Informe técnico

A-044/2022

Accidente ocurrido el día 21 de agosto de 2022, a la aeronave CESSNA 172N, matrícula EC-ETC, operada por el Real Aeroclub de Baleares, en el aeródromo de Son Bonet (Mallorca, 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 de informe final por el informe maquetado.

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SUBSECRETARIA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

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 **2**

INDICE **3**

ABREVIATURAS **5**

Sinopsis **7**

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS **9**

1.1. Reseña del accidente 9

1.2. Lesiones a personas 10

1.3. Daños sufridos por la aeronave 10

1.4. Otros daños 10

1.5. Información sobre el personal 10

1.6. Información sobre la aeronave 11

1.6.1. Información general 11

1.6.2. Dimensiones y características 11

1.6.3. Estado de aeronavegabilidad 12

1.6.4. Información del tren principal de aterrizaje 13

1.6.5. Información sobre procedimientos de emergencia 14

1.7. Información meteorológica 15

1.8. Ayudas para la navegación 15

1.9. Comunicaciones 16

1.10. Información de aeródromo 16

1.11. Registradores de vuelo 16

1.12. Información sobre los restos de la aeronave 16

1.13. Información médica y patológica 18

1.14. Incendio 18

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia 18

1.16. Ensayos e investigaciones 19

1.16.1. Información sobre estudio de la fractura de la pata derecha del tren de aterrizaje 19

1.16.2. Información sobre NDT en la pata izquierda del tren principal 22

1.17. Información organizativa y de dirección 22

1.18. Información adicional 22

1.19. Técnicas de investigación especiales 22

2. ANÁLISIS 23

2.1. Análisis de la operación 23

2.2. Análisis del fallo del material 23

3. CONCLUSIÓN 24

3.1. Constataciones 24

3.2. Causas / Factores contribuyentes 24

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL 24

ABREVIATURAS

° ‘ “	Grado (s), minuto (s) y segundo (s) sexagesimal (es)
°C	Grados Celsius (centígrados)
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AIP	Publicación de información aeronáutica
CAMO	Organización de la gestión continuada de la aeronavegabilidad
CAVOK	Condiciones de visibilidad de 10 km o más, ninguna nube por debajo de 5000 pies, ausencia de cumulonimbos y torrecúmulos y ningún fenómeno meteorológico significativo
CPL(A)	Licencia de piloto comercial de avión
E	Este o longitud este
FI(A)	Habilitación de instructor de vuelo de avión
ft	Pie (s)
FH	Horas de vuelo
h	Hora (s)
hPa	Hectopascal (es)
IR(A)	Habilitación de vuelo instrumental de avión
kg	Kilogramo (s)
KIAS	Velocidad indicada en nudos (s)
km	Kilómetro (s)
km/h	Kilómetros por hora
kt	Nudo (s)
LESB	Indicador OACI del aeródromo de Son Bonet
m	Metro (s)
m^2	Metro (s) cuadrado (s)
MEP(land)	Habilitación multimotor de pistón terrestre
METAR	Informe meteorológico ordinario de aeródromo (en clave meteorológica aeronáutica)
MHz	Megahercio (s)
mm	Milímetro (s)
N	Norte o latitud norte
NDT	Ensayo no destructivo
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PN	Número de pieza
QNH	Reglaje de la subescala del altímetro para obtener la elevación estando en tierra (reglaje de precisión para indicar la elevación por encima del nivel medio del mar)
RD	Real Decreto
SEP(land)	Habilitación monomotor de pistón terrestre
TAF	Pronóstico de aeródromo

UE	Unión Europea
UTC	Tiempo universal coordinado
V_{NE}	Velocidad aerodinámica que nunca ha de excederse
V_{NO}	Velocidad máxima estructural de crucero
V_A	Velocidad máxima de maniobra
V_{FE}	Velocidad máxima con flaps extendidos
VFR	Reglas de vuelo visual
V_{SO}	Velocidad de pérdida en configuración de aterrizaje y centro de gravedad más adelantado.
WEF	Con efecto a partir de

Informe técnico
A-044/2022

Propietario:	Real Aeroclub de Baleares
Operador:	Real Aeroclub de Baleares
Aeronave:	CESSNA 172N, EC-ETC (España)
Fecha y hora del accidente:	21 de agosto de 2022, 10:33 h[1]
Lugar del accidente:	Aeródromo de Son Bonet, Marratxí (Mallorca)
Personas a bordo:	2 (tripulación)
Tipo de vuelo:	Aviación general - Vuelo de instrucción - Doble mando
Fase de vuelo:	Aterrizaje - Carrera de aterrizaje
Reglas de vuelo:	VFR
Fecha de aprobación:	**25 de octubre de 2023**

Sinopsis

Resumen:

El domingo 21 de agosto de 2022, la aeronave CESSNA 172N, matrícula EC-ETC, con una tripulación compuesta por un instructor y su alumno, sufrió un contacto anormal con la pista provocándose la rotura la pata derecha del tren principal durante la práctica de una maniobra simulada de fallo de motor.

Los dos ocupantes resultaron ilesos y abandonaron la aeronave por sus propios medios y esta sufrió daños importantes.

La investigación ha puesto de manifiesto como causa del accidente la fragilidad del material en una zona crítica de la pata derecha del tren principal de aterrizaje

[1] Hora local. Para obtener la hora UTC es necesario restar 2 h a la hora local. Salvo indicación en contra, todas las horas del presente informe se expresan en hora local.

a consecuencia de una transformación del material por un considerable aporte térmico de origen desconocido.

No se emiten recomendaciones de seguridad.

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del accidente

El domingo 21 de agosto de 2022, el instructor de la aeronave EC-ETC llegó al aeropuerto de Son Bonet a las 8:00 h para realizar un vuelo que consistía en la evaluación de las emergencias previa a la suelta del alumno. Después del vuelo, realizó la misma práctica con el siguiente alumno en el vuelo que ocurrió el accidente.

Según la información proporcionada por el piloto, antes de salir hicieron el briefing correspondiente a la clase donde repasaron las maniobras que iban a practicar durante el vuelo, repostaron e hicieron la inspección prevuelo comprobando que todo estaba correcto. Tras el arranque hicieron la prueba de motor estando todo correcto y dieron el briefing de salida. En ese momento el instructor comentó al alumno que primero iba a hacerlo él para mostrárselo, que el alumno le acompañaría con los mandos y después lo haría el alumno.

A continuación, despegaron por la cabecera 23, rotaron a 60 kt y el ascenso lo hicieron a 65 kt. Al alcanzar 100 ft cortó gases a ralentí y bajó el morro del avión para mantener 65 kt de velocidad de máximo alcance. El régimen de descenso era fuerte por lo que a la hora de hacer la recogida hicieron una toma dura. En la toma escuchó un crujido cuando contactó con el suelo y notó que el avión se hundía de la parte derecha por lo que aplicó un poco de potencia. El instructor reportó que, durante la toma, la aeronave no rebotó y contactó en actitud de morro arriba y con ambas patas del tren principal a la vez. Cuando miró por la ventanilla de su lado vio que faltaba la rueda del tren principal de aterrizaje.

Pisó pedal izquierdo y con la potencia que llevaba en el motor continuó avanzado por la pista, prácticamente en el centro de esta, sobre la pata del tren principal izquierdo y la de morro. Al alcanzar la salida[2] S3, intentó librar la pista para ello cortó gases y fue levantando el pie del pedal izquierdo, al bajar la velocidad de 40 kt el avión empezó a inclinarse a la derecha y se apoyó sobre la ballesta del tren derecho. Los frenos habían dejado de funcionar debido a la pérdida de líquido hidráulico tras separarse la rueda.

La tripulación resultó ilesa.

[2] La salida S3 se puede ver en el plano de aeródromo en el punto 1.12. La salida S3 se encuentra se encuentra a unos 723 m de la cabecera 23.

1.2. Lesiones a personas

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

1.3. Daños sufridos por la aeronave

La aeronave resultó con daños importantes. Un fragmento de la pata derecha del tren principal con la rueda se desprendió.

1.4. Otros daños

No hubo daños adicionales.

1.5. Información sobre el personal

El piloto, de 36 años, tenía licencia de piloto comercial de avión (CPL(A)) expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) el 24 de agosto de 2018 con las siguientes habilitaciones:

Habilitación	Validez
MEP(land)	31 de agosto de 2023
SEP(land)	31 de agosto de 2024
IR(A)	31 de agosto de 2023
FI(A)	28 de febrero de 2025

Así mismo disponía de certificado médico Clase 1, válido y en vigor hasta el 2 de febrero de 2023.

Su experiencia total y reciente tanto en el tipo de la aeronave accidentada como en total en otros tipos registrada en el libro del piloto era:

	Últimas 24 h (h)	Últimos 7 días (h)	Últimos 90 días (h)	Total (h)
Horas en el tipo	1:18	1:18	14:06	300:00
Totales	-	-	-	500:00

Disponía de una experiencia en el puesto de 220:00 h de instrucción.

El alumno piloto, de 24 años, estaba realizando el curso de piloto privado de avión (PPL(A)) y disponía de certificado médico Clase 2 y LAPL válidos y en vigor hasta el 26 de agosto de 2026.

Su experiencia total y reciente tanto en el tipo de la aeronave accidentada como en total en otros tipos registrada en el libro del piloto era:

	Últimas 24 h (h)	Últimos 7 días (h)	Últimos 90 días (h)	Total (h)
Horas en el tipo	0:18	0:18	13:42	24:48
Totales	0:18	0:18	13:42	24:48

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Información general

La aeronave con matrícula EC-ETC era un monoplano de ala alta, de cuatro plazas, monomotor, de metal, con tren triciclo fijo y una hélice de aluminio bipala. Los datos de la aeronave eran los siguientes:

• Marca	CESSNA
• Modelo	172N
• Año de fabricación	1977
• Número de serie	172-69216
• Masa en vacío	707 kg
• Masa máxima al despegue	1043 kg
• Tipo de motor	LYCOMING O-320-H2AD
• Número de serie de motor	L-5899-76T
• Información relativa al propietario y al explotador	Real Aeroclub de Baleares

En el momento del accidente la aeronave contaba con 13421:48 h y el motor con 895:59 h.

1.6.2. Dimensiones y características

En la sección uno y dos del *Manual de vuelo* de la aeronave[3] se proporciona las siguientes dimensiones y características:

- Envergadura 36 ft
- Longitud 26 ft - 11 in
- Superficie alar 174 ft^2
- V_{NE} 160 KIAS
- V_{NO} 128 KIAS
- V_A 97 KIAS (2300 lb), 89 (1950 lb), 80 KIAS (1600 lb)
- V_{FE} 85 KIAS
- V_{SO} 41 KIAS

1.6.3. Estado de aeronavegabilidad

La aeronave contaba con un certificado de matrícula expedido por AESA, el 10 de febrero de 2017, con número de registro 2589 y fecha de matriculación 5 marzo de 1990.

Disponía de un certificado de aeronavegabilidad número 2978 de categoría NORMAL [4] expedido por AESA el 16 de febrero de 2011 válido mientras se mantenga y opere de acuerdo con el Convenio de Aviación Civil Internacional de 7 de diciembre de 1994 y el Artículo 5(2)(c) del Reglamento (CE) nº 216/2008 y con las limitaciones operativas pertinentes.

Disponía de un certificado de revisión de la aeronavegabilidad expedido por Mister Propeller, S.L., con referencia de aprobación ES.MG.208, el 10 de noviembre de 2021 con validez hasta el 10 de noviembre de 2022 cuando la célula contaba con 13155:00.

La organización de la gestión continuada de la aeronavegabilidad (CAMO) que gestionaba la aeronave desde marzo de 2022 era Itaer Ingeniería S.L. con referencia ES.CAMO.010 y alcance para CESSNA SINGLE PISTON. Las últimas revisiones de mantenimiento se habían realizado por el centro de mantenimiento de Turmina S.L. con referencia ES.145.268 desde septiembre de 2016. Por la información recopilada, las CAMO anteriores fueron Sinma Aviación y Mister Propeller S.L.

Según constaba en los libros:

- Con fecha 6 de junio de 2022, cuando la aeronave contaba con 13323:10 h, se realizó la revisión de 50,100 y 200 FH de la célula.

[3] *Pilot' operating handbook Cessna 1978 Skyhawk Cessna Model 172N*

[4] Categorías: NORMAL (Autorizada para efectuar el vuelo normal, con exclusión de cualquier maniobra acrobática.)

- Con fecha 6 de junio de 2022, cuando el motor contaba con 797:21 h se realizó la revisión de 50 y 100 FH de motor.

La inspección de 100 FH de la aeronave contempla la tarea D2 sobre el tren de aterrizaje y los frenos:

> *Ballestas tubulares del tren principal - Inspeccionar en busca de grietas, abolladuras, corrosión, estado de la pintura u otros daños. Comprobar el estado de los ejes y otros daños*

Esta tarea fue cumplimentada en la orden de trabajo ETC-22-02.

La aeronave disponía de registros históricos de mantenimiento desde 2017. Se revisó la documentación por parte de la actual CAMO y no se encontró ningún registro sobre reparaciones en la pata derecha del tren principal de aterrizaje.

1.6.4. Información del tren principal de aterrizaje

A continuación, se muestra una imagen extraída del *Catálogo ilustrado de piezas (IPC)*[5] que ilustra el despiece del tren principal de aterrizaje:

[5] *Ilustrated Parts Catalog 1975 thru 1986 Model 172 Series*, revisado 1 de agosto de 1996.

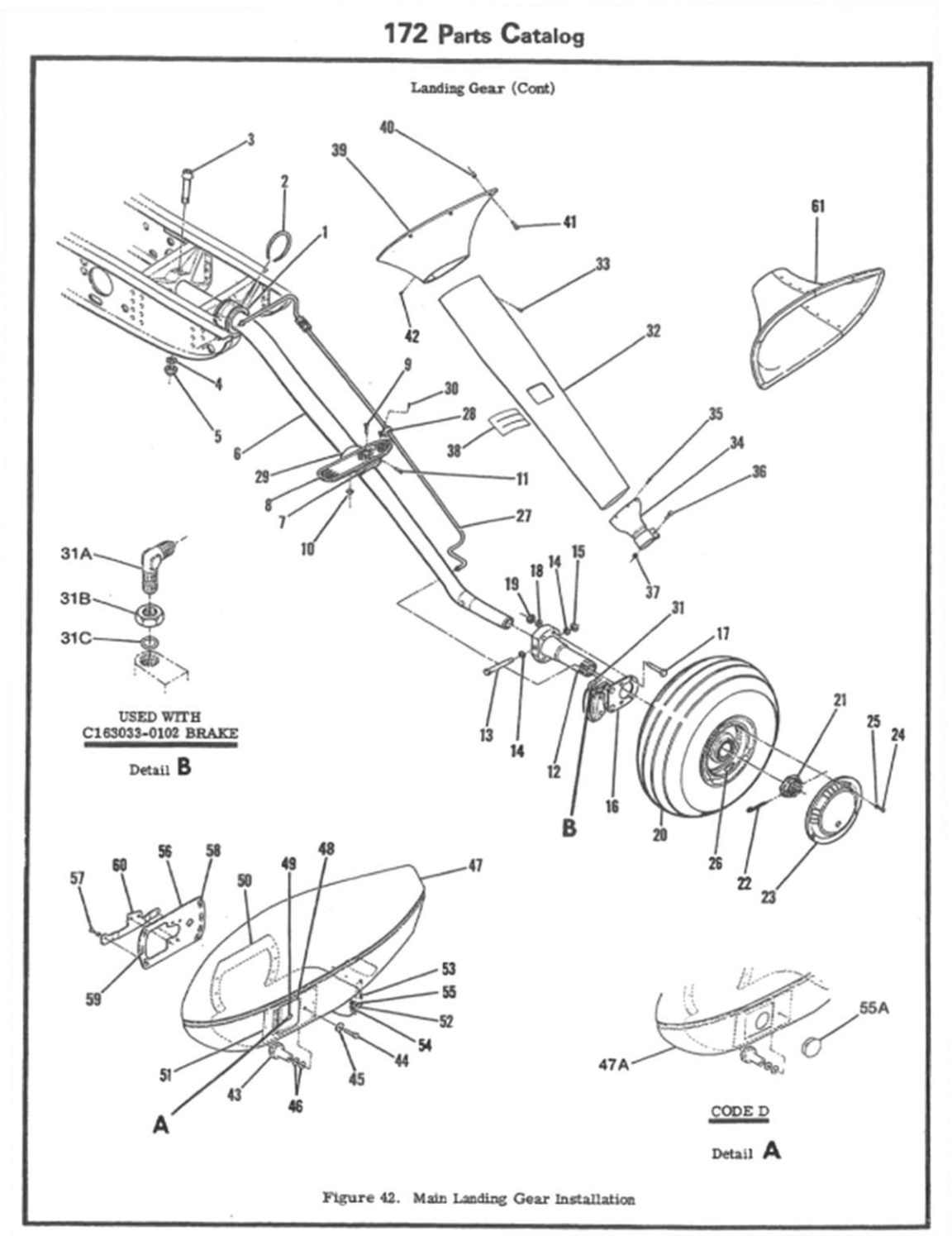

FIG. 1 DESPIECE DEL TREN PRINCIPAL DE ATERRIZAJE EXTRAÍDO DEL IPC

1.6.5. Información sobre procedimientos de emergencia

En la sección tres del *Manual de vuelo de la aeronave* se proporciona el procedimiento de emergencia de fallo de motor, que se estaba simulando durante la práctica:

ENGINE FAILURE IMMEDIATELY AFTER TAKEOFF

1. Airspeed -- 65 KIAS (flaps UP).
   60 KIAS (flaps DOWN).
2. Mixture -- IDLE CUT-OFF.
3. Fuel Selector Valve -- OFF.
4. Ignition Switch -- OFF.
5. Wing Flaps -- AS REQUIRED.
6. Master Switch -- OFF.

AIRSPEEDS FOR EMERGENCY OPERATION

Engine Failure After Takeoff:	
Wing Flaps Up	65 KIAS
Wing Flaps Down	60 KIAS
Maneuvering Speed:	
2300 Lbs	97 KIAS
1950 Lbs	89 KIAS
1600 Lbs	80 KIAS
Maximum Glide:	
2300 Lbs	65 KIAS
Precautionary Landing With Engine Power	60 KIAS
Landing Without Engine Power:	
Wing Flaps Up	65 KIAS
Wing Flaps Down	60 KIAS

1.7. Información meteorológica

El METAR del aeropuerto de Son Bonet (LESB) cercano a la hora del accidente fue:

METAR LESB 210830Z AUTO 21007KT 180V250 CAVOK 28/19 Q1016

A las 10:30 (08:30 UTC) había un viento de 7 kt de intensidad y 210º de dirección media, variable entre 180º y 250º, condiciones de visibilidad de 10 km o más, ninguna nube por debajo de 5000 pies, ausencia de cumulonimbos y torrecúmulos y ningún fenómeno meteorológico significativo. La temperatura era de 28 ºC, el punto de rocío de 19 ºC y el QNH de 1016 hPa.

Por la información proporcionada por el instructor, la tripulación consultó el METAR y el TAF antes del vuelo, el viento estaba en calma, y la previsión era que el viento aumentara de intensidad a 10-12 kt con 210º de dirección. Además, reportó que durante el vuelo hubo mucha turbulencia.

1.8. Ayudas para la navegación

La aeronave no utilizó ninguna ayuda para la navegación a excepción de las señales de pista.

ENAIRE informó que no se disponía de trazas radar de la aeronave en el momento del accidente.

1.9. Comunicaciones

El instructor notificó por frecuencia 123.500 MHz que habían tenido un problema con el tren, que se encontraban bien y que en la aeronave no había fuego.

1.10. Información de aeródromo

El aeródromo de Son Bonet (LESB) está situado a 4 km al suroeste de Marratxí (Mallorca). Según el AIP, las coordenadas del aeródromo son 39°35’56” N 2°42’10” E y su elevación es 47 m (153 ft). Tiene una única pista de asfalto designada como 05/23, con un ancho de 23 m, una longitud desde la cabecera 05 de 1263 m, y de 1299 m desde la cabecera 23.

Es un aeródromo no controlado cuya frecuencia asignada a las necesidades de la aviación general es 123.500 MHz.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con registrador de datos de vuelo o registrador de la voz en el puesto de pilotaje, no siendo requerido por la reglamentación aeronáutica pertinente.

1.12. Información sobre los restos de la aeronave

Por la información proporcionada por el instructor, la aeronave abandonó la pista por S3 y quedó detenida en posición normal a unos 7 m de la pista.

Durante el aterrizaje el avión recorrió unos 300 m con potencia y el instructor estimó que aproximadamente recorrió unos 110 m arrastrándose por la pista hasta que se detuvo completamente. A continuación, se muestra el plano de aeródromo de Son Bonet donde se muestra la trayectoria de la aeronave (amarillo), la salida S3 y el lugar donde quedaron los restos de la aeronave (rojo):

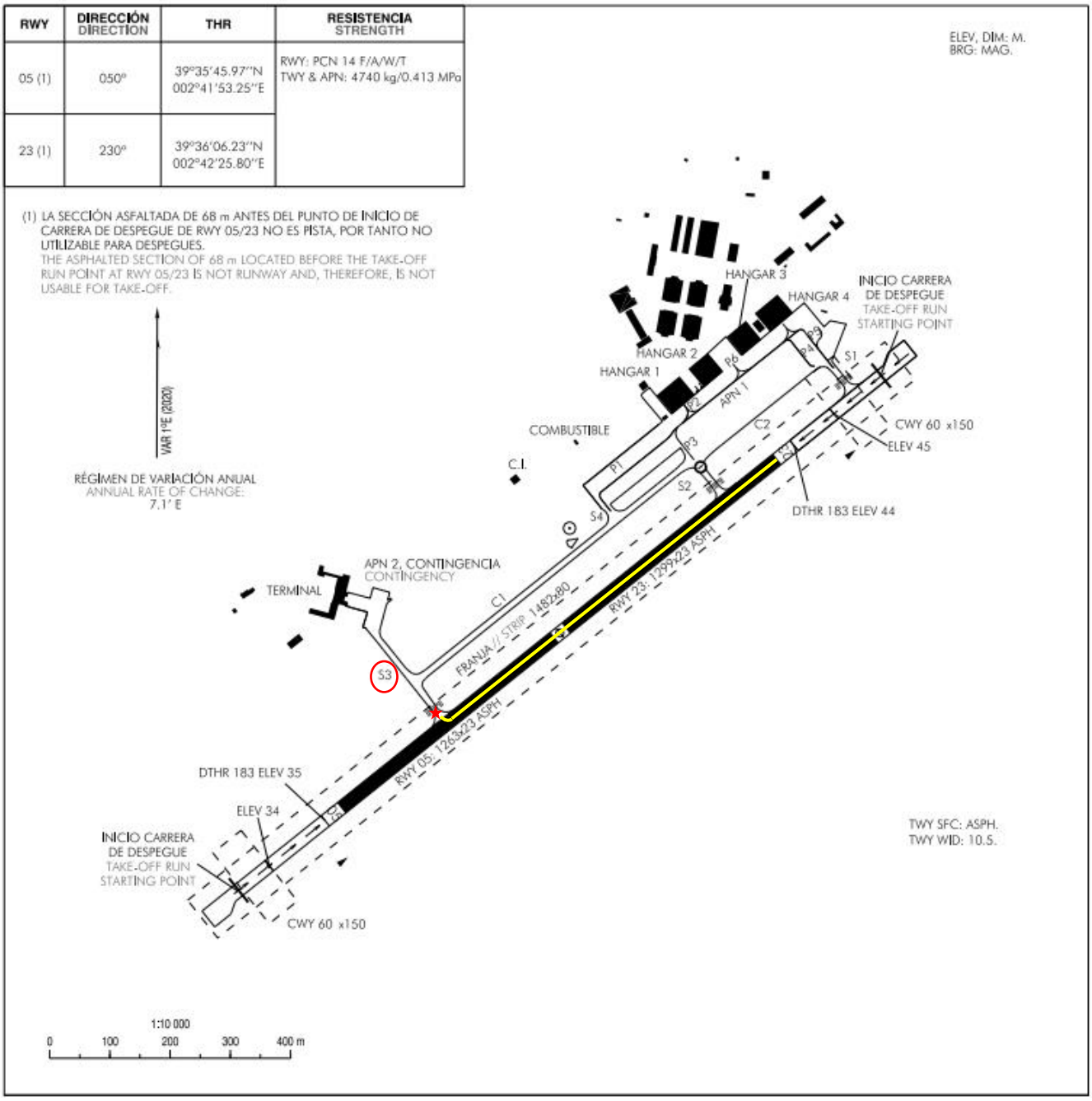

FIG. 2 PLANO DE AERÓDROMO-OACI DE LESB - MALLORCA/SON BONET (WEF 24-MAR-22)

La pata derecha del tren principal de aterrizaje (spring assy – main landing gear RH) con PN 0541198-10 (pieza número 6 del *IPC*, figura 1 del punto 1.6.4) resultó fracturada:

FIG. 3 FRACTURA EN LA PATA DERECHA DEL TREN PRINCIPAL DE ATERRIZAJE

1.13. Información médica y patológica

No aplicable.

1.14. Incendio

No hubo incendio.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

El habitáculo mantuvo su integridad estructural y los atalajes realizaron su función correctamente.

El instructor, de acuerdo con su relato, aseguró la aeronave cortando el combustible, notificó por radio que habían tenido un problema con el tren, que se encontraban bien y que en la aeronave no había fuego. Tras la comunicación apagó el sistema eléctrico.

Los dos ocupantes pudieron salir por su propio pie de la aeronave.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Información sobre estudio de la fractura de la pata derecha del tren de aterrizaje

Se llevó a cabo un estudio para la caracterización del material y el fallo en servicio de la pata derecha del tren principal de aterrizaje en laboratorio.

FIG. 4 DETALLE DE LA FRACTURA DE LA PATA DEL TREN PRINCIPAL DE ATERRIZAJE

El estudio arrojó los siguientes resultados:

<u>Caracterización del material</u>

Por la composición química, el material de la pata estudiada puede clasificarse como un acero aleado para temple y revenido, del tipo 51CrV4, según norma ISO 683-2.

La resistencia a la tracción y límite elástico de la muestra ensayada son superiores al máximo establecido por la norma ISO 683-2 para el tipo 51CrV4, en la condición de temple y revenido, mientras que el alargamiento es ligeramente inferior.

A excepción de las dos zonas localizadas en el inicio de la fractura y proximidades, la microestructura y dureza del material analizado pueden considerarse normales para el tipo 51CrV4, en estado de temple y revenido. En ambas zonas el material presenta caracteres microestructurales típicos de las regiones térmicamente afectadas por altas temperaturas (superiores a 800ºC). Según las preparaciones metalográficas realizadas, en el punto de inicio de fractura, la zona térmicamente afectada se extiende a lo largo de unos 2 mm, en todo el espesor (desde la superficie exterior hasta la interior del tubo), mientras que la zona térmicamente afectada localizada en las proximidades al punto de inicio (en la misma generatriz del punto de inicio) se sitúa aproximadamente entre 4 a 10 mm desde el borde de fractura, solamente en la superficie exterior (aproximadamente 0,3 mm de profundidad).

Estudio del fallo

El fallo de esta pieza se ha producido inicialmente por un mecanismo de tipo frágil, con una progresión posterior de tipo mixta: dúctil-frágil. La zona de inicio, frágil, coincide con una región microestructuralmente diferenciada del resto: martensita sin revenido y otros microconstituyentes característicos de unas zonas afectadas térmicamente. La dureza de esta zona supera los 700 HV. Desde la zona de inicio, la fractura se ha propagado por un mecanismo mixto en dos direcciones compatibles con una fractura bajo un esfuerzo de flexión, teniendo en cuenta la formación de una grieta inicial y el fibrado (inclusiones no metálicas) de forja de la pieza tubular.

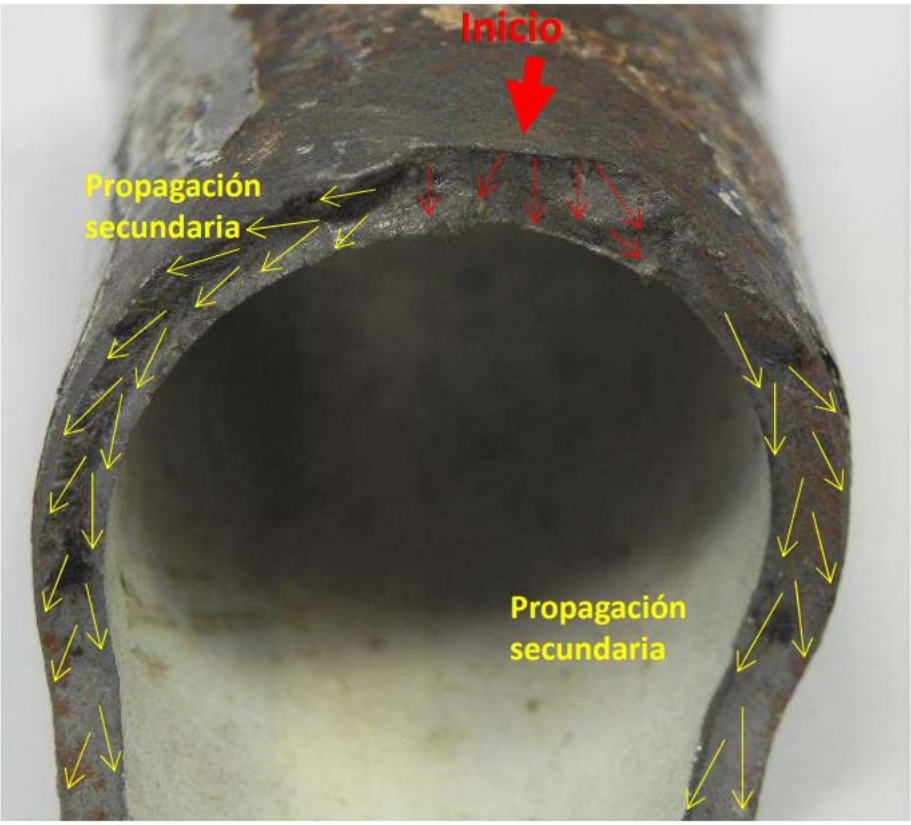

FIG. 5 INICIO Y PROPAGACIÓN DE LA FRACTURA

Conclusión

Desde el punto de vista del estudio, el factor determinante del fallo ha sido la excesiva fragilidad del material en una zona crítica de la pieza, sometida a esfuerzos dinámicos y de alta velocidad de aplicación. Dicha fragilidad es consecuencia de una transformación microestructural del material por un ciclo de calentamiento y enfriamiento en una región muy localizada (de escaso volumen). Por la microestructura de la zona térmicamente afectada, el calentamiento debió superar la temperatura de austenización del material (superior a 800ºC). El pequeño volumen de material afectado y la alta templabilidad del acero (contenido en carbono y elementos de aleación) favorecen la transformación martensítica de alta dureza, pero excesivamente frágil y propensa al agrietamiento intercristalino.

Dado el estado de deterioro de la otra parte de la fractura, no se ha podido estimar la extensión total de las zonas afectadas, ni si había algún elemento soldado a la pata o alguna otra alteración de la sección tubular que pudiese justificar el aporte térmico tan intenso y localizado en esa parte de la sección tubular. En todo caso, en esa zona hubo un considerable aporte térmico que ha sido el factor determinante en este fallo.

1.16.2. Información sobre NDT en la pata izquierda del tren principal

Tras el accidente, se realizó un ensayo NDT con la pata izquierda del tren principal de aterrizaje y no se encontraron daños, grietas ni corrosión en ella, según informó la CAMO.

1.17. Información organizativa y de dirección

El real aeroclub de Baleares es una organización de formación declarada con número E-DTO-082 en el registro de AESA con base en el aeródromo de Son Bonet y con aprobación para ACTUALIZACIÓN CR (A) SEP (terrestre), CR (A) SEP (terrestre) y PPL (A) SEP (terrestre).

El aeroclub de Baleares contaba con la aeronave accidentada como única aeronave de su flota para la formación de pilotos.

1.18. Información adicional

Se llevó a cabo una consulta al fabricante de la aeronave consultando sobre sucesos similares y posibles causas.

El fabricante informó que normalmente han visto roturas de una pata debido a una corrosión no reparada o a un tratamiento de shot peening o perdigoneado incorrecto después de eliminar la corrosión. Con una reparación demasiado profunda o un shot peening demasiado agresivo, provoca una grieta o una pérdida de resistencia que lleva a la rotura de la pata.

El fabricante no ha podido encontrar ningún suceso relacionado con temperaturas elevadas, y ha indicado que normalmente no les comunican los resultados de los accidentes en los que se rompe un tren de aterrizaje.

Como posibles hipótesis sobre la fractura, el fabricante propuso que la pata haya podido estar sometida a calor para retirar la pintura de la pata del tren de aterrizaje para una reparación o repintado. O tal vez la pata estaba doblada y la calentaron para doblarla de nuevo en su sitio, o si la proximidad a los frenos pudiera provocar que se calentara en un fuego producido en estos.

1.19. Técnicas de investigación especiales

No requeridas

2. ANÁLISIS

El domingo 21 de agosto de 2022, la aeronave EC-ETC sufrió una rotura de la pata derecha del tren principal de aterrizaje durante un contacto anormal con pista en el aterrizaje en la pista 23 del aeródromo de Son Bonet.

El análisis que se desarrolla a continuación se ha realizado a partir de los únicos datos disponibles: la descripción del evento realizada por el piloto en dos entrevistas, la información meteorológica, los datos recabados de mantenimiento de la aeronave, los resultados del análisis de la fractura en laboratorio, y los daños en la aeronave. No existe ningún dato registrado del vuelo.

Las condiciones meteorológicas existentes no eran limitativas para la realización del vuelo.

2.1. Análisis de la operación

El instructor intentó mostrar al alumno el procedimiento a seguir si tenía un fallo de motor durante el despegue, para ello cortó los gases a ralentí e inició el procedimiento que básicamente consiste en bajar el morro de la aeronave para mantener 65 kt de velocidad y proceder a la pista.

Tras el aterrizaje y la rotura de la pata el instructor consiguió controlar la aeronave aplicando potencia para mantener los planos nivelados e impedir que el ala tocara la pista, abandonando la pista por S3. Finalmente, cuando la aeronave se quedó sin velocidad el semi ala derecha fue bajando hasta posarse sobre el terreno evitando que la aeronave sufriera más daños.

2.2. Análisis del fallo del material

El estudio de la fractura de la pata derecha del tren principal de aterrizaje realizado después del accidente confirmó la fragilidad de la pieza en la zona de la fractura a consecuencia de una transformación del material por un aporte térmico superior a 800 ºC.

Con la información disponible no se ha podido determinar el origen del aporte térmico:

- En los registros de mantenimiento disponible no se encontró ninguna reparación en la pata derecha del tren principal de aterrizaje que pudiera estar relacionada con un aporte térmico o ser consecuencia de este, no pudiéndose descartar que una reparación previa pudiera haber afectado al material de la pata.
- Temperaturas superiores a 800 ºC son utilizadas en el proceso de fabricación, por lo que se considera que sería posible que el material hubiera tenido un

defecto de fabricación y que una vez se hubiera producido, este hubiera sido prácticamente indetectable de manera razonable.

3. CONCLUSIÓN

3.1. Constataciones

- Un elevado régimen de descenso propició una toma dura.
- La pata derecha del tren principal de aterrizaje se encontraba fragilizada en la zona de la fractura debido a una transformación del material por un aporte térmico superior a 800 ºC.
- No se ha podido determinar el origen del aporte térmico.

3.2. Causas / Factores contribuyentes

La investigación ha puesto de manifiesto como causa del accidente la fragilidad del material en una zona crítica de la pata derecha del tren principal de aterrizaje a consecuencia de una transformación del material por un considerable aporte térmico de origen desconocido.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

No se emiten recomendaciones de seguridad.