

CIAIAC

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

Informe técnico A-012/2018

Accidente ocurrido el día 4 de mayo de 2018, a la aeronave Cessna 525C – CJ4, matrícula EC-MOQ, operada por Aluminios Cortizo, en el Aeropuerto de Santiago de Compostela (A Coruña)



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: 796-20-067-8

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. 5.5 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, 4 y 21.2 del R.D. 389/1998, esta investigación tiene carácter exclusivamente técnico y se realiza con la finalidad de prevenir futuros accidentes e incidentes de aviación mediante la formulación, si procede, de recomendaciones que eviten su repetición. No se dirige a la determinación ni al establecimiento de culpa o responsabilidad alguna, ni prejuzga la decisión que se pueda tomar en el ámbito judicial. Por consiguiente, y de acuerdo con las normas señaladas anteriormente, la investigación ha sido efectuada a través de procedimientos que no necesariamente se someten a las garantías y derechos por los que deben regirse las pruebas en un proceso judicial.

Consecuentemente, el uso que se haga de este informe para cualquier propósito distinto al de la prevención de futuros accidentes puede derivar en conclusiones e interpretaciones erróneas.

Índice

Abreviaturas	4
Sinopsis	6
1. INFORMACIÓN FACTUAL	8
1.1. Antecedentes del vuelo.....	8
1.2. Lesiones personales.....	9
1.3. Daños a la aeronave	9
1.4. Otros daños	9
1.5. Información sobre el personal.....	10
1.5.1. Comandante	10
1.5.2. Copiloto.....	10
1.6. Información sobre la aeronave	10
1.6.1. Información general	10
1.6.2. Historial de operaciones y mantenimiento	11
1.6.3. Registro de mantenimiento del tren de aterrizaje	11
1.7. Información meteorológica	12
1.8. Ayudas para la navegación	12
1.9. Comunicaciones.....	12
1.10. Información de aeródromo	13
1.11. Registradores de vuelo.....	13
1.11.1. CVR.-Registrador de voces de cabina.....	13
1.11.2. DFDR - Registrador digital de datos de vuelo	14
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto	17
1.13. Información médica y patológica	18
1.14. Incendio	18
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia.....	18
1.16. Ensayos e investigaciones.....	18
1.16.1. Examen inicial y desmontaje.....	18
1.16.2. Examen del montaje de los bulones traseros y delanteros de ambas patas del tren de aterrizaje.....	19
1.17. Información sobre organización y gestión.....	22
1.18. Información adicional.....	22
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces.....	22
2. ANÁLISIS	23
2.1. Generalidades	23
2.2. Aeronave.....	23
2.3. Errores detectados en el mantenimiento.....	24
3. CONCLUSIONES	26
3.1. Constataciones.....	26
3.2. Causas/factores contribuyentes.....	26
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	27

Abreviaturas

° ' "	Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)
°C	Grado(s) centígrado(s)
%	Tanto por ciento
A/C	Aeronave (<i>Aircraft</i>)
AENA	Aeropuertos españoles y navegación aérea
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AMM	Manual de mantenimiento de aeronave (<i>Aircraft Maintenance Manual</i>)
AMS	Estandarización de un material aprobado por ASTM
ASL	Carta de servicio de alerta (<i>Alert Service Letter</i>)
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATA	Asociación de transporte aéreo (<i>Air Transport Association</i>)
BEA	Autoridad de investigación de Francia
CPL(A)	Licencia de piloto comercial de avión
CVR	Registrador de voces en cabina
DEG	Grados
DFDR	Registrador digital de datos de vuelo
EICAS	Sistema de indicación de los parámetros del motor y de alerta a la tripulación
FH	Horas de vuelo
ft	Pie/s
ft/min	Pie(s)/minuto(s)
g	Aceleración de la gravedad
h	Hora(s)
hPa	Hectopascal(es)
IAS	Velocidad indicada
ILS	Sistema de aterrizaje por instrumentos
In	Pulgada
IFR	Reglas de vuelo instrumental
IR(A)	Vuelo instrumental
Kg	Kilogramo(s)
kHz	Kiloherzio(s)
Km	Kilómetro(s)
ksi	Kilo-libra de fuerza por pulgada cuadrada (<i>kilopound per square inch</i>)
Kt	Nudo(s)
lb	Libra(s)
LVP	Procedimiento de visibilidad reducida
m	Metro/s
MAG	Magnético
METAR	Informe meteorológico de aeródromo
MEP	Habilitación de avión multimotor
MHz	Megahercio

Informe técnico A-012/2018

Min	Minuto/s
MP	Multipiloto
MTOW	Peso máximo al despegue (<i>Maximum Take-Off Weight</i>)
N	Norte
NM	Milla(s) náutica(s)
PAPI	Indicador de trayectoria de aproximación de precisión
P/N	Número de parte
psi	Libra de fuerza por pulgada cuadrada (<i>pounds-force per square inch</i>)
QNH	Reglaje de la subescala del altímetro para obtener elevación estando en tierra
S	Sur
s	Segundo(s)
SL	Carta de servicio (<i>Service Letter</i>)
S/N	Número de serie
Tm	Tonelada métrica
TWR	Torre de control
UTC	Tiempo universal coordinado
VFR	Reglas Vuelo Visual
W	Oeste
WOW	Peso en las ruedas (<i>Weight On Wheels</i>)

Sinopsis

Propietario:	Aluminios Cortizo
Operador:	Aluminios Cortizo
Aeronave:	Cessna 525C - Citation Jet 4, matrícula EC-MOQ
Fecha y hora del accidente:	4 de mayo de 2018, 18:10 h UTC ¹
Lugar del accidente:	Aeropuerto de Santiago de Compostela (A Coruña)
Personas a bordo:	2 tripulantes y 4 pasajeros, ilesos
Tipo de vuelo:	Aviación general – Negocios
Fecha de aprobación:	25 septiembre 2019

Resumen del suceso

El viernes 4 de mayo de 2018, la aeronave Cessna 525-C, matrícula EC-MOQ, sufrió el colapso del tren principal izquierdo durante el recorrido de aterrizaje, exactamente cuando iniciaba la salida de pista por la calle de rodaje E3. La aeronave quedó detenida dentro de la pista.

El señalero observó que el tren izquierdo estaba colapsado y fuera de su eje de retracción-extensión. Se apagaron ambos motores, se aseguró la aeronave y se evacuó el pasaje.

La pista 17-35 del aeropuerto de Santiago permaneció cerrada durante dos horas y quince minutos, hasta que la aeronave fue izada y remolcada a su hangar.

Los ocupantes no sufrieron lesiones. Los daños en la aeronave quedaron reducidos a la pata izquierda del tren de aterrizaje y la zona del plano izquierdo afectada por las deformaciones y el colapso de esta pata del tren de aterrizaje.

La inspección posterior mostró la incorrecta posición del pasador de fijación del bulón trasero del muñón de la pata izquierda, que permitió el desplazamiento de este bulón hacia atrás hasta el desacople del muñón y el colapso de esta pata. También se comprobó que esa posición incorrecta del pasador se encontraba presente en el bulón trasero de la pata derecha del tren de aterrizaje, aunque no llegó a salirse de su rótula en el apoyo y la pata derecha permanecía en su posición.

El colapso de la pata izquierda del tren de aterrizaje fue causado por un error de instalación del bulón trasero sobre el muñón que permitía su desplazamiento dentro de este y de su rótula de apoyo en el larguero trasero del ala.

¹ La referencia horaria utilizada es la hora UTC. La hora local se calcula sumando 2 horas a la hora UTC

El error de montaje en las patas principales del tren de aterrizaje y la acumulación además de otros errores menores hacen suponer que en los centros de mantenimiento del fabricante de la aeronave Textron Aviation no hay unos procedimientos de montaje (desmontaje) normalizados y reconocidos por todo el personal involucrado, y por ello se emite la recomendación de seguridad:

SR 24/19: Se recomienda al fabricante de la aeronave Cessna 525C, Textron Aviation, que revise los procedimientos, y su aplicación práctica en sus centros de mantenimiento, para el montaje (desmontaje) de las patas principales del tren de aterrizaje y en todas las tareas de mantenimiento que involucren o afecten a estos elementos; incluyendo las posteriores inspecciones de elementos críticos como bulones y pasadores.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El viernes 4 de mayo de 2018, la aeronave Cessna 525-C, matrícula EC-MOQ, aterrizaba en el aeropuerto de Santiago de Compostela en un vuelo privado procedente de Zagreb (Croacia).

La aproximación instrumental y el aterrizaje por la pista 35 transcurrió sin incidencias y la aeronave tocó con la superficie de la pista en la zona de contacto, a la velocidad de referencia y con una actitud normal de toma, de acuerdo al testimonio de la tripulación. Durante el recorrido de deceleración no se produjo alteración en el control direccional y desde el centro de control se instruyó para abandonar la pista.

Después de iniciar el giro a la izquierda para salir de pista por la calle E3, el avión se inclinó a la izquierda transmitiendo a la tripulación una sensación de neumático pinchado, y a los pocos segundos colapsó la pata izquierda, con la aparición de un mensaje en el EICAS de ausencia de un indicador de peso sobre las ruedas (WOW).

La tripulación detuvo la aeronave dentro de la pista y notificó a control de torre la emergencia. Este servicio solicitó la comprobación visual *in situ* del señalero, que confirmó el colapso del tren principal izquierdo y que estaba fuera de su eje de giro para extensión-retracción. La tripulación cortó motores, aseguró la aeronave y se procedió a la evacuación del pasaje.



Figura nº 1.- Posición y estado de la aeronave tras el colapso de la pata izquierda

La pista 17-35 del aeropuerto de Santiago permaneció cerrada durante dos horas y quince minutos, hasta que la aeronave fue izada y remolcada a su hangar.

Los ocupantes de la aeronave, tripulación y pasaje, no sufrieron lesiones.

Los daños en la aeronave quedaron reducidos al conjunto de la pata izquierda del tren de aterrizaje y la zona del plano izquierdo afectada por el colapso de esta pata del tren. Aunque estas deformaciones y daños en el plano izquierdo afectaron a elementos estructurales primarios.

El examen del tren de aterrizaje y la inspección posterior mostró la incorrecta posición del pasador de fijación del bulón/eje (*trunnion - mounting pin*) trasero del muñón de la pata izquierda, que permitió el desplazamiento de este bulón hacia atrás hasta el desacople del muñón y el colapso de la pata con giro hacia adelante y a la derecha, pivotando sobre el actuador hidráulico.

Se comprobó que esta instalación o posición incorrecta del pasador de fijación también se encontraba presente en el bulón trasero de la pata derecha del tren de aterrizaje, aunque no llegó a salirse de su rótula en el apoyo trasero. El muñón de la pata derecha permanecía en su posición y sin fallo aparente.

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				No aplicable
Illesos	2	4	6	No aplicable
TOTAL				

1.3. Daños a la aeronave

Los daños producidos en el plano izquierdo, por el movimiento de la pata izquierda del tren fuera de su alojamiento y en apoyo, afectaron a los largueros del ala, elementos estructurales primarios que la dejaron inutilizada.

La mayor parte de los componentes y accesorios del conjunto del tren de aterrizaje sufrieron daños que obligan a su sustitución. Incluso se produjo la rotura de una conexión del circuito de frenos y el derrame de fluido hidráulico.

1.4. Otros daños

No se produjeron otros daños.

1.5. Información sobre el personal

1.5.1. Comandante

El piloto al mando, de nacionalidad española y 48 años de edad, disponía de licencia de piloto comercial de avión expedido por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) por primera vez el 10 de diciembre de 2007, y el título de piloto de transporte de línea aérea desde el 21 de marzo de 2017, con validez indefinida.

El certificado médico de clase 1 y 2 también estaba en vigor hasta el 18 de julio de 2018.

El piloto tenía las habilitaciones de vuelo instrumental (IR(A)) y de tipo C-525 válidas ambas hasta el 31 de marzo de 2019.

Según la información facilitada, su experiencia total de vuelo era de 6307:55 h, de las cuales 33:40 h las había realizado en aeronaves del mismo tipo que la del suceso.

La actividad de vuelo reciente era de 68:50 h en los últimos tres meses, 32:45 h en el último mes y de 10.:40 horas en la última semana.

1.5.2. Copiloto

El copiloto, de nacionalidad española y 35 años de edad, disponía de licencia de piloto comercial de avión (CPL(A)) expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) por primera vez el 17 de marzo de 2005 y validez indefinida.

El certificado médico de clase 1 estaba en vigor hasta el 24 de enero de 2019, y el de clase 2 válido hasta el 24 de enero de 2021.

El piloto tenía las habilitaciones de vuelo instrumental (IR(A)) y de tipo C525/MP válidas ambas hasta el 30 de abril de 2019.

Según la información facilitada, su experiencia total de vuelo era de 1401 h, de las cuales 891 h las había realizado en aeronaves del mismo tipo que la del evento.

La actividad de vuelo reciente era de 93:02 h en los últimos tres meses, 37:01 h en el último mes y de 10.:40 horas en la última semana.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Información general

- Marca: Cessna - Textron Aviation
- Modelo: 525C - Citation Jet 4
- Número de serie: 525C - 0161
- Año de construcción: 2014

- Certificado de revisión de la aeronavegabilidad válido hasta 15 noviembre 2018
- Motores, número/marca y modelo: dos turbinas Williams FJ 44 - 4A
- Peso en vacío: 4577 kg
- Peso máximo al despegue: 7760 kg
- Horas totales de célula y motores: 861:30 h
- Ciclos totales de la aeronave: 738 ciclos

1.6.2. Historial de operaciones y mantenimiento

La aeronave desde su puesta en servicio tras la fabricación, en agosto de 2014, efectuó vuelos de prueba con matrícula provisional N-52081, a continuación, en septiembre pasó a operar en Atlas Air Service con matrícula D-CJUG, que también efectuaba su mantenimiento hasta mediados de 2016.

En mayo de 2016 se inició en Cessna Düsseldorf una revisión especial de avión usado (*pre-owned A/C*) por transferencia de propiedad (*trade-in inspection and work scope*) cuando contaba con 278 horas de vuelo y 293 ciclos.

En julio de 2016 se le asignó un nuevo registro D-CDUS bajo propiedad de Cessna y pasó a operar para E Aviation siendo mantenida por Cessna Dusseldorf Citation Service Center GmbH.

La aeronave fue transferida al operador actual Aluminios Cortizo con entrega en febrero de 2017, adquiriendo el registro actual, EC-MOQ. A partir de ese momento la aeronave pasó a ser mantenida por Cessna Citation Service Center de Valencia.

En ese momento la aeronave contaba con 448 horas y 445 ciclos de actividad de vuelo en total. En el momento del incidente la aeronave tenía acumuladas unas horas totales de vuelo de 861:30 y 738 ciclos.

1.6.3. Registro de mantenimiento del tren de aterrizaje

El tren de aterrizaje de este modelo de aeronave ha estado afectado por la emisión de una Carta de Alerta de Servicio (ASL) 525C-32-01 emitida el 19 de julio de 2012, sobre una posible incorrecta instalación del pasador de fijación del bulón trasero de ambas patas del tren principal en el montaje de fábrica.

Esta ASL 525C-32-01 contiene instrucciones para realizar una inspección de la fijación del bulón trasero del tren principal, aunque este S/N de la aeronave, 0161, no estaba afectado por aplicación/corrección ya efectuada en fabricación. Su aplicación era preceptiva antes del próximo vuelo.

De mayo a julio de 2016, y como parte de la inspección especial por cambio de propiedad, se efectuó una inspección de daños por corrosión en profundidad en ambas

patas principales del tren de aterrizaje, con desmontaje de ambos muñones (*trunnions*) el 7 de junio y reinstalados el 10 de junio de 2016, y selladas las órdenes de trabajo por dos operarios diferentes. Esta inspección que incluye el engrase del tren de aterrizaje no exige necesariamente el desmontaje/montaje del tren.

La inspección obligatoria por corrosión, cada doce meses del tren de aterrizaje, se efectuó en diciembre de 2016. Esta inspección, que no requiere el desmontaje del tren de aterrizaje, se efectuó sin desmontaje del tren de aterrizaje.

En noviembre de 2017 se efectuó en el centro de servicio Cessna de Valencia el reemplazo de conductor de puesta a tierra (*bonding jumper*) de la pata izquierda del tren principal, por desperfectos encontrados en la inspección y que requería extraer y reinstalar con sellante el pasador de fijación (*bolt AN3-42*) del bulón trasero del muñón. Esta tarea no implica la extracción ni alteración de los bulones (*trunnion pins*) trasero y/o delantero. Los registros de mantenimiento de esa inspección han confirmado que no se removieron los bulones del tren izquierdo, ya que no se subió el avión sobre gatos.

La última inspección visual del tren de aterrizaje por corrosión se efectuó en el mismo centro de mantenimiento, Cessna Citation Service Center de Valencia, en marzo de 2018, sin desmontaje del tren de aterrizaje.

1.7. Información meteorológica

La información recogida en el METAR del aeropuerto de Santiago de Compostela de las 18:00 horas (UTC) era la siguiente: viento de dirección media del noreste, 040°, de 12 Kts de intensidad media, con dirección variable entre 340° y 80°; techo y visibilidad sin limitaciones; temperatura de 17°C y punto de rocío de 2°C; QNH de 1017 hPa; sin fenómenos atmosféricos significativos.

La información observada a la media hora siguiente, en el METAR de las 18:30 h, era significativamente similar, es decir, condiciones meteorológicas estables, sin fenómenos significativos y favorables para el vuelo.

1.8. Ayudas para la navegación

No afectan.

1.9. Comunicaciones

Las comunicaciones radio de la aeronave con los distintos centros de control se desarrollaron con normalidad durante el vuelo, incluyendo la autorización de la torre de control del AP de Santiago para el aterrizaje por la cabecera 35. En esta comunicación se suministró la última información meteorológica indicada, viento de 20° con intensidad de 8 kts y rachas de hasta 20 kts.

En el recorrido de deceleración por la pista, el controlador le indica a la tripulación que puede virar a la izquierda para su posición de *parking* asignado, el n° 18. Estos inician el viraje para salir por E3, la más cercana, cuando aprecian una suave caída del plano izquierdo.

La comunicación radio de la emergencia y la coordinación con los servicios aeroportuarios fue fluida, sin retrasos ni complicaciones.

1.10. Información de aeródromo

El aeropuerto de Santiago de Compostela está ubicado a 10 km al noreste de la ciudad con una elevación de referencia de 370 m (1213 ft), con distintivo OACI de LEST, y operatividad las 24 horas. El aeropuerto dispone de procedimientos de visibilidad reducida (LVP), por la relativa frecuencia de condiciones meteorológicas que reducen la visibilidad en la región.

Dispone de la pista 17/35 con superficie de asfalto y una distancia de aterrizaje disponible de 3020 metros. La cabecera 35, en servicio en el aterrizaje de la aeronave, dispone de iluminación de aproximación sencillo de 420 metros (consiste en una fila de luces en la prolongación del eje de pista con una fila de luces que forman una barra transversal de 18 o 30 metros de longitud a una distancia de 300 metros del umbral), luces de identificación de umbral y PAPI de 3°. Esta cabecera 35 dispone también de ILS categoría I para las aproximaciones IFR. Para la retirada de aeronaves inutilizadas, de acuerdo al AIP, y también incluido en el *Manual de operaciones* del AP, y disponible el día del evento, se disponía de tractores y barras de retroceso de las compañías *handling*; el compromiso y acuerdo de prestación de servicio, con un tiempo inferior a tres horas, con empresas de la zona con capacidad de manipulación de cargas hasta 500 TM.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave disponía de los dos registradores de vuelo, CVR – Registrador de voces en cabina, y DFDR – Registrador digital de datos de vuelo.

1.11.1. CVR.-Registrador de voces de cabina

El CVR L-3 Aviation Recorders modelo FA-2100, P/N 2100-1025-22 y S/N 000949436, fue retirado de la aeronave, descargado su contenido y transcritas las conversaciones y comunicaciones recogidas en él.

En esta grabación se confirma la normalidad en los procedimientos y la maniobra de aproximación y el rodaje por la pista 35 hasta que se inició el desbloqueo, giro y colapso de la pata izquierda del tren de aterrizaje, tal como se ha recogido en el punto 1.1. a través del testimonio de la tripulación. La primera referencia a la aparición de una anomalía (una expresión de sorpresa por algo anormal) se escucha 17 segundos antes de recibir la instrucción de control de torre, en el recorrido de deceleración de la aeronave en la pista, para virar a la izquierda y salir de la pista hacia el parking 18.

1.11.2. DFDR – Registrador digital de datos de vuelo

El DFDR L3 Aviation Recorders modelo FA-2100 P/N 2100-2045-00 fue retirado de la aeronave para la recuperación de sus datos grabados.

Se centró el examen en la fase de aproximación final y el aterrizaje. Como base para el estudio se utilizaron los parámetros analógicos de velocidad respecto al aire calculada (*Computed Airspeed en kt*), altitud presión (*Pressure Altitude en ft*) y rumbo magnético (*Magnetic Heading en deg*) y los parámetros discretos de las tres patas del tren de aterrizaje en tierra/aire (*Left Gear, Right Gear and Nose Gear WOW*) e indicador de aviso principal de precaución (*Master Caution*). Además de los parámetros de base, se utilizan los parámetros de aceleración vertical (*Vertical Acceleration en g*), aceleración longitudinal (*Longitudinal Acceleration en g*), aceleración lateral (*Lateral Acceleration en g*) y presión del sistema de frenos (*Brake Pressure Left and Brake Pressure Right en psi*).

Durante la aproximación y una vez orientada la aeronave en el localizador, en la parte final de esta, siguió la senda en una aproximación estable. La toma se produjo en el segundo 18:05:15 con aceleraciones verticales suaves y entre el rango de 0,8 y 1,4 g, así como aceleraciones laterales de pequeña magnitud y con un valor máximo de 0,15 g hasta la detención de la aeronave.

Dieciséis segundos después del contacto con la superficie de pista (18:05:31), cuando el avión aún llevaba una velocidad de 45 Kt, el parámetro (*WOW*) de la pata izquierda en tierra/aire pasó a indicar "aire", quedando esta indicación fijada hasta el final del registro, cuando en realidad la rueda estaba en tierra. Coincidente con ese instante se produjo un ligero incremento de las aceleraciones verticales y laterales y se activó el aviso principal (*Master Caution*). Estos registros marcan y son coincidentes con el desplazamiento del eje de retracción de la pata izquierda fuera de su alojamiento.

Veintidós segundos más tarde, cuando el avión había iniciado el viraje a la izquierda para salir de la pista, el colapso de la pata izquierda del tren principal provoca la caída del plano izquierdo y la aeronave queda detenida sobre la pista 35.

Como la indicación del contacto de la pata de morro (*WOW*, cuatro lecturas por segundo) se produjo coincidente con el de las patas principales, muestra un aterrizaje con una actitud de la aeronave muy plana. Por ello se examinaron los cuatro aterrizajes anteriores de la aeronave:

En los cuatro aterrizajes, anteriores al del vuelo del evento, contactó primero con las ruedas del tren principal y después con la pata de morro, excepto en uno de ellos que ocurrió con las tres a la vez. En alguno de ellos una de las ruedas del tren principal rebota y después de permanecer estas apoyadas en el suelo, la de morro rebota varias veces hasta apoyar definitivamente.

En el aterrizaje del accidente la secuencia es ligeramente diferente, tocando primero con la pata de morro y la derecha del tren principal y por último con la izquierda. Desde la

primera indicación, la pata de morro queda apoyada en el suelo mientras las dos patas del tren principal rebotan, dos veces la derecha y una vez la izquierda hasta quedar apoyadas continuamente sobre la pista.

Examinando el ángulo de asiento de las cuatro tomas anteriores a la del accidente, este ángulo no es inferior a -2° (actitud de morro abajo), siendo el menor el correspondiente a la toma con las tres ruedas a la vez con un ángulo de $-1,93^\circ$. En la toma del accidente, el ángulo es de $-2,64^\circ$ en el momento de la primera toma y continúa con valores inferiores a $-2,20^\circ$ durante 4 segundos mientras ocurren los rebotes de ambas ruedas del tren principal.

No obstante, esta aparente anormal actitud de la aeronave en el contacto con la pista, con ángulos de presentación/*flare* mínimos o incluso negativos, no se considera que hubiera producido sobrecargas en las patas del tren principal (la pata de morro no está afectada) en el aterrizaje, porque estos han sido suaves, ya que los picos de aceleración vertical no alcanzaron en ningún caso hasta $\pm 0,5$ g.

Se adjunta un gráfico con la evolución de los parámetros del DFDR durante dos minutos en el aterrizaje, donde se aprecia claramente el instante en que la pata izquierda colapsa.

Informe técnico A-012/2018

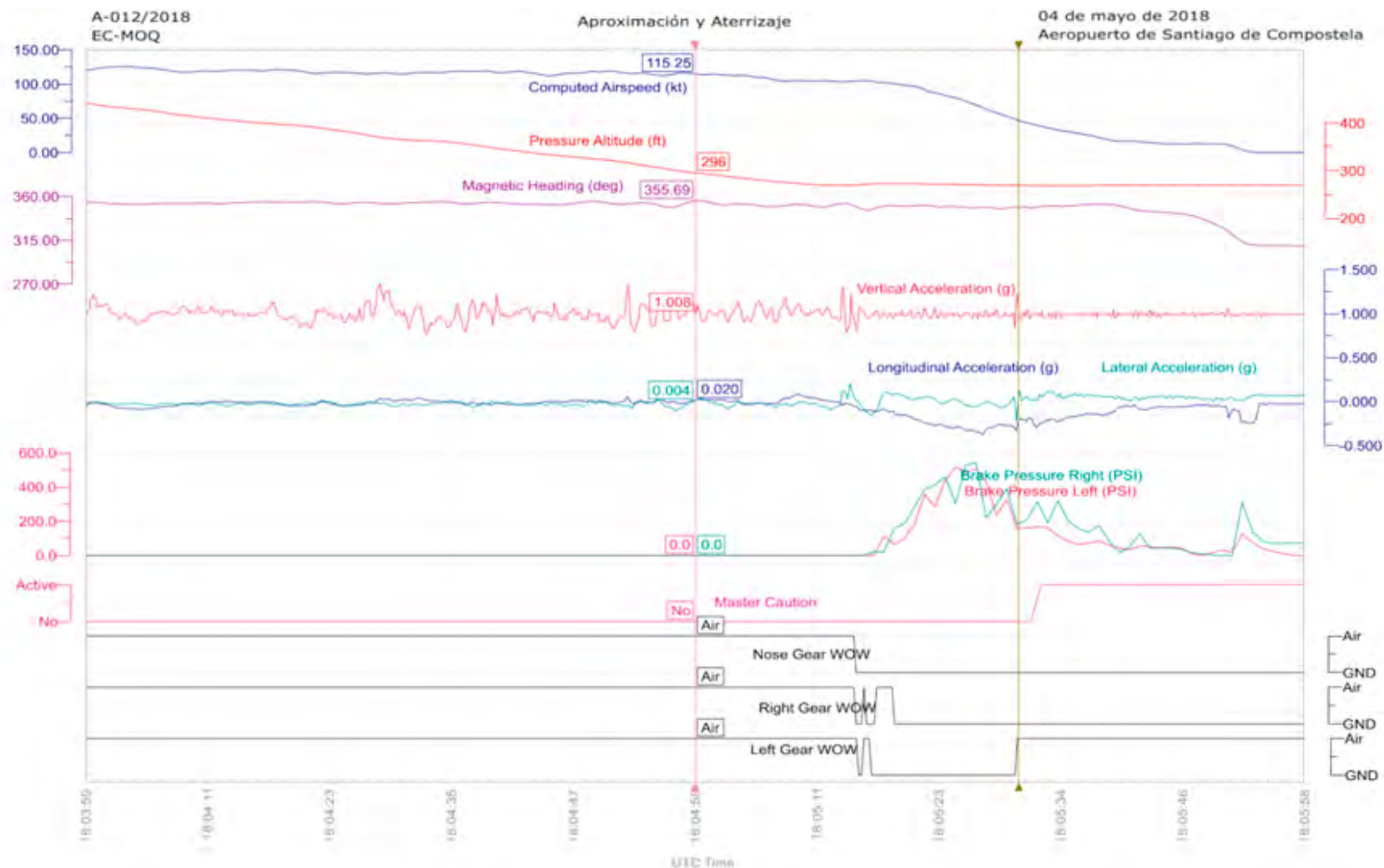


Gráfico nº 1.- Parámetros del DFDR

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

En el inicio del giro a la izquierda de la aeronave, para salir de la pista 35 por la calle de rodaje E3, ambos pilotos notaron la caída suave y progresiva del plano izquierdo hasta comprobar como la pata principal izquierda parecía colapsar y detuvieron la aeronave.

Con la confirmación por el señalero de la imposibilidad de rodar por sus medios, se pararon motores, se aseguró la aeronave y se evacuó el pasaje. La aeronave quedó dentro de la pista 17-35, dejándola inoperativa.

Se hicieron los preparativos para elevar la aeronave, apoyar el plano izquierdo sobre un elemento que permitiese su movilidad y así poder retirar el avión hasta un lugar seguro y donde poder examinarlo posteriormente. Finalmente se hizo con los medios disponibles



Figura nº 2.- A la izquierda pata izquierda, fuera de su alojamiento. A la derecha pata derecha, en su posición normal extendida

en el AP, pero conseguidos por la propiedad de la aeronave: tractor y barra de remolque del agente de auto-asistencia del operador, elementos auxiliares para el izado de una empresa concertada con el AP y una grúa conseguida directamente por el operador. La aeronave una vez recuperada su movilidad, fue trasladada a su hangar.

Durante el izado del avión para sacarlo de la pista se produjeron nuevos daños sobre el revestimiento del plano izquierdo, principalmente en el borde salida y en el encastre del plano.

El muñón de la pata izquierda, se halló fuera de sus soportes delantero y trasero sobre ambos largueros del ala (refuerzo en estrella con una rótula donde entran ambos bulones). Soltado el eje longitudinal del tren (sobre el que se extiende y repliega) se giró hacia adelante y hacia la derecha. Esta pata permanecía sujeta por el actuador hidráulico de extensión/retracción y soportando el peso de su lado con apoyo también sobre la estructura inferior del plano.

1.13. Información médica y patológica

No hay indicios de que alguno/a de las personas involucradas en la operación de la aeronave pudieran estar afectadas por una condición médica o patológica de alguna importancia.

1.14. Incendio

No se produjo incendio.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

No estuvo comprometida la integridad de los ocupantes de la aeronave en ningún momento.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Examen inicial y desmontaje

El examen inicial de la pata izquierda mostró que el muñón izquierdo estaba fuera de su alojamiento en ambos lados del eje de apoyo sobre las rótulas encastradas en los largueros del plano izquierdo. El bulón trasero se encontró en su alojamiento en la rótula y el pasador de fijación del mismo permanecía intacto en el muñón/*trunnion* confirmando su errónea instalación fuera del bulón, ya que no le atravesaba para su sujeción.



Figura nº 3.- Bulón trasero (*aft. trunnion mounting pin*) del lado izquierdo recuperado.

Esta condición concuerda con una instalación errónea ya descrita por el fabricante y razón de la emisión de la Carta de Servicio de Alerta (*Alert Service Letter*) ASL 525C-32-01 "Tren de aterrizaje – Inspección del bulón trasero del muñón del tren principal" de 19 de julio de 2012.

Como en estas primeras investigaciones sobre el elemento que falló, se pudo identificar claramente el tipo de fallo, y así se incluyó en el informe preliminar del evento y se focalizó la investigación sobre este elemento, su historial y los antecedentes de este sistema.

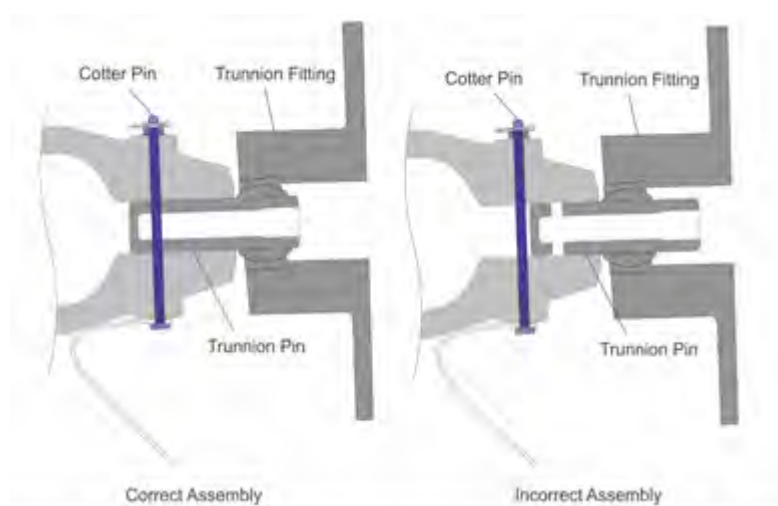


Gráfico nº2.- Detalle de la instalación del bulón correcta e incorrectamente

Se acompañan las ilustraciones suministradas por Cessna en el ASL 525C-32-01, "figure 1 Aft Main Landing Gear Trunnion Inspection (sheet 1)", con dos gráficos en detalle de la instalación del bulón trasero, una con el montaje correcto y otra con el montaje incorrecto, así como dos vistas desde atrás mostrando ambas condiciones.

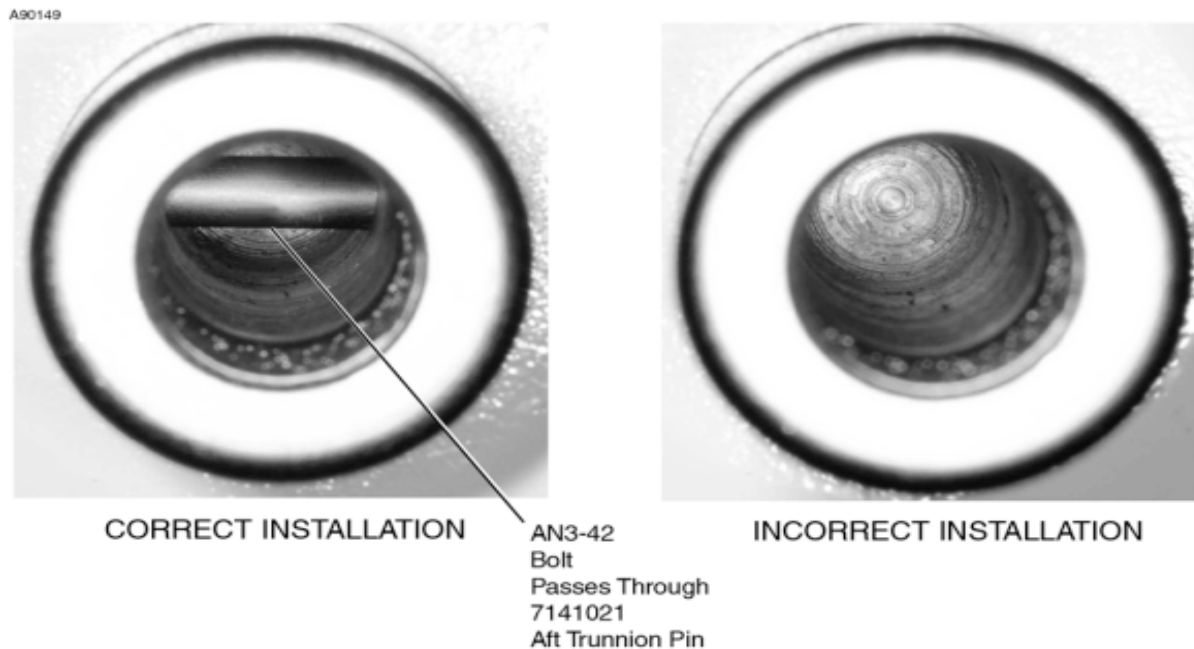


Figura nº 4.- Vista desde atrás del bulón trasero y su interior

1.16.2. Examen del montaje de los bulones traseros y delanteros de ambas patas del tren de aterrizaje

Se desmontaron los elementos de la instalación de ambas patas del tren principal de la aeronave (cuatro bulones de montaje del muñón del tren de aterrizaje principal y los cuatro pasadores de fijación correspondientes) y se enviaron al fabricante Cessna - Textron Aviation para su examen.

De este examen se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. El bulón delantero del lado derecho, P/N 7141021-1 y el correspondiente pasador de fijación no mostraban daños diferentes del normal desgaste de funcionamiento o uso. El bulón correspondía al material 4130M, acero de baja aleación de acuerdo a la AMS 6417 y a las especificaciones de resistencia del diseño, entre 270 y 295 ksi (*kilopound per square inch*).
2. El bulón delantero del lado izquierdo, P/N 7141021-5 estaba incorrectamente instalado en lugar del P/N 7141021-1; no presentaba daños, y de satisfactoria medida, composición y resistencia y correspondientes al P/N de acuerdo al diseño, material 4340 acero de baja aleación de acuerdo a la AMS6414 con un requerimiento de resistencia de entre 200 y 220 ksi. El correspondiente pasador de fijación, de P/N

AN-3-37, estaba seccionado en los extremos del bulón (pin) y la parte central permanecía en su interior, el tornillo indicaba una resistencia satisfactoria y una rotura por sobrecarga a cortadura.

3. El bulón trasero del lado derecho, P/N 7141021-5 no estaba dañado; pero las marcas en el diámetro exterior de contacto con la rótula y residuos de cadmio en la cara plana de su extremo por transferencia del pasador de fijación AN-3-42 sugieren que el pasador no entraba en el bulón a través de su agujero pasante. El bulón correspondía a un acero de baja aleación con resistencia satisfactoria y de acuerdo a las especificaciones de diseño.
4. El bulón trasero del lado izquierdo, P/N 7141021-5 no estaba dañado; pero las marcas en el diámetro exterior de contacto con la rótula y los residuos de cadmio por transferencia del tornillo pasante AN-3-42 sugieren que este pasador no entraba en el bulón a través de su agujero pasante. El bulón correspondía a un acero de baja aleación con resistencia satisfactoria y de acuerdo a las especificaciones de diseño. El correspondiente pasador de fijación AN3-42 presentaba una rotura por sobrecarga en la perforación del área roscada de su extremo para frenado. Este pasador de fijación corresponde a un acero de baja aleación con resistencia satisfactoria y de acuerdo a las especificaciones de diseño.
5. Los exámenes con líquidos penetrantes fluorescentes en la zona del vástago de ambos bulones traseros revelaron dos posiciones de apoyo/montaje con desgaste, sugiriendo que estos bulones estuvieron correctamente colocados en algún momento anterior a la última instalación.
6. Estos hallazgos concuerdan con el informe preliminar de la investigación en que ambos bulones traseros P/N 7141021-5 fueron instalados incorrectamente antes del 4 de mayo de 2018, fecha del accidente.

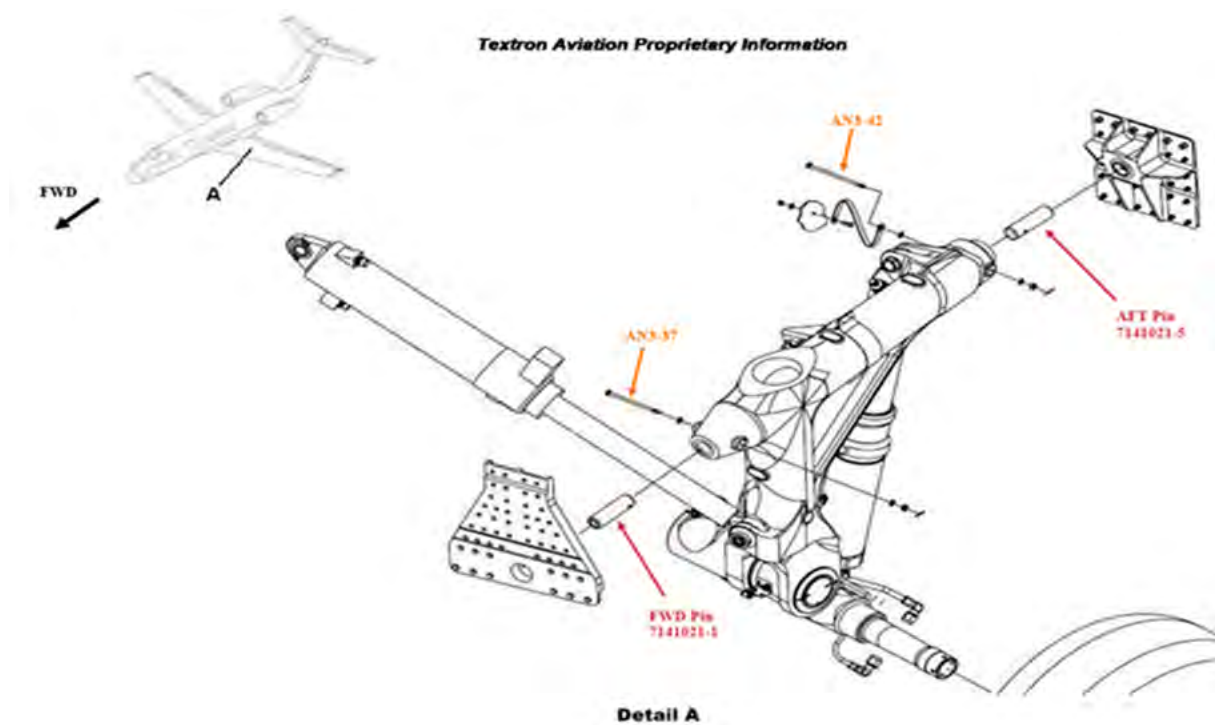


Gráfico n° 3.- Esquema del montaje de las patas principales

Se enumeran a continuación algunos otros hallazgos o características que consideramos de interés:

- El pasador de fijación, AN3-42, del apoyo trasero del lado izquierdo (lado y bulón origen del accidente) roto en su zona del extremo roscado y aunque estaba perdida su parte del extremo, presentaba residuos de sellante de color gris sobre otro sellante de color negro. Este era el único pasador, de los cuatro en total, con residuos de dos sellantes diferentes e indica una reparación en la conexión y sellado de continuidad eléctrica (*bonding jumper*) en este tornillo; y de acuerdo con el historial de mantenimiento este fue cambiado en noviembre de 2017.
- En relación a la cuestión, si los bulones traseros fueron instalados originalmente correcta o incorrectamente: La presencia de dos superficies adyacentes con marcas de contacto/desgaste con la rótula, examinadas a través de líquidos penetrantes, indica que estos bulones fueron montados correctamente en algún momento anterior a la última instalación.
- El bulón delantero del lado izquierdo, P/N 7141021-5, utilizado incorrectamente y en lugar del apropiado, P/N 7141021-1, tiene menor especificación de resistencia, entre 200 a 220 ksi, frente a los delanteros con una resistencia de entre 270 a 295 ksi. Los test de resistencia de los bulones y pasadores, así como los análisis de composición química, han comprobado la adecuación de estos elementos a sus especificaciones de diseño.

1.17. Información sobre organización y gestión

El fabricante de la aeronave nombró un asesor de apoyo al representante acreditado de Estados Unidos que participó activamente desde el inicio de la investigación y con resultados positivos para conocer el historial y encontrar hallazgos acerca del evento.

A pesar de esto, y por circunstancias desconocidas para los investigadores, el fabricante retiró al asesor sin sustituirlo eficazmente; por ello la investigación se estancó y descoordinó, lo que produjo además retraso en la adopción de posibles medidas correctoras.

Esta descoordinación no ha permitido obtener confirmación y respuesta sobre ciertas informaciones complementarias y que fueron solicitadas *a posteriori*:

- a) Los procedimientos de mantenimiento del tren de aterrizaje en vigor y a la fecha de los trabajos realizados sobre el tren principal de la aeronave, de mayo a julio de 2016 cuando se examinó y desmontaron las patas principales, es decir, la versión del AMM del 525C ATA32, revisión 5 (la revisión 6 del AMM estuvo en vigor desde marzo de 2018).
- b) Los resultados de la información recopilada por el fabricante después de la emisión del SL 525C-32-12, "*Landing gear – main landing gear trunnion pin inspection*", inspección de los pasadores de los muñones del tren principal de aterrizaje. Estos datos indicarían el alcance o extensión de este error de montaje o instalación.
- c) Significado de una estampación en la cabeza del bulón delantero del lado derecho, en relación a sus características de resistencia, composición o tolerancias.

1.18. Información adicional

Entre la documentación del mantenimiento especial, solicitud de Textron del alcance de trabajos para intercambio de aeronaves de segunda mano para 525C - 0161, realizado a la aeronave en las instalaciones de Cessna Dusseldorf entre mayo y julio de 2016, y que incluyó la inspección detallada de los *trunnions* del tren por corrosión y daños; se identificó una referencia de material en la instalación de un pasador de fijación con P/N AN-3-35, el cual no puede corresponder a otro elemento del tren y no se ha obtenido su identificación tampoco en el examen realizado por el fabricante a los elementos desmontados del tren.

Este P/N corresponde a un elemento similar a los pasadores de fijación utilizados para los bulones delanteros, AN 3-37, pero de menor longitud; y también similar a los traseros, AN 3-42, pero de mucha menor longitud que éstos.

Este pasador con P/N AN-3-35 correspondería con el delantero del lado izquierdo, seccionado por sobrecarga de cortadura en los extremos del bulón, y no medida su longitud con precisión en el estudio realizado a los elementos del tren y que se asignó el P/N de identificación de forma implícita.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No han sido necesarias

2. ANÁLISIS

2.1. Generalidades

La tripulación regresaba al Aeropuerto de Santiago de Compostela, base de operaciones del avión, en un vuelo de medio alcance y sin incidencias a reseñar, es decir con normalidad, como en los vuelos precedentes. Durante el recorrido de aterrizaje, en la parte final y a baja velocidad, la pata izquierda del tren principal se salió de su alojamiento y colapsó sin llegar a contactar el plano izquierdo con la superficie de la pista.

Las condiciones meteorológicas durante el aterrizaje, así como el testimonio de los ocupantes, no indicaban la posibilidad de sobrecargas en el contacto y recorrido del aterrizaje, que fue confirmado con la extracción y examen de los datos registrados del vuelo.

En el examen inicial de la aeronave se pudo confirmar la incorrecta instalación del bulón y pasador de fijación trasero del muñón (“trunnion”) de la pata izquierda, el cual se desplazó hacia atrás dentro de la rótula de fijación al larguero trasero y permitió el desacople del muñón y colapso de la pata.

La operación con la aeronave no tuvo influencia alguna y por ello el análisis se focalizará en todos los aspectos de la aeronave, historial, diseño y mantenimiento y sus posibles implicaciones.

2.2. Aeronave

En el historial de este modelo de aeronave ya se había emitido en julio de 2012 una Carta de Alerta de Servicio (ASL) 525C-32-01, para corregir un posible defecto de montaje inicial, que coincide exactamente con el defecto de instalación encontrado en ambas patas principales del tren de aterrizaje.

Se ha podido comprobar, a través del examen de los elementos del tren, que ambos bulones traseros y sus pasadores de fijación estuvieron en su correcta posición en ocasiones anteriores. Esto unido al historial de mantenimiento de la aeronave, hace suponer que estos elementos salieron correctamente instalados de fabricación, y de acuerdo a lo recogido en la alerta de servicio (ASL) mencionada.

El examen de estos elementos también ha permitido determinar que al menos dos veces se había actuado sobre estas patas, aunque en tareas de mantenimiento diferentes:

1) Una, con motivo de la revisión de avión usado (*pre-owned A/C*) por cambio de usuario (*trade-in work scope*) en Cessna Düsseldorf Service Center donde se efectuó una inspección por daños de corrosión en ambas patas principales del tren de aterrizaje (SL 525C-32-06), con desmontaje, aunque no era necesario, de ambos muñones del tren principal y que fue terminada el 14 de junio de 2016.

2) Otra, con motivo de una segunda inspección por corrosión, en noviembre de 2017, que se efectuó en el taller Cessna de Valencia y que incluyó el cambio del puente de unión eléctrica (*bonding jumper*) de la pata izquierda del tren principal, que consistía en desmontar y reinstalar con sellante el pasador de fijación (*bolt* AN3-42) del bulón trasero izquierdo para sustituir el cable trenzado de conexión a masa, pero no se removió este bulón.

Estos elementos, los bulones traseros, llevaban instalados incorrectamente casi dos años de tiempo, 414 horas de vuelo y 193 ciclos de aterrizaje sin disfunción en el mecanismo y sin que fuese detectado en otras inspecciones sobre estos conjuntos de tren de aterrizaje, como las de corrosión (inspección obligatoria por corrosión cada doce meses del tren de aterrizaje).

Coincidiendo con la investigación del evento y el examen de los elementos desmontados del tren de aterrizaje, el fabricante de la aeronave Textron Aviation emitió la carta de servicio SL 525C-32-12, con la calificación de obligatoria (*mandatory*), con fecha de 9 de julio de 2018, para proporcionar instrucciones para realizar una inspección de los pasadores traseros del muñón del tren de aterrizaje principal y ante la posibilidad de que este pasador no estuviese instalado correctamente en más unidades. Este documento indicaba precautoriamente que, si no se instala correctamente el pasador del muñón, no se debe mover el avión hasta que se corrija la condición.

Ante la posibilidad de que hubiese más aeronaves similares afectadas por este defecto de instalación el fabricante ya ha adoptado medidas de seguridad, y teniendo en cuenta que la información recopilada en esta investigación indica que este error de montaje es o parece puntual, aunque no se dispone de información posterior de realimentación al fabricante Textron-Cessna de los hallazgos al aplicar este SL 525C-32-12; se desestima la emisión de una recomendación de seguridad al respecto.

2.3. Errores detectados en el mantenimiento

El cúmulo de pequeños errores y disconformidades que se han encontrado en la instalación de estas patas principales son, a saber:

- a) Error de montaje de los tornillos pasantes de los bulones/ejes traseros de los dos muñones, izquierdo y derecho.
- b) El pasador delantero del lado izquierdo, P/N 7141021-5 estaba incorrectamente instalado en lugar del P/N 7141021-1.
- c) La no detección del erróneo montaje del pasador trasero, en las inspecciones posteriores sobre estos conjuntos de tren y teniendo en cuenta la emisión del ASL 525C-32-01 con anterioridad.
- d) La estampación diferente hallada en la cabeza del pasador delantero del lado derecho, del que se desconoce su significado.

- e) Los procedimientos para el mantenimiento del tren de aterrizaje en vigor entre 2016 y 2017, AMM del 525C ATA32, revisión 5, de acuerdo a los que se realizaron las tareas sobre el tren de aterrizaje y que dieron lugar a los errores de instalación, no ha sido posible conocerlos y examinarlos, ya que no están disponibles en la documentación de mantenimiento actual del fabricante y no respondió a la petición para obtenerla realizada durante la investigación.
- f) La instalación en el tren principal de un pasador de fijación más corto, AN 3-35, tal como se reflejaba en la orden de trabajo del tren, y no aclarada su presencia con precisión en el examen de los elementos desmontados realizado por el fabricante.

Estos indicadores muestran un escenario en las instalaciones de mantenimiento de la aeronave en el que los procedimientos a aplicar no eran suficientemente conocidos ni estaban asentados entre el personal que los aplicaba, personal, por otra parte, directamente relacionado con el fabricante, Cessna (Textron), y que tiene mayor cercanía y facilidad para la consulta y aclaraciones con el soporte técnico de este.

Por ello se emite una recomendación de seguridad dirigida al fabricante de la aeronave Cessna 525C, Textron Aviation, para revisar los procedimientos, y su aplicación práctica en sus centros de mantenimiento, para el montaje (desmontaje) de las patas principales del tren de aterrizaje y en todas las tareas de mantenimiento que involucren a estos elementos.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- Todos los miembros de la tripulación tenían sus licencias y certificados médicos válidos y en vigor.
- La aeronave tenía toda la documentación en vigor.
- El vuelo en el que se produjo el accidente transcurrió con normalidad.
- La actitud de la aeronave en el momento del contacto con la pista, con un pequeño ángulo negativo de 2,64°, es anormal pero no produjo cargas fuertes sobre las patas principales del tren de aterrizaje.
- Cuando la aeronave rodaba a baja velocidad, aún dentro de la pista, colapsó la pata izquierda del tren de aterrizaje girándose hacia adelante y a la derecha.
- En el examen de los restos se pudo comprobar una incorrecta instalación del bulón trasero de la pata izquierda y su pasador de fijación.
- Al mismo tiempo se pudo confirmar esta incorrecta instalación en la pata derecha del tren, aunque este bulón permanecía en su posición.
- Después de casi dos años de tiempo de calendario, 414 horas de vuelo y 193 ciclos de aterrizaje, el bulón trasero de la pata izquierda se desplazó hacia atrás dentro de la rótula de apoyo en el larguero trasero y el muñón se salió de su eje de extensión/retracción.
- Las marcas halladas en los bulones indican una correcta instalación en una etapa anterior de funcionamiento y vuelo de la aeronave.
- El fabricante de la aeronave Textron Aviation emitió la carta de servicio SL 525C-32-12 con fecha de 09 de julio de 2018, para proporcionar instrucciones para realizar una inspección de los pasadores traseros del muñón del tren de aterrizaje principal y ante la posibilidad de que este pasador no estuviese instalado correctamente en más unidades.

3.2. Causas/factores contribuyentes

El colapso de la pata izquierda del tren de aterrizaje fue causado por un error de instalación del bulón trasero sobre el muñón que permitía su desplazamiento dentro de este y de su rótula de apoyo en el larguero trasero del ala.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

El error de montaje en las patas principales del tren de aterrizaje y la acumulación además de otros errores menores muestran que en las instalaciones de mantenimiento del fabricante de la aeronave Textron Aviation no hay unos procedimientos de montaje (desmontaje) normalizados y reconocidos por todo el personal involucrado, y por ello se emite esta recomendación de seguridad.

SR 24/19: Se recomienda al fabricante de la aeronave Cessna 525C, Textron Aviation, que revise los procedimientos, y su aplicación práctica en sus centros de mantenimiento, para el montaje (desmontaje) de las patas principales del tren de aterrizaje y en todas las tareas de mantenimiento que involucren o afecten a estos elementos; incluyendo las posteriores inspecciones de elementos críticos como bulones y pasadores.