preparó la aeronave para, posteriormente, a las 19:00 h, despegar sin incidencias y proceder a Robledillo de Mohernando por el pasillo visual de Colmenar Viejo (Madrid). La ruta era muy conocida para el piloto.

Según su testimonio, a la altura de Las Rozas (a las 19:20 h aproximadamente) se desvió de la ruta inicialmente prevista hacia el este debido a que encontró turbulencias. Una vez que creyó haberlas dejado atrás, al intentar volver hacia la ruta prevista (más al oeste) notó fuertes vibraciones (no habituales) en el conjunto de la aeronave. Comprobó que al reducir la potencia del motor éstas desaparecían casi por completo, y que si aumentaba el régimen del motor también aumentaban las vibraciones. Este hecho le hizo decidirse por continuar el vuelo a bajo régimen de motor (y baja velocidad) en lugar de hacer un aterrizaje de emergencia. Sin embargo, no retomó la ruta por el pasillo visual de Colmenar Viejo, sino que continuó hacia el este sobrevolando El Plantío en ruta directa hacia Robledillo de Mohernando.

A las 20:00 h aterrizó en Robledillo sin dificultades y pudo comprobar que había daños visibles en dos de las tres palas de la hélice impulsora de la aeronave: la pala #3 estaba fisurada y la pala #2 presentaba una grieta considerable.

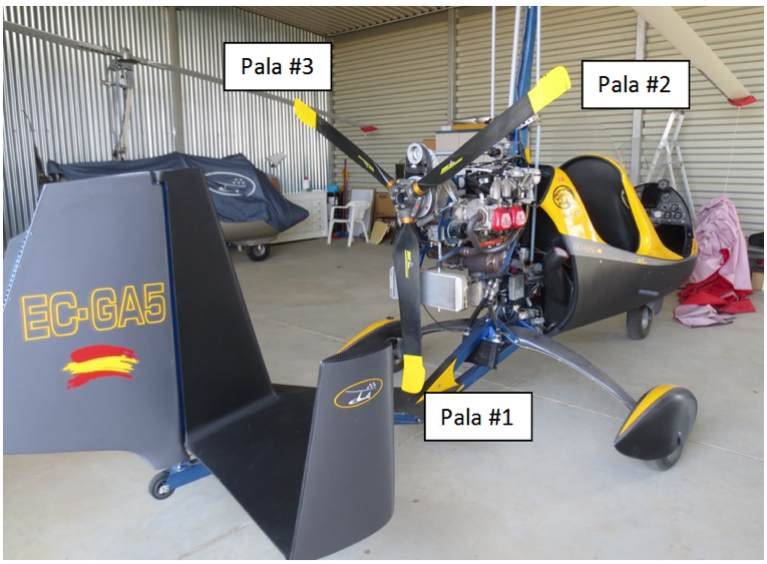


Figura 1. Aeronave EC-GA5

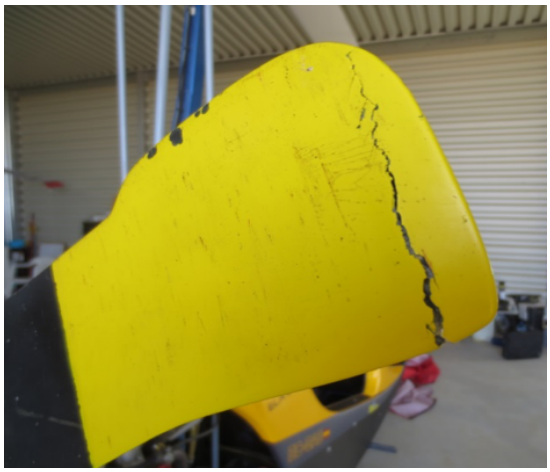


Figura 2. Detalle pala #2

Figura 3. Detalle pala #3

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				
Ilesos	1		1	
TOTAL	1		1	

1.3. Daños a la aeronave

La aeronave resultó con daños localizados en las palas de la hélice impulsora.

1.4. Otros daños

No se produjeron daños de ningún otro tipo.

1.5. Información sobre el personal

El piloto, de nacionalidad española y 46 años de edad, disponía de una licencia de piloto de ultraligeros (TULM) emitida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea española el 14 de abril de 2010. En dicha licencia constaban sendas habilitaciones para autogiro (AG) y multieje de ala fija (MAF) válidas y en vigor hasta el 30 de abril de 2018.

Asimismo contaba con un certificado médico clase 2 válido y en vigor hasta el 1 de abril de 2018.

Según la información facilitada por el propio piloto, su experiencia de vuelo era de 422 h totales, de las que 40 h eran en ala fija y 382 h eran en autogiro (todas en ELA-07).

1.6. Información sobre la aeronave

La aeronave de matrícula EC-GA5 es una aeronave fabricada en 2010 por ELA Aviación S.L., modelo ELA-07 R-115 y S/N 05102940714. Es un autogiro ultraligero con un peso en vacío de 250 Kg y máximo en despegue de 450 Kg, de tren triciclo fijo, con un rotor principal bipala. Sus dimensiones son 5 m de longitud, 0,75 m de ancho de carenado y 2,8 m de alto.

Está equipada con un motor Rotax 914 UL (S/N 6773868) de 115 HP y 3 palas impulsoras modelo Windspoon fabricadas por DUC Hélices. El sentido de giro de las palas es horario vista la aeronave desde detrás. No se han podido conocer los números de serie de las tres palas.

La aeronave fue adquirida[2] por el actual dueño en el año 2010, siendo éste el único piloto que la volaba. En el momento del incidente la aeronave contaba con 362 h de vuelo. Tanto el motor como las tres palas son las que equipaba originalmente la aeronave y contaban con las mismas horas de funcionamiento que las voladas por la aeronave.

La aeronave fue matriculada en la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) el 28 de Julio de 2010, y obtuvo el Certificado de Aeronavegabilidad especial restringido el 23 de agosto de 2010 emitido por AESA.

La aeronave contaba con un seguro en vigor hasta el 28 de Febrero de 2018.

El mantenimiento de la aeronave lo realizaba el dueño de la misma conforme a los manuales de mantenimiento recomendados por el fabricante de la aeronave y del motor. La última revisión llevada a cabo fue el 1 de abril de 2017 cuando la aeronave y motor contaban con 325 h de vuelo. En dicha revisión (era una de 50 h) se cambiaron los filtros del aire, aceite, combustible y aceite, el anticongelante y las bujías. En el momento del incidente la aeronave no tenía ningún diferido.

2 Fue comprada al fabricante directamente y siempre ha pertenecido al mismo dueño.

En el vuelo del incidente el peso total de la aeronave era de 400 kg aproximadamente, incluyendo su peso en vacío, el del piloto y el de 60 l de combustible.

1.6.1. Palas impulsoras

Las tres palas impulsoras del motor son modelo Windspoon fabricadas en Francia por DUC Hélices.

Según datos proporcionados por el fabricante, el peso estándar de cada pala es de 1000 ± 20 g. Además, en pruebas de balance de pesos en banco de ensayos del fabricante la tolerancia nominal es de ± 1 (sin unidades).

En la inspección de campo de las tres palas tras el incidente, se comprobó que en ninguna de las tres palas se encontraba visible su número de serie en el lugar donde se debería encontrar. Realizadas consultas con el fabricante de la aeronave (ELA Aviación S.L.), que fue quien compró e instaló las tres palas en el EC-GA5, tampoco se han podido determinar los números de serie, pues manifestó no guardar un registro de los mismos. Se le solicitó que, a través de los albaranes de compra de palas modelo Windspoon a DUC Hélices por parte de ELA en fechas que pudieran corresponderse a las que se realizó la compra de estas tres palas, estableciera los números de serie. El resultado fue que los citados tres números de serie estarían comprendidos entre el 7615 y el 8435.

El manual de mantenimiento de las palas DUC Windspoon indica[3] tres tipos de revisión de mantenimiento a realizar:

- Regular. La debe llevar a cabo el piloto antes de cada vuelo. Es una inspección visual pre-vuelo consistente en comprobar (a mano) que el cono y las palas están firmemente sujetos, y además comprobar que las superficies de las palas no presentan degradación apreciable. Según el testimonio del piloto esta inspección visual pre-vuelo la realizaba siempre, incluido el día del incidente en la que no apreció nada anormal.
- General. La puede realizar el piloto o bien un taller aeronáutico cada 100 horas de vuelo ó 1 año. Consiste en una inspección visual de las palas para comprobar que no hay degradación en sus superficies. Además, comprobar el par de apriete de las fijaciones de las palas y sus posiciones. Según el testimonio del piloto esta inspección la realizaba con la frecuencia necesaria.
- Completa. Se debe realizar en las instalaciones la fábrica de Hélices DUC cada 800 h de vuelo ó 5 años. En el caso de las palas del EC-GA5 esta revisión

3 En el caso de ser montadas en un motor Rotax 914 en posición impulsora.

general nunca se había llevado a cabo, pese a que le debería haber correspondido en el año 2015 tras sus primeros 5 años de instalación.

1.6.2. Historial de las palas

Las palas impulsoras de la aeronave EC-GA5, según el testimonio del piloto, siempre fueron las mismas tres con las que fue adquirida la aeronave. Por lo tanto, las 362 horas de vuelo con que contaba la aeronave el día del incidente eran las mismas horas que tenían acumuladas las tres palas.

Según el testimonio aportado por el piloto de la aeronave, el 18 de Junio de 2016, con 199 h de vuelo, realizando un despegue en una pista de tierra notó el ruido de un impacto de alguna pequeña piedra con la aeronave. Inmediatamente ésta comenzó a vibrar de forma inusual, por lo que decidió regresar al campo y aterrizar lo antes posible. Al examinar la aeronave descubrió que una de las palas impulsoras (no recuerda cuál de las tres ni tampoco lo registró) había recibido el impacto y presentaba una fisura en el borde de ataque.

Se desmontó la pala dañada y entre el piloto y un amigo hicieron una reparación in situ que consistió en aplicar un pegamento y compresión mediante unos gatos mecánicos durante 24 h. Pasado este tiempo, se instaló de nuevo la pala en la aeronave y en los vuelos posteriores el problema de las vibraciones no volvió a aparecer.

El 13 de Agosto de 2016, con 217 h de vuelo, sin haber experimentado ningún problema en las 18 h voladas tras la reparación, se desmontaron las 3 palas para que un amigo del piloto realizara una serie de acciones sobre ellas. Preguntado éste último acerca de las acciones llevadas a cabo contestó que en la pala dañada (no recuerda cuál de las tres era ni tampoco lo registró) aplicó una capa de fibra de carbono 200 con resina epoxi, pintó las tres palas de negro y las puntas de amarillo, las equilibró en peso y se las devolvió al dueño. Dado que el logo de las palas ya no era visible al haber pintado encima, el dueño serigrafió tres logos de DUC Hélices que juzgó parecido al que tenían anteriormente y los pegó en cada pala.

El 17 de Septiembre de 2016, el dueño reinstaló las palas (desde su desmontaje no había volado en la aeronave EC-GA5, con lo que tanto aeronave, motor y palas seguían teniendo 217 h de vuelo).

El día 16 de Junio de 2017, con 362 h de vuelo, se produce el incidente en vuelo objeto de esta investigación. En opinión del piloto las vibraciones que experimentó en la aeronave este día le parecieron muy similares a las que sucedieron el 18 de Junio de 2016.

1.7. Información meteorológica

Según la información proporcionada por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), la estación termopluviométrica de Las Rozas a la hora del incidente se registraban 34,5 °C y 31 % de humedad.

En la Base de Colmenar Viejo (a unos 20 km al noreste) los METAR registrados en torno a la hora del incidente fueron:

METAR LECV 161700Z VRB01KT 9999 FEW050CB FEW060TCU 34/09 Q1022=

METAR LECV 161800Z 31003KT 9999 FEW050CB 32/10 Q1022=

Mientras que en Cuatro Vientos (a unos 15 km hacia el sur) los METAR fueron:

METAR LEVS 161700Z VRB01KT 9999 FEW050CB 36/08 Q1019=

METAR LEVS 161730Z VRB01KT 9999 FEW050CB 36/08 Q1019=

METAR LEVS 161800Z 29004KT 250V320 9999 FEW050CB 34/09 Q1020=

Con estos registros, y teniendo en cuenta imágenes de teledetección se ve que había un cierto desarrollo de nubosidad convectiva (aunque con núcleos aislados), las descargas eléctricas se registraron más bien hacia el norte en el área de la sierra de modo muy disperso y hacia el este en el valle del Henares. Es posible concluir que en el entorno de Las Rozas pudiera haber algún fenómeno de turbulencia asociada a la actividad convectiva en niveles bajos.

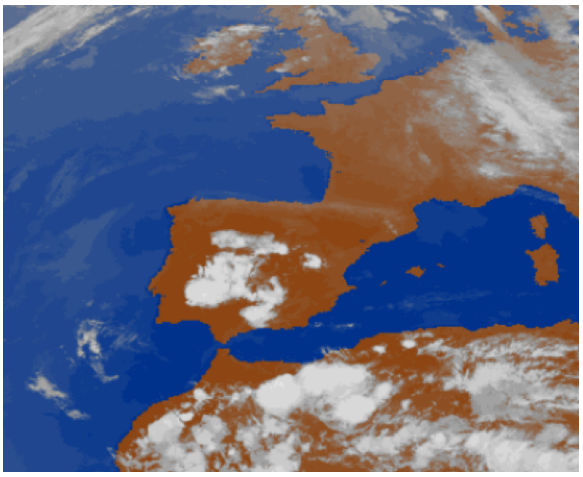


Figura 4. Imagen de satélite (20:00 h).

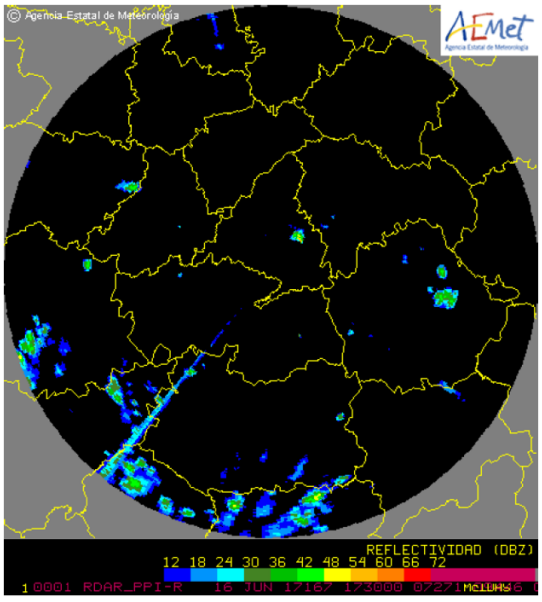


Figura 5. Imagen de reflectividad (19:30 h).

1.8. Ayudas para la navegación

No aplicable.

1.9. Comunicaciones

No se produjo ninguna comunicación ni llamada de emergencia.

1.10. Información de aeródromo

No aplicable.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con un registrador convencional de datos de vuelo o con un registrador de voz para el puesto de pilotaje. La reglamentación aeronáutica pertinente no exige transportar ningún tipo de registrador para este tipo de aeronave.

1.12. Información sobre los restos de la aeronave

Tras el incidente, se inspeccionó la aeronave y se comprobó que su estado general era bueno y en particular el conjunto de motor y palas impulsoras se encontraba en buen estado de limpieza y con todas sus partes firmemente sujetas. Las palas se encontraban correctamente alineadas con las respectivas muescas marcadas en su zona de anclaje que indican el paso fijado.

La pala número 1 no presentaba daños visibles, la número 2 presentaba daños apreciables cerca de la punta de pala paralelos a la cuerda y la número 3 también presentaba daños (de menor tamaño) en la zona de borde de ataque. A continuación se muestran figuras del detalle de los daños en la pala 2.

Figuras 6, 7 y 8. Detalle de los daños en la pala 2.

Las tres palas fueron enviadas al fabricante en Francia para ser inspeccionadas. El resultado de la inspección se puede encontrar en el apartado 1.16 Ensayos e investigaciones.

1.13. Información médica y patológica

N/A.

1.14. Incendio

N/A.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

El piloto (único ocupante de la aeronave) decidió continuar el vuelo tras el evento de las vibraciones al considerar que bajando el régimen del motor las vibraciones disminuían notablemente y que la menor velocidad a la que tenía que volar tampoco era un inconveniente.

Según su testimonio siempre tuvo en mente la posibilidad de realizar un aterrizaje de emergencia en caso de que los problemas se agravasen.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Declaración del piloto

El 16 de Junio de 2017 sobre las 18:30 h hice la inspección pre-vuelo de mi autogiro revisando todos los puntos de control según fabricante como hago habitualmente cada vez que vuelo. Estuve limpiando las palas del rotor y las palas de la hélice y no detecté ninguna anomalía. Después de repostar 40 litros de combustible más 20 litros que había en el depósito despegué sobre las 19:00 h del aeródromo de Casarrubios del Monte rumbo al aeródromo de Robledillo de Mohernando con un total de 60 litros de gasolina sin copiloto.

Sabía que había posibilidad de tormentas pero no eran visibles cuando realicé el despegue. Con la ruta trazada la intención era pasar por el pasillo de Colmenar pero a la altura de Las Rozas unas fuertes turbulencias me obligaron a desplazarme hacia el este. Cuando parecía que todo estaba estable e intenté retomar la ruta noté una vibración muy fuerte como si el autogiro entrara en resonancia. Instintivamente quité motor y la aeronave se estabilizó, y cada vez que intentaba dar gas la aeronave se descontrolaba por lo que decidí buscar una zona segura de aterrizaje con la intención de hacer un aterrizaje de emergencia. Me di cuenta que si mantenía una baja velocidad las vibraciones casi desaparecían por lo que decidí seguir volando a baja velocidad hasta el aeródromo de Robledillo de Mohernando. Una vez tomé tierra sobre las 20:00 h lo primero que hice fue mirar la hélice y me di cuenta que dos palas de ésta estaban fisuradas.

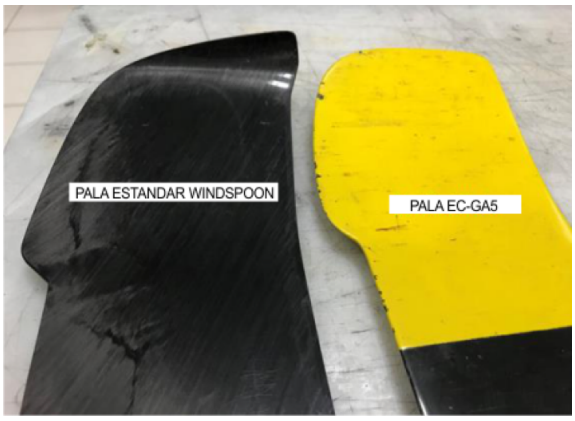
La aeronave la tuve que dejar hangarada en Robledillo de Mohernando ya que, a mi parecer, era peligroso volver a volar.

Preguntado acerca de la decisión de continuar el vuelo tras haber aparecido las vibraciones, el piloto contestó que inmediatamente tras producirse éstas las identificó como iguales (o muy parecidas) a las que experimentó en Junio de 2016 cuando una de las palas se fisuró. El hecho le resultó conocido y además, al comprobar que al bajar el régimen del motor casi desaparecían le hizo juzgar la situación aceptable como para proseguir el vuelo y dio por sentado que las vibraciones provenían de las palas impulsoras. Sin embargo reconoció que cuando aterrizó y vio el estado de la pala #2 le pareció que el incidente podía ser más serio de lo que inicialmente pensó, sobre todo si se hubiera desprendido parte de la pala en vuelo.

1.16.2. Inspección de las palas por el fabricante

Las tres palas fueron enviadas a la fábrica DUC en Francia para ser inspeccionadas. El resultado de la inspección y del informe emitido por el fabricante se resume en los siguientes puntos:

1. Las tres palas fueron fabricadas por DUC en Francia.
2. Las tres palas se corresponden con el modelo Windspoon, pero han sido modificadas (en forma, peso y pintura) de manera no acorde a ningún procedimiento aprobado.
3. Las puntas de las palas han sido modificadas, tanto en su forma en planta como en su curvatura (en concreto se aprecia a simple vista que el curvado de la punta está prácticamente eliminado en las palas del EC-GA5). En las figuras 9 y 10 se puede ver la comparativa entre una pala del EC-GA5 y una estándar de fábrica.



Figuras 9 y 10. Detalle comparativo entre puntas de pala del EC-GA5 y pala estándar

4. Una grieta paralela a la cuerda a tan poca distancia de la punta de la pala es una situación muy anormal. En este caso quizá se deba a que tras la manipulación esa zona quedó debilitada.
5. Las tres palas han sido pintadas de negro, y las puntas de amarillo. Las palas que salen de fábrica no se pintan.
6. El logo de DUC que está pegado sobre las palas del EC-GA5 no es el original de fábrica, simplemente es muy parecido, pero no concuerda con ninguno de los logos que DUC coloca en sus palas.
7. En una de las palas se aprecia que ha habido una reparación en su borde de ataque, pero no es en la zona en la que la pala 2 presenta los daños.
8. Los números de serie de las palas no se han podido determinar, pues las pegatinas que los referencian habían sido retiradas.

Figura 11. Marca identificadora del número de serie.

9. Las palas habían sufrido una notable modificación en peso y centrado. El peso estándar de cada una es de 1000 ± 20 g y su tolerancia en centrado es de ± 1 (sin unidades). A continuación se muestran los resultados de las tres palas en el banco de ensayos de la fábrica:

Pala #	Peso (g)	Centrado
1	1084	+43
2	1075	+40
3	1079	+45

Como se puede apreciar, tanto los pesos como los centrados exceden ampliamente las tolerancias aceptables.

1.17. Información sobre organización y gestión

N/A.

1.18. Información adicional

En reiteradas ocasiones se ha preguntado al piloto de la aeronave y a su amigo (quien en el verano de 2016 manipuló las palas impulsoras) acerca de la modificación en la geometría de las palas. Las respuestas siempre han sido que nunca modificaron la geometría de las palas.

Por otra parte, con objeto de poder averiguar cuándo fue modificada la geometría de las palas se han solicitado al piloto fotografías de la aeronave, que hubieran sido tomadas desde que la compró hasta el vuelo del incidente, en las que se pudieran ver las palas con el detalle necesario. No se pudo conseguir ninguna fotografía a este efecto.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

N/A.

2. ANÁLISIS

2.1. Aspectos generales

El piloto de la aeronave se encontraba en posesión de la licencia de vuelo y certificado médico pertinentes para realizar el vuelo.

El piloto tenía experiencia en vuelo en el tipo de la aeronave y no era la primera vez que sufría vibraciones en vuelo debidas a daños en las palas impulsoras.

La aeronave disponía de la documentación preceptiva para realizar el vuelo.

La aeronave había tenido un único dueño (y piloto) desde su compra como nueva al fabricante. En el momento del incidente la aeronave contaba con 362 h de vuelo, y eran las mismas horas de vuelo con las que contaban su motor y las tres palas impulsoras.

A excepción de las tres palas impulsoras (se tratarán posteriormente), el estado general de la aeronave era bueno, y, de acuerdo a la información aportada por el piloto, su mantenimiento era conforme a lo establecido por el fabricante y sin ningún diferido.

Las condiciones meteorológicas en las horas en las que se desarrolló el vuelo del incidente no eran limitativas. El piloto había chequeado la meteorología en ruta y tenía conocimiento de la posibilidad de turbulencias en la zona norte de Madrid.

Asimismo, el piloto había planificado el vuelo con una carga de combustible más que suficiente para realizar el vuelo estando el peso total de la aeronave por debajo del máximo autorizado.

De acuerdo a la información aportada por el piloto, realizó la inspección pre-vuelo conforme a lo estipulado por el fabricante de la aeronave y de las palas impulsoras sin encontrar ninguna circunstancia anormal.

2.2. Palas impulsoras

El fabricante de las palas recomienda realizar una revisión completa de las mismas en sus instalaciones cada 800 h de funcionamiento o cada 5 años, lo primero que ocurra. En este caso, no por horas de vuelo acumuladas (362), pero sí por años, esta revisión debía haberse producido en 2015 y no se produjo.

Los otros dos tipos de revisiones recomendados por el fabricante (la regular y la general) sí se llevaban a cabo por parte del piloto.

Acciones llevadas a cabo sobre las palas

El historial de las tres palas se ha podido reconstruir según el testimonio del piloto, aunque no se ha podido determinar en qué momento ni quién modificó la geometría de las mismas.

En junio de 2016 se reparó una fisura en una de las palas de modo artesanal, no profesional, mediante un procedimiento no aprobado por el fabricante. No se registró cuál de las tres palas era la afectada.

En agosto de 2016 se volvió a actuar sobre la pala anteriormente reparada, y además se pintaron las tres palas de negro y las puntas de amarillo. Las pegatinas con el número de serie de cada pala quedaron ocultas (o se retiraron, no se ha podido determinar). Además se pegó en cada pala un logo similar (no igual) al de DUC. Todas estas acciones tampoco eran acciones aprobadas por el fabricante.

Inspección de las palas por el fabricante

Las conclusiones del fabricante acerca de las tres palas son muy claras y se resumen:

- Las tres palas fueron fabricadas por DUC en Francia aunque los números de serie de las palas no se han podido determinar, pues las pegatinas que los referencian han sido retiradas.
- Las tres palas han sido pintadas de negro, y las puntas de amarillo. Las palas que salen de fábrica no se pintan. El logo de DUC que está pegado sobre las palas del EC-GA5 no es el original de fábrica, simplemente es muy parecido, pero no concuerda con ninguno de los logos que DUC coloca en sus palas.
- Las tres palas se corresponden con el modelo Windspoon, pero han sido modificadas (en forma, peso y pintura) de manera no acorde a ningún procedimiento aprobado.
- Las puntas de las palas han sido modificadas, tanto en su forma en planta como en su curvatura. Una grieta paralela a la cuerda a tan poca distancia de la punta de la pala es una situación muy anormal. En este caso quizá se deba a que tras la manipulación esa zona quedó debilitada.
- La modificación en peso y centrado que han sufrido las palas tras ser manipuladas es claramente inaceptable. Los tres pesos (1084, 1075 y 1079 g) exceden ampliamente lo tolerable (1000 ± 20 g) y sus centrados con tolerancias +43, +40 y +45 exceden ampliamente también lo tolerable (± 1).

2.3. Gestión de la emergencia

Cuando el piloto notó que la aeronave vibraba de manera inusual rápidamente asoció esta circunstancia con la que le sucedió en Junio de 2016. Además, su sospecha quedó confirmada al comprobar que las vibraciones estaban relacionadas de manera directa con el régimen del motor y pensó que alguna pala podría estar fisurada.

Posiblemente el hecho de acotar el problema a una fisura (que no grieta) en alguna pala, su experiencia anterior en un caso aparentemente similar y la capacidad del autogiro para realizar un aterrizaje de emergencia en poco espacio llegado el caso le hizo confiarse en que la aeronave, aun estando dañada, podía continuar hasta el destino volando otra media hora más aproximadamente.

Si bien el piloto declaró que durante el vuelo en condiciones degradadas siempre tuvo presente la posibilidad de realizar una toma de emergencia, se considera no adecuado y peligroso no haberlo hecho. El piloto subestimó el peligro de la situación sobrevenida, quizá influido por el hecho de creer conocer el origen de las vibraciones y no juzgar probable que una fisura pueda degenerar en grieta en poco tiempo.

Teniendo en cuenta que en la inspección pre-vuelo el piloto no detectó ninguna anomalía en las palas y que se encontró una gran grieta en la pala #2 una vez que aterrizó, el progreso de fisura a grieta en esta pala fue relativamente rápido y la probabilidad de que se hubiera desprendido una parte de la pala en vuelo fue alta. El resultado de esta hipotética situación podría haber sido catastrófico bien por daños generados en la aeronave y/o piloto por el trozo desprendido o bien por la situación de desequilibrio en las palas que habrían llevado al piloto a aterrizar inmediatamente en cualquier sitio, probablemente no apto.

El manual de usuario de la aeronave no contempla una situación genérica de vibraciones anormales en la aeronave ni en particular de vibraciones generadas en las palas impulsoras. Sin embargo este hecho no se considera motivo como para realizar una recomendación de seguridad al fabricante debido a que es un hecho que, por sí mismo, es una situación anormal de vuelo y que por seguridad todo piloto debería tratar de evitar aterrizando lo antes posible, cosa que este mismo piloto realizó en esta misma aeronave cuando sucedió el evento de vibraciones de Junio de 2016.

2.4. Origen y desarrollo del incidente

Las palas impulsoras que llevaba instalada la aeronave en el momento del incidente fueron originalmente palas DUC modelo Windspoon que más tarde serían burdamente manipuladas haciendo que su geometría, peso, centrado y acabado superficial fueran muy diferentes de los originales.

Las acciones llevadas a cabo sobre las palas fueron claramente irregulares y tuvieron incidencia directa en los daños que sufrieron las mismas.

De hecho la zona donde se produce la grieta (tan cerca de la punta de la pala y paralelamente a la cuerda) es una zona en la que no es frecuente que se produzcan estas grietas debido a la poca masa[4] que queda entre la grieta y la punta de pala. Una posible explicación a este hecho es que al modificarse la curvatura de la punta de la pala quedase una zona debilitada, que al final ha sido por donde se ha iniciado la fisura y progresado hasta llegar a la grieta.

Las palas así modificadas estaban trabajando en un estado de tensiones muy diferente al que fueron diseñadas, no sólo por la modificación de su geometría, sino también por el incremento en sus pesos, el desequilibrio y el acabado superficial alterados. Así aparecen zonas de disminución de la resistencia local no previstas ni deseadas que pueden conducir a fisuras que pueden progresar a grietas.

La aparición de las vibraciones en el vuelo del incidente debieron coincidir con un tamaño de fisura (en una pala inicialmente y en la otra después, o en ambas más o menos a la vez) apreciable (como en el caso referido de Junio de 2016) pero seguramente no habría progresado hasta la grieta que se formó en la pala #2 si se hubiera realizado un aterrizaje de emergencia lo antes posible.

Por todo lo anterior, se considera que la causa del incidente fue la instalación y uso de palas impulsoras indebidamente reparadas y modificadas mediante procedimientos no aprobados por el fabricante, ni modificación autorizada por AESA. Hecho agravado por la errónea decisión de no realizar un aterrizaje de emergencia una vez que se produjeron las vibraciones en vuelo.

4 La componente de tracción en la estructura de la pala debido a fuerzas centrífugas es tanto mayor cuanto más cerca del encastre. A mayor tracción, más esfuerzos se acumulan en la grieta para hacerla progresar.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- El piloto de la aeronave se encontraba en posesión de las licencias pertinentes para realizar el vuelo.
- El piloto tenía experiencia en vuelo en el tipo de la aeronave y no era la primera vez que sufría vibraciones en vuelo debidas a daños en las palas impulsoras.
- La aeronave disponía de la documentación preceptiva para realizar el vuelo.
- La aeronave había tenido un único dueño (y piloto) desde su compra como nueva al fabricante. En el momento del incidente la aeronave contaba con 362 h de vuelo, y eran las mismas horas de vuelo con las que contaban su motor y las tres palas impulsoras.
- A excepción de las tres palas impulsoras (se tratarán posteriormente), el estado general de la aeronave era bueno.
- De acuerdo a la información aportada por el piloto, su mantenimiento era conforme a lo establecido por el fabricante y sin ningún diferido.
- Las condiciones meteorológicas en las horas en las que se desarrolló el vuelo del incidente no eran limitativas.
- El piloto había realizado una planificación adecuada del vuelo.
- De acuerdo a la información aportada por el piloto, realizó la inspección pre-vuelo conforme a lo estipulado por el fabricante de la aeronave y de las palas impulsoras sin encontrar ninguna circunstancia anormal.
- Las tres palas deberían haber pasado una revisión tipo completa en 2015 en las instalaciones del fabricante, pero no fue así.
- Las tres palas fueron fabricadas por DUC en Francia aunque los números de serie de las palas no se han podido determinar.
- Las tres palas se corresponden con el modelo Windspoon, pero han sido modificadas (en forma, peso y pintura) de manera no acorde a ningún procedimiento aprobado.
- Las puntas de las palas han sido modificadas, tanto en su forma en planta como en su curvatura.
- La modificación en peso y centrado que han sufrido las palas tras ser manipuladas es claramente inaceptable. Los nuevos pesos y sus centrados exceden ampliamente lo tolerable.
- Las modificaciones sufridas por las palas hacen que el estado de tensiones de las mismas en vuelo sea distinto del de diseño, con aparición de zonas de disminución

de la resistencia local no previstas ni deseadas que pueden conducir a fisuras que pueden progresar a grietas.

- El piloto subestimó el peligro de la situación sobrevenida y no aterrizó en emergencia. Se considera no adecuado y peligroso haber continuado el vuelo.

3.2. Causas/factores contribuyentes

La causa del incidente fue la instalación y uso de palas impulsoras indebidamente reparadas y modificadas mediante procedimientos no aprobados por el fabricante, ni modificación autorizada por AESA. .

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

No se emiten recomendaciones de seguridad adicionales a las ya emitidas por la CIAIAC en lo relativo a la prohibición de llevar a cabo modificaciones sin autorización.