

RESUMEN DE DATOS

LOCALIZACIÓN

Fecha y hora	Jueves, 17 de enero de 2013; 17:26 h local
Lugar	Pista 28 del aeropuerto de Cuatro Vientos (Madrid)

AERONAVE

Matrícula	EC-ICG
Tipo y modelo	PA-60-601P (Aerostar 601P)
Explotador	Privado

Motores

Tipo y modelo	LYCOMING IO-540-S1A5
Número	2

TRIPULACIÓN

Piloto al mando

Edad	48 años
Licencia	PPL(A)
Total horas de vuelo	1.500 h
Horas de vuelo en el tipo	500 h

LESIONES

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			1
Pasajeros			1
Otras personas			

DAÑOS

Aeronave	Menores
Otros daños	Ninguno

DATOS DEL VUELO

Tipo de operación	Privado
Fase del vuelo	Carrera de aterrizaje

INFORME

Fecha de aprobación	30 de octubre de 2013
---------------------	------------------------------

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del vuelo

La aeronave, procedente del aeródromo de la Axarquía (Málaga) fue autorizada a aterrizar por la pista 28. La aproximación transcurrió con normalidad pero tras la toma de contacto el tren delantero cedió. La parte inferior del morro se apoyó sobre la superficie de la pista y se deslizó sobre ella hasta que el avión se detuvo en el último tercio de la pista. Los dos ocupantes resultaron ilesos y abandonaron inmediatamente la aeronave que sufrió desperfectos como consecuencia de la fricción del fuselaje con el asfalto.

Durante el tiempo que la pista permaneció ocupada por la aeronave, el resto de los tráficos que llegaban al aeropuerto, o bien aterrizaron en la pista de tierra existente en la zona militar del aeropuerto, o bien se desviaron a otro aeródromo cercano.

1.2. Información del personal

El piloto propietario de la aeronave, obtuvo su primera licencia de vuelo en el año 1998. Posteriormente obtuvo la habilitación de avión poli-motor, que se encontraba en vigor el día del incidente.

Desde su adquisición en el año 2003 volaba regularmente esta aeronave a razón de 50-100 h por año. Previamente había sido propietario de otras dos aeronaves, la última de las cuales era también un bimotor.

Su acompañante, aunque no era piloto, volaba asiduamente con él como pasajero.

1.3. Información de la aeronave

El Aerostar 601P es un bimotor presurizado de tren triciclo retráctil y con capacidad para piloto y 5 pasajeros¹. Obtuvo su certificado de tipo en el año 1973.

La unidad del incidente, fabricada en 1979, acumulaba un total de 16.48:50 h de vuelo. Contaba con un certificado de revisión de la aeronavegabilidad (ARC) emitido por AESA el 3/07/2012 con una validez de un año. Era la única unidad de este modelo matriculada en España en la fecha de incidente.

¹ Desde el año 1991 Aerostar Aircraft Corporation es el titular del certificado de tipo que había estado anteriormente en poder de Piper Aircraft Corporation (desde 1978).

1.3.1. Descripción del sistema de tren de morro

El tren de aterrizaje retráctil es operado hidráulicamente. El tren de morro (Figura 1) se retrae por la acción de un actuador hidráulico (ítem 1) que al extenderse hace bascular el brazo de arrastre superior (ítem 2) que arrastra al brazo inferior (ítem 3) y éste a la pata (ítem 4). No hay elemento alguno de bloqueo del tren en posición retraída de manera que una pérdida de presión hidráulica resulta en una extensión por gravedad. Al liberar la presión hidráulica del cilindro el peso de la propia pata comprime el vástago del actuador y la pata se extiende. Una vez extendida la pata, un sobre-centro (ítem 5) mantiene los dos brazos de arrastre alineados impidiendo que se plieguen y que la pata se retraiga. Un muelle (ítem 6) estira del sobre-centro para favorecer el bloqueo.

En la articulación del sobre-centro se aloja un micro-interruptor encargado de enviar la señal de tren abajo y bloqueado (ítem 7).

El eje de giro del brazo de arrastre superior (ítem 8) va atornillado al propio brazo y gira en el interior de casquillos alojados en sendas vigas de sección en «U» que se hacen firmes a ambos lados del mamparo lateral izquierdo del pozo del tren mediante remaches (Figura 2). En el extremo exterior de dicho eje va montada una leva (ítem 9) que cuando el tren se retrae entra en contacto con un micro-interruptor (ítem 10) responsable de enviar la señal de tren de morro arriba.

Este diseño no exige ninguna acción especial en el caso de extensión del tren con fallo hidráulico siendo suficiente accionar la palanca de tren y esperar a que se extienda por gravedad.

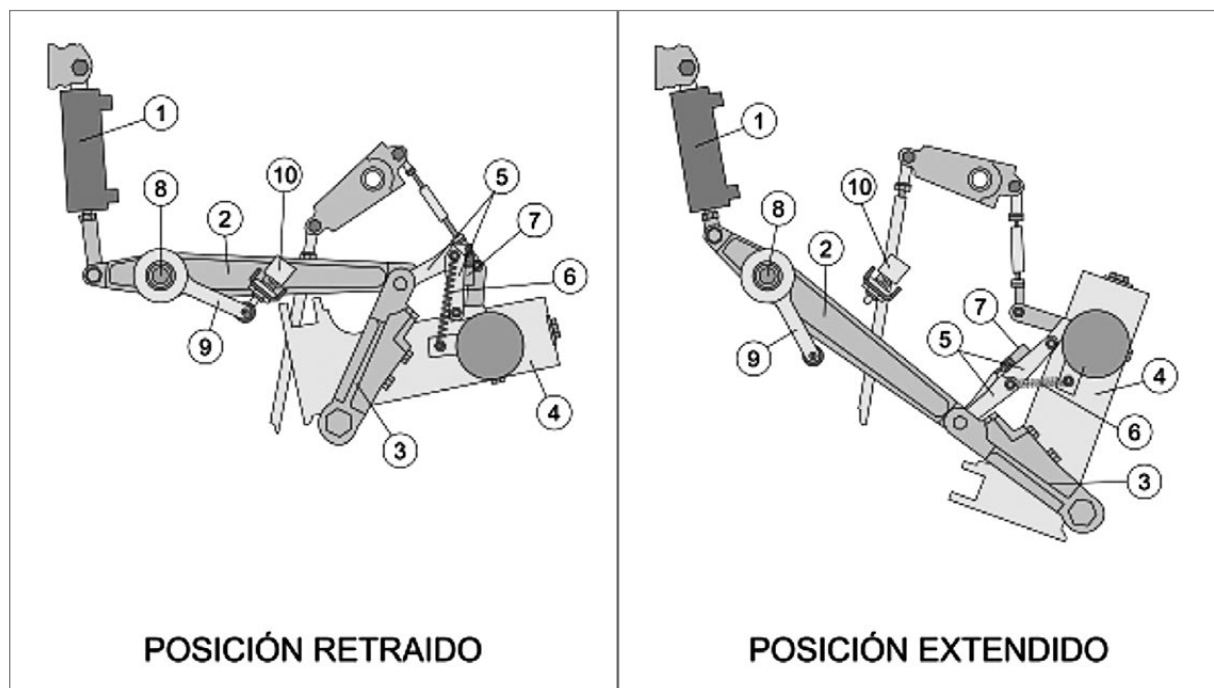


Figura 1. Esquema del tren de morro

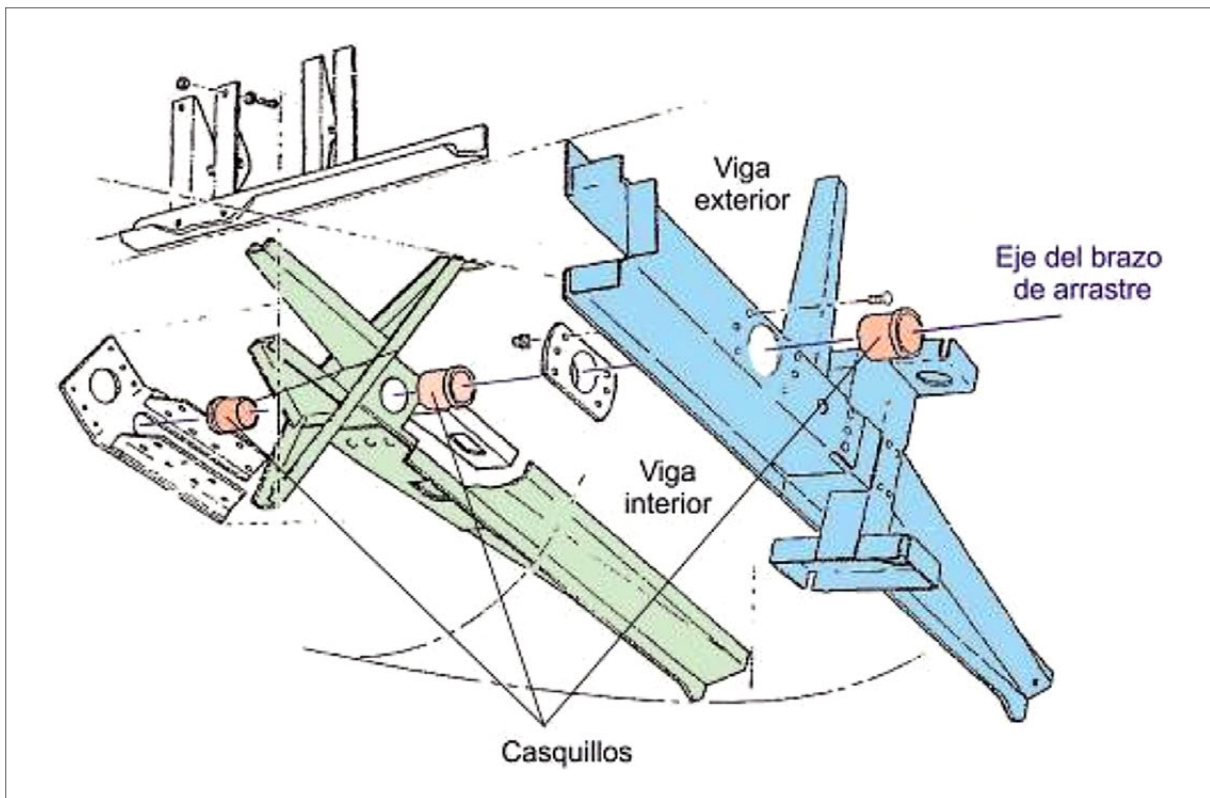


Figura 2. Vigas de sujeción del eje del brazo de arrastre principal

El tren de morro cuenta con cuatro compuertas. Las dos delanteras se abren y cierran completamente tanto al extender como al retraer el tren, mientras que las dos traseras permanecen abiertas con el tren extendido. La apertura y cierre de estas compuertas se consigue mediante un sistema de varillas que transmiten mecánicamente el movimiento a la pata del tren.

La rueda del tren de morro es orientable en un arco de 60° y su control se consigue mediante un actuador hidráulico que actúa así mismo como amortiguador de vibraciones («anti-shimmy»). La línea hidráulica de este sistema accede al pozo del tren a través de su mamparo posterior.

La palanca de accionamiento del tren se encuentra en la parte central del panel de instrumentos. La posición de tren abajo se indica en cabina mediante tres luces verdes que se encienden cuando, con la palanca en la posición correspondiente, los micro-interruptores de cada pata mandan la señal de tren abajo y bloqueado. La indicación de tren arriba la proporciona una sola luz ámbar que se enciende cuando recibe la señal de otros tres micro-interruptores. No hay indicación alguna asociada al tránsito del tren. El correcto funcionamiento de todas estas luces se puede comprobar presionando sobre ellas.

La posición del tren puede ser observada directamente desde la cabina del avión, para el caso del tren principal e indirectamente para el caso del tren de morro, mediante el reflejo de esta en alguno de los conos de las hélices.

En previsión de un inadvertido accionamiento de la palanca del tren a su posición de retraído estando el avión en tierra, el avión dispone de un miro-interruptor («squat-switch») instalado en la pata de morro que envía una señal que bloquea la palanca del tren de aterrizaje cuando el amortiguador se encuentra comprimido.

El avión cuenta también con una bocina y una luz roja de aviso en caso de que la presión de admisión a los motores no supere las 14 in Hg (gases retrasados) y el tren de aterrizaje no se encuentre en posición extendido y bloqueado.

Los flaps, que pueden deflectarse hasta los 45°, se accionan hidráulicamente al igual que el tren.

1.3.2. *Historial de mantenimiento*

Conforme al programa de mantenimiento² la aeronave ha de ser sometida a revisiones programadas a intervalos de 50 h, 100 h (o anual), 500 h y 1000 h. Ni en el listado de elementos con vida límite, ni en el programa de inspecciones estructurales aplicable a las versiones presurizadas de este avión hay requisito alguno referente a revisar las vigas en «U» que aloja el eje de giro del brazo principal.

La última tarea de mantenimiento programada a la que fue sometida la aeronave fue una revisión de 100 h, en abril de 2012. En esta revisión se ha de comprobar el estado general del tren de aterrizaje, procediendo al engrasado de sus partes móviles y realizando una prueba funcional del mismo. No hay ningún requerimiento específico para revisar la viga en busca de grietas. En esta ocasión también se sustituyó la cubierta de la rueda del tren de morro por desgaste.

Posteriormente, en el mes de octubre de 2012, el avión tuvo un problema con la compuerta de la pata izquierda del tren principal. El problema se resolvió sustituyendo una electroválvula del sistema hidráulico. Según el personal de mantenimiento responsable de estos trabajos, una vez reparados los desperfectos, se realizaron los reglajes necesarios y las pruebas funcionales del tren en su conjunto que resultaron satisfactorias. Los registros asociados a estas tareas no muestran acciones específicas en el tren de morro.

Durante la revisión anual anterior, en marzo del 2011, se detectó una grieta en la viga interior de sujeción del eje del brazo de bloqueo superior del tren de morro. Se reparó remachando una chapa de refuerzo por encima de la zona de la grieta. Para realizar esta reparación no se utilizó documentación específica del fabricante, que no cuenta con un documento para reparaciones estructurales y se remite a un documento de la

² Programa de Mantenimiento con referencia de aprobación: PM.ICG rev. 2 19/06/2012.

FAA³. También en esta revisión se sustituyó un casquillo de una de las articulaciones de las barras de bloqueo al detectar una holgura excesiva. Aparte de esta reparación no hay datos de modificación o refuerzo alguno de la estructura original.

1.4. Información meteorológica

Los informes de observaciones de aeródromo (METAR) indicaban buenas condiciones de visibilidad con pocas nubes a 3.000 ft y viento de 7 kt aproximadamente alineado con la pista (dirección variable entre 230° y 290°).

La información proporcionada por el controlador a la aeronave momentos antes del aterrizaje era de viento medio de 7 kt con rachas máximas de 15 kt y dirección 230°.

En el vuelo previo con origen Cuatro Vientos y destino la Axarquía, a la hora del aterrizaje el viento en la zona del aeródromo era fuerte con rachas de hasta 50 km /h.

1.5. Comunicaciones

La torre de Cuatro Vientos comunicó con normalidad tanto con la aeronave protagonista del incidente, como con otros tráficos que se encontraban en el entorno del aeropuerto. Tras el incidente la torre también estableció comunicaciones con los servicios del aeropuerto, con el centro de control de área de Madrid y con la torre del aeropuerto de Getafe.

A las 16:22:50 h el piloto notificó su posición próxima al circuito de aeródromo. El controlador de torre solicitó que notificara una vez establecido en viento en cola izquierda de la pista 28.

A las 16:23:57 h ya en final, el piloto solicitó información de viento que le fue proporcionada por el contralor.

A las 16:24:36 h Torre autorizó el aterrizaje.

A las 16:26:26 h el controlador ordenó frustrar la aproximación a la aeronave que seguía en la secuencia de aterrizajes, desvió a éste y a otro tráfico a puntos de espera en el entorno del aeródromo y solicitó intenciones al piloto de la aeronave que permanecía en la pista.

A las 16:27:22 h informó al servicio conraincendios de la posición y estado de la aeronave autorizando su entrada en el área de movimientos.

³ AC.43.13.-1B Acceptable Methods, Techniques, and Practices - Aircraft Inspection and Repair. En su punto 4.4 el documento proporciona directrices para las reparaciones en piezas metálicas.

A continuación se produjeron diversas llamadas para coordinar las actividades de los servicios de emergencia en pista, e intercambiar información con la oficina ARO⁴. El controlador avisó al centro de control de área de Madrid y a la torre de Getafe sobre lo ocurrido en previsión de que fuera necesaria su asistencia para gestionar los tráficos con destino Cuatro Vientos.

A las 16:35:48 h, tras recibir de los bomberos información sobre que las tareas de limpieza de la pista se demorarían algún tiempo, el controlador transmitió a todas las estaciones (en español e inglés) informando del cierre temporal del aeropuerto por accidente en la pista.

1.6. Información del aeropuerto

El aeropuerto cuenta con una pista (28/10) asfaltada de 1.500 m de longitud. Dentro de la zona militar del aeródromo, junto a la pista de asfalto y paralela a ella hay una pista de terreno natural de 1.127 m de longitud.

1.7. Ensayos e investigaciones

1.7.1. *Declaraciones de piloto y acompañante*

El piloto indicó que tras el despegue de la Axarquía, la luz ámbar indicadora de tren arriba no se encendió. Permaneció un tiempo en la vertical del campo para comprobar el estado del tren. Su sensación fue que las velocidades y ruido aerodinámico eran congruentes con la configuración de tren retraído. Además observó la situación del tren de morro por su reflejo en uno de los conos de la hélice (procedimiento que utilizaba habitualmente) comprobando que estaba arriba al igual que el principal que pudo observar de manera directa a través de la ventanas.

La luz se mantuvo apagada durante todo el vuelo. Antes del aterrizaje, en el circuito de Cuatro Vientos, comprobó la posición del tren tanto a través de la indicación de cabina (tres luces verdes indicativas de abajo y bloqueado) como directamente observando a través de las ventanas.

La aproximación y la toma fueron normales. Manifestó que el viento no era preocupante aunque había algo.

Tras el contacto con el tren principal, el avión posó la pata de morro, momento en el que percibió un ruido extraño, como un golpe súbito. El avión continuó rodando unos instantes hasta que el tren cedió, apoyó el morro en la pista y lo arrastró hasta que se detuvo. Todavía en carrera cortó la mezcla, depósitos, magnetos y máster. Aunque no pudo precisar el tiempo con exactitud, su percepción fue que los bomberos llegaron al lugar rápidamente.

⁴ Oficina de Notificación de Tránsito Aéreo. Es la designada para la presentación y aprobación de los planes de vuelo.

Recordaba que en dos inspecciones pre-vuelo de vuelos anteriores al incidente había observado que las compuertas delanteras del tren de morro no estaban cerradas. En la primera ocasión se trató de una apertura parcial que después se hizo más evidente. Consultó telefónicamente con el taller de mantenimiento que no vio mayor problema siempre que comprobara que las compuertas seguían firmes a las varillas y no estaban sueltas. Acordaron que se revisaría ese punto en la siguiente visita al taller.

Preguntado sobre la toma previa en la Axarquía confirmó que efectivamente fue un vuelo con bastante turbulencia aunque no percibió que la toma hubiera sido especialmente dificultosa. No recordaba una toma especialmente dura en los últimos vuelos aunque tampoco lo descartó categóricamente. Si mencionó un antecedente en este sentido pero mucho tiempo atrás (un año y medio o dos antes) en el que en una toma con viento racheado el avión «se desplomó» sobre la pista instantes antes de la toma de contacto. Sin embargo no lo consideró lo suficientemente importante como para informar de ello al taller de mantenimiento.

Su acompañante no observó nada anormal durante la aproximación y corroboró la versión del piloto sobre un golpe súbito en carrera y la sensación de que el tren cedió después de que el avión rodara normalmente durante los instantes posteriores al contacto con la pista.

1.7.2. *Declaración del controlador*

El circuito y aproximación de la aeronave transcurrieron con normalidad. Notificó viento existente que era de 7 kt prácticamente alineado con la pista. Era el primero en la secuencia de aterrizaje sin tráfico precedente.

Un par de segundos después de la toma notó como el avión caía sobre el morro y poco después observó chispas y llamaradas bajo el morro. Se mantuvo más o menos en el centro de la pista y se detuvo en el último tercio de la pista.

Inmediatamente activó la alarma e informó al tráfico que venía detrás, que frustró la aproximación. Llamó a la aeronave sin obtener respuesta pero enseguida vio salir a una persona. Comunicó al Servicio de Extinción (SEI) la posición y tipo de aeronave y tras consultar con la oficina ARO, el número de personas a bordo.

La pista estuvo cerrada hasta las 17:19 h (unos 50 min). Otras aeronaves se desviaron a alternativos o aterrizaron en la pista de tierra previa autorización del control militar.

1.7.3. *Inspección de los restos*

La posición de los interruptores y mandos del sistema eléctrico (master, alternadores) y suministro de combustible (mezcla y potencia) eran congruentes con lo que el piloto declaró haber hecho durante la carrera de aterrizaje.

La palanca del tren estaba en posición de tren abajo.

Los flaps estaban desplegados a una posición intermedia (20°) y coherente con lo seleccionado en la palanca correspondiente.

La viga en «U» que aloja el eje sobre el que pivota el brazo de arrastre superior del tren de morro, estaba partida a la altura del alojamiento por donde se desplaza la varilla de accionamiento de la compuerta delantera izquierda. La parte de la viga por delante de dicho alojamiento había perdido los remaches que la sujetan al mamparo lateral y estaba suelta (Figura 3 y Figura 4).

Sobre la viga se identificó una marca con tinte rojo junto a una grieta que comenzaba en el orificio de un tornillo de sujeción de la pieza al mamparo (véase Figura 6). El personal del taller no pudo aclarar su origen, indicando que probablemente ya existiera cuando el avión se llevó al taller por primera vez en 2007. Se contactó con otros dos talleres que realizaron tareas de mantenimiento en el avión con anterioridad sin que en ninguno de ellos se conservaran registros que evidenciaran la detección y seguimiento de esta grieta.

La chapa que se había utilizado para reforzar la zona donde se había detectado una grieta dos años antes, presentaba así mismo una grieta.

Esta pieza se envió a un laboratorio para el análisis de la rotura.



Figura 3. Pozo del tren delantero. Se observa la zona de fractura y la pérdida de remaches de la viga de sujeción del brazo de arrastre



Figura 4. Viga una vez desmontada

La viga que aloja la prolongación del eje del brazo al otro lado del mamparo también estaba rota de manera que el eje se había desplazado de su posición. Debido a este desplazamiento, con la pata en posición retraída, la leva adosada al eje y que hace contacto con el micro-interruptor responsable de enviar la señal de tren arriba, no alcanzaba su posición nominal y no llegaba a contactar con el micro-interruptor (Figura 5).



Figura 5. Leva y micro-interruptor de tren arriba

No se observaron marcas o señales de impacto en la goma de la rueda del tren delantero que había sido sustituido recientemente. El neumático izquierdo si presentaba un desgaste puntual fuerte compatible con una toma dura.

La tubería de retorno de hidráulico del actuador estaba rota, posiblemente como consecuencia del desplazamiento del propio actuador al ser arrastrado por el brazo de bloqueo en el desplazamiento del eje de éste (Figura 6).

Como consecuencia de la pérdida de rigidez del sistema de bloqueo ocasionada por la rotura y desplazamiento de la viga, la pata basculaba en exceso hacia atrás de manera que su estructura entraba en contacto con el mamparo trasero del pozo del tren en el mismo punto en el que éste presentaba un impacto. En esta zona del mamparo se aloja un codo de la línea de hidráulico del sistema de control direccional de la rueda de morro que se había partido (Figura 7).

Las compuertas de la pata de morro presentaban daños compatibles con el arrastre sobre la superficie del asfalto.

Se comprobó el funcionamiento del sistema de alerta de posición del tren que fue satisfactorio.



Figura 6. Retorno de la línea hidráulica que alimenta el actuador

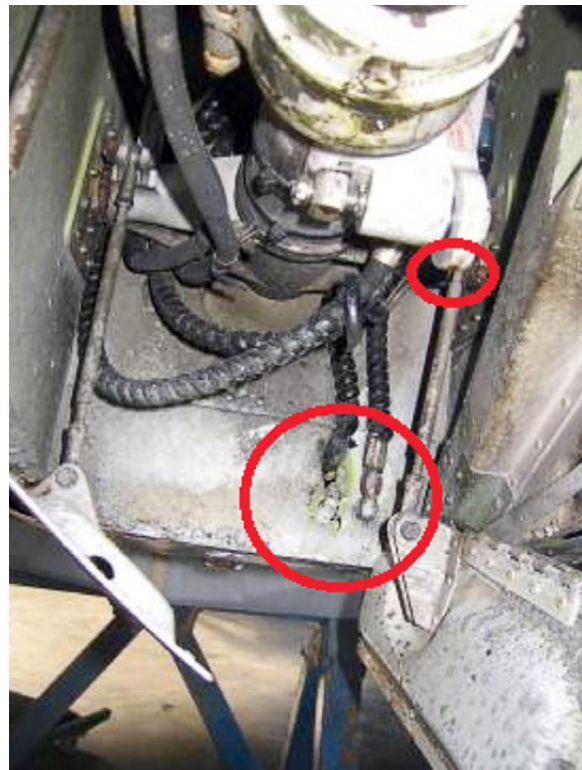


Figura 7. Impacto en el mamparo posterior y zona de la pata responsable del mismo

El sistema de protección de retracción en tierra también funcionaba correctamente, bloqueando la palanca de tren con el amortiguador comprimido.

1.7.3.1. Análisis de la viga en laboratorio

Los análisis indicaron que el material se corresponde con una aleación de aluminio del tipo AW 2024 sin aparentes defectos o heterogeneidades micro-estructurales en las zonas de fallo.

El estudio reveló la existencia de zonas de fallo con características diferentes.

Por un lado los orificios de los remaches en la zona delantera superior de la pieza presentaban una micro-morfología característica de un progreso de fatiga. Su incubación se desarrolló a través de un número alto de ciclos que se prolongaron a lo largo de un periodo relativamente largo como muestran los signos de corrosión encontrados. La zona del extremo de la pieza, que había sido reparada y el orificio del tornillo de sujeción marcado con tinte rojo también presentaban grietas por fatiga de la misma naturaleza.

Por el contrario la fractura de la zona central de la viga, que había partido la pieza en dos mitades, había sido producida por un mecanismo de desgarro dúctil, típico de este material cuando es sometido a un sobre esfuerzo. También los remaches de sujeción de la pieza al fuselaje más próximos a esa zona central rompieron por este mecanismo dúctil. De igual manera en la zona del brazo que permaneció unida al mamparo tanto en la fractura transversal del cuerpo del brazo, como en los remaches, se identificó una fractura por sobre esfuerzo.

El estudio del laboratorio concluyó que la probable secuencia de rotura comenzaría con la incubación y desarrollo del mecanismo de fatiga que se propagaría en forma de grietas en las zonas de la unión remachada. Una vez debilitadas estas uniones, la viga se vería sometida a esfuerzos de flexión, lo que provocaría la rotura de los remaches contiguos y en última instancia la rotura del cuerpo central y el brazo de la viga.

1.7.4. Otra información

El titular del certificado de tipo ha manifestado no tener conocimiento de antecedentes similares en los que el tren de morro haya cedido por fallo de esta estructura, aunque sí ha sido objeto de reparaciones en otras aeronaves.

Aerostar también informó de que se ha desarrollado un kit de refuerzo de la viga exterior al mamparo para inhibir las grietas en esa zona. El departamento de ingeniería está evaluando la posibilidad de hacer lo propio para la viga interna. No ha sido posible

confirmar si el motivo de estos refuerzos y reparaciones es la recurrente aparición de grietas por fatiga, ni ha sido posible recabar información detallada sobre las modificaciones (como su fecha de aprobación, aplicabilidad o los detalles de las instrucciones de implementación).

Durante la investigación no se han encontrado antecedentes de accidentes o incidentes relacionados con la rotura por fatiga de esta pieza en otras unidades de este modelo de avión.⁵

2. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

Ni de los testimonios de piloto y controlador, ni del estado del neumático delantero, se desprende que la toma en Cuatro Vientos fuera excepcionalmente dura, como para justificar por sí misma la rotura de la viga de sujeción del sistema de bloqueo y el subsiguiente colapso del tren de morro.

La paulatina degradación de la estructura que aloja el eje del brazo de arrastre sería fruto de la progresión de las grietas por fatiga iniciadas en diversos puntos de su viga interior y explicaría la aparición de las sucesivas anomalías detectadas por el piloto.

En un primer estadio de degradación de la viga, con el avión en tierra, se modificaría ligeramente el ángulo de la pata en su posición extendida y bloqueada. Puesto que el movimiento de las varillas que accionan las compuertas del tren viene determinado por la posición de la pata, una modificación de este ángulo llevaría aparejado un cambio en la posición de las varillas al final del recorrido de extensión lo que afectaría a la posición de las compuertas que fue detectado por el piloto en las inspecciones pre-vuelo.

Los esfuerzos asociados a los subsiguientes rodajes, carreras de despegue, ciclos del tren y aterrizajes (entre ellos la última toma en la Axarquía en condiciones de fuerte viento) deteriorarían aún más la estructura de las vigas de manera que en último vuelo de retorno a Cuatro Vientos, aún con el tren retraído la leva que activa el micro-interruptor de luz ámbar indicativa de tren arriba no alcanzaría su posición por la acción del peso de la pata.

Accionada la palanca para extender el tren antes de la última toma, éste caería por gravedad y, en ausencia de cargas hasta el contacto con la pista, completaría su recorrido nominal enviando la señal para el encendido de la luz verde en cabina con normalidad.

En este punto el debilitamiento de la estructura la incapacitaría para soportar los esfuerzos asociados a la toma. La pérdida de rigidez del sistema de bloqueo permitiría

⁵ Consulta realizada en la base de datos on-line del NTSB (National Transportation Safety Board) de los EE.UU.

cierto movimiento de la pata que podría golpear el mamparo trasero del pozo del tren probablemente durante los primeros metros de la carrera lo que explicaría el golpe seco sentido por el piloto y la rotura de la línea de hidráulico que lo atraviesa. El retorno del circuito hidráulico de accionamiento del tren se rompería al desplazarse en exceso el extremo del pistón que se articula en el extremo del brazo de bloqueo. Ambas pérdidas de hidráulico se habrían producido ya en tierra por lo que no habrían afectado ni a la retracción del tren tras del despegue ni a la extensión de los flaps previa a la toma.

Según los resultados del laboratorio, la pieza que falló presentaba grietas por fatiga, una de las cuales había sido detectada y marcada aparentemente para asegurar su localización y seguimiento, si bien no fue posible determinar quién lo hizo, ni dónde ni cuándo. La reproducción de la grieta en la zona reparada por el taller, denota la naturaleza persistente del problema.

En ausencia de instrucciones de mantenimiento de la aeronavegabilidad específicas para la monitorización o control de posibles grietas en la estructura que falló, tampoco hubo un seguimiento continuado de estos antecedentes que podría haber ayudado a anticipar la progresión generalizada de la fatiga en la pieza y que en última instancia originó su debilitamiento y rotura.

Las consultas realizadas tanto directamente al fabricante como a la bases de datos del NTSB no han proporcionado información sobre antecedentes que permitan determinar si el nivel de incidencia de la fatiga en la pieza que falló pudiera requerir acciones correctoras, ya fuera de mantenimiento o de ingeniería, aplicables a la flota aún en servicio. Aunque el fabricante ha comunicado que ha desarrollado y sigue desarrollando actividades relacionadas con el aumento de la resistencia de esta estructura, no ha proporcionado información suficiente que permita evaluar mínimamente estas actividades y en particular si su aplicación a este caso hubiera resultado útil.

La monitorización de la toma por parte del controlador de torre permitió la inmediata alerta del servicio de extinción de incendios así como la gestión de los otros tráficos que o bien se desviaron a sus alternativos o aterrizaron por la pista de tierra disponible en la zona militar del aeródromo.

3. CAUSAS

El incidente se produjo por la rotura de la estructura de sujeción del brazo de arrastre superior del tren de morro, como consecuencia de un proceso generalizado de fatiga del material.