

Informe técnico

ULM A-012/2021

Accidente ocurrido el día 12 de junio de 2021,
a la aeronave TECNAM P-92 ECHO,
matrícula EC-FK6, operada por Ignagua
Center, S.L., en el aeródromo de
Casarrubios del Monte (Toledo, España)

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

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. 5.6 del Reglamento (UE) nº 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 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.

INDICE

Advertencia.....	ii
INDICE	iii
ABREVIATURAS	iv
Sinopsis.....	6
1. INFORMACION SOBRE LOS HECHOS	7
1.1. Reseña del accidente.....	7
1.2. Lesiones a personas	8
1.3. Daños sufridos por la aeronave.....	8
1.4. Otros daños	8
1.5. Información sobre el personal	8
1.6. Información sobre la aeronave	9
1.6.1. Información general	9
1.6.2. Registro de mantenimiento	13
1.6.3. Estado de aeronavegabilidad	14
1.7. Información meteorológica	14
1.8. Ayudas para la navegación	14
1.9. Comunicaciones.....	15
1.10. Información del aeródromo	15
1.11. Registradores de vuelo	15
1.12. Información sobre la trayectoria y los restos de la aeronave.....	16
1.13. Información médica y patológica.....	19
1.14. Incendio.....	19
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia	19
1.16. Ensayos e investigaciones.....	19
1.16.1. Inspección del sistema de sujeción del tren principal	19
1.17. Información organizativa y de dirección	21
1.18. Información adicional.....	22
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces.....	22
2. ANÁLISIS.....	22
2.1. Análisis de la situación meteorológica	22
2.2. Análisis de la operación	23
2.3. Análisis de la organización	26
2.4. Análisis de los restos de la aeronave	24
2.5. Análisis del mantenimiento de la aeronave	25
3. CONCLUSIÓN	26
3.1. Constataciones	26
3.2. Causas / Factores contribuyentes	27
4. RECOMENDACIONES	27
5. ANEXOS.....	28
5.1. Boletines de Servicio TECNAM aplicables	28

ABREVIATURAS

° ‘ “	Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)
°C	Grado(s) centígrado(s)
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AENA	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AMM	Manual de mantenimiento de aeronave
CPL	Licencia de piloto comercial
CPL(H)	Licencia de piloto comercial de helicóptero
FH	Horas de vuelo
FI	Habilitación de instructor de vuelo
ft	Pie(s)
h	Hora(s)
HP	Caballo de potencia
HR	Humedad relativa del aire
kg	Kilogramo(s)
KIAS	Velocidad indicada en nudos
km	Kilómetro(s)
km/h	Kilómetro(s)/hora
kt	Nudo(s)
l , l/h	Litro(s) , Litro(s)/hora
LAPL	Licencia de piloto de aeronaves ligeras
LEMT	Código OACI Aeródromo de Casarrubios del Monte-Toledo
m	Metro(s)
mm	Milímetro(s)
m/s	Metro(s)/segundo
m ²	Metro(s) cuadrados
MAF	Habilitación de aeronaves multieje de ala fija
MHz	Megahercio(s)
MTOW	Peso máximo al despegue (<i>Maximum take-off weight</i>)
N	Norte
Nm	Millas marinas
Nm	Newton metro
n/p	Número de pieza
n/s	Número de serie
O	Oeste
OACI	Organización de aviación civil internacional
PPL	Licencia de Piloto Privado

RTC	Radiofonista Nacional
rpm	Revoluciones por minuto
TULM	Licencia de piloto de ultraligeros
ULM	Aeronave ultraligera motorizada
UTC	Tiempo universal coordinado
VFR	Reglas de Vuelo Visual
W	Oeste

Informe Técnico

ULM A-012/2021

Propietario y Operador:	Ignagua Center, S.L.
Aeronave:	TECNAM P-92-ECHO, matrícula EC-FK6 (España)
Fecha y hora del accidente:	12 de junio de 2021, 14:30 hora local
Lugar del accidente:	Aeródromo de Casarrubios del Monte (Toledo)
Personas a bordo:	1 (tripulante) / 1 (pasajero)
Tipo de operación:	Aviación general – Otros
Fase de vuelo:	Aterrizaje – Recorrido de aterrizaje
Reglas de vuelo:	VFR
Fecha de aprobación:	24/11/2021

Sinopsis

Resumen:

El sábado 12 de junio de 2021, la aeronave TECNAM P-92-ECHO, matrícula EC-FK6, operada por Ignagua Center, realizó un vuelo con un instructor y un pasajero a bordo. Tras el aterrizaje, mientras la aeronave rodaba por la pista 08 del aeródromo de Casarrubios del Monte (LEMT), al frenar, sufrió una salida de pista por desprendimiento de una de las tuercas de los tornillos de sujeción de la pata izquierda del tren de aterrizaje principal, doblándose la pata hacia atrás, y produciendo daños en la parte inferior del estabilizador horizontal, del plano izquierdo y el tren principal.

El piloto y el pasajero resultaron ilesos pudiendo salir por su propio pie de la aeronave.

Se considera que la causa probable del accidente fue el colapso de la ballesta izquierda del tren de aterrizaje principal, tras la aplicación de los frenos durante el aterrizaje, como consecuencia del desprendimiento de la tuerca autoblocante de sujeción del tornillo central de la ballesta izquierda.

El desprendimiento de la tuerca autoblocante se produjo probablemente por la aplicación de un par de apriete incorrecto debido a una mala *praxis* de mantenimiento.

El informe contiene una recomendación de seguridad operacional dirigida a la escuela de vuelo Ignagua Center, S.L. para que garantice la realización correcta de las tareas de mantenimiento relativas a la ejecución del par de apriete de los elementos de sujeción del tren de aterrizaje principal, y otra recomendación dirigida a AESA, para que regule el marco normativo de los vuelos de divulgación de ULM.

1. INFORMACION SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del accidente

El 12 de junio de 2021, el piloto de la escuela Ignagua Center, S.L. implicado en el suceso, llegó al aeródromo de Casarrubios del Monte (Toledo) – LEMT, con la intención de realizar varios vuelos con la aeronave TECNAM P-92-ECHO, matrícula EC- FK6, propiedad de la escuela, que inició a las 09:00 horas¹.

Tras realizar cuatro vuelos con una duración total de 3:15 horas de vuelo y 13 aterrizajes, el primero de ellos como instructor y los otros 3 como piloto al mando, realizó un quinto vuelo que inició a las 13:45 horas, consistente en un vuelo de divulgación de duración 45 minutos, en el que se produjo el accidente durante el aterrizaje. Durante todos los vuelos, el piloto declaró haber realizado la inspección pre-vuelo sin observar ninguna anomalía en la aeronave.

El suceso ocurrió sobre las 14:30 horas tras aterrizar por la pista 08 del aeródromo LEMT. El piloto según su testimonio había configurado la aeronave con flaps 15° y velocidad entre 90 y 100 km/h, con presencia de viento en cara. Una vez realizada la toma en el primer tercio de la pista, con las tres ruedas del tren de aterrizaje en el suelo, según el piloto,



Fotografía 1. Aeronave en el lugar del accidente

¹ Todas las horas indicadas corresponden a la hora local.

desplazándose a baja velocidad, tras accionar el freno notó una vibración que no pudo identificar con exactitud de dónde provenía pero que consideró que debía ser del tren de aterrizaje.

En el momento de soltar el freno la aeronave empezó a desviarse suavemente hacia la izquierda, aunque intentó llevarla lo más recta posible. La aeronave continuó desplazándose con poca velocidad sin volver a actuar el freno, según el piloto, hasta su total detención. Esta se produjo en la franja izquierda, fuera de la pista 08, aproximadamente hacia la mitad de la misma, a la altura de la manga de viento, tras realizar un giro de más 90°.

El piloto, según su testimonio, ya había apagado el motor cuando la aeronave apoyó su plano izquierdo sobre el terreno.

Piloto y pasajero, ambos ilesos, salieron por sus propios medios de la aeronave, y observaron que el lado izquierdo del estabilizador horizontal se encontraba erosionado en su parte inferior y la pata izquierda del tren de aterrizaje principal se había doblado.

Personal del aeródromo retiró la aeronave de la pista, trasladándola al hangar donde fue inspeccionada.

1.2. Lesiones a personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				
Ilesos	1	1	2	
TOTAL	1	1	2	

1.3. Daños sufridos por la aeronave

La aeronave resultó con daños importantes en el anclaje de la ballesta izquierda del tren de aterrizaje principal, en la parte inferior de la semiala izquierda, y, en el encastre y superficie inferior del estabilizador horizontal izquierdo.

1.4. Otros daños

No se produjeron daños de ningún otro tipo.

1.5. Información sobre el personal

El piloto, de 50 años de edad, disponía de una licencia de piloto de ultraligeros (TULM) expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), el 18/07/2008, con la habilitación de aeronaves multieje de ala fija (MAF) y de instructor FI (MAF) válidas hasta el 31/10/2021.

Disponía de un certificado médico de las clases 1 y 2 en vigor hasta el 10/02/2022 y de la clase LAPL hasta el 10/02/2023.

Su experiencia total era de 355:55 horas de vuelo, de ellas, 35:15 horas en el tipo de aeronave del accidente. Además, disponía de experiencia en otro tipo de licencias de vuelo tales como en PPL con un total de 440:20 horas y en CPL(H) de 2604:45 horas.

El día del suceso había realizado además del vuelo en el que ocurrió el accidente, cuatro vuelos más en la misma aeronave, con una duración total de 3 :15 horas de vuelo realizando 13 aterrizajes. En el primer vuelo con funciones de instructor realizando 6 aterrizajes y en el resto de vuelos como piloto al mando con un pasajero. Hasta ese día, no había tenido actividad en aviones ultraligeros durante el último año, específicamente desde el 11/03/2020.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Información general

La aeronave TECNAM P92-ECHO de diseño italiano, fabricada por Aero Empurdá S.L. en 2008 con n/s: P92-E-034, es un monomotor biplaza, ultraligero, monoplano de ala alta arriostrada, con tren de aterrizaje fijo tipo triciclo y rueda de morro orientable.

Estructura:

- Envergadura: 9,6 m
- Longitud: 6,3 m
- Superficie alar: 13,2 m²
- Altura máxima: 2,50 m
- Peso en vacío: 282 kg
- MTOW: 450 kg
- Flaps: 0°- 35°

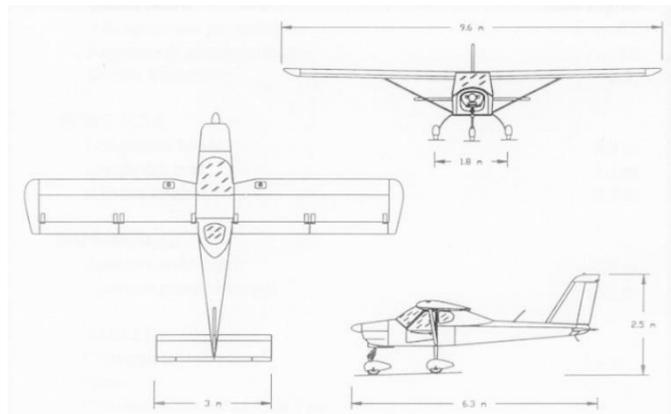


Figura 1. Aeronave TECNAM P92-ECHO

Actuaciones de velocidad:

- Velocidad de nunca exceder: 260 km/h
- Velocidad máxima estructural de crucero: 200 km/h
- Velocidad máxima con flaps extendidos: 110 km/h
- Velocidad de maniobra: 150 km/h
- Velocidad de pérdida:
 - flaps 0°: 69 km/h
 - flaps 15°: 65 km/h
 - flaps 35°: 61 km/h

Planta de potencia:

La aeronave estaba equipada con un motor de pistón ROTAX 912 UL y n/s: 4408714.

Sus características principales son:

- Cuatro tiempos, cuatro cilindros opuestos horizontalmente
- Doble carburador
- Arranque eléctrico
- Refrigeración mixta por agua y aire.
- Potencia máxima: 81 Hp a 5800 rpm, máximo durante 5 minutos.

Combustible:

El combustible autorizado y utilizado era gasolina sin plomo 95. La aeronave disponía de dos depósitos de combustible integrales en el borde de ataque, uno por semiala, con válvula de drenaje en el mamparo del motor y capacidad de 35 litros por depósito.

Hélice:

La hélice instalada en la aeronave era una bipala tractora del fabricante F.lli Tonini Giancarlo & Felice S.n.c. modelo GT-ECHO 2, de madera, diámetro 1660 mm y paso fijo, montada en 2008.

Panel de instrumentos:



Fotografía 2. Panel de instrumentos TECNAM P92-ECHO matrícula EC-FK6

Tren de aterrizaje principal

Considerando que el sistema del tren de aterrizaje ha sido el principal sistema implicado en el accidente, se detalla a continuación su composición.

Cada pata del tren de aterrizaje principal consta de una placa curvada de acero especial (1) o ballesta, colocada transversalmente al fuselaje para permitir la amortiguación elástica de las cargas producidas durante el aterrizaje.

La ballesta está unida a la parte inferior del fuselaje a través de la viga principal, mediante tres pernos y sus tuercas, dos laterales (5), que aseguran la placa al borde de la viga, y uno central (6), que asegura el extremo interior, más cercano al eje del avión.

Las ruedas se colocan en voladizo sobre la pata-ballesta del tren y disponen de frenos de disco accionados hidráulicamente, controlados mediante una palanca situada en cabina entre los dos asientos. Aquí también está situada una válvula de cierre del circuito hidráulico.

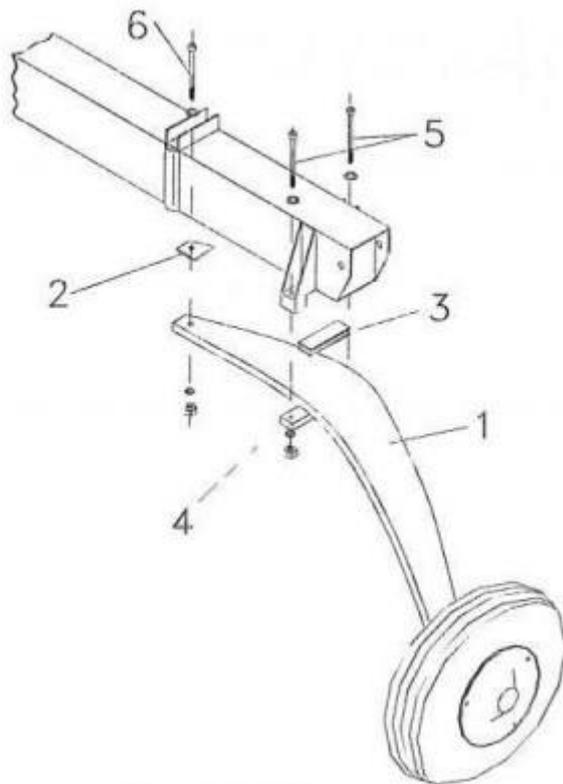


Figura 2. Sujeción de ballesta

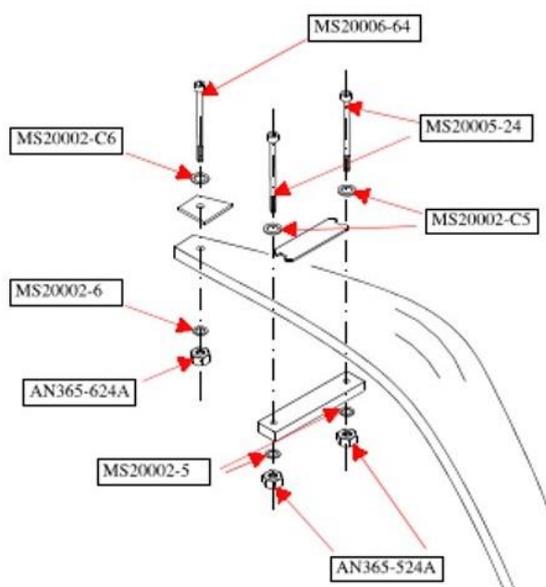


Figura 3. Números de pieza del sistema de sujeción del tren de aterrizaje principal

Los frenos actúan simultáneamente en ambas ruedas mediante una unión en forma de "T".

La palanca de control activa el cilindro maestro que cuenta con el correspondiente depósito de líquido de frenos. El sistema está equipado con una válvula de no retorno, que asegura que la acción de frenado siempre es efectiva incluso aunque el circuito de frenado de estacionamiento hubiera sido accidentalmente cerrado.

El sistema de sujeción de las ballestas al fuselaje ha sido mejorado a lo largo del tiempo por el fabricante de la aeronave, modificando el tipo de tornillos y tuercas autoblocantes.

Actualmente los números de pieza, cantidades y pares de apriete requeridos que se encuentran vigentes son los reflejados en la Figura 3 y en el cuadro de la Figura 4.

<i>Description</i>	<i>Part number</i>	<i>QTY</i>	<i>Torque value</i>
Central bolts	MS20006-64	2	//
Lateral bolts	MS20005-24	4	//
Stop nut for lateral bolts	AN365-524A	4	15 +/- 1 Nm
Stop nut for central bolts	AN365-624A	2	25 +/- 2 Nm
Washer under Lateral bolts	MS20002C-5	4	//
Washer under Central bolts	MS20002C-6	2	//
Washer under Lateral Stop Nuts	MS20002-5	4	//
Washer under Central Stop Nut	MS20002-6	2	//

Figura 4. Descripción de números de pieza del sistema de sujeción del tren de aterrizaje principal

Cabe destacar que además de aplicar los pares de apriete recomendados para asegurar la correcta sujeción de la pata al fuselaje, el fabricante también recomienda que las tuercas se reemplacen de una en una, sin realizar el apriete final hasta que todas estén reemplazadas. De manera que se deberá aplicar el par de apriete correcto, al final de la instalación de todas las tuercas. Con esta práctica de instalación se ha comprobado que se disminuye el riesgo de desprendimiento de la pata del tren.

Según el fabricante de la aeronave el uso de tornillos diferentes a los recomendados puede causar el desprendimiento de las tuercas y vibraciones en el punto de sujeción del tren comprometiendo la sujeción.

Procedimientos operativos

A continuación, se incluyen los procedimientos operativos según el Manual de Vuelo de la aeronave, aplicables al suceso y de interés para la investigación.

- **Inspección pre-vuelo**

Dentro de las tareas de inspección externa de la aeronave, las correspondientes al tren de aterrizaje son:

- Tren principal izquierdo y derecho: comprobar la presión del neumático (1.4 bar), estado del neumático, alineación correspondiente, estado del revestimiento del fuselaje.
- Pata de la rueda de morro: comprobar la presión del neumático (1.0 bar), el estado del neumático y del amortiguador.

- **Aproximación**

Flaps..... (final) 38° FULL
 Velocidad..... 0° flaps 70 KIAS
 Velocidad..... 15° flaps 65 – 70 KIAS
 Velocidad..... 38° flaps 60 KIAS

- **Pre-aterrizaje**

Asientos y cinturones	Ajustados
Luz de aterrizaje	posición ON
Válvulas de combustible.....	posición ON
Bomba de combustible.....	posición ON
Calefacción carburador.....	posición ON
Potencia.....	1.400 – 1.500 rpm
Flaps.....	15°
Velocidad.....	65 – 70 KIAS

- **Antes del aterrizaje**

Luz de aterrizaje.....	posición ON
En el tramo de viento en cola: velocidad y flaps a discreción en función del tráfico.	
Tráfico.....	comprobar
Flaps.....	según se requiera
Velocidad óptima de <i>touchdown</i> con <i>full flaps</i>	39 kt

- **Abandonando pista, después del aterrizaje**

Calefacción carburador.....	posición OFF
Flaps.....	Arriba
Bomba de combustible.....	posición OFF
Luz aterrizaje.....	posición OFF
Transpondedor.....	STAND BY

1.6.2. Registro de mantenimiento

La aeronave fue fabricada en 2007 con nº de serie: P92-E-034. El propietario y operador de la aeronave era la escuela de pilotos de ultraligeros Ignagua Center S.L.

La aeronave disponía de un programa de mantenimiento aprobado con fecha 07/02/2020 estableciendo las siguientes revisiones de mantenimiento:

- Inspección prevuelo.
- Inspección básica cada 100 horas de vuelo o 12 meses.
- Inspección periódica cada 200 horas de vuelo.
- Inspección especial cada 600 horas de vuelo.

Según el AMM de la aeronave, las tareas a realizar en el tren de aterrizaje principal durante las inspecciones de 100 horas de vuelo, incluyen comprobaciones del estado general de todos sus componentes y sujeciones, tanto estructuralmente de las ballestas, como de los sistemas de frenos, hidráulico, las ruedas y los neumáticos.

Además de las inspecciones incluidas en el programa aprobado, el AMM establece cada 1200 horas de vuelo otra inspección especial de varios componentes, en particular, en relación al tren de aterrizaje principal, en la cual deben desmontarse las ballestas y comprobar su integridad, curvatura y estado general.

Según el libro de la aeronave en vigor emitido el 13/02/2020, en el momento del accidente la aeronave tenía un registro acumulado de 849:28 horas de vuelo. El registro del vuelo inmediatamente anterior al accidente corresponde al realizado el mismo día, a las 09:50 horas, con una duración de 53', realizando dos aterrizajes; y los dos vuelos anteriores al 12/06/2021, fueron los realizados el 11/06/2021 y el 07/06/2021 con duraciones de 29' y 45' realizando 3 y 1 aterrizajes, respectivamente. Según el libro del piloto, los vuelos del día del suceso no estaban actualizados en el libro de la aeronave.

La última revisión de mantenimiento de la aeronave fue realizada en el taller de la escuela de pilotos el 17/05/2021, cuando la aeronave tenía 824:53 horas de vuelo y se registró como una revisión ordinaria (básica de 100 horas), así como la inmediatamente anterior, el 30/03/2021 cuando tenía 775:30 horas de vuelo, en la que adicionalmente según personal de mantenimiento de la escuela, se sustituyeron los tornillos de sujeción del tren de aterrizaje que deben ser sustituidos cada 1200 horas de vuelo. En consecuencia, habían transcurrido unas 74 horas de vuelo desde que se sustituyeron los elementos de sujeción de las ballestas del tren principal.

Según la cartilla del motor vigente emitida el 13/02/2020, las revisiones obligatorias de motor corresponden a las inspecciones periódicas que se deben realizar cada 100 horas de vuelo y la inspección general cada 2000 horas. La última revisión realizada fue el 17/05/2021 y correspondió a una revisión de 100 horas cuando el motor tenía 824:53 horas de vuelo.

1.6.3. Estado de aeronavegabilidad

La aeronave del suceso fue matriculada el 20/06/2008 según el certificado de matrícula emitido por AESA el 11/12/2019, nº de registro 1221 y propietario Ignagua Center, S. L.

La aeronave disponía de un certificado de aeronavegabilidad especial restringido nº 1221, emitido el 07/02/2020 por AESA, en el que consta como constructor "Aero Emporda, S.L.", y denominación de aeronave "P-92-ECHO" en la categoría "Privado (3) Especial ULM".

1.7. Información meteorológica

Dado que el accidente ocurrió en el aeródromo de Casarrubios del Monte (Toledo) – LEMT, que no cuenta con estación meteorológica, AEMET ha proporcionado la información reportada por los tres puntos de observación más representativos (Robledo de Chavela, Aranjuez y Toledo), con objeto de caracterizar la situación meteorológica en el instante del accidente y su posible contribución al suceso.

Según dicha información, en el ámbito espacial y temporal donde tuvo lugar el accidente, no se constató ningún fenómeno meteorológico significativo.

1.8. Ayudas para la navegación

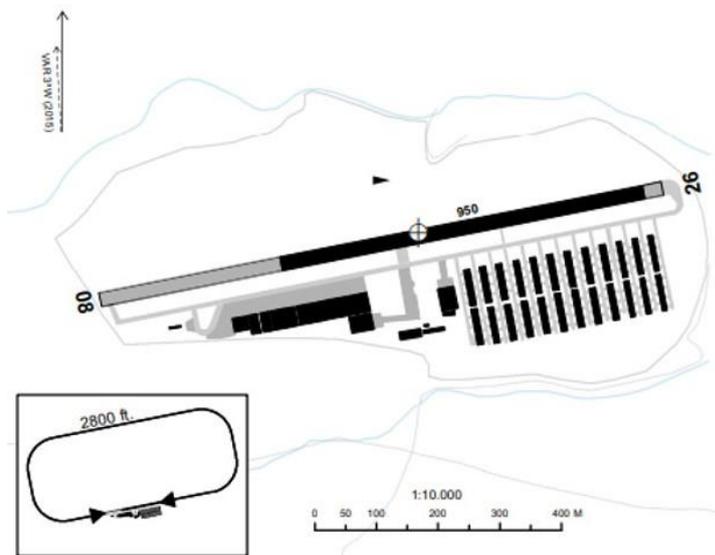
No aplicable.

1.9. Comunicaciones

No se produjeron comunicaciones.

1.10. Información del aeródromo

El aeródromo de Casarrubios del Monte en la provincia de Toledo, indicativo OACI - LEMT, y coordenadas geográficas 40° 14' 06" N; 04° 01' 35" O, es un aeródromo restringido de titularidad privada, que dispone de una pista de asfalto de orientación 08/26 de 950 x 26 m a una elevación de 625 m, caracterizada por disponer de un umbral desplazado 400 m en la pista 08. Las comunicaciones aire-aire se realizan en la frecuencia 123.500 MHz.



El circuito de tráfico se realiza al norte del campo a 2800 ft para aviación general y ultraligeros y punto de entrada a 4 Nm al suroeste de la localidad de Navalcarnero, y otro circuito al sur para autogiros.

El aeródromo está rodeado por un camino aproximadamente a 10 m por debajo del nivel de la pista y que da lugar a un importante desnivel en la prolongación de la pista 26.

Figura 5. Plano del aeródromo de Casarrubios del Monte



Fotografía 3. Aeródromo de Casarrubios del Monte

1.11. Registradores de vuelo

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

1.12. Información sobre la trayectoria y los restos de la aeronave

El accidente se produjo cuando la aeronave tomó tierra por la pista 08, en el momento en el que el piloto frenó y la aeronave comenzó a desviarse hacia la izquierda a la altura de la manga de viento, aproximadamente en la mitad de la pista donde se sitúa la salida a la plataforma. Según la declaración del piloto, la intención era dirigirse a estacionar a través de esta salida intermedia de la pista.



Fotografía 4. Trayectoria de la aeronave durante el accidente en el aeródromo de Casarrubios del Monte

La aeronave se desvió y quedó detenida según se muestra en la fotografía 4. El touchdown se realizó prácticamente al final del primer tercio de la pista y recorrió aproximadamente unos 175 m en 8" según las videograbaciones del aeródromo, lo que supone una velocidad aproximada de 75 km/h.

Según los registros de las videocámaras del aeródromo la manga de viento en el momento del suceso, situada prácticamente enfrente de donde quedó detenida la aeronave, mostraba aproximadamente un viento entre 10 o 12 kts. de velocidad y dirección 190 o 200°.

Al salir de la aeronave el piloto pudo observar como la ballesta izquierda se había soltado parcialmente y doblado hacia atrás en el sentido de la marcha. El tornillo central de sujeción y su tuerca se habían soltado, aunque el tornillo pudo ser recuperado, la tuerca no se localizó. Los tornillos laterales de sujeción se encontraban doblados, aunque aún sujetos al fuselaje, mostraban desprendimiento de material en el fileteado de la rosca.

En la pista no fue posible apreciar ninguna huella propia del desplazamiento de la aeronave en el momento del accidente, desprendimiento de goma de los neumáticos ni de ningún otro tipo atribuible al evento. No obstante, la trayectoria y posición de la aeronave en todo momento quedaron registradas en las videograbaciones del aeródromo aportadas a la investigación y que se muestran a continuación en la serie de fotografías 5.



Fotografía 5. Extracto de videograbación de la trayectoria de la aeronave.

En la inspección de la aeronave sólo identificaron daños en la parte inferior del plano izquierdo por erosión con el terreno, así como en la parte inferior del lado izquierdo del estabilizador horizontal. Además, se identificó que el encastre del empenaje, en su lado izquierdo, se había deformado. Los neumáticos y sistema de frenos estaban en buenas condiciones sin desgastes anormales.



Fotografía 6. Ballesta izquierda con rueda y abrazadera



Fotografía 7. Sujeción de abrazadera a ballesta izquierda y fuselaje



Fotografía 8. Tornillo lateral de sujeción de ballesta izquierda y fuselaje



Fotografía 9. Fileteado de tornillo lateral de sujeción de ballesta izquierda y fuselaje



Fotografía 10. Daños en zona inferior del plano izquierdo



Fotografía 11. Daños en zona inferior del estabilizador horizontal izquierdo



Fotografía 12. Daños en encastre del estabilizador horizontal izquierdo

1.13. Información médica y patológica

No aplicable.

1.14. Incendio

No se encontraron rastros de incendio en vuelo o después del impacto.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

Los atalajes y sistemas de retención realizaron correctamente su función y el habitáculo de cabina mantuvo su integridad estructural.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Inspección del sistema de sujeción del tren principal

Durante la inspección de la aeronave tras el accidente, realizada en el taller de mantenimiento de la escuela de vuelo, se pudo comprobar que los tornillos de sujeción de la ballesta izquierda del tren de aterrizaje se encontraban en buen estado, sin presencia de corrosión, fisuras o deterioro que pudiera haber contribuido al suceso.

El tornillo central que asegura el extremo interior de la ballesta, el más cercano al eje del avión, con el fuselaje, se encontraba en buen estado pero había perdido la tuerca autoblocante que aunque se buscó en el terreno donde se detuvo la aeronave, no pudo ser recuperada. El tornillo no mostraba deformaciones, fisuras o pérdidas de material.

Los dos tornillos laterales de sujeción de la ballesta que permiten mantener su posición transversal y aseguran la placa al borde de la viga del fuselaje, estaban deformados, doblados en el sentido de la marcha, con desprendimiento de las tuercas autoblocantes y desplazamiento de la brida metálica de posicionamiento.

Los tornillos presentaban deformaciones plásticas en varias direcciones, con estrechamiento de sección. Dichas deformaciones responden a cargas excesivas de tracción en dirección axial y cargas de flexión aproximadamente a 30° de dicha dirección. En uno de los tornillos estas cargas provocaron su rotura.

Según personal de mantenimiento del taller de la escuela todos los tornillos de sujeción del tren de aterrizaje principal se habían sustituido en la revisión realizada el 30/03/2021. Según su información inspeccionan específicamente el sistema de sujeción cada 100 HF y cambian el kit completo de tornillería, cada 200 FH, aunque según el AMM sólo se requiere su sustitución a las 1200 FH. En el momento del suceso, la aeronave tenía 849:28 horas de vuelo por lo que no había alcanzado las horas necesarias para realizar la sustitución de la tornillería de sujeción recomendada por el fabricante de la aeronave.

Se comprobó que los tornillos utilizados no eran todos iguales, algunos eran n/p: MS20006 y otros NAS6605-23, sin poder identificarse en algunos casos el tipo específico utilizado al no encontrarse marcados.



Fotografía 13. Antigua y nueva tuerca autoblocantes según SB nº66



Fotografía 14. Antigua tuerca autoblocante utilizada por el taller de mantenimiento del suceso y nueva tuerca utilizada en la aeronave del accidente



Fotografía 15. Tornillos de sujeción de la ballesta del tren de aterrizaje principal

Las tuercas autoblocantes utilizadas correspondían a las recomendadas por el fabricante de la aeronave, que en su último boletín de servicio del 09/07/2012, el SB nº 066 ed.2 rev.1, indicaba la necesidad de sustitución por nuevas tuercas mejoradas, las n/p: AN365-524A para los tornillos laterales n/p: MS20005-24 y las n/p: AN365-624A para los tornillos centrales n/p: MS20006-64.

Según el mencionado boletín el apriete de las tuercas autoblocantes debe ser diferente si se trata de los tornillos centrales o de los laterales. En particular, para los tornillos laterales n/p: MS20005-24 el apriete debe hacerse a 15 ± 1 Nm, y para los tornillos centrales n/p: MS20006-64 debe hacerse a 25 ± 2 Nm.

Este requisito de par de apriete exige la utilización de una llave dinamométrica o torquímetro para asegurar el correcto ajuste de los elementos roscados sobre los que se aplica. Se pudo confirmar en el taller de mantenimiento, que el apriete se realizaba sin la utilización de esta herramienta, por lo que consecuentemente, el par de apriete no podía ser garantizado.

El tornillo central debía ser el n/p: MS20006-64, con longitud 12,8 cm incluida la cabeza y diámetro 0.95 cm; y los tornillos laterales debían ser los n/p:MS20005-24, con longitud 5,97 cm y diámetro 0.79cm.

Los tornillos 1 y 3 de la Fotografía 15, son tornillos utilizados en la aeronave del suceso, en un caso responde al n/p: MS20005-24 recomendado y en el otro al n/p: NAS6605-23 de longitud 4,84 cm sin cabeza.

El número 2, es un tornillo nuevo proporcionado por el taller de mantenimiento, de uso habitual pro dicho taller, que no corresponde con ninguno de los recomendados por el fabricante de la aeronave.

En las fotografías siguientes se aprecia la deformación de los tornillos laterales, así como el desprendimiento de material de la rosca por sobreesfuerzo puntual de tracción y fricción de la tuerca sobre el tornillo.



Fotografía 16. Tornillo 1 lateral de ballesta izquierda en la aeronave del suceso



Fotografía 17. Tornillo 2 lateral de ballesta izquierda en la aeronave del suceso



Fotografía 18. Tornillo 1 lateral de ballesta izquierda tras su extracción de la aeronave del suceso



Fotografía 19. Mitad superior del tornillo 2 lateral de ballesta izquierda seccionado tras el suceso

1.17. Información organizativa y de dirección

La escuela propietaria y operadora de la aeronave del suceso, Ignagua Center, S.L., está autorizada por AESA desde el 11/10/2016 como escuela de vuelo ULM para la habilitación de aeronave ultraligera multieje de ala fija (MAF), con base de operaciones en el aeródromo de Casarrubios del Monte - LEMT (Toledo), y limitaciones las derivadas de la normativa aplicable.

El alcance de cursos de formación aprobados a la organización incluye los cursos para la obtención de la licencia de piloto de aeronave ultraligera multieje de ala fija (MAF), los cursos y seminarios de instructores (FI) y los cursos de radiofonista (RTC).

Ni el manual de operaciones de la escuela de vuelo, ni su autorización de actividad, ni la reglamentación de referencia², establece requisito alguno de formación continuada o de refresco de sus instructores tras periodos de inactividad, ni contempla el vuelo del suceso, denominado como vuelo de divulgación, dentro de los vuelos incluidos en el alcance de la aprobación de formación que pueden realizarse con las aeronaves de escuela.

1.18. Información adicional

Se han considerado accidentes similares de la aeronave Tecnam P-92 Echo investigados por diversas autoridades, en los que ha estado involucrado el sistema de sujeción del tren de aterrizaje principal.

En todos los casos identificados, los tornillos de sujeción de las ballestas del tren, en unos casos los tornillos laterales y en otros, los tornillos centrales, han resultado seccionados, por efecto de la fatiga del material, encontrándose a veces fisuras o corrosión en la zona de la rotura. Sin embargo, no se ha identificado ningún suceso por desprendimiento de las tuercas autoblocantes como ocurrió en el presente evento.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No aplicable.

2. ANÁLISIS

2.1. Análisis de la situación meteorológica

Las condiciones meteorológicas existentes en el área del suceso, en el entorno horario en el que se produjo fueron unas condiciones aptas para el vuelo y por lo tanto no se considera que hubiera ninguna condición adversa influyente en el accidente.

El único parámetro meteorológico valorable en el momento del aterrizaje fue que el viento en la pista, cuando la aeronave se desvió hacia la franja izquierda, y se giró unos 90°, se posicionó en dirección de viento en cara, facilitando la detención de la aeronave, sin necesidad de volver a aplicar los frenos, como confirmó el piloto en su testimonio, ya que su intensidad era de aproximadamente entre 10 y 12 kt.

² Reglamentación de referencia para Escuelas de Vuelo ULM:

- Real Decreto 1070/2015, de 27 de noviembre, por el que se aprueban las normas técnicas de seguridad operacional de aeródromos de uso restringido y se modifican el Real Decreto 1189/2011, y la Orden de 24 de abril de 1986, por la que se regula el vuelo en ultraligero.
- Real decreto 123/2015 del 27 de febrero, por el que se regula la licencia y habilitaciones del piloto de ultraligero.
- Orden de 24 de abril de 1986 por la que se regula el vuelo en ultraligeros.

2.2. Análisis de la operación

El piloto según su testimonio, realizó las inspecciones prevuelo en todos y cada uno de los cinco vuelos que realizó el día del suceso, con resultado satisfactorio en todas ellas.

Según el testimonio del piloto, una vez realizada la toma final en el primer tercio de la pista 08, con las tres ruedas del tren de aterrizaje en el suelo, en el momento de aplicar el freno con la intención de salir por la salida central asfaltada de la pista (situada aproximadamente a la mitad de la pista), notó una vibración que no pudo identificar y justo al soltar el freno, la aeronave se hundió por su lado izquierdo y empezó a desviarse hacia la izquierda, saliéndose de la pista hacia la franja de terreno lateral, a la altura de la manga de viento, donde se detuvo.

El testimonio del piloto es coherente con las videograbaciones del aeródromo, de manera que cuando presumiblemente el piloto aplicó el freno, efectivamente el avión poco a poco se desplazó hacia la izquierda a la vez que el avión se hundía del lado izquierdo produciéndose el fallo de la pata izquierda del tren principal, doblándose.

En consecuencia, fue en el momento de aplicar el freno, cuando debió forzarse la sujeción de la ballesta izquierda y debió ser el momento en el que la tuerca del tornillo central se desprendió, de manera que los tornillos laterales se deformaron, doblándose, y desprendiendo a su vez sus correspondientes tuercas lo que permitió que la ballesta izquierda quedara doblada bajo el fuselaje. La aeronave hasta ese momento continuaba desplazándose y desviándose a la vez fuera de la pista.

Por efecto de pivotamiento sobre la pata izquierda que se había hundido, la aeronave giró más de 90° hacia la izquierda fuera ya de la pista, en la franja de terreno lateral, hasta que quedó detenida, momento en el que el piloto, según las videograbaciones, transcurridos unos segundos detuvo el motor.

La parada de la aeronave se produjo prácticamente en frente de la manga de viento donde según las videograbaciones se comprobó que el viento era de cara a la aeronave con intensidad aproximada de 12 kt, lo que contribuyó a la detención de la aeronave sin precisar ninguna frenada adicional como confirmó el piloto.

Según el piloto cuando la aeronave apoyó su plano izquierdo sobre el terreno, al salirse de la pista, ya había apagado el motor antes de detenerse. Esta acción, según las videograbaciones no se realizó de este modo, aunque el motor fue parado tras detenerse el avión, sin embargo, el plano izquierdo ya se había arrastrado e impactado con el terreno en varias ocasiones. El aterrizaje transcurrió en un breve periodo de tiempo en el que el piloto no fue consciente de la sucesión real de los hechos. En particular, la apreciación del piloto en cuanto a la velocidad con la que realizó la toma, fue errónea, ya que, según las videograbaciones, se muestra que la aeronave aterrizó con gran velocidad, lo que debió precisar de una intensa frenada.

La velocidad óptima, según los procedimientos operativos, para realizar el *touchdown* con flaps completamente deflectados es de 39 kt (unos 62 km/h), por lo tanto, con deflexión de

unos 15°, sería alrededor de 67 km/h. Basándose en las videograbaciones del aeródromo el piloto aterrizó a una velocidad aproximada de 75 km/h, por lo tanto superior a la recomendada y percibida por el piloto, lo que probablemente exigió una mayor intensidad en la frenada teniendo en cuenta que la intención era además abandonar la pista por su salida intermedia.

Cabe concluir que el piloto realizó adecuadamente los procedimientos operativos por lo que no se considera que la operación del piloto haya contribuido a que se produjera el accidente.

2.3. Análisis de los restos de la aeronave

Los daños identificados en la aeronave son coherentes con el testimonio del piloto y las videograbaciones del aeródromo. Al ir perdiendo velocidad la semiala izquierda fue descendiendo hasta golpear el suelo donde continuó arrastrándose y como consecuencia del arrastre sufrió los daños en el intradós y en el estabilizador horizontal izquierdo.

El fallo de la ballesta izquierda del tren de aterrizaje principal se produjo por el desprendimiento de la tuerca autoblocante del tornillo central, debido a la carga axial de tracción ejercida sobre la tuerca durante el frenado. Si la tuerca hubiera estado ajustada con el apriete adecuado, las cargas habrían sido absorbidas por el conjunto sin producirse el desprendimiento, de lo que se deduce que la tuerca se entraba mal apretada.

El hecho de que el tornillo no se encontrara deformado confirma que el aflojado de la tuerca debió producirse paulatinamente sin forzar el sistema de sujeción, probablemente ocasionado por las vibraciones del conjunto durante los sucesivos rodajes y ciclos de aterrizaje realizados el día del suceso incluso en anteriores; finalmente en el momento del accidente cuando se realizó una frenada algo más intensa de lo normal, fue cuando se produjo el desprendimiento de la tuerca.

Si esta hubiera estado apretada adecuadamente, y la frenada hubiera implicado unas cargas excesivas, el tornillo central se hubiera deformado o roto antes de provocar el desprendimiento de la tuerca, como así ocurrió en los tornillos laterales. Lo que corrobora que la tuerca del tornillo central no se encontraba adecuadamente apretada.

A su vez, el desprendimiento de la tuerca central permitió que la ballesta girara hacia el fuselaje, abriendo la abrazadera, desplazándose, y dando como resultado la flexión de los tornillos de sujeción laterales, que, sometidos a altas cargas de tracción y con sus tuercas bien apretadas, se desgarraron con desprendimiento de material de los tornillos, deformándose hasta el desprendimiento final de las tuercas.

Considerando la geometría de la ballesta y su anclaje, es poco probable que la tuerca del tornillo central se hubiera desgarrado o desprendido en vuelos anteriores, ya que habría provocado vibraciones o golpes en la zona del tren, o incluso su colapso, con anterioridad al frenado del vuelo del suceso.

2.4. Análisis del mantenimiento de la aeronave

Durante la inspección de la aeronave se constató que los registros de revisiones estaban de acuerdo con el programa de mantenimiento aprobado. Incluso en lo concerniente a la sustitución de los tornillos de sujeción de las ballestas del tren principal, se realizaba mucho antes de lo recomendado por el fabricante.

Esto se corroboró con el hecho de que los tornillos de sujeción y sus tuercas se apreciaban nuevos, sin presencia de óxidos u otros deterioros. De manera que no se considera que contribuyera al accidente el fallo o mal estado de ninguno de los componentes o materiales utilizados. Sin embargo, sí se considera que contribuyera al suceso el hecho de que se realizara una mala *praxis* de mantenimiento, ya que desde la última intervención sobre estos elementos la aeronave solo había realizado 74 horas de vuelo.

El desprendimiento de la tuerca del tornillo central que ocasionó la pérdida de fijación y vibración de la ballesta en el momento del frenado, produciendo la rotación de la pata y demás daños ocasionados en la aeronave, fueron ocasionados por un apriete inadecuado de la tuerca autoblocante.

Aunque la frenada debió ser intensa ya que, como se ha indicado anteriormente, el piloto tenía la intención de tomar la pista central de salida, si el apriete del tornillo central y su tuerca de sujeción hubiera sido adecuado, no se hubiera desprendido, no habría forzado el desprendimiento de las tuercas de los tornillos laterales y su deformación, produciendo el doblado de la ballesta bajo el fuselaje del avión y por tanto no se hubiera producido el accidente.

En cualquier caso, el tren de aterrizaje debería haber sido capaz de absorber la frenada realizada sin comprometer su estructura y fijación al fuselaje, incluso aunque los frenos hubieran bloqueado las ruedas, de lo que no se tiene constancia que ocurriera ya que no se apreciaron deformaciones o desgastes extraordinarios ni en los neumáticos ni en el sistema de frenos, ni transferencia de materiales en la pista.

El aflojamiento de la tuerca que finalmente ocasionó su desprendimiento, aunque no pudo determinarse si se produjo por un apriete por exceso o por defecto respecto al requerido, lo que sí se puede asegurar es que no era el adecuado, ya que como se deduce del análisis del estado del tornillo central, este se encontraba en perfectas condiciones, y la tuerca no le había producido daño alguno, por lo que presumiblemente se soltó sin dificultad, lo que sería coherente con el hecho de que el apriete se hubiera realizado por defecto al no utilizar la herramienta adecuada.

En cuanto a la utilización del tipo de tornillos, se constató que los utilizados no correspondían con la especificación del fabricante de la aeronave, lo que pudo ocasionar la vibración causada por el juego entre las piezas, que facilitó así mismo el desprendimiento de la tuerca.

Los tornillos laterales presentaban deformaciones plásticas debidas a las cargas de flexión producidas al soltarse la abrazadera y perderse los espaciadores de cuero que actúan de amortiguador, y por vibración del conjunto, hizo que se desplazara y rotara la ballesta, hasta la deformación de los tornillos.

Consecuentemente se considera que el inadecuado apriete de la tuerca del tornillo central se realizó como consecuencia de una mala *praxis* de mantenimiento.

2.5. Análisis de la organización

El piloto no había tenido actividad en aviones ultraligeros en el último año, no habiendo realizado ningún tipo de vuelo de refresco antes del día del suceso, ya que la organización de formación no tiene establecida dicha exigencia a sus instructores.

Por otro lado, en relación al tipo de vuelo que se estaba realizando durante el suceso, un vuelo de divulgación según la declaración del piloto, AESA establece que las escuelas de vuelo ULM están autorizadas únicamente a dar instrucción para la obtención o el mantenimiento de una licencia ULM, por lo que la autorización como escuela de vuelo no permite realizar otras actividades que no sean las de formación.

La organización contempla dentro del plan de formación para la obtención de la licencia de piloto de ULM como primer vuelo de un alumno, un vuelo de duración 45 minutos donde se enseña al alumno a realizar la inspección prevuelo de la aeronave y se realiza a continuación un vuelo de toma de contacto con el avión, exigiendo al alumno el conocimiento de los manuales de la escuela. El vuelo del suceso fue de duración 45' pero no reúne el resto de requisitos exigidos por la escuela para considerarlo como primer vuelo de un curso de formación, por lo tanto, el vuelo del suceso no se considera que se tratara de un vuelo de formación, y en consecuencia el piloto al mando no ejercía como instructor, pero fue realizado con una aeronave de la escuela de pilotos de ULM.

AESA hasta el momento no ha divulgado la necesidad de iniciar una regulación de los requisitos o exigencias respecto a los vuelos de refresco de los pilotos instructores de las escuelas de vuelo de ULM, sin embargo, en relación al tipo de vuelo del suceso, del que no existe actualmente reglamentación nacional o internacional alguna que lo contemple, en el transcurso de la investigación, AESA ha informado que se encuentra actualmente en proceso de regulación del marco normativo de este tipo de vuelos, ya que el Proyecto de Real Decreto de aeronaves motorizadas ultraligeras (ULMs), que acaba de finalizar el trámite de audiencia pública, así lo contempla en el artículo 9 "Vuelos de Introducción".

3. CONCLUSIÓN

3.1. Constataciones

- Los restos de la aeronave son coherentes con la declaración del piloto y las videograbaciones del aeródromo.
- Durante la aplicación de los frenos en el aterrizaje, se produjo el desprendimiento de la tuerca de fijación del tornillo central de sujeción de la ballesta izquierda.

- La investigación ha puesto de manifiesto que el desprendimiento de la tuerca tuvo que producirse por la aplicación de un par de apriete incorrecto durante una actuación de mantenimiento.
- Los tornillos de sujeción de la ballesta izquierda se encontraban en buen estado, pero no correspondían con los especificados por el fabricante de la aeronave, no así las tuercas autoblocantes, que sí coincidían con las requeridas.
- El mantenimiento de la aeronave era adecuado en general, aunque se considera que la no utilización de la herramienta requerida para realizar el apriete exigido en el conjunto de sujeción del tren del aterrizaje principal, es una mala *praxis* de mantenimiento.

3.2. Causas / Factores contribuyentes

Se considera que la causa probable del accidente fue el colapso de la ballesta izquierda del tren de aterrizaje principal, tras la aplicación de los frenos durante el aterrizaje, como consecuencia del desprendimiento de la tuerca autoblocante de sujeción del tornillo central de la ballesta izquierda.

El desprendimiento de la tuerca autoblocante se produjo probablemente por la aplicación de un par de apriete incorrecto debido a una mala *praxis* de mantenimiento.

4. RECOMENDACIONES

REC 49/21: Se recomienda a Ignagua Center, S.L. que garantice la utilización de las herramientas adecuadas para la realización de las tareas de mantenimiento que exigen un par de apriete especificado por el fabricante de la aeronave, así como, que garantice que las especificaciones técnicas de los componentes involucrados son las requeridas por el fabricante de la aeronave.

Como resultado de la presente investigación, la CIAIAC consideró pertinente recomendar a AESA que regulara el marco normativo de los vuelos de divulgación de las aeronaves motorizadas ultraligeras (ULMs) con objeto de garantizar las condiciones de seguridad operacional de esta práctica a sus pilotos y pasajeros. Durante el transcurso de la redacción de este informe, AESA informó que en la actualidad ya se encuentra en proceso de regulación del marco normativo de este tipo de vuelos, ya que el Proyecto de Real Decreto de aeronaves motorizadas ultraligeras (ULMs), que acaba de finalizar el trámite de audiencia pública, así lo contempla en el artículo 9 “Vuelos de Introducción”. En consecuencia, se considera que la acción de seguridad realizada por AESA ha sido implementada satisfactoriamente y no se considera necesario la emisión de dicha recomendación de seguridad operacional.

5. ANEXOS

5.1. Boletines de Servicio TECNAM aplicables

A continuación, se incluyen los boletines de servicio emitidos por TECNAM analizados durante la investigación.

- Boletín de Servicio nº 07-UL del 06/12/2007: con el objeto de mejorar la sujeción de las patas del tren de aterrizaje principal al fuselaje, se recomienda sustituir los tornillos UNI por los de métrica MS. Su implementación se recomienda en las siguientes 100 horas de vuelo. Los elementos de sujeción quedan requeridos pasan a ser:
 - Tornillos laterales n/p: MS20005-24 (2 uds por pata).
 - Tornillos centrales n/p: MS20006-64 (1 ud por pata).
 - Tuercas autoblocantes n/p: MS21042-5 (1 ud por tornillo, el mismo n/p para los tornillos laterales y para los centrales).
- Boletín de Servicio nº 17-LSA y nº 22-UL ed.1 del 11/08/2011, relativo a la recomendación de comprobación de los valores de apriete de los tornillos de sujeción del tren de aterrizaje principal. Con objeto de asegurar una mejor conexión entre la pata del tren tipo ballesta y el fuselaje. Se recomienda la comprobación de los valores de apriete dentro de las 10 primeras horas de vuelo si el número de horas de vuelo total es inferior a 100, y si no, cada 100 horas.
 - Para las 4 uds Tuercas autoblocantes n/p: MS21042-5 de los tornillos laterales n/p: MS20005-24 el apriete debe hacerse a 15 +/- 1 Nm.
 - Para las 2 uds Tuercas autoblocantes n/p: MS21042-6 de los tornillos centrales n/p: MS20006-64 el apriete debe hacerse a 25 +/- 2 Nm.
- Boletines de Servicio nº 18-LSA rev.2, del 13/09/2011 y nº 23-UL ed.1 rev.3 del 29/12/2011 relativos a la recomendación de la sustitución de las tuercas de unión de las patas del tren de aterrizaje principal al fuselaje, para mejorar su conexión instalando el nuevo kit de tuercas autoblocantes referencia nº SB018LSA que incluye las siguientes tuercas:
 - 4 uds Tuercas autoblocantes n/p: AN365-524A para los tornillos laterales n/p: MS20005-24 cuyo apriete debe hacerse a 15 +/- 1 Nm.
 - 2 uds. Tuercas autoblocantes n/p: AN365-624A para los tornillos centrales n/p: MS20006-64 cuyo apriete debe hacerse a 25 +/- 2 Nm.
 - En el caso de que la aeronave lleve tuercas métricas no se recomienda su sustitución, solo la inspección.
- Boletín de Servicio nº 066 ed.2 rev.1, del 09/07/2012 de cumplimiento obligatorio, relativo a la sustitución de las tuercas del tren de aterrizaje principal. El cumplimiento debe realizarse dentro de las siguientes 25 horas de vuelo. El nuevo kit de tuercas es el de referencia nº SB066CS que incluye las siguientes tuercas:
 - 4 uds Tuercas autoblocantes para los tornillos laterales n/p: AN365-524A cuyo apriete debe hacerse entre 14 y 16 Nm.
 - 2 uds. Tuercas autoblocantes para los tornillos centrales n/p: AN365-624A cuyo apriete debe hacerse entre 23 y 28 Nm.