

RESUMEN DE DATOS

LOCALIZACIÓN

Fecha y hora	Jueves, 27 de julio de 2006; 13:45 h local
Lugar	Aeropuerto de Valladolid

AERONAVE

Matrícula	EC-FDE
Tipo y modelo	PIPER PA-34-200T
Explotador	Aeromadrid

Motores

Tipo y modelo	CONTINENTAL TSIO-360-EB
Número	2

TRIPULACIÓN

Piloto al mando

Edad	29 años
Licencia	Piloto comercial de avión
Total horas de vuelo	3.200 h
Horas de vuelo en el tipo	100 h

LESIONES

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			2
Pasajeros			
Otras personas			

DAÑOS

Aeronave	Menores
Otros daños	Ninguno

DATOS DEL VUELO

Tipo de operación	Aviación general – Instrucción – Doble mando
Fase del vuelo	Aterrizaje

INFORME

Fecha de aprobación	19 de noviembre de 2008
---------------------	--------------------------------

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Descripción del suceso

La aeronave Piper PA- 34, con un instructor y un alumno a bordo, había despegado del Aeropuerto de Cuatro Vientos (Madrid) a las 12:35 hora local para realizar un vuelo de instrucción con destino a Valladolid.

Después de una hora y diez minutos de vuelo, aterrizaba por la pista 23 del Aeropuerto de Valladolid.

Al tocar con el tren principal, la tripulación notó que el avión se iba un poco a la derecha. Al mirar las luces de posición del tren, observaron que, aunque las dos luces verdes del tren principal encendidas indicaban que las patas principales estaban extendidas y bloqueadas, la luz de posición de la pata de morro se encendía y se apagaba intermitentemente, por lo que decidieron hacer un motor y al aire, antes de que la pata de morro contactase con el suelo, con el fin de comprobar su funcionamiento antes del aterrizaje definitivo.

Durante la realización de un circuito visual a izquierdas, subieron y bajaron el tren de aterrizaje y observaron una indicación correcta de las tres luces verdes. Obtenida la correspondiente autorización tomaron tierra de nuevo, y tras rodar unos 300 m por la pista, ya a poca velocidad, notaron como el avión se hundía del lado derecho.

Al ir perdiendo velocidad la aeronave la hélice y el plano derecho hicieron contacto con el suelo. El avión quedó parado en la parte derecha de la pista apoyado en su ala derecha.

No se produjo incendio y los ocupantes resultaron ilesos. Los equipos de emergencia del aeropuerto acudieron de inmediato.

Se comprobó que la aeronave había perdido la rueda derecha, junto con su horquilla y eje de soporte. A consecuencia de ello se registraron otros daños en la aeronave que afectaron al conjunto de frenos, punta de palas de la hélice, flap, compuerta del tren principal, todos ellos en el lado derecho, y también en el peldaño de acceso a la aeronave.

1.2. Información sobre la tripulación

1.2.1. *Instructor*

El instructor tenía el título de Piloto Comercial de Avión desde el 20 de mayo de 1999, y la licencia de aptitud en vigor hasta el 27 de febrero de 2008, con las habilitaciones

de tipo de monomotores y multimotores de pistón, vuelo instrumental e instructor de vuelo de avión. Su experiencia de vuelo, según su propio testimonio, era de unas 3.200 h totales, y de ellas unas 100 h en el tipo.

1.2.2. *Alumno Piloto*

El alumno piloto, realizaba el curso integrado para la obtención del Título de Piloto de Transporte de Línea Aérea, con su correspondiente licencia de alumno piloto en vigor hasta marzo de 2007.

1.3. Información sobre la aeronave

1.3.1. *Certificado de aeronavegabilidad*

La aeronave disponía de un certificado de aeronavegabilidad de categoría normal con fecha de validez hasta el 9 de mayo de 2006 y de una prórroga de este certificado, que extendía su validez hasta el 9 de agosto de 2006.

1.3.2. *Diseño de la pata del tren principal*

La aeronave PIPER PA-34-200T está dotada de un tren de aterrizaje triciclo retráctil, compuesto por una pata de morro y dos patas principales.

Cada pata del tren principal consta de:

- *Cilindro exterior.*
- *Émbolo o cilindro interior.*
- *Horquilla.*
- *Eje de rueda.*
- *Compás o tijera de torsión.*
- *Rueda.*

El cilindro exterior (en inglés, *trunnion*) o cuerpo principal de la pata posee dos muñones o protuberancias sobre los que puede girar o abatirse lateralmente la pata para replegarse el tren bajo el ala mediante un actuador hidráulico que se acciona eléctricamente.

El émbolo, junto con la horquilla y el eje de rueda forman el conjunto deslizante que se mueve axialmente respecto del cilindro exterior. El paso de líquido hidráulico y la compresión del gas nitrógeno que contienen el cilindro exterior e interior proveen la necesaria amortiguación de los impactos de la rueda.

El compás o tijeras de torsión impiden que la rueda pivote y mantenga siempre la orientación del avión.

El émbolo es un tubo de acero de alta resistencia, cromado en su superficie exterior para disminuir su fricción con el cilindro exterior y aumentar su resistencia al desgaste; está encastrado en la horquilla y se cierra en su extremo inferior mediante un tapón y junta tórica que se afianzan con tornillo, tuerca y arandela de retención. En su cabeza monta el pistón y los restrictores de paso de fluidos que originan las fuerzas de amortiguación.

El historial de fallos por fatiga de alguna de las piezas del tren de aterrizaje, provocó la publicación de la Directiva de Aeronavegabilidad de la FAA n.º AD 94-13-11, el 27 de junio de 1994 que requería la inspección repetitiva por grietas de los *cilindros exteriores* de varios modelos de Piper, entre ellos el PA 34, y si se encontraban grietas, la sustitución de las mismas por otras de diseño mejorado, acción por la que se cumplimentaba definitivamente la directiva.

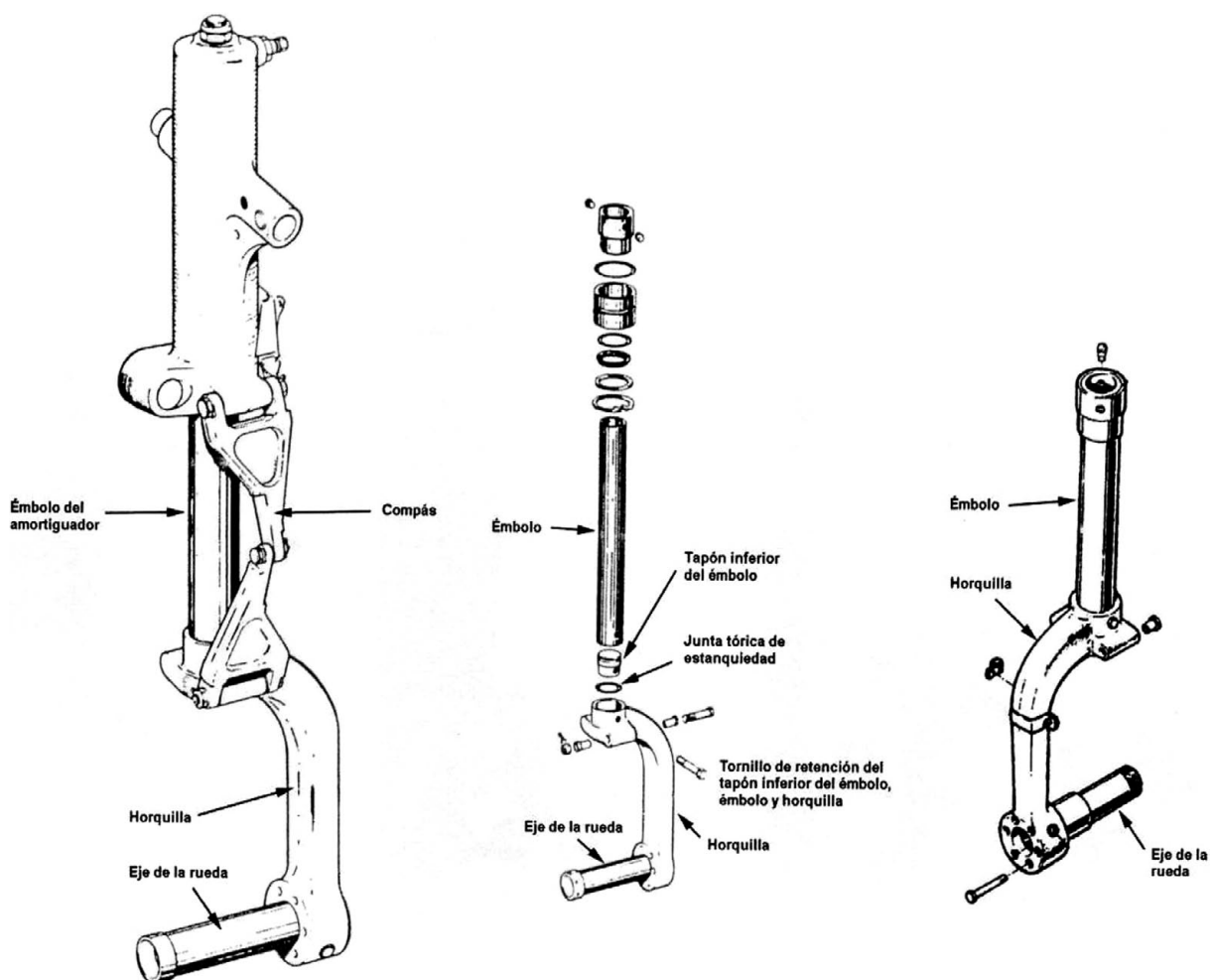


Figura 1. Esquema pata tren principal

La Directiva no establece vida límite aplicable al cilindro interior o émbolo, que se desplaza dentro del cilindro exterior. La necesidad de su sustitución se determina en función de las condiciones en las que se encuentre (*on condition*).

1.4. Inspección de la aeronave

En la inspección de la aeronave después del incidente, se comprobó que se había partido por completo el *émbolo* del amortiguador. La observación de la fractura mostraba indicios de que se podía tratar de una rotura por fatiga.

Se envió la pieza a un laboratorio especializado para realizar un estudio en profundidad de la rotura. El estudio reveló que la sección de la rotura del émbolo presentaba una zona de crecimiento progresivo de una grieta de fatiga y una zona de rotura frágil correspondiente al instante de separación total de la rueda y la horquilla en el aterrizaje del incidente.

La grieta se incubó en la superficie del taladro del tornillo de fijación del tapón de cierre inferior del émbolo. El acabado superficial de esos taladros es rugoso, lo que favorece la iniciación de grietas por fatiga. La zona de la grieta y fallo del émbolo corresponde a una zona de concentración de esfuerzos bajo las cargas normales, de sollicitación del tren en un aterrizaje.

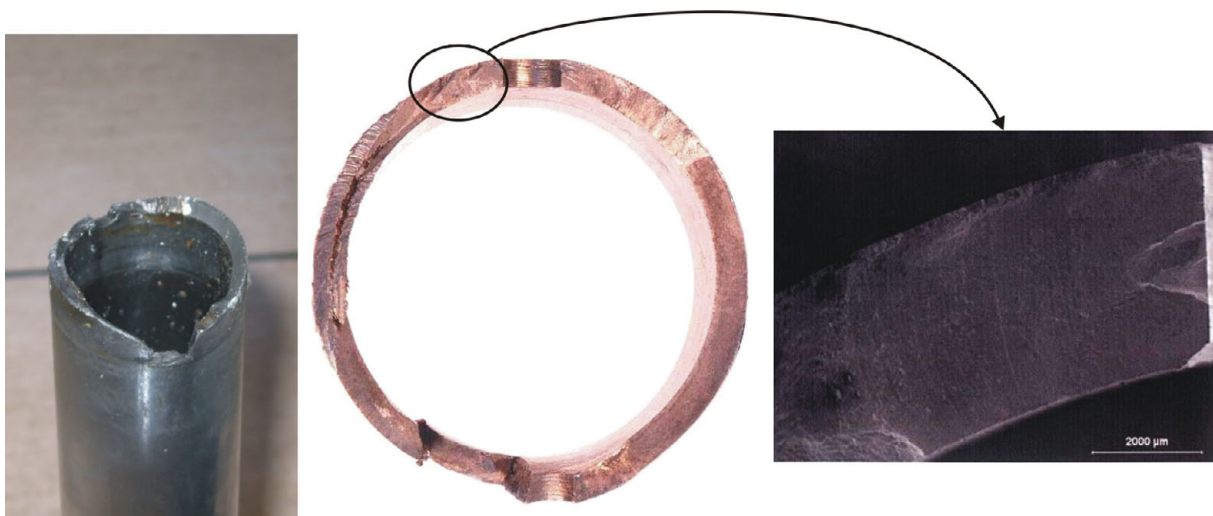


Figura 2. Rotura de la parte inferior del émbolo. Vista de la superficie fracturada y detalle macrofractográfico de la zona indicada

1.5. Mantenimiento de la aeronave

Según los registros de la aeronave, ésta tenía un total de 10.528 h de vuelo, y en su historial de revisiones consta el cambio del *cilindro exterior* de ambas patas el 18 de junio de 1997 con 5.144 h, cerrándose así la cumplimentación del SB 787 C y de la Directiva 94-13-11.

No consta en el manual de mantenimiento que deba realizarse inspección alguna del estado del émbolo. No obstante, el operador indicó que tras un incidente similar en otra aeronave del mismo tipo ocurrido en el año 2005, introdujeron un añadido en la inspección de 500 h por el que se decidió inspeccionar el émbolo en busca de posibles anomalías. Dado que el cromado exterior con el que está tratado el émbolo dificulta la eficacia de la técnica de inspección de grietas mediante líquidos penetrantes, la inspección actualmente se realiza por el interior del *émbolo* empleando un sistema de televisión.

La última inspección de 500 h se había realizado el 21 de mayo de 2006 con 10.480 h de vuelo del avión, no habiéndose detectado entonces anomalía alguna que requiriese el cambio del émbolo.

1.6. Antecedentes y evaluación del riesgo

En la base de datos de la CIAIAC, hay un incidente de fecha 4 de mayo de 2005 similar al del presente caso (ref. CIAIAC IN-16/2005). En él se produjo también la rotura del émbolo del amortiguador de la pata, en este caso izquierda, del tren principal de aterrizaje de otra aeronave Piper PA-34-200T por un proceso de rotura por fatiga.

El fabricante ha informado que tiene conocimiento de otra fractura del émbolo, recogida en la base de datos del sistema de notificación de problemas en servicio¹ de la autoridad de aviación civil de los Estados Unidos (FAA).

Con estos antecedentes el fabricante ha realizado una evaluación del riesgo sobre la seguridad operacional (*Safety Risk Assessment*) basándose en las directrices² proporcionadas por la FAA. Esa evaluación tiene en cuenta los efectos sobre la seguridad que ocasiona un fallo en el tren de aterrizaje, las unidades de esta aeronave que se han fabricado (alrededor de 6.000), los tipos de operaciones a los que se destina y la frecuencia con la que se han producido incidentes con el émbolo. Los resultados indican que no es preciso adoptar medidas sobre el diseño o variar las instrucciones de mantenimiento de este componente.

2. ANÁLISIS

En la primera toma previa al incidente, que se había realizado de una manera normal, se habían observado indicaciones de funcionamiento anómalo de la pata de morro, por lo que la tripulación realizó un motor y al aire. De nuevo en vuelo, en las

¹ Service Difficulty Report (SDR).

² Airworthiness Concern Process Guide. Revision 1 dated 3/1/02

comprobaciones que se hicieron al retraer y desplegar el tren no volvieron a repetirse las señales de problemas en la pata de morro. Al volver a aterrizar la pata principal derecha colapsó. Los restos revelaron que se había roto el émbolo del cilindro exterior (*trunnion*) de esa pata.

La inspección de las fracturas y las pruebas de laboratorio han determinado que la rotura se produjo por un debilitamiento del émbolo causado por un proceso de fatiga del metal. La grieta de fatiga había crecido progresivamente hasta superar su valor crítico y la resistencia estática residual fue superada por la carga, que se estima de un nivel normal, que encontró la aeronave en el aterrizaje del incidente.

La sección donde se produjo la rotura corresponde a una sección en la que se puede esperar que haya una concentración de esfuerzos por el diseño de la pieza en cuestión. Además, la presencia de marcas circulares en la superficie de los taladros, se piensa que pudo favorecer la iniciación de esas grietas de fatiga.

La actividad de escuela a la que estaba dedicado este avión pudo adelantar los problemas de fatiga del émbolo del tren debido a que los aterrizajes de entrenamiento pueden ser un poco más duros de lo normal y las maniobras realizadas durante las fases de rodadura y despegue también suelen ser más violentas que las ejecutadas por otros pilotos más experimentados, de manera que los espectros de cargas a los que está sometido el tren se desviarían de los previstos en el diseño aun no sobrepasando las cargas límites. A ello se puede añadir que, especialmente las actividades de instrucción pueden incrementar el número de ciclos respecto a los que se han considerado durante el diseño, de forma que el espectro de cargas real sería también más severo que el teórico al ser mayor el número de ciclos de carga al que está sometida la estructura del tren.

Los datos conocidos hablan de tres casos en los que se ha producido la rotura en servicio del émbolo. Se debe tener en cuenta, además que este operador ya había establecido por su cuenta tareas de inspección de la pieza porque en su experiencia ya había encontrado anteriormente una avería idéntica en otra aeronave. Sin embargo, de acuerdo con los datos encontrados en esta investigación, con 10.480 h de vuelo, se había inspeccionado el émbolo, que falló 48 h de vuelo después, sin que se hubieran detectado grietas. O bien el método de detección de grietas no fue eficaz para descubrirla o bien la grieta progresó, en esos pocos ciclos, desde un nivel indetectable hasta el nivel de rotura.

Habían sucedido también roturas del propio cilindro exterior de la pata que habían motivado cambios al diseño y obligado a limitar la vida de esa pieza y proceder a su sustitución. Sin embargo, de acuerdo con la evaluación de los riesgos sobre la seguridad operacional realizada por el fabricante, no parece de momento necesario emprender acciones adicionales sobre el diseño o el mantenimiento del propio émbolo.

3. CONCLUSIONES

- El incidente se produjo por la rotura del émbolo del amortiguador de la pata derecha del tren de aterrizaje del avión.
- La fractura del émbolo se produjo en una sección de esa pieza debilitada por una grieta de fatiga.
- La grieta no se había detectado en la inspección que el operador tenía establecida, basado en su propia experiencia, en su programa de mantenimiento.
- El émbolo no es una pieza de vida limitada de esa aeronave.
- No está contemplado que el émbolo se tenga que inspeccionar por técnicas especiales de detección de grietas y ensayos no destructivos.
- Se conocen tres casos de roturas del émbolo en servicio para toda la flota de este modelo de aeronave.
- De la evaluación de los riesgos sobre la seguridad operacional realizada a tenor de los fallos detectados en el émbolo no se deriva la necesidad de modificaciones en el diseño o en el mantenimiento.