

CIAIAC

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

Informe técnico A-018/2020

Accidente ocurrido el día 20 de junio de 2020, a la aeronave TECNAM P2002-JF, matrícula EC-MOH, operada por FlyBai, en el aeropuerto de Burgos



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: 796-22-014-1

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
<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

Abreviaturas	4
Sinopsis	6
1. INFORMACIÓN FACTUAL	7
1.1. Antecedentes del vuelo.....	7
1.2. Lesiones personales.....	7
1.3. Daños a la aeronave.....	7
1.4. Otros daños.....	7
1.5. Información sobre el personal.....	8
1.6. Información sobre la aeronave.....	8
1.7. Información meteorológica.....	10
1.8. Ayudas para la navegación.....	10
1.9. Comunicaciones.....	10
1.10. Información de aeródromo.....	11
1.11. Registradores de vuelo.....	13
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto.....	13
1.13. Información médica y patológica.....	14
1.14. Incendio.....	14
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia.....	14
1.16. Ensayos e investigaciones.....	14
1.17. Información sobre organización y gestión.....	15
1.18. Información adicional.....	17
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces.....	22
2. ANÁLISIS	23
2.1. Análisis de la rotura de los elementos de fijación del tren principal.....	23
2.2. Análisis del mantenimiento.....	24
2.3. Análisis de la operación.....	25
2.4. Análisis de la actuación de la dependencia AFIS.....	26
3. CONCLUSIONES	27
3.1. Constataciones.....	27
3.2. Causas/factores contribuyentes.....	27
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	28

Abreviaturas

° ' "	Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)
°C	Grado(s) centígrado(s)
%	Tanto por ciento
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AFIS	Servicio de información de vuelo de aeródromos
AFM	Manual de vuelo de la aeronave
AIP	Publicación de información aeronáutica
AMM	Manual de mantenimiento de la aeronave
AR	Habilitación de vuelo acrobático
ARO	Oficina de notificación de los servicios de tránsito aéreo
ATO	Organización de entrenamiento aprobada
ATPL(A)	Licencia de piloto de transporte de línea aérea de avión
CAVOK	Visibilidad, nubes y condiciones meteorológicas actuales mejores que los valores o condiciones prescritos
CB	<i>Cumulonimbus</i>
CPL(A)	Licencia de piloto comercial de avión
CR(A)	Habilitación de clase
CRI	Instructor de habilitación de clase
FI(A)	Habilitación de instructor de vuelo de avión
FIZ	Zona de información de vuelo
ft	Pie(s)
h	Hora(s)
hPa	Hectopascal(es)
IR(A)	Habilitación de vuelo por instrumentos de avión
IRI(A)	Habilitación de instructor de vuelo instrumental de avión
kg	Kilogramo(s)
KIAS	Velocidad indicada en nudos
kt	Nudo(s)
LEBG	Indicativo OACI aeropuerto de Burgos
LEVTAPP	Control de aproximación del aeropuerto de Vitoria
m	Metro(s)
m ²	Metro(s) cuadrado(s)
MEP	Habilitación de avión multimotor
METAR	Informe meteorológico ordinario de aeródromo (en clave meteorológica aeronáutica)
MHz	Megahercio(s)
mm	Milímetro(s)
Nm	Newtons por metro
NOTAM	Aviso distribuido por medios de telecomunicaciones que contiene información relativa al establecimiento, condición o modificación de cualquier instalación aeronáutica, servicio, procedimiento o peligro cuyo conocimiento oportuno es esencial para el personal encargado de las operaciones de vuelo

Informe técnico A-018/2020

P/N	Número de parte
PPL(A)	Licencia de piloto privado de avión
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)
S.L.	Sociedad limitada
S/N	Número de serie
SB	Boletín de servicio
SEI	Servicio de extinción de incendios
SEP	Habilitación de avión monomotor
SOP	Procedimientos operativos estandarizados
T/O	Despegue
TCU	<i>Cumulus</i> acastillados
UTC	Tiempo universal coordinado
VFR	Reglas de vuelo Visual
W	Oeste

Sinopsis

Propietario y operador:	FlyBai
Aeronave:	Tecnam P2002-JF, matrícula EC-MOH
Fecha y hora del incidente:	Sábado, 20 de junio de 2020, 17:18 h ¹
Lugar del accidente:	Aeropuerto de Burgos (LEBG)
Personas a bordo:	Dos, tripulación, ilesas
Tipo de vuelo:	Aviación general – Instrucción – Doble mando
Fase de vuelo:	Aterrizaje – Recorrido de aterrizaje
Reglas de vuelo:	VFR
Fecha de aprobación:	30 de junio de 2021

Resumen del suceso

La aeronave aterrizó en la pista 22 del aeropuerto de Burgos después de haber realizado un vuelo local de instrucción en doble mando.

Durante el recorrido de aterrizaje, en un momento en que la aeronave llevaba ya una velocidad reducida, se produjo el desprendimiento de la pata izquierda del tren de aterrizaje principal.

La aeronave quedó detenida dentro de la pista, apoyada sobre las patas derecha y delantera del tren de aterrizaje y sobre los extremos del semiplano y estabilizador horizontal del lado izquierdo.

Los dos ocupantes de la aeronave resultaron ilesos.

La investigación ha determinado que la causa de este accidente fue el desprendimiento del tren principal izquierdo, debido al fallo de los elementos de sujeción.

Se considera factor contribuyente la aplicación de un par de apriete excesivo en las tuercas de la sujeción exterior del tren principal izquierdo.

El informe contiene una recomendación de seguridad dirigida a Fly Bai mantenimiento, S.L., como organización responsable del mantenimiento de la aeronave.

¹ Salvo que se indique otra cosa, todas las horas en el presente informe están expresadas en hora local. La hora UTC se obtiene restando dos unidades a la hora local.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El día 20 de junio de 2020 la aeronave Tecnam P2002-JF con matrícula EC-MOH, despegó a las 15:50 h del aeropuerto de Burgos para realizar un vuelo local de instrucción de una hora y media de duración cuya finalidad era la práctica de maniobras básicas. A bordo de la aeronave iban un instructor y un alumno.

Según la declaración del instructor, el vuelo transcurrió con normalidad. Volvieron al aeropuerto para aterrizar por la pista 22. El aterrizaje lo realizó el instructor debido a la poca experiencia del alumno. Durante la carrera de aterrizaje y con la aeronave decelerando, la pata del tren de aterrizaje izquierdo empezó a ceder, llegando a colapsar.



Figura 1. Fotografía de la aeronave

Como consecuencia del desprendimiento de la pata del tren de aterrizaje el plano bajó hasta contactar con la pista. El instructor aseguró el motor, notificó por radio que la aeronave estaba inmovilizada en la pista de vuelo y ordenó la evacuación de la aeronave.

El instructor y el alumno resultaron ilesos y abandonaron la aeronave por sus propios medios.

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				No aplicable
Ilesos	2		2	No aplicable
TOTAL	2		2	

1.3. Daños a la aeronave

La aeronave presentó daños en la pata izquierda del tren principal, el flap izquierdo, el estabilizador horizontal izquierdo y en la punta de la semiala izquierda.

1.4. Otros daños

No hubo más daños.

1.5. Información sobre el personal

1.5.1. Instructor de vuelo

El instructor, de 28 años de edad, tenía la licencia de piloto comercial (CPL) expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) el 24 de enero de 2014, con la habilitación de B737 300-900 válida hasta el 30 de abril de 2021, habilitación de monomotor (SEP) válida hasta 31 de diciembre de 2020, de vuelo instrumental (IR(A)) válida hasta el 30 de abril de 2021, de vuelo acrobático (AR) y de instructor (FI) para dar instrucción a pilotos privados, comerciales y habilitaciones de monomotor y vuelo acrobático válida hasta el 31 julio de 2020.

El instructor también disponía de un reconocimiento médico de Clase 1, que era válido hasta el 20 de enero de 2021.

Su experiencia total de vuelo era de 4747:31 h, de las cuales aproximadamente 2507 las había realizado en B737-800, 2240 h como piloto al mando y 1642 h las había realizado como instructor.

1.5.2. Información sobre el alumno

El alumno piloto, de 29 años de edad, tenía el reconocimiento médico Clase 1 en vigor hasta el 2 de junio de 2021. Estaba realizando el programa integrado de piloto de transporte de líneas aéreas. En el momento del accidente acumulaba 17 horas de vuelo, todas ellas en doble mando.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Información general

La aeronave del accidente, Tecnam P2002-JF, es una aeronave de ala baja, equipada con un tren de aterrizaje fijo de tipo triciclo, construida en el año 2016, con el número de serie 302.

Sus características generales son las siguientes:

- Envergadura: 8,60 m
- Longitud: 6,61 m
- Altura: 2,43 m
- Superficie alar: 11,50 m²
- Peso en vacío: 400,0 kg
- Peso máximo al despegue: 620 kg
- Ancho de vía: 1,85 m
- Batalla: 1,62 m
- Motor, Rotax 912S2-01, s/n: 9139188
- Hélice: bipala de paso fijo de fibra

1.6.2. Descripción de la sujeción del tren de aterrizaje principal

Esta aeronave dispone de un tren de aterrizaje fijo de tipo triciclo.

El tren principal está formado por dos ballestas, que están fijadas a la estructura de la aeronave, a la altura de los asientos de cabina.

La figura 2 contiene un esquema de una de las patas.

Como puede verse en dicha figura, cada pata va fijada a la estructura mediante un tornillo en la zona interior y un conjunto formado por una brida, un separador de cuero y dos tornillos, en su parte exterior.

1.6.3. Estado de aeronavegabilidad y mantenimiento de la aeronave

Tenía un Certificado de la Aeronavegabilidad, expedido por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea el 2 de febrero de 2017 y un Certificado de Revisión de la Aeronavegabilidad emitido por la CAMO que gestiona la aeronave (AVIATION VIP, ES.MG.181) con fecha 01/02/2020 y validez hasta el 1 de febrero de 2021.

En el momento del accidente la aeronave tenía 2246:10 horas y el motor 246:10 horas.

La organización responsable del mantenimiento de la aeronave era Fly Bai Mantenimiento, S.L., que es una organización de mantenimiento aprobada por AESA con la referencia ES.MF.024 según la Subparte F (Parte M) del Reglamento (UE) N° 1321/2014.

La última revisión de mantenimiento que se realizó a la aeronave fue el 19 de junio de 2020, es decir, el día anterior al suceso y correspondió a una inspección de cincuenta horas cuando la aeronave contaba con 2240:30 horas de vuelo.

De acuerdo al *Manual de mantenimiento* de la aeronave (P2002JF *Maintenance Manual* Sec.5-20 Edición 2 n° de Rev. 4) en una revisión tipo A (50 h) solamente se requiere la realización de una tarea sobre el sistema de tren de aterrizaje (ATA32), que es la revisión del correcto par de apriete de los tornillos de la sujeción del tren de aterrizaje principal, así como el reemplazo del separador de cuero, en caso de que sea necesario. El *Manual de mantenimiento* indica que el par de apriete de las tuercas de los tornillos exteriores (AN-365-524A) es de 15 ± 1 Nm y el de las tuercas de los tornillos interiores (AN-365-624A) es de $25 +3/-2$ Nm.

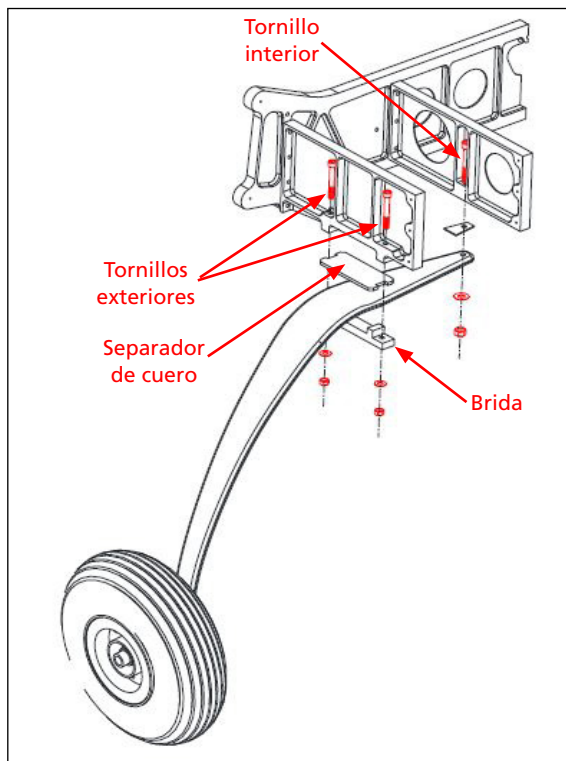


Figura 2. Esquema de fijación del tren principal

En el certificado de retorno al servicio correspondiente a dicha revisión constaba que se había realizado esta tarea.

El 13/03/2020 se realizó una revisión de mantenimiento tipo B (50 + 100 h). En esta inspección se requiere que se realicen trece tareas sobre el sistema de tren, entre las cuales se encuentra el chequeo del par de apriete de los tornillos de sujeción. En los certificados de retorno al servicio constaba que se habían realizado la totalidad de las tareas prescritas en esta inspección.

Se comprobó asimismo que, en las dos revisiones de mantenimiento previas, realizadas el 24/02/2020 (tipo B) y el 6/02/2020 (tipo A), se habían llevado a cabo todas las tareas de mantenimiento requeridas.

De acuerdo con la información facilitada por la organización de mantenimiento, el chequeo del par de apriete de los tornillos del tren se realizaba utilizando una llave dinamométrica de la marca Britool, cuya última calibración era válida hasta el 23/10/2020. El par de apriete que aplicaban al tornillo interior era de 25 Nm y el de los exteriores de 15 Nm.

1.7. Información meteorológica

El METAR de Burgos del día 20 de junio a las 17:00 hora local era:

METAR LEBG 201500Z 29004KT 220V360 CAVOK 25/06 Q1023=

El METAR de Burgos de las 15:00 UTC indicaba que la dirección del viento era de 290° con una intensidad de 4 kt. La dirección del viento era variable de 220° a 360°. Visibilidad de 10 km o más. Ausencia de nubes por debajo de la altura de referencia CAVOK, y ausencia de *cumulonimbus* (CB) y cúmulos en forma de torre (TCU). Ningún fenómeno de tiempo significativo. Temperatura 25°C, punto de rocío 6°C el QNH 1023 hPa.

1.8. Ayudas para la navegación

No es de aplicación.

1.9. Comunicaciones

Se revisaron las comunicaciones que se produjeron en el intervalo temporal alrededor del accidente, siendo las más significativas las siguientes:

A las 15:00 UTC el operador AFIS emitió el siguiente mensaje notificando la finalización del servicio: "to all station Burgos Information Aerodrome Flight Information Service Terminated. A todas estaciones Burgos Información Servicio AFIS de Burgos Terminado".

A las 15:18 UTC la aeronave de indicativo FBY1E1 (EC-MOH) notificó a todos tráficos que habían roto una de las patas y se habían quedado en la pista y pedía que no aterrizasen.

Inmediatamente después el operador AFIS llamó al SEI informando del suceso.

A las 15:19 el AFIS llamó a la aeronave FBY1D3S, que estaba en final, informándole de que, aunque el servicio AFIS había finalizado, le informaba de que la pista se encontraba ocupada debido a que una aeronave se había quedado en la pista.

A las 15:20 habló con LEVTAPP² y ARO³ informando del suceso.

Desde ese momento y hasta las 16:02 UTC, en que se reabrió la pista, el operador AFIS estuvo realizando labores de coordinación con el SEI, oficina ARO, LEVTAPP y aeronaves en vuelo.

Entre las 16:02 y las 17:00 el AFIS estuvo plenamente operativo, facilitando información de aeródromo a las aeronaves dentro de su zona de servicio (FIZ).

1.10. Información de aeródromo

El aeropuerto de Burgos tiene una pista asfaltada con denominación 04-22, de 2100 m de longitud y 45 m de anchura. La pista dispone de señales de umbral, designadoras, faja lateral, eje y punto de visada.

La pista está conectada con la plataforma de estacionamiento de aeronaves (APN1) mediante dos calles de rodaje perpendiculares a la pista, denominadas A y B.

Una tercera calle de rodaje "C" conecta la pista de vuelo con otra plataforma de estacionamiento, denominada plataforma de servicio a los hangares.

² Control de aproximación del aeropuerto de Vitoria

³ Oficina de notificación de los servicios de tránsito aéreo

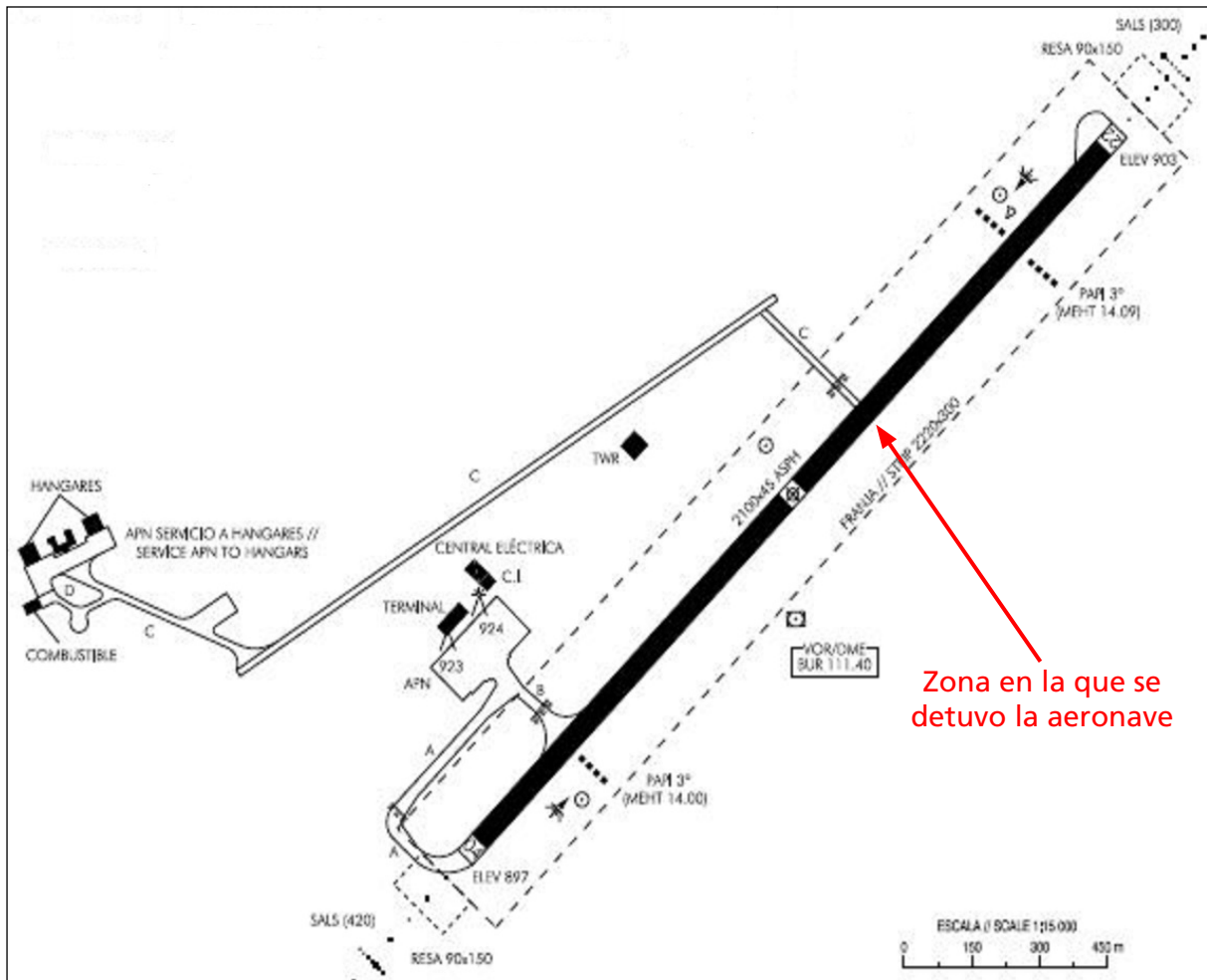


Figura 3. Esquema del aeropuerto recortado del plano de aeródromo-OACI (AD 2-LEBG ADC) publicado en el AIP-España

Esta instalación opera de dos formas distintas, de una como aeropuerto de uso público y de otra como aeródromo restringido. De acuerdo con la información del AIP España, en la fecha del suceso (temporada de verano) los horarios de operación eran los siguientes:

- Uso público: de lunes a viernes, de 08:30 a 16:00 UTC (10:30 a 18:00 hora local).
- Uso restringido: de lunes a viernes, de 06:00 a 08:30 y de 16:00 a 18:00 UTC.
Sábados, de 07:30 a 16:30 UTC.
Domingos, de 07:30 a 17:00 UTC.

Durante el horario de uso público se presta servicio de información aeródromo (AFIS). La frecuencia de comunicaciones de este servicio es 125,425 MHz.

Esta misma frecuencia es utilizada para comunicaciones entre pilotos durante el horario de operación como aeródromo restringido, en el que no se proporciona AFIS.

El día en que ocurrió el accidente, sábado, el horario de operación difería del publicado en el AIP, ya que se prestaba servicio AFIS entre las 04:00 y las 15:00 UTC, según se había anunciado mediante el NOTAM siguiente:

B3842/20 NOTAMN Q) LECM/QSFAH/IV/B /A /000/999/4221N00337W005 A)LEBG B)2006201600 C)2006201700 E)AFIS HOURS OF OPERATION JUN 20 1600-1700 SEE NOTAM 3230/20.

El accidente tuvo lugar a las 17:20 h (15:20 UTC), cuando el servicio AFIS ya había finalizado. El operador AFIS, que aún se encontraba en la dependencia, escuchó en la frecuencia de comunicaciones a la tripulación de la aeronave notificar a todos los tráficos, que habían roto el tren de aterrizaje y que se encontraban en la pista y que no aterrizasen.

El operador AFIS llamó a los bomberos para informarles del accidente. Asimismo, y aunque el servicio AFIS había finalizado, decidió comunicar al tráfico FBY1D3S, que se encontraba en final, que la pista se encontraba ocupada.

Seguidamente informó del suceso a LEVTAPP y la oficina ARO.

En total había tres aeronaves que tenían previsto aterrizar en Burgos. Alrededor de las 15:44 UTC, una de ellas notificó que se encontraba corta de combustible.

El operador AFIS solicitó a la oficina ARO que publicasen un NOTAM para hacer una nueva apertura del servicio de información, entre las 16:00 y las 17:00 UTC, con objeto de poder gestionar los tres tráficos que había en el aire.

Finalmente, las tres aeronaves aterrizaron sin novedad.

1.11. Registradores de vuelo

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

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

La aeronave quedó detenida dentro de la pista, a la altura de la calle de rodaje C, próxima a su lateral izquierdo (según el sentido de aterrizaje), a una distancia de unos 800 m de la cabecera de la pista 22.

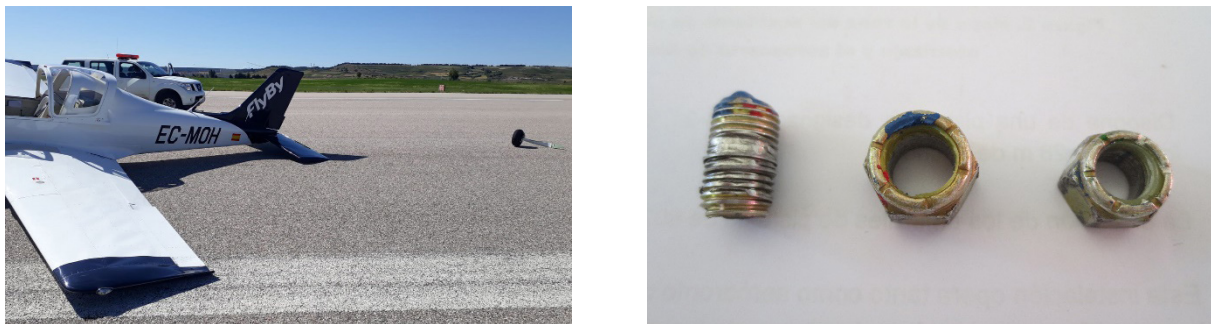


Figura 4. Fotografías de la aeronave en la pista y del fragmento del tornillo y tuercas encontradas en la pista

El tren principal izquierdo se había desprendido, y se encontraba sobre la pista a escasos metros por detrás de la aeronave (ver figura 4).

Solamente se apreció una marca suave sobre la pista, de unos 5 m de longitud que había sido hecha por el extremo de la semiala izquierda.

Sobre la pista se localizaron, asimismo, un separador de cuero y un fragmento de un tornillo y dos tuercas.

Las dos tuercas habían perdido sus hilos de rosca. Entre los hilos de rosca del fragmento del tornillo había trozos de hilos de rosca de la tuerca.

1.13. Información médica y patológica

No es de aplicación.

1.14. Incendio

No se produjo incendio.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

La aeronave mantuvo su forma sin sufrir ninguna deformación apreciable. Los cinturones sujetaron adecuadamente a los ocupantes y los asientos mantuvieron su forma y ubicación.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Inspección de la aeronave

La aeronave fue trasladada hasta un hangar del aeropuerto de Burgos donde fue inspeccionada.

El tren principal izquierdo se había separado de la aeronave. La brida de sujeción se encontraba unida a la estructura de la aeronave solamente mediante el tornillo trasero. Este se encontraba fuertemente doblado hacia atrás. La brida mostraba también una ligera deformación.

El tornillo delantero permanecía en su alojamiento en la célula, pero había perdido la tuerca.

El tornillo de sujeción interior se encontraba también en su alojamiento en la estructura, aunque se había partido a la altura del primer hilo de rosca. El fragmento de tornillo que se encontró en la pista se correspondía con la parte que le faltaba al tornillo interior.

Las dos tuercas encontradas en la pista eran, una del tornillo interior, y la otra del tornillo delantero de la sujeción exterior.

Se examinó el estado de los elementos de sujeción de la pata derecha del tren de aterrizaje principal, comprobándose que se encontraban en condiciones normales.

Se realizó una comprobación del par de apriete de las tuercas, utilizando una llave dinamométrica, que se ajustó a 25 Nm (tornillo interior) y a 15 Nm (tornillos sujeción exterior). Se constató que la llave saltaba sin que hubiesen girado las tuercas, lo que indica que los tornillos estaban apretados, al menos, con ese par.

Se desmontó el tren principal derecho y se comparó su geometría con la del tren izquierdo, observando que este último estaba unos 15° más abierto que el derecho.

Los elementos de sujeción del tren principal fueron sometidos a ulteriores inspecciones (ver 1.18.3).

1.17. Información sobre organización y gestión

1.17.1. Información sobre la organización de formación

El operador de la aeronave accidentada era FLYBAI S.L., es una organización de formación aprobada (E-ATO-166) por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea. Tiene su base en el aeropuerto de Burgos (Burgos).

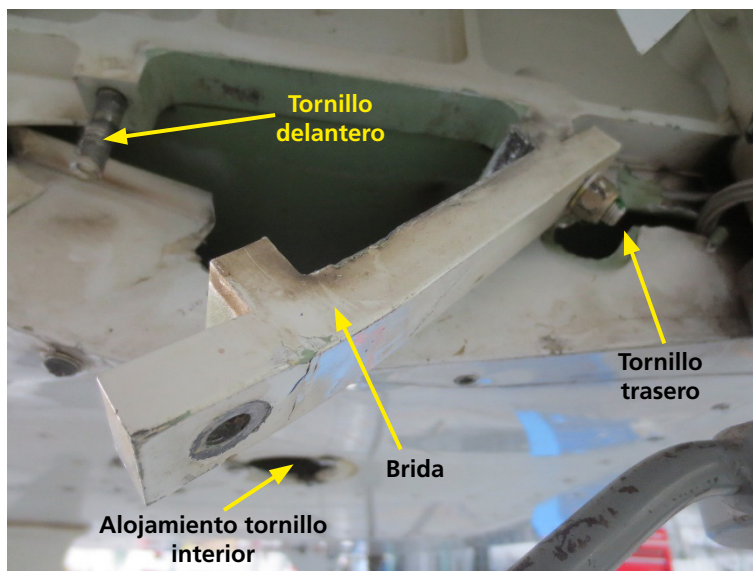


Figura 5. Fotografía de los puntos de sujeción del tren principal izquierdo

Este operador tiene autorización para realizar:

- Actualización CR (A) MEP (terrestre).
- Actualización CR (A) SEP (terrestre).
- Actualización CRI (A) MEP (terrestre).
- Actualización FI (A).
- Actualización IR (A) MEP (terrestre).
- Actualización IRI (A).
- ATPL (A) integrado.
- ATPL (A) modular.
- CPL (A) modular.
- CR (A) MEP (terrestre).
- CR(A) SEP (terrestre).
- CRI (A) MEP (terrestre).
- FI (A).
- IR (A) MEP (terrestre).
- IR (A) SEP (terrestre).
- IRI (A).
- PPL (A) SEP (terrestre).
- Vuelo nocturno (A).

1.17.2. Lista de antes del aterrizaje

Bomba eléctrica de combustible	Encendida.
Selector de combustible	Seleccionar el más lleno.
Luz de aterrizaje	Encendida.

En el tramo de viento en cola:

- Flap, ajustar a 15° (T/O).
- Velocidad de aproximación 65 KIAS.

En el tramo de final:

- Flap, ajustar a 40° (FULL).
- Velocidad de aproximación 55 KIAS.

Calefacción al carburador: apagar.

Velocidad óptima de contacto 55 KIAS.

1.17.3. Procedimientos estándar de operación (SOP) del operador

Según los procedimientos de la escuela cuando la aeronave esté en uno de los puntos de notificación para entrar al circuito de tráfico debe encender las luces de aterrizaje.

Se debe realizar el procedimiento de aproximación en el tramo de viento en cola (listas de *approach* y *before landing*).

En el tramo de viento en cola, en el último tercio y cuando la punta del plano esté a la altura del umbral de pista ajustar los flap al primer punto y encender la bomba de combustible.

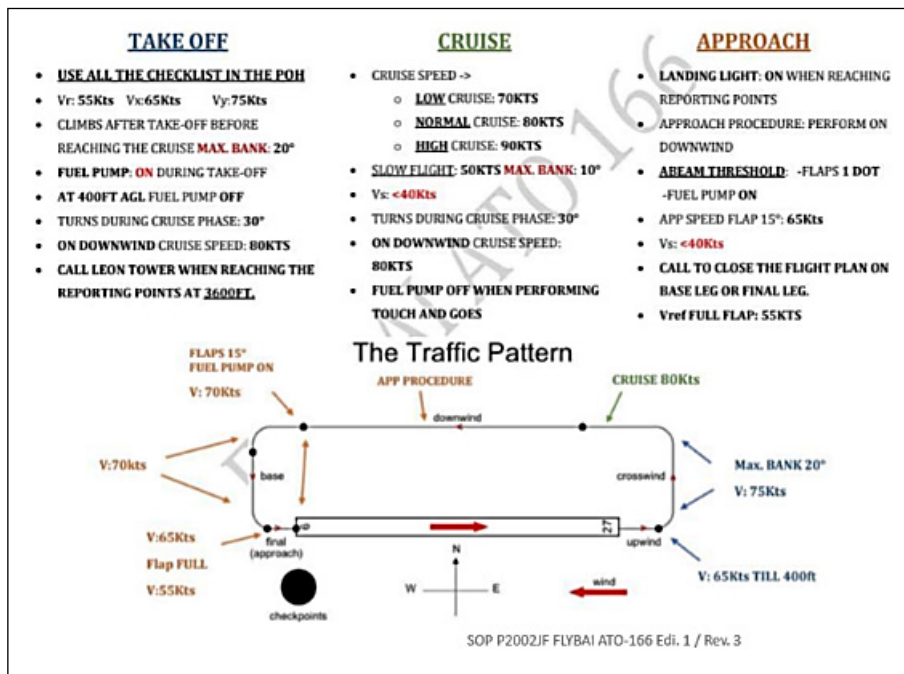


Figura 6. Procedimiento de circuito de tráfico de la ATO

Ajustar la velocidad de aproximación con 15° de flap a 65 kt.

La velocidad de pérdida es inferior a 40 kt.

Llamar en base o en final a la dependencia de control para cerrar plan de vuelo.

La velocidad de aproximación con todo el flap es de 55 kt.

En la figura 6 se observa el gráfico con los procedimientos del operador.

1.18. Información adicional

1.18.1. Declaración del instructor

Indicó que despegó del aeropuerto de Burgos (LEBG) con un alumno para realizar un vuelo local de instrucción de 1:30 horas de duración.

Tras realizar maniobras básicas procedieron a retornar a Burgos. Antes de llegar al punto W escucharon que el servicio AFIS había terminado. Cuando alcanzaron W, notificaron su posición para coordinar con otros tráficos (aire-aire). Se incorporaron a viento en cola derecha de la pista 22, con dos tráficos precedentes a la vista, que tomaron sin ninguna novedad. En el tramo de viento en cola tomó el control de la aeronave para realizar el aterrizaje con parada final, ya que el alumno no disponía de la suficiente experiencia.

Configuró en el tramo de viento en cola el avión a un punto de flap (flap TO) y 65 kt. La aproximación fue estabilizada en todo momento cumpliendo con los criterios. No realizó grandes cambios de potencia, mantuvo la velocidad con +5/-0 kt, una aproximación de 3° y en todo momento en el eje de la pista.

Realizó el contacto con la pista con normalidad, primero con el tren principal y posteriormente con el tren de morro, dejando que decelerara sin aplicar freno.

Empezó a frenar cuando la velocidad era de unos 30 kt, notando que la aeronave empezaba a vibrar fuertemente. Inmediatamente soltó los frenos, confirmó que el alumno no estaba realizando presión sobre ellos y tiró del mando de profundidad para aliviar peso sobre la rueda de morro. Pensó que la rueda delantera estaba vibrando, ya que no dispone de "shimmy damper". Tras varios segundos y sin dejar de vibrar en ningún momento, el tren izquierdo empezó a ceder, bajando el plano hasta que tocó con la pista. Inmediatamente quitó las magnetos, cerró el selector de combustible, apagó la bomba eléctrica de combustible y quitó el máster de la aeronave. Habiendo completado el procedimiento de emergencia indicado por el fabricante en el AFM "Engine Securing". La aeronave se empezó a deslizar sobre la pista a unos 25 kt hasta que se detuvo dentro de la pista en su lado izquierdo.

Tras verificar que el alumno se encontraba bien, procedieron a evacuar la aeronave.

1.18.2. Antecedentes de fallos de los tornillos de sujeción del tren de aterrizaje

Con anterioridad al año 2012 hubo varios sucesos en los que se produjo el desprendimiento de, al menos, uno de los trenes principales a causa del fallo de los elementos roscados de sujeción del tren principal.

A fin de atajar ese problema, Tecnam adoptó las siguientes mejoras:

En julio del año 2012, emitió la segunda edición, revisión 1, del Boletín de Servicio SB 066-CS, de carácter mandatorio, que afectaba a determinadas unidades de los modelos P-92J y P2002-JF, cuyo objeto era remplazar las tuercas de los tornillos de fijación del tren de aterrizaje principal, por otras de mayor altura.

La aeronave del suceso salió de fábrica equipada con las nuevas tuercas.

En el año 2015 Tecnam introdujo una modificación en los manuales de mantenimiento de varios tipos de aeronaves, entre las que se encontraba la P2002, reduciendo el intervalo de chequeo del correcto par de apriete de los tornillos de sujeción del tren de aterrizaje principal, pasando de hacerse cada 100 h, a realizarse cada 50 h.

El 28/09/2015 emitió el Boletín de Servicio SB 214-CS informando a los usuarios de la modificación del AMM, relativa el intervalo de chequeo del correcto par de apriete de los tornillos de sujeción del tren de aterrizaje principal.

De acuerdo a la información facilitada por el fabricante de la aeronave, después del reemplazo de las tuercas y de la reducción del intervalo de verificación del par de apriete, solo tenían constancia de tres fallos de los tornillos de sujeción del tren de aterrizaje. En todos los casos, la causa del fallo fue un par de apriete incorrecto (por defecto).

1.18.3. Inspección de los elementos roscados de sujeción del tren principal

Como se reflejó en el punto 1.6.2, cada una de las patas del tren de aterrizaje principal está unida a la estructura de la aeronave mediante tres tornillos pasantes con tuerca, ubicados dos en la parte exterior y el tercero en la parte interior, cuyos p/n son los siguientes:

Punto de sujeción	Tornillo	Tuerca
Interior	MS20006-27	AN365-624A
Exterior delantero	MS20005-30	AN365-524A
Exterior trasero	MS20005-30	AN365-524A

Los elementos que fallaron fueron el tornillo interior (MS20006-27), que se encontró partido, la tuerca de este tornillo (AN365-624A), y la tuerca del tornillo de la sujeción exterior delantera (AN365-524A).

1.18.3.1 Inspección del fragmento de tornillo interior

El tornillo se había fracturado a la altura del primer hilo de rosca, es decir, en la zona en la que termina la caña y comienza la zona roscada.

La zona roscada tiene quince hilos. Se apreció que había una zona comprendida entre los hilos nº 6 y 10 (contándose desde la caña) en la que los hilos de rosca se encontraban aplastados. La deformación no afectaba a todo el perímetro del tornillo, sino a un arco de unos 160°. Asimismo, el fondo de estas roscas estaba relleno con material de los hilos de rosca de la tuerca.

Entre los hilos nº 10 y 12 había un fragmento de hilo de rosca de la tuerca, correspondiente a unas dos revoluciones de hélice, que se encontraba suelto.

En el extremo del tornillo había restos de dos tipos diferentes de masilla de seguridad -utilizada para detectar fácilmente si una tuerca se ha aflojado- de colores rojo y azul. La roja probablemente es la aplicada por Tecnam en la fabricación de la aeronave, ya que utilizan ese color. La azul corresponde a una aplicación posterior, posiblemente realizada tras varios procesos de reapriete de la tuerca.



Figura 7. Fotografía del fragmento cizallado del tornillo interior (MS200006-27)

1.18.3.2 Inspección de la tuerca del tornillo interior (AN365-624A)

Esta tuerca es de tipo autofrenante, de siete hilos de rosca completos.

La observación a simple vista permitió determinar que la totalidad de los hilos de rosca de la tuerca habían sido cizallados.

Se cortó la tuerca longitudinalmente, obteniendo dos mitades "A" y "B" (ver figura 8), para poder observar los hilos de rosca frontalmente.

Al observar la superficie interior de la mitad "A" de la tuerca con una lupa binocular, se constató que los cuatro hilos de rosca más próximos a la cara de apoyo de la tuerca habían sido cizallados completamente, mientras que los tres más alejados de la cara de asiento conservaban una pequeña parte de su altura. Había multitud de marcas longitudinales, paralelas al eje del tornillo. No se apreció nada anormal en el fondo de rosca.

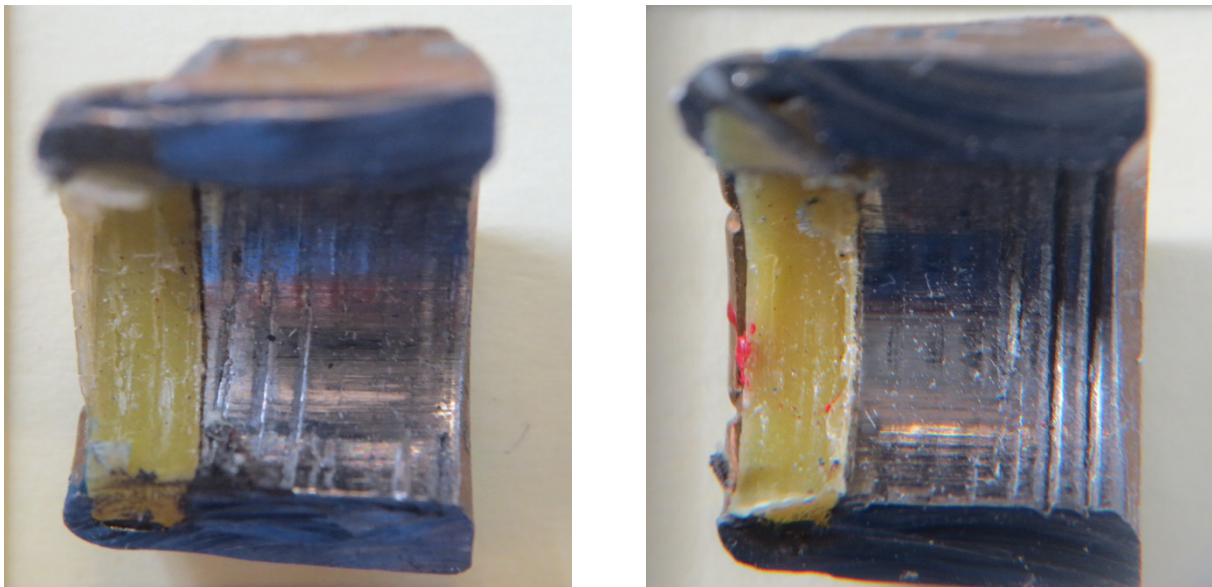


Figura 8. Fotografías de la tuerca del tornillo interior AN-365-624A, mitad "A" (izquierda) y mitad "B" (derecha)

La mitad "B" también había sufrido la cizalladura de los cuatro hilos de rosca más próximos a la cara exterior de la tuerca. En cambio, los tres hilos restantes, que son los más próximos a la cara de asiento, conservaban aproximadamente la mitad de su altura. Se apreció la presencia de multitud de marcas longitudinales, paralelas al eje del tornillo.

1.18.3.3 Inspección de la tuerca del tornillo exterior delantero (AN365-524A)

La observación visual reveló que la totalidad de los hilos de rosca habían sido cizallados. La superficie interior de la tuerca aparecía bastante homogénea, con bandas alternadas perpendiculares al eje del tornillo, que corresponden unas a los hilos de rosca cizallados y las otras al fondo de rosca. En toda la superficie se apreciaba la presencia de abundantes marcas en dirección axial (paralela al eje del tornillo).

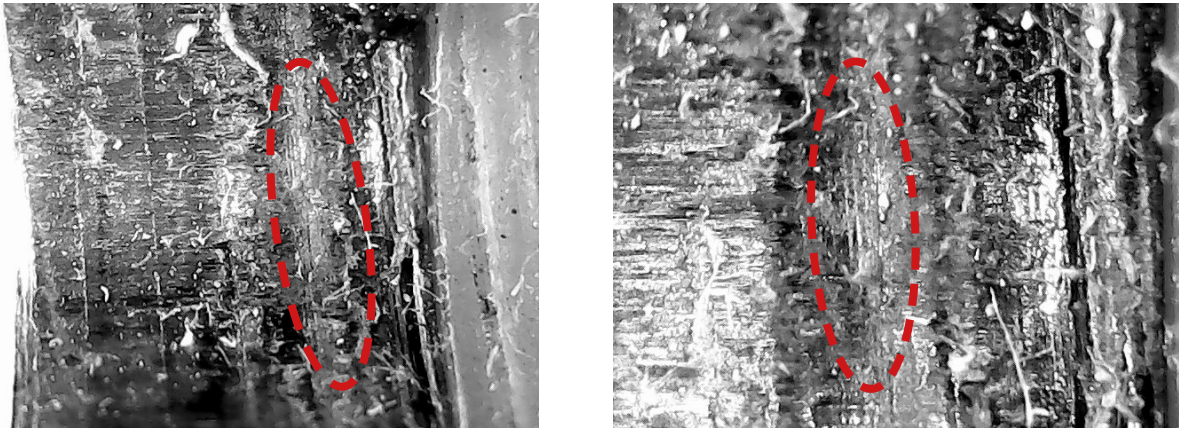


Figura 9. Fotografías de detalle de los hilos cizallados de la tuerca (AN365-524A) de la sujeción delantera exterior del tren principal izquierdo

La observación con la lupa binocular permitió apreciar la presencia de marcas de rayado circunferencial (delimitadas con línea de trazo rojo en la figura 9) en varias zonas de la familia de bandas correspondientes a los hilos de rosca.

Estas marcas son características de los procesos de cizalladura que se producen cuando se aplica un par de apriete excesivo, ya que en estas condiciones se produce un giro relativo entre la tuerca y el tornillo, que genera las marcas circunferenciales. De haberse producido la cizalladura solamente por sobrecarga axial, únicamente se habrían producido marcas en dirección axial.

1.18.3.4 Inspección de la tuerca del tornillo exterior trasero (AN365-524A)

El tornillo de la sujeción trasera exterior, aunque resultó deformado al fallar las otras dos sujeciones, no se rompió, lo que permitió retirar la tuerca con normalidad.

Se decidió seccionar esta tuerca para poder compararla con las otras dos.

La observación visual no reveló ninguna anomalía evidente. La tuerca conservaba todos sus hilos de rosca, sin daños aparentes.

La observación mediante la lupa binocular reveló la existencia de marcas de rayado circunferencial (delimitadas con línea discontinua de color rojo en la figura 10).

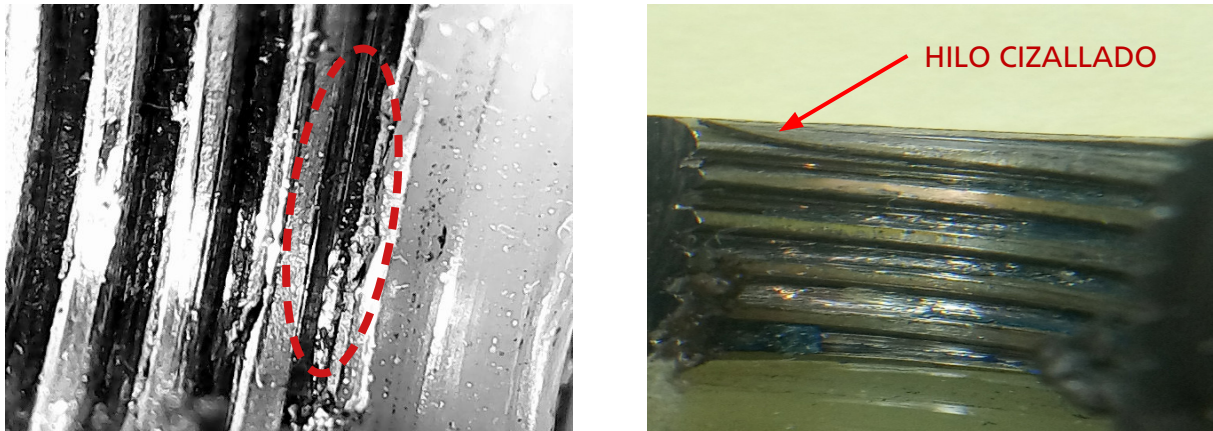


Figura 10. Fotografía de detalles de las marcas circunferenciales en los hilos de rosca (izquierda) y del tramo cizallado del primer hilo de rosca

Se observó, asimismo, que el primer hilo de rosca (el más próximo a la cara de asiento de la tuerca) ya tenía un tramo que estaba cizallado.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No es de aplicación.

2. ANÁLISIS

2.1. Análisis de la rotura de los elementos de fijación del tren principal

Los elementos del tren de aterrizaje que se rompieron durante el aterrizaje fueron tres: el tornillo interior, la tuerca del tornillo interior y la tuerca del tornillo exterior delantero.

Las roturas de estos componentes fueron secuenciales. La secuencia se inició con la fractura de uno de ellos (rotura primaria), lo que propició el fallo de los otros dos (roturas secundarias).

Por lo tanto, la cuestión a dilucidar es cuál fue el elemento que inició la secuencia.

La sujeción interior sufrió la fractura de dos de sus componentes, el tornillo, que resultó cizallado en la zona de inicio de la rosca, y la tuerca, cuyos hilos de rosca fueron también cizallados.

De haberse producido la rotura del tornillo en primer lugar, la tuerca no habría resultado cizallada, ya que habría dejado de recibir cargas. En cambio, la rotura de la tuerca provoca que esa sujeción quede suelta, aunque posiblemente la ballesta continuó en su posición, de forma que el tornillo todavía estaría alojado en el orificio de la ballesta. La ausencia de la tuerca hace que el tornillo reciba cargas de cizalladura y flexión, que producen su rotura. Estas condiciones serían consistentes con las características que presenta el tornillo, doblado y con aplastamiento de los hilos de rosca.

Una vez determinado que la rotura del tornillo fue secundaria, la siguiente cuestión a dilucidar es cuál de las dos tuercas fue la que inició la secuencia de roturas.

El examen de la tuerca del tornillo exterior delantero evidenció que en la cizalladura de sus hilos de rosca intervinieron dos mecanismos diferentes. Las marcas radiales que exhibía son indicativas de que durante el proceso de apriete del tornillo se aplicó un par de apriete superior al nominal, que inició un proceso de rotura por cizalladura en los hilos de rosca que los cizalló parcialmente. Es decir, no se produjo la cizalladura completa de la sección de los hilos de rosca, sino solamente de una parte de la sección. Debido a estos daños, la resistencia de la tuerca disminuyó. Aun así, la tuerca se mantuvo roscada al tornillo, hasta que se vio sometida a una carga axial, posiblemente inferior a su resistencia nominal, que produjo la cizalladura completa de los hilos de rosca.

La observación de la tuerca del tornillo trasero de la sujeción exterior, que no se rompió, evidenció la presencia de marcas radiales indicativas de sobreapriete, que posiblemente fueron las causantes de la cizalladura completa de un tramo del hilo de rosca más próximo a la cara de apoyo.

Por el contrario, el examen de la tuerca del tornillo interior (AN365-624A) permitió constatar que la cizalladura de los hilos de rosca se produjo por un mecanismo de carga axial, sin que se observara ninguna evidencia de daño previo por sobreapriete. Es cierto

que se observó que los tres hilos de rosca más cercanos a la cara de apoyo de la tuerca mostraban diferencias apreciables en cada una de las mitades de la tuerca. Esto pudo deberse a la aplicación de una carga axial con una distribución muy desigual sobre la cara de apoyo, que produjo el acuñamiento de la tuerca.

A la vista de lo anterior cabe concluir que la secuencia más probable que condujo al fallo de la sujeción del tren principal izquierdo de la aeronave fue la siguiente:

El evento se inició con el fallo de la tuerca del tornillo de la sujeción delantera exterior debido a la cizalladura de sus hilos de rosca.

A causa de la ausencia de esta tuerca, la sujeción exterior del tren perdió su rigidez, posibilitando que la ballesta pudiera moverse y que, incluso, tendiera a rotar alrededor del eje virtual que une las sujeciones exterior e interior. Debido a estas condiciones, las cargas de la sujeción interior se incrementaron de forma importante, a la vez que su distribución sobre la cara de apoyo de la tuerca era sumamente desigual, produciendo el acuñamiento de la tuerca y la cizalladura de los hilos de rosca por sobrecarga axial.

Posteriormente se produjo el cizallamiento del tornillo interior, que fue posibilitado por la pérdida de su propia tuerca y de la del tornillo delantero exterior.

El hecho de que las dos tuercas de la sujeción exterior, que son iguales, presenten daños compatibles con una aplicación excesiva de par de apriete, indica sin dudas, que fueron apretadas con un par superior al nominal.

En cambio, la tuerca de la sujeción interior no exhibía ninguna marca indicativa de apriete excesivo.

En la inspección de la aeronave se observó que la ballesta que conforma el tren principal izquierdo estaba más abierta que la del tren principal derecho. Esta condición pudo deberse a alguna toma dura, circunstancia que no es excepcional en una aeronave de escuela. Además de la deformación de la ballesta, esa posible toma pudo haber producido daños en los tornillos de sujeción del tren principal izquierdo, que se sumarían a los derivados del excesivo par de apriete.

2.2. Análisis del mantenimiento

Según la información facilitada por la organización de mantenimiento, los tornillos de sujeción del tren principal izquierdo, que fallaron durante el aterrizaje, eran los que montaba originalmente la aeronave, ya que no habían sido reemplazados.

Esta circunstancia es refrendada por el hecho de que estos tornillos tuvieran restos de masilla roja, que parecen corresponderse con los que utiliza el fabricante.

El análisis de la documentación de mantenimiento ha evidenciado que el par de apriete de estos tornillos era comprobado periódicamente, de acuerdo a los intervalos de tiempo determinados en el *Manual de mantenimiento*.

La operación de verificación del par de apriete se realizaba utilizando una llave dinamométrica, cuyo certificado de calibración se encontraba vigente en la fecha del suceso.

Según la organización de mantenimiento, los valores de los pares de apriete utilizados eran de 25 Nm para el tornillo interior y de 15 Nm para los exteriores, lo que queda dentro de los rangos especificados en el *Manual de mantenimiento*.

No obstante, como se ha determinado en el punto 2.1, las tuercas de los dos tornillos exteriores presentan daños compatibles con la aplicación de un par de apriete excesivo.

Aunque no puede descartarse totalmente la posibilidad de que este hecho hubiera ocurrido durante el montaje en fábrica, parece bastante más probable que haya sucedido durante alguna de las verificaciones periódicas del par de apriete.

En este sentido, conviene tener en cuenta que el par de apriete de las tuercas de la sujeción exterior es de 15 Nm, es decir, 10 Nm menor que el de la sujeción interior (25 Nm), por lo que cabe la posibilidad de que por error, o por otra circunstancia, se haya aplicado a las tuercas exteriores el par de apriete de la sujeción interior.

Por este motivo, se ha considerado conveniente emitir una recomendación de seguridad dirigida a la organización de mantenimiento, para que revise y mejore sus procedimientos, con objeto de que se minimice el riesgo de que puedan cometerse errores en las tareas de comprobación del par de apriete de los tornillos de sujeción del tren principal.

2.3. Análisis de la operación

La tripulación despegó del aeropuerto de Burgos con la finalidad de realizar un vuelo de entrenamiento.

Debido a la poca experiencia del alumno las maniobras que se practicaron fueron muy básicas; ascensos, descensos y virajes. Dado que el alumno estaba en una fase inicial todavía no había comenzado con sus entrenamientos de la maniobra de aterrizaje, por lo que cuando entraron en circuito de tráfico, el instructor tomó los mandos para realizar la aproximación y el aterrizaje.

Del testimonio del instructor se desprende que la toma fue normal y que cuando la aeronave estaba decelerando notó una vibración anormal de la aeronave. En un principio el instructor pensó que el movimiento anormal que notaba en el avión se debía a la vibración de la pata de morro, por lo que tiró de los mandos para aligerar el peso en esta pata, sin embargo, las vibraciones continuaron y fue ese el momento en el que la pata izquierda del tren principal se desprendió. Esta quedó muy próxima a la aeronave lo que indica que el avión se encontraba rodando a poca velocidad cuando se produjo la rotura.

El instructor ante la rotura de la pata izquierda del tren principal lo único que pudo hacer fue mantener el control direccional de la aeronave dentro de la pista hasta que se detuvo totalmente y asegurarla antes de realizar la evacuación de la misma.

No hay ningún aspecto de la operación del vuelo que contribuyese al evento, de acuerdo con la información proporcionada por la tripulación.

2.4. Análisis de la actuación de la dependencia AFIS

Aunque en el momento en el que ocurrió el accidente, el servicio de información al vuelo (AFIS) del aeropuerto de Burgos hacía ya veinte minutos que había finalizado, el operador del servicio se encontraba aún en la dependencia.

Como mantenía escucha en la frecuencia de comunicaciones radio se enteró inmediatamente de que se había producido un accidente en la pista del aeropuerto.

Decidió intervenir; dio aviso del suceso a los bomberos, llamó por radio a otra aeronave que se encontraba en aproximación final para informar a su tripulación de que la pista estaba ocupada y decidió permanecer en la dependencia, ya que era conocedor de que había varias aeronaves en curso al aeropuerto.

A la vista de que la aeronave se había quedado dentro de la pista optó por solicitar la apertura del servicio AFIS durante una hora para gestionar la llegada de las aeronaves, contribuyendo a que todas ellas aterrizaran sin novedad.

Se considera que la actuación del personal del servicio de información al vuelo (AFIS) del aeropuerto de Burgos fue altamente responsable y contribuyó a que la gestión de la situación fuera segura y eficiente.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- El instructor y el alumno tenían toda su documentación válida y en vigor.
- La aeronave tenía toda la documentación en vigor y su certificado de revisión de la aeronavegabilidad era válido hasta el 1/02/2021.
- Las condiciones meteorológicas no eran limitativas para el vuelo.
- Durante el recorrido de aterrizaje se desprendió el tren principal izquierdo.
- La aeronave había sido mantenida de acuerdo al programa de mantenimiento aprobado.
- Hay registros de que el par de apriete de los tornillos de sujeción del tren principal había sido chequeado de acuerdo a los intervalos requeridos en el *Manual de mantenimiento*.
- Las tuercas de los tornillos de la sujeción exterior del tren principal izquierdo tenían marcas características de sobreapriete.
- La tuerca del tornillo de la sujeción interior del tren principal izquierdo no exhibía marcas características de sobreapriete.

3.2. Causas/factores contribuyentes

Se considera que la causa de este accidente fue el desprendimiento del tren principal izquierdo, debido al fallo de los elementos de sujeción.

Se considera factor contribuyente la aplicación de un par de apriete excesivo en las tuercas de la sujeción exterior del tren principal izquierdo.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

La investigación de este suceso ha puesto en evidencia que el fallo de los elementos roscados de fijación del tren de aterrizaje principal, fue probablemente propiciado por la aplicación de un par de apriete excesivo durante alguna de las comprobaciones del par de apriete que, de acuerdo al programa de mantenimiento de la aeronave, han de llevarse a cabo cada cincuenta horas. Por este motivo se emite una recomendación de seguridad dirigida a la organización de mantenimiento de la aeronave, Fly Bai Mantenimiento, S.L. para que revise y mejore sus procedimientos.

REC 22/21: Se recomienda a la organización de mantenimiento de la aeronave, Fly Bai Mantenimiento, S.L. que revise y mejore sus procedimientos, con objeto de que se minimice el riesgo de que puedan aplicarse pares de apriete erróneos durante las tareas de comprobación del par de apriete de los tornillos de sujeción del tren principal.