

# CIAIAC

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

## Informe técnico ULM A-005/2020

Accidente ocurrido el 23 de febrero de 2020, a la aeronave TECNAM P92 E de matrícula EC-KNB en el aeródromo del Casarrubios del Monte



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: 796-22-010-X

Diseño, maquetación e 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@mitma.es](mailto:ciaiac@mitma.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. 5.6 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.

## Índice

<b>Abreviaturas</b> .....	4
<b>Sinopsis</b> .....	5
<b>1. INFORMACIÓN FACTUAL</b> .....	6
1.1. Antecedentes del vuelo.....	6
1.2. Lesiones personales.....	6
1.3. Daños a la aeronave.....	6
1.4. Otros daños.....	6
1.5. Información sobre el personal.....	7
1.6. Información sobre la aeronave.....	7
1.7. Información meteorológica.....	10
1.8. Ayudas para la navegación.....	11
1.9. Comunicaciones.....	11
1.10. Información de aeródromo.....	11
1.11. Registradores de vuelo.....	12
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto.....	12
1.13. Información médica y patológica.....	14
1.14. Incendio.....	14
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia.....	14
1.16. Ensayos e investigaciones.....	15
1.17. Información sobre organización y gestión.....	20
1.18. Información adicional.....	20
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces.....	20
<b>2. ANÁLISIS</b> .....	21
<b>3. CONCLUSIONES</b> .....	22
3.1. Constataciones.....	22
3.2. Causas/factores contribuyentes.....	22
<b>4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL</b> .....	23

### Abreviaturas

° ' "	Grado, minuto y segundo sexagesimal
%	Tanto por ciento
°C	Grado centígrado
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AGL	Sobre el terreno
ATO	Organizaciones de entrenamiento aprobadas.
CIAIAC	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil
FI	Habilitación de instructor de vuelo
ft	Pie
h	Hora
HL	Hora local
hPa	Hectopascal
kg	Kilogramo
kias	Velocidad indicada en nudos
km	Kilómetro
km/h	Kilómetro por hora
kts	Nudos
m	Metro
MHz	Megahercio
MS	<i>Militar Standard</i>
NM	Milla náutica
POH	Manual de operaciones del piloto
QNH	Reglaje de la subescala del altímetro para obtener elevación estando en tierra
SEP	Habilitación monomotor
S/n	Número de serie

### Sinopsis

Propietario y operador:	IGNAGUA CENTER S.L.
Aeronave:	TECNAM P92 E, EC-KNB, P-92-E-033
Fecha y hora del incidente:	23 de febrero de 2020; 11:00 HL <sup>1</sup>
Lugar del incidente:	Aeródromo Casarrubios del Monte. (LEMT)
Personas a bordo:	Un tripulante, ileso
Tipo de vuelo:	Aviación General–Instrucción–Solo
Fase del vuelo:	Rodaje-Rodaje desde pista
Reglas de vuelo:	VFR
Fecha de aprobación:	28 abril 2021

### Resumen del suceso

Accidente ocurrido el 23 de febrero de 2020, a la aeronave TECNAM P92 E de matrícula EC-KNB en el aeródromo del Casarrubios del Monte al terminar el vuelo, entrando en plataforma se partió el tornillo de enganche de la ballesta izquierda del tren de aterrizaje haciendo que el avión apoyara en el suelo con el plano izquierdo y el fuselaje.

La aeronave tuvo daños importantes en el tren de aterrizaje, en los planos, fuselaje y cono de cola.

El tripulante, un alumno piloto, resultó ileso.

Tras la investigación se considera que la causa del accidente fue la rotura de uno de los tornillos laterales de sujeción de la ballesta del tren de aterrizaje principal izquierdo producida por la aplicación incorrecta de un bajo par de apriete en, al menos uno de los tornillos.

---

<sup>1</sup> Todas las referencias horarias indicadas en este informe se realizan en hora local, salvo que se especifique lo contrario. En el caso de Madrid la hora local es una más que UTC en invierno.

### 1. INFORMACIÓN FACTUAL

#### 1.1. Antecedentes del vuelo

El domingo 23 de febrero de 2020 a las 10 de la mañana hora local, la tripulación compuesta por un instructor y un alumno piloto despegó del aeródromo de Casarrubios del Monte para realizar el vuelo de instrucción a bordo de la aeronave TECNAM P92 E de matrícula EC-KNB.

Tanto el instructor como el alumno piloto afirmaron que las condiciones meteorológicas eran buenas. El instructor realizó una inspección prevuelo y después la repitió junto con el alumno encontrando el estado de la aeronave correcto.

Durante la práctica, realizaron tres tomas y despegues con normalidad y después el instructor le dio la suelta al alumno. El alumno piloto despegó del aeródromo de Casarrubios del Monte mientras el instructor se quedaba cerca de la pista en comunicación con el alumno mediante la radio portátil.

Tras la realización de la última toma, que también fue correcta en la opinión del instructor, el alumno se dirigió a la plataforma, y al entrar en la calle de rodadura saliendo desde la mitad de la pista hacia el *parking* se partió uno de los tornillos de sujeción de la ballesta del tren de aterrizaje haciendo que el avión se apoyara en el suelo con el plano izquierdo y el fuselaje.

#### 1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Graves				
Leves/ilesos	1		1	
TOTAL	1		1	

#### 1.3. Daños a la aeronave

La aeronave tuvo daños importantes, se contabilizaron los siguientes:

- Rotura del anclaje de la ballesta izquierda del tren de aterrizaje.
- Daños en el semiala izquierdo.
- Daños en el fuselaje y en el cono de cola.
- Deformación del estabilizador horizontal.

#### 1.4. Otros daños

No se produjeron daños de ningún otro tipo.

### **1.5. Información sobre el personal**

El instructor, de nacionalidad española y 56 años, tenía una experiencia de 2198 horas y 13 min. Tenía licencia de piloto de ultraligero y habilitación de instructor de vuelo válida y en vigor hasta 30 de abril de 2020 y certificado médico de clase 2 válido y en vigor hasta el 6 de junio 2020

El alumno piloto, de nacionalidad italiana y 47 años tenía una experiencia de 30 horas y 53 min. El certificado médico de LAPL era válido y en vigor hasta el 31 de mayo de 2023.

### **1.6. Información sobre la aeronave**

La aeronave Tecnam modelo P92 ECHO es un monomotor biplaza de ala alta arriostrada y forma en planta rectangular. Tiene tren triciclo con rueda de morro controlable.

Esta aeronave fue fabricada en 2007 con número de serie P.92-E-033. En el momento del accidente la célula tenía 2139 horas 28 minutos y el motor contaba con 1151 horas y 35 minutos.

Tenía un Certificado de matrícula expedido el día 24 de enero de 2008 y un certificado de aeronavegabilidad restringido, expedido por la Dirección General de Aviación Civil el 28 de enero de 2008.

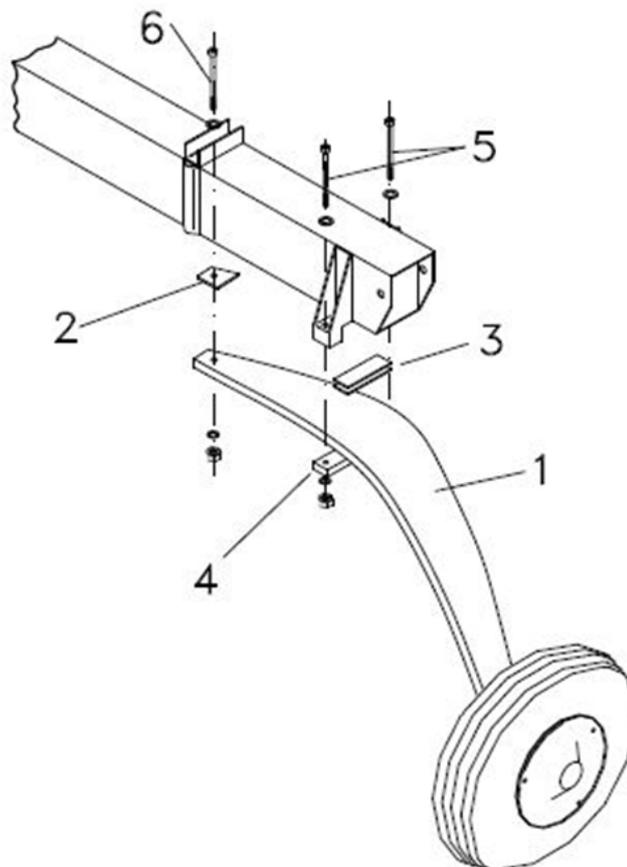


Figura 1: Detalle tren aterrizaje principal aeronave Tecnam modelo P92 ECHO

## Informe técnico ULM A-005/2020

---

El tren de aterrizaje principal consta de dos placas curvas de acero especial (1) colocados transversalmente al fuselaje que permiten la amortiguación elástica de cargas de aterrizaje.

Las dos láminas de acero están unidas a la parte inferior del fuselaje a través de la viga principal de la siguiente manera: existen dos revestimientos de cuero (2), (3) entre cada lamina de acero y la viga. Dos pernos (5) y tuercas aseguran la placa al borde de la viga a través de una abrazadera de aleación ligera (4) mientras que un solo perno (6) y una tuerca aseguran el extremo interior, más cercano al eje del avión.

La última revisión de la aeronave se realizó el día 14 de febrero de 2020 y correspondió a las cien horas. Se realizó cuando la aeronave contaba con 2123 horas con 37 min, fue una revisión ordinaria del avión según el manual del mismo con resultado satisfactorio.

Respecto al grupo del tren de aterrizaje esta revisión según el *Manual de mantenimiento* en línea de la aeronave incluye las siguientes instrucciones:

MAIN LANDING GEAR			
1	Check brake system (reservoir, master cylinder, lines and calipers)	●	
2	Replace brake pads		600(a)
3	Visually check steel spring struts, connection clamp and fastening of bolts	●	
4	Remove legs and check for proper curvature and integrity		1200
5	Inspect main wheels for condition and fastening	●	
6	Remove wheels, clean and grease wheel bearings		600(b)
7	Check fairing integrity and attachments	●	

(a) when brake pad thickness is below 2.4 mm

(b) initially at 100 hours

Los pares de apriete están reflejados en una tabla en el mismo documento de mantenimiento en línea, se incluyen los siguientes valores:

<b>REFERENCE MEASUREMENTS SUMMARY</b>		
<b>TIGHTENING MOMENT FOR ATTACHMENT BOLTS AS A FUNCTION OF SHANK DIAMETER</b>		
<b>BOLT Class of resistance 8.8</b>		
<b>TIGHTENING MOMENT FOR “UNI” ATTACHMENT BOLTS</b>		
$\varnothing 4$	= 3.1 Nm	
$\varnothing 6$	= 10.4 Nm	
$\varnothing 8$	= 24.6 Nm	

Los elementos recuperados del tren principal izquierdo tras el accidente fueron tres tornillos, los dos laterales y uno central.

De acuerdo con el diseñador y fabricante de la aeronave, la primera configuración del tren que se estuvo fabricando hasta aproximadamente 2006-2007, montaba tornillos homologados según la norma UNE. En 2011 TECNAM emitió un boletín de servicio aplicable para todas las series AP92, para introducir tornillos homologados según la norma *Militar Standard*. La modificación es una actualización recomendada, no obligatoria.

El catálogo de partes de la aeronave ya incluye esta modificación e indica los siguientes P/N y los pares de apriete aplicables a los tornillos:

<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	MS21042-5	4	15 +/- 1 Nm
Stop nut for central bolts	MS21042-6	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	//

Tab. 1

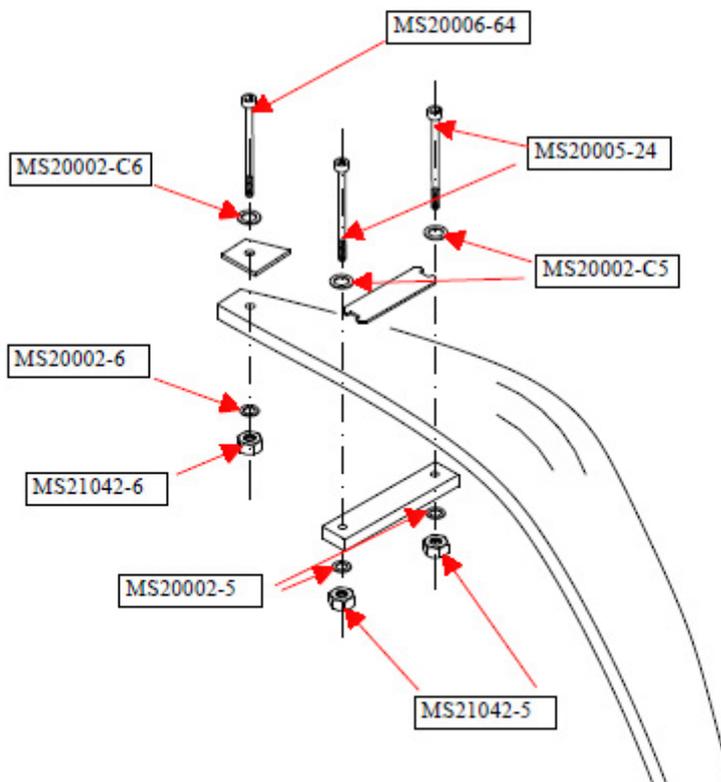


Figura 2: Detalle de catálogo de partes del tren principal

### 1.7. Información meteorológica

Durante toda la mañana hubo una visibilidad de 10 km o más, con ausencia de nubes. El viento osciló entre uno y dos Kts y había una temperatura aproximada de 13 grados y punto de rocío de 2 grados. Ningún fenómeno de tiempo significativo.

### 1.8. Ayudas para la navegación

No aplicable.

### 1.9. Comunicaciones

La frecuencia local del aeródromo no controlado es 123.500 MHz para información de tráfico en el circuito del aeródromo. Las comunicaciones no se grabaron.

### 1.10. Información de aeródromo

El aeródromo de Casarrubios del Monte con indicativo LEMT está ubicado en la provincia de Toledo, a una distancia de 1,1 NM al oeste de El Álamo (Madrid). Su elevación es de 625 m (2050 ft).

Tiene una pista de asfalto designada como 08 – 26 de 950 m de longitud por 26 m de anchura. El circuito de aeródromo está establecido al norte del mismo a 2800 ft de altitud.

La pista 26, de pendiente positiva, por donde estaba operando el alumno-piloto, presenta una longitud de 950 m. Tiene una salida intermedia asfaltada a 460 m del inicio del asfalto y una calle de rodaje paralela a la pista que da acceso a las distintas calles de hangares.

La plataforma general se encuentra al nivel de la salida intermedia y está construida con distintos tipos de hormigones con aglomerado diverso. Al haberse construido en distintas etapas temporales se aprecian pequeños cambios de nivel entre las losas de hormigón.

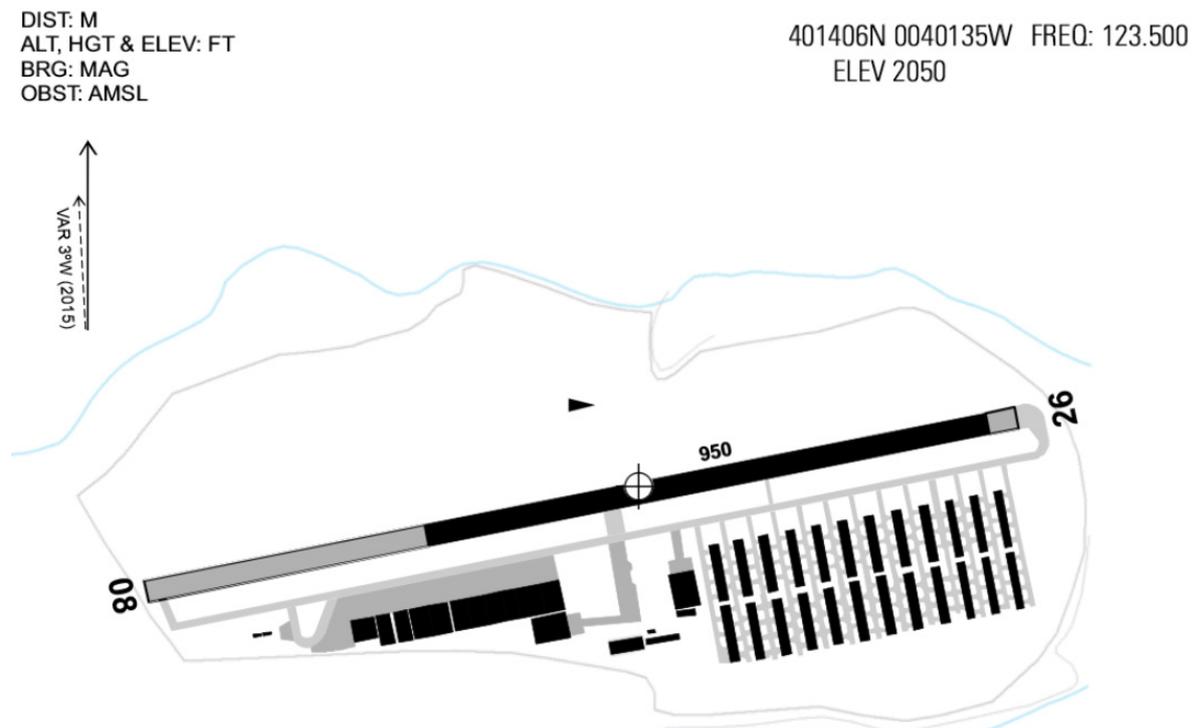


Figura 3: Aeródromo de Casarrubios del Monte

### 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 aplicable no exige instalar ningún tipo de registrador para este tipo de aeronave.

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

El accidente se produjo después de tomar el alumno la salida intermedia de la pista, pasada la calle de rodaje al entrar en la plataforma y maniobrar para estacionar la aeronave. Al soltarse la ballesta izquierda la aeronave resbaló hasta apoyar el semiala izquierda y el estabilizador horizontal en el suelo.



Figura 4: Vista de la aeronave en el lugar del accidente



Figura 5: Vista trasera de la aeronave en el lugar del accidente

Los elementos de sujeción que se desprendieron del tren quedaron sobre la plataforma mientras que la placa curva izquierda del tren principal y la rueda quedaron al lado del fuselaje y la abrazadera de aleación quedó abierta con una parte del extremo del tornillo roto aun sujeta a la parte de arriba del fuselaje.



Figura 6: Detalle de la rotura de la ballesta del tren principal

### **1.13. Información médica y patológica**

No aplicable.

### **1.14. Incendio**

No se produjo incendio.

### **1.15. Aspectos relativos a la supervivencia**

Inmediatamente después del accidente, la puerta izquierda quedó ligeramente atascada y el alumno piloto optó por abandonar la aeronave por la derecha que estaba elevada respecto al suelo.

Posteriormente sí que se consiguió abrir la puerta sin problemas como se observa en las fotografías.

### **1.16. Ensayos e investigaciones**

Después del accidente se encontraron y recuperaron tres tornillos de sujeción del tren de aterrizaje principal; los dos laterales y uno central.

Los tornillos laterales según el *Manual de mantenimiento* en línea del avión, que sigue la norma UNE, corresponden a tornillos de diámetro 6 y resistencia 8.8. Deben tener un par de apriete de 10.4 Nm.

Según el boletín de servicio de TECNAM, en 2011 estos tornillos cambiaron a los MS20005-24, (3) en la figura 7, que corresponden a tornillos de longitud 5.97cm y grosor de 0.79 cm. De acuerdo con la especificación debe tener una resistencia mínima de 883MPa y deben tener un par de apriete de 15 Nm +/- 1 Nm.

Ambos tornillos encontrados en el lugar del accidente están troquelados con el P/N correspondiente a la norma MS (*Militar Standard*).



Figura 7: Detalle de los tornillos laterales del tren principal

Ambos tornillos presentan marcas de corrosión circunferencial como se observa en la figura 7.



Figura 8: Detalle de la rotura del tornillo lateral del tren principal

Uno de ellos, en la figura 8, presenta una rotura a la altura de la rosca. En un examen de la superficie de fractura se observan caracteres macro morfológicos correspondientes a una rotura por fatiga debido a una tracción pulsatoria o mecanismo de tracción-compresión.

Existen en la superficie de fractura que puede observarse en la figura 9 dos zonas diferenciadas correspondientes una a la parte de la rotura en la que ha actuado el mecanismo de fatiga, y la otra rotura por efecto de la carga estática de la sección remanente de la pieza.

Sobre la zona de grietas producidas por el mecanismo de fatiga, se distingue una rotura muy plana, y la propagación de la grieta en prácticamente la totalidad de su superficie se realiza en un plano perpendicular a los esfuerzos de tracción. Esta zona presenta características de una fatiga a bajos ciclos u oligocíclica en la que las playas de fatiga son crestas y con un borde áspero no pulido, dado que el valor máximo de los esfuerzos aplicados es suficientemente elevado para que se produzca la deformación plástica generalizada en una zona del material. La rotura se produce por una serie de roturas estáticas parciales sucesivas sin que opere ningún mecanismo específico propio de iniciación o propagación de grieta.

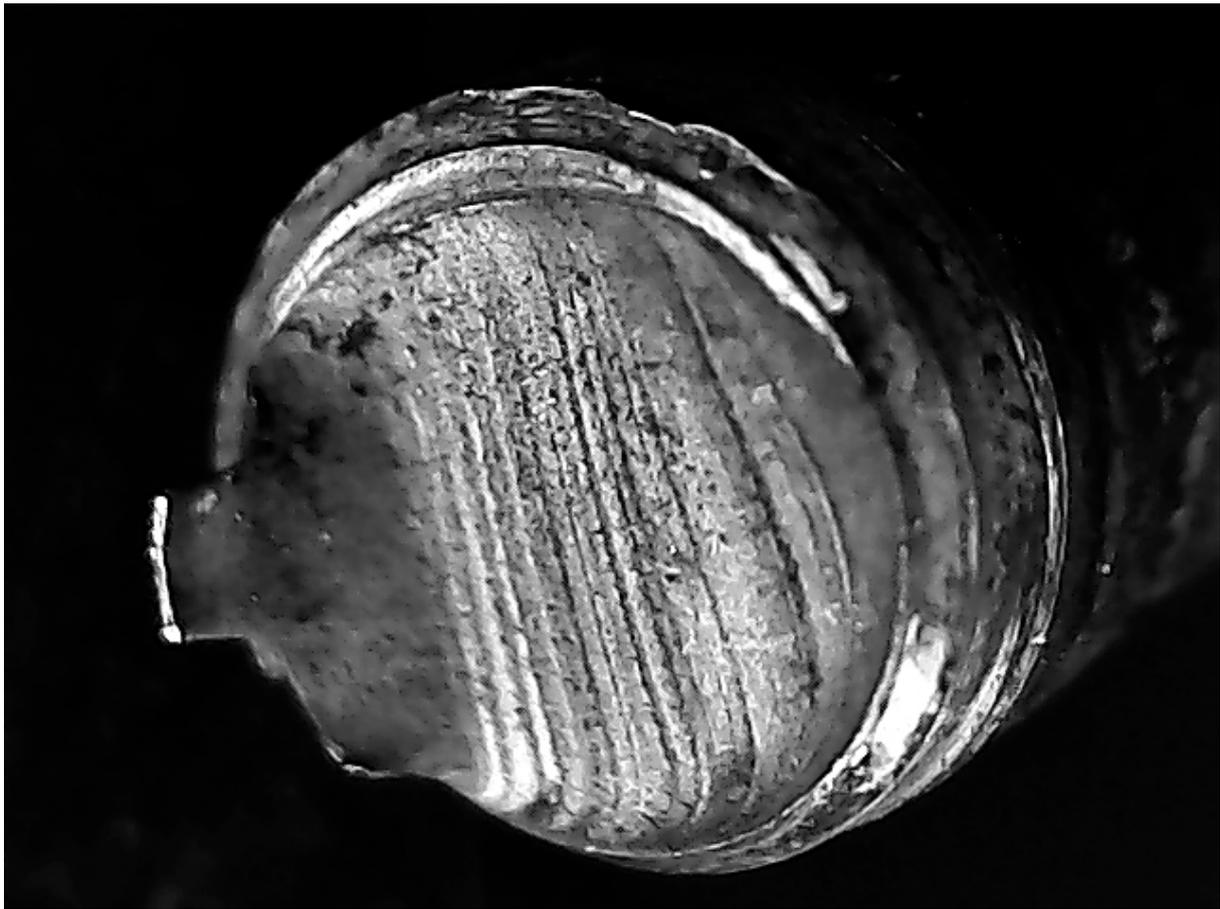


Figura 9: Detalle de la rotura del tornillo lateral del tren principal

El otro tornillo lateral en la figura 10 presenta una deformación plástica y estrechamiento de la sección debido a una carga de tracción excesiva en el sentido axial, pero no se ha producido rotura.



Figura 10: Detalle del tornillo lateral del tren principal que no sufrió rotura

El tornillo central de P/N MS20006-64 (6) de la figura 2 del boletín de servicio de TECNAM, es un tornillo que según la norma *Militar Standard*, tiene una longitud de 12.8 cm incluida la cabeza, y grosor de 0.95 cm. De acuerdo con la especificación debe tener una resistencia mínima de 947 MPa y el boletín de servicio de TECNAM da un valor de par de apriete de 25 +/-2 Nm.

Según los valores de referencia del *Manual de mantenimiento* en línea, la categoría de los tornillos para la Tecnam P98 Echo Light es de 8.8 y este tornillo tiene un diámetro de 8 mm y debe tener un par de apriete de 24.6 Nm

En el lugar del accidente se encontró un tornillo troquelado con las marcas REYZA 8.8.(figura 11). Se trata de un tornillo fabricado por la industria Tornillos Reyzabal. Resulta imposible conocer la longitud inicial del tornillo debido a la deformación sufrida durante el accidente, pero las marcas 8.8 regulan las propiedades mecánicas y significan que tiene una resistencia de 800 MPa y limite elástico de 640 MPa.



Figura 11: Detalle de la rotura del tornillo central del tren principal

Este tornillo sufrió una deformación plástica en el sentido de flexión durante el accidente hasta rotura sin que en la superficie de fractura se aprecien playas de fatiga.



Figura 12:Detalle de la rotura del tornillo central del tren principal



Figura 13:Detalle de la rotura del tornillo central del tren principal

### **1.17. Información sobre organización y gestión**

La organización Ignagua Center S.L. es una escuela con autorización como escuela de vuelo de ULM expedida por AESA desde el 11 de octubre de 2016, que imparte, cursos para la habilitación de ULM multieje de ala fija, que es el que estaba cursando el alumno.

### **1.18. Información adicional**

No aplicable.

### **1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces**

No aplicable.

### 2. ANÁLISIS

Tras un vuelo de instrucción en el que se había realizado varios aterrizajes utilizando el circuito y la pista 26, el alumno recibió la suelta y realizó una última toma solo también por la misma pista 26, ajustándose a la misma de forma correcta, no necesitando utilizar mucho el sistema de frenado al tener pendiente positiva la pista.

El alumno salió por la salida central asfaltada a unos 460 m del inicio del asfalto, cruzando posteriormente la calle de rodadura hacia la plataforma, donde se distinguen distintas superficies, entre la salida, calle de rodadura y la plataforma general. Aunque estas superficies respetan una nivelación correcta que hace posible el rodaje de las aeronaves, si existen pequeños cambios de nivel que dependiendo de la velocidad podrían ser exigentes con los trenes de aterrizaje.

El accidente se produjo menos de veinte horas después de la última revisión de mantenimiento correspondiente a las cien horas, que se realizó según el manual y tuvo un resultado satisfactorio.

Sin embargo, durante la evaluación de los tornillos recuperados del lugar del accidente se detectó como rotura inicial la sufrida por uno de los tornillos laterales de la ballesta del tren, dado que se produjo a tracción que es la carga para la que se coloca en la estructura de la ballesta. Este tornillo presenta caracteres macro morfológicos correspondientes a una rotura por fatiga debido a una tracción pulsatoria o mecanismo de tracción-compresión, lo que indica que el par de apriete que tenía era incorrecta y demasiado bajo, permitiendo una carga cíclica elevado para que se produzca la rotura debida a una serie de roturas estáticas parciales sucesivas.

Los tornillos laterales encontrados corresponden a la especificación MS que TECNAM introdujo en el avión en un boletín de servicio en 2011 y que deben llevar un par de apriete de unos 5Nm mayores que los de la norma UNE que originalmente llevaba el avión.

El tornillo central de la ballesta que llevaba la aeronave es el que TECNAM montaba en la fabricación de la aeronave en 2007.

Este tornillo presenta deformación plástica debido a una carga de flexión, lo cual debió ser producido al soltarse la abrazadera que une las dos láminas de hacer y desplazarse estas rotando independientemente durante el hasta la rotura a flexión del tornillo. Esta rotura fue consecuencia por tanto de la rotura del tornillo lateral y no influyo en el accidente.

La documentación de mantenimiento de TECNAM consultada indica claramente cuáles son las modificaciones introducidas y los nuevos pares de apriete que hay que considerar.

La rotura se produjo al girar para entrar en la zona de estacionamiento de la plataforma, con lo cual los pequeños cambios de nivel entre las losas de hormigón pudieron generar cargas adicionales, pero no se considera dada la magnitud de las imperfecciones que fueran suficientes para haber producido la rotura por sí solas.

### **3. CONCLUSIONES**

#### **3.1. Constataciones**

- La última revisión de mantenimiento se realizó menos de 20 h antes del accidente siendo su resultado satisfactorio.
- Uno de los tornillos laterales de sujeción de la ballesta del tren de aterrizaje se encontró roto con marcas de fatiga a bajos ciclos.
- El tornillo central de la ballesta del tren de aterrizaje sufrió deformación a flexión hasta rotura.

#### **3.2. Causas/factores contribuyentes**

Se considera que la causa del accidente fue la rotura de uno de los tornillos laterales de sujeción de la ballesta del tren de aterrizaje principal izquierdo producida por la aplicación incorrecta y baja del par de apriete a al menos uno de los tornillos.

#### **4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL**

No se emiten recomendaciones de seguridad.