

# CIAIAC

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

## Informe final IN-019/2010

Incidente ocurrido el 30  
de junio de 2010, a la aeronave  
AEROSPATIALE/ALENIA ATR-72-500  
(212A), matrícula EC-HJI, operada por  
la compañía Air Nostrum L.A.M.,  
en el aeropuerto de Madrid-Barajas  
(Madrid, España)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO



# Informe final

## IN-019/2010

---

---

**Incidente ocurrido el día 30 de junio de 2010,  
a la aeronave AEROSPATIALE/ALENIA ATR-72-500  
(212A), matrícula EC-HJI, operada por la compañía  
Air Nostrum L.A.M., en el aeropuerto  
de Madrid-Barajas (Madrid, España)**



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN  
DE ACCIDENTES E INCIDENTES  
DE AVIACIÓN CIVIL

Edita: Centro de Publicaciones  
Secretaría General Técnica  
Ministerio de Fomento ©

NIPO: 161-14-180-1

Diseño y maquetación: Phoenix comunicación gráfica, S. L.

---

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@fomento.es](mailto:ciaiac@fomento.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) n.º 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

<b>Abreviaturas</b> .....	vii
<b>Sinopsis</b> .....	ix
<b>1. Información factual</b> .....	<b>1</b>
1.1. Antecedentes del vuelo .....	1
1.2. Lesiones personales .....	1
1.3. Daños sufridos por la aeronave .....	1
1.4. Otros daños .....	1
1.5. Información sobre el personal .....	2
1.5.1. Piloto al mando .....	2
1.5.2. Copiloto .....	2
1.5.3. Tripulación de cabina de pasajeros .....	2
1.6. Información sobre la aeronave .....	2
1.6.1. Célula .....	2
1.6.2. Certificado de aeronavegabilidad .....	3
1.6.3. Registro de mantenimiento .....	3
1.6.4. Motores .....	3
1.6.5. Aspectos generales de mantenimiento .....	4
1.7. Información meteorológica .....	4
1.8. Ayudas para la navegación .....	5
1.9. Comunicaciones .....	5
1.10. Información de aeródromo .....	5
1.11. Registradores de vuelo .....	5
1.11.1. Registrador digital de datos de vuelo (DFDR) .....	6
1.11.2. Registrador de voces en cabina (CVR) .....	7
1.11.3. Información sobre el vuelo del incidente .....	7
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto .....	10
1.13. Información médica y patológica .....	10
1.14. Incendio .....	10
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia .....	10
1.16. Ensayos e investigaciones .....	11
1.16.1. Inspección de la aeronave .....	11
1.16.2. Estudio del motor .....	12
1.16.3. Estudio de la operación .....	14
1.17. Información sobre organización y gestión .....	15
1.18. Información adicional .....	15
1.18.1. Acciones del fabricante del motor .....	15
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces .....	16
<b>2. Análisis</b> .....	<b>17</b>

- 3. Conclusiones** ..... 19
  - 3.1. Constataciones ..... 19
  - 3.2. Causas/Factores contribuyentes ..... 19
  
- 4. Recomendación de seguridad operacional** ..... 21

## Abreviaturas

00:00	Horas y minutos (período de tiempo)
00.00:00	Horas, minutos y segundos (tiempo cronológico)
00°	Grado(s) geométricos/rumbo magnético
00 °C	Grados centígrados
ACC	Centro de control de área
AD (DA)	Directiva de aeronavegabilidad («Airworthiness Directive»)
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
APP	Dependencia de control de aproximación
ATC	Control del tráfico aéreo
ATPL(A)	Piloto de transporte de línea aérea de avión
CAVOK	Condiciones meteorológicas en las que se dan, simultáneamente, las siguientes: Visibilidad de 10 km o más, ausencia de nubes por debajo de la altura de referencia y ausencia de cumulonimbos, y ningún fenómeno de tiempo significativo.
CIAIAC	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil
CVR	Registrador de voces en cabina
DFDR	Registrador digital de datos de vuelo
EASA	Agencia Europea de Seguridad Aérea
ft	Pie(s)
h	Hora(s)
HL	Hora Local
hPa	Hectopascal(es)
ILS	Sistema de aterrizaje por instrumentos
IR(A)	Habilitación de vuelo instrumental de avión
ITT	Temperatura entre etapas de turbina
JAR-FCL	Requisitos conjuntos de aviación para las licencias de la tripulación de vuelo
km	Kilómetro(s)
kt	Nudo(s)
LEMD	Código OACI para el aeropuerto de Madrid-Barajas
m	Metro(s)
MHz	Megahercio(s)
MN	Milla(s) náutica(s)
P/N	Número de parte
PT	Turbina de potencia
QNH	Ajuste de la escala de presión de manera que, en el despegue y el aterrizaje, el altímetro indique la altura del aeropuerto sobre el nivel del mar
QRH	Manual de referencia rápida
S/N	Número de serie
TWR	Torre de control
UTC	Tiempo Universal Coordinado



## Sinopsis

Propietario y operador:	Air Nostrum L.A.M.
Aeronave:	AEROSPATIALE/ALENIA ATR-72-500 (212A); matrícula EC-HJI
Fecha y hora del incidente:	30 de junio de 2010, a las 08:00:19 h <sup>1</sup>
Lugar del incidente:	Aeropuerto de Madrid-Barajas (Madrid, España)
Personas a bordo:	4 tripulantes y 64 pasajeros
Tipo de vuelo:	Transporte aéreo comercial – Regular – Interior de pasajeros
Fase de vuelo:	Ascenso a nivel de crucero
Fecha de aprobación:	27 de marzo de 2014

### Resumen del incidente

La aeronave despegó a las 07:53:11 h por la pista 36L del aeropuerto de Madrid-Barajas, para realizar el vuelo ANE-8790 con destino al aeropuerto de Melilla.

Cuando estaban alcanzando los 9.000 ft de altitud en ascenso, apareció una ligera neblina en las cabinas de mando y de pasaje. De manera prácticamente simultánea, con la aeronave a 9.134 ft de altitud, se activó el aviso de fuego en el motor n.º 1; la tripulación realizó el procedimiento de emergencia correspondiente y el aviso desapareció después de descargar la segunda botella de extinción.

Una vez resuelta la emergencia, la tripulación solicitó prioridad para volver al campo, describiendo el problema que le había surgido y solicitando la presencia de los bomberos del aeropuerto. La aeronave realizó la aproximación con un solo motor, aterrizó sin novedad a las 08:12:00 h por la pista 33L y rodó al aparcamiento por sus propios medios, acompañada por vehículos de bomberos.

Una vez detenida la aeronave y comprobado que no había riesgo para ello, los ocupantes de la misma desembarcaron utilizando los medios habituales y los bomberos regresaron a su base.

La investigación ha concluido que el incidente se produjo como consecuencia de la rotura por un proceso de fatiga de un álabe del rotor de la primera etapa de la turbina de potencia del motor n.º 1 de la aeronave, que inició una secuencia de daños en este que acabó produciendo un fuego real en dicho motor.

---

<sup>1</sup> Todas las referencias horarias indicadas en este informe se realizan en la hora local (HL). La hora UTC se determina restando dos horas de la hora local.



## 1. INFORMACIÓN FACTUAL

### 1.1. Antecedentes del vuelo

El día 30 de junio de 2010, la aeronave AEROSPATIALE/ALENIA ATR-72-500 (212A), matrícula EC-HJI, operada por AIR NOSTRUM, despegó a las 07:53:11 h por la pista 36L del aeropuerto de Madrid-Barajas, para realizar el vuelo ANE-8790 con destino al aeropuerto de Melilla.

Cuando estaban alcanzando los 9.000 ft de altitud en ascenso, la tripulación de vuelo detectó una ligera neblina en la cabina de mando; consultada la sobrecarga, informó que la neblina empezaba a aparecer también en la cabina de pasaje.

Mientras se realizaba esta consulta, a las 08:00:19 horas y con la aeronave a 9134 ft de altitud, se activó el aviso de fuego en el motor n.º 1 de la misma; la tripulación realizó el procedimiento de emergencia correspondiente y el aviso desapareció después de descargar la segunda botella de extinción. Una vez apagado el fuego, la tripulación solicitó prioridad para volver al campo, describiendo el problema que le había surgido y solicitando la presencia de los bomberos del aeropuerto.

La aeronave realizó la aproximación con un solo motor, aterrizó sin novedad a las 08:12:00 h por la pista 33L del aeropuerto de Madrid-Barajas y rodó al aparcamiento por sus propios medios, acompañada por vehículos de bomberos. Una vez detenida la aeronave y comprobado que no había riesgo para ello, los ocupantes de la misma desembarcaron utilizando los medios habituales y los bomberos regresaron a su base.

### 1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros
Muertos			
Graves			
Leves			No se aplica
llesos	4	64	No se aplica
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>64</b>	

### 1.3. Daños sufridos por la aeronave

La aeronave no sufrió daños como consecuencia del incidente.

### 1.4. Otros daños

No se produjeron otros daños.

## **1.5. Información sobre el personal**

### **1.5.1. *Piloto al mando***

El piloto al mando, de nacionalidad española y con 37 años de edad, tenía una licencia JAR-FCL de Piloto de Transporte de Línea Aérea de Avión —ATPL(A)— emitida en España, de las habilitaciones de aviones ATR42/72 y vuelo instrumental —IR(A)—, y de un certificado médico de clase 1, válidos y en vigor a la fecha del incidente.

Tenía una experiencia de 5.432:31 horas totales de vuelo y 3.953:52 h en el tipo; había realizado 59:05 horas de vuelo en los últimos 30 días, 01:10 horas de vuelo en las últimas 24 h y un descanso previo al vuelo superior a 12 h.

### **1.5.2. *Copiloto***

El copiloto, de nacionalidad española y con 37 años de edad, tenía una licencia JAR-FCL de Piloto de Transporte de Línea Aérea de Avión —ATPL(A)— emitida en España, de las habilitaciones de aviones ATR42/72 y vuelo instrumental —IR(A)—, y de un certificado médico de clase 1, válidos y en vigor a la fecha del incidente.

Tenía una experiencia de 3.768:13 horas totales de vuelo y 3.189:47 h en el tipo; había realizado 88:41 horas de vuelo en los últimos 30 días, 01:10 horas de vuelo en las últimas 24 h y un descanso previo al vuelo superior a 12 h.

### **1.5.3. *Tripulación de cabina de pasajeros***

Las dos tripulantes de cabina de pasajeros disponían de las licencias, habilitaciones y certificados médicos exigidos, válidos y en vigor a la fecha del incidente.

## **1.6. Información sobre la aeronave**

### **1.6.1. *Célula***

Fabricante:	AEROSPATIALE/ALENIA
Modelo:	ATR-72-500 (212A)
Núm. de fabricación:	562
Año de fabricación:	1998
Matrícula:	EC-HJI
Explotador:	AIR NOSTRUM L.A.M.

Horas totales de vuelo: 22.017 h  
 Ciclos totales: 26.485

### 1.6.2. *Certificado de aeronavegabilidad*

Número: 4609  
 Clase: Avión Grande  
 Fecha de emisión: 06/07/2005  
 Certificado de revisión de la aeronavegabilidad:
 

- Validez: 29/12/2010

### 1.6.3. *Registro de mantenimiento*

Horas totales de vuelo: 22.016 h  
 Ciclos totales: 26485  
 Última revisión C: 10/03/2010
 

- Horas: 21.342 h
- Ciclos: 25.582

 Última revisión A: 10/03/2010
 

- Horas: 21.651 h
- Ciclos: 26.015

 Última revisión semanal: 30/06/2010
 

- Horas: 22.016 h
- Ciclos: 26.484

### 1.6.4. *Motores*

Marca:	PRATT&WHITNEY	
Modelo:	PW127F	
Posición:	<u>Núm. 1</u>	<u>Núm. 2</u>
Núm. de fabricación:	AV0056	AV0088
Fecha de instalación:	05/03/2010	20/05/2010
Horas totales:	20.140 h	21.747 h
Ciclos totales:	24.022	25.916

Posición:	<u>Núm. 1</u>	<u>Núm. 2</u>
Última revisión general:	10/02/2010	12/05/2010
Horas última revisión general:	19.466 h	21.512 h
Ciclos última revisión general:	23.120	25.623

### 1.6.5. Aspectos generales de mantenimiento

El mantenimiento de la aeronave se realizaba de acuerdo con el Programa de Mantenimiento Aprobado de dicha compañía, con referencia AN-ATR72-AMP, Rev. 08 de 21/12/2009, aprobado por AESA con fecha 23/12/2009.

Dicho Programa de Mantenimiento está basado en los requisitos establecidos en sus respectivos manuales por los fabricantes de la célula, los motores y las hélices, en las recomendaciones de estos y de los fabricantes de los componentes, y en la experiencia en servicio del Operador.

El Programa de Mantenimiento de la flota ATR72-212A de Air Nostrum se divide en varios grupos de tareas, que se dividen en tres categorías, dependiendo de los intervalos de éstas: Mantenimiento de línea, en el que se incluyen los grupos de tareas que pueden realizarse en menos de 24 horas, mantenimiento de base, en el que se incluyen los grupos de tareas que necesitan más de 24 horas para realizarse, y mantenimiento fuera de fase, en el que se incluyen los grupos de tareas que, debido a los intervalos con que deben realizarse, no pueden incluirse en los anteriores.

En particular, los motores se mantenían de acuerdo con lo establecido en el Engine Maintenance Manual, Ref. 3037332, de Pratt & Whitney Canadá.

Tanto la aeronave como los motores habían sido mantenidos de acuerdo con lo establecido en el Programa de Mantenimiento Aprobado.

### 1.7. Información meteorológica

Cuando despegó la aeronave, las condiciones meteorológicas en el aeropuerto de Madrid-Barajas eran: Viento de 360°/06 kt, CAVOK, temperatura de 18 °C y QNH de 1.021 hPa.

Cuando la torre de control autorizó el aterrizaje, comunicó a la aeronave que el viento estaba en calma.

## 1.8. Ayudas para la navegación

Todas las ayudas a la navegación a lo largo de la trayectoria que siguió la aeronave y para la aproximación ILS a la pista 33L del aeropuerto de Madrid-Barajas estaban operativas el día en que ocurrió el incidente.

## 1.9. Comunicaciones

La aeronave mantuvo comunicaciones con las dependencias de control de área (ACC), aproximación (APP) y torre (TWR), de Madrid.

A las 08:00:54 h, en contacto con ACC, la aeronave solicitó prioridad para volver al aeropuerto de origen. Se le dieron vectores y autorizaciones sucesivas de descenso para situarla en el localizador de la pista 33L, y se le transfirió a APP a las 08:07:31 h.

En contacto con APP, se autorizó a la aeronave para hacer una aproximación ILS a la pista 33L. Preguntada por si tenía alguna necesidad especial, la tripulación de la aeronave respondió explicando el problema que habían tenido y que no requerían nada especial para el aterrizaje. Se le transfirió a TWR a las 08:09:25 h.

Entre las 08:08:30 y las 08:09:01 h, se coordinó el vuelo entre APP y TWR; APP informó a TWR sobre el problema que había tenido la aeronave, que había pedido prioridad y no había declarado emergencia.

A las 08:09:42 h la aeronave contactó con TWR de Madrid-Barajas. Esta le autorizó para aterrizar como número uno por la pista 33L y le preguntó si requería algún tipo de asistencia; la tripulación de la aeronave informó de que ya no tenía fuego y solicitó el servicio de los bomberos para que lo comprobaran en tierra. La aeronave aterrizó a las 08:12:00 h y, 38 segundos más tarde, fue instruida para abandonar la pista por su izquierda y transferida a la frecuencia de rodadura.

## 1.10. Información de aeródromo

El aeropuerto de Madrid-Barajas (LEMD), está situado 13 km al noreste de la ciudad de Madrid con una elevación de 609 m (1.998 ft). Dispone de 4 pistas de vuelo asfaltadas, con denominaciones 14R/32L (15R/33L, en la fecha del incidente), 14L/32R (15L/33R, en la fecha del incidente), 36R/18L y 36L/18R. La pista 36L/18R tiene unas dimensiones de 4.179 × 60 m, y la pista 14R/32L tiene unas dimensiones de 3.988 × 60 m.

## 1.11. Registradores de vuelo

La aeronave disponía de un Registrador Digital de Datos de Vuelo (DFDR) y de un Registrador de Voces en Cabina (CVR), situados en la zona posterior del fuselaje. Se

recuperaron los dos en buen estado y sin daños aparentes, y se trasladaron al laboratorio de registradores de vuelo de la CIAIAC para la descarga y tratamiento de la información que tenían registrada.

**1.11.1. Registrador digital de datos de vuelo (DFDR)**

La aeronave tenía instalado un registrador digital de datos de vuelo, marca L3 Communications, modelo F1000, con número de parte (P/N) S800-200-00 y número de serie (S/N) 02075. Se trata de un registrador de estado sólido con capacidad para almacenar la información sobre 218 parámetros, correspondientes a las últimas 55 h de funcionamiento de la aeronave.

La información que contenía se descargó y se transformó en unidades de ingeniería.

A continuación se representan gráficamente los parámetros básicos del vuelo y de funcionamiento de los motores, correspondientes al vuelo en que ocurrió el incidente.

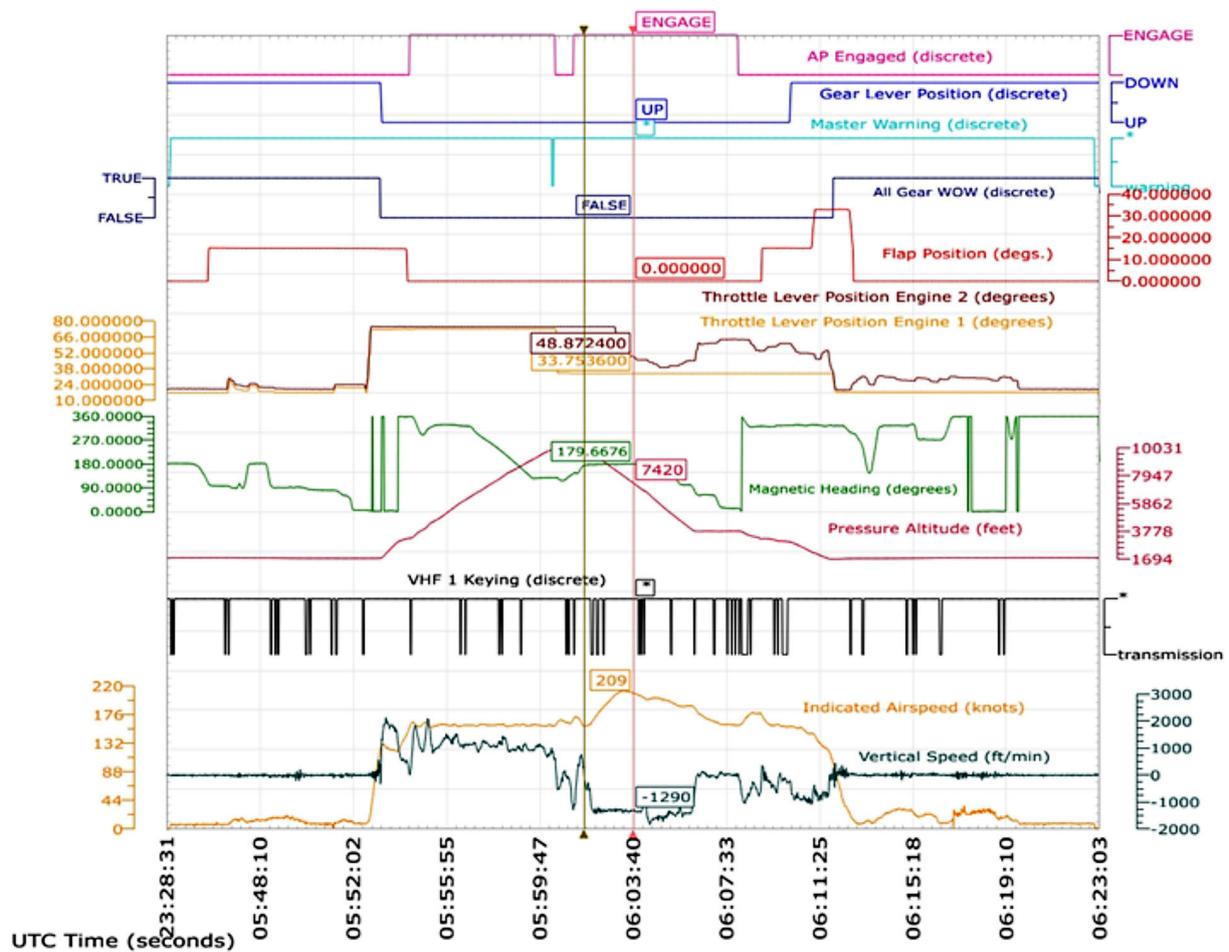


Figura 1. Parámetros del vuelo

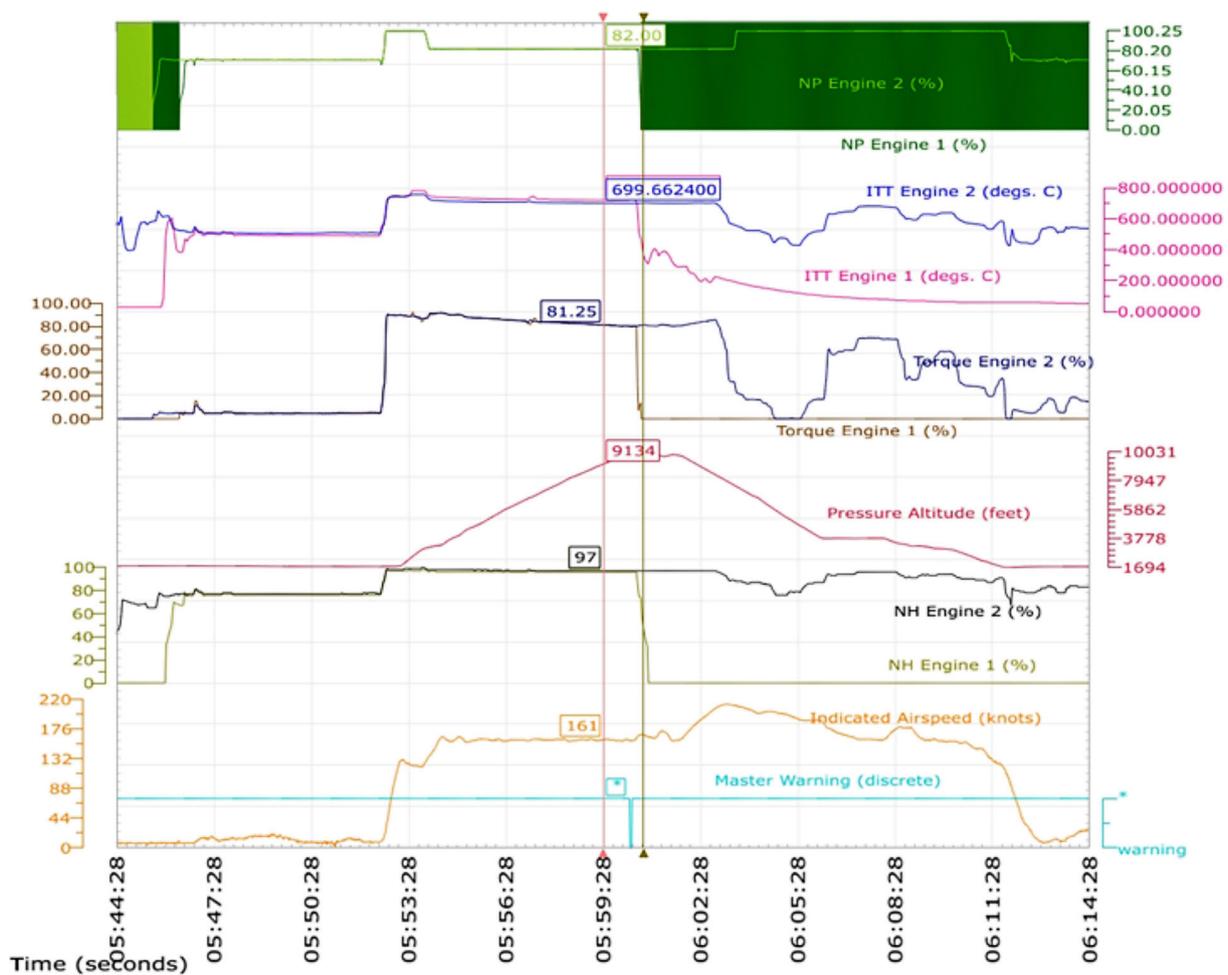


Figura 2. Parámetros de los motores

### 1.11.2. Registrador de voces en cabina (CVR)

La aeronave tenía instalado un registrador de voces en cabina, marca Fairchild, modelo A200S, con número de parte (P/N) S200-0012-00 y número de serie (S/N) 01689. Se trata de un registrador de estado sólido con capacidad para grabar un total de 6 pistas, 4 pistas de alta calidad, con una duración de 30 minutos, y 2 pistas de calidad estándar, con una duración de 2:04 h.

La información que contenía se descargó y se transcribieron las grabaciones correspondientes al vuelo en que ocurrió el incidente, con una duración de 40 minutos.

### 1.11.3. Información sobre el vuelo del incidente

Una vez procesada la información obtenida de los dos registradores sobre el vuelo en que ocurrió el incidente, se sincronizó utilizando como referencia la hora UTC grabada en el registrador de datos de vuelo.

## Informe final IN-019/2010

---

En la tabla siguiente se expone la información relevante sobre el incidente obtenida de los registradores de vuelo; la hora local se ha obtenido sumando dos horas a la hora UTC grabada en el registrador de datos de vuelo.

Hora local	Información del vuelo
07:44:17	Inicio de la grabación en el CVR y el FDR. Motor n.º 2 arrancado.
07:46:06	Se arranca el motor n.º 1.
07:46:52	Se autoriza rodar a la pista 36L.
07:48:52	Se autoriza a la aeronave a entrar en pista 36 L y mantener.
07:52:22	Se autoriza el despegue a la aeronave por la pista 36L.
07:53:07	Se oye en el CVR «V1». Velocidad indicada 109 kt.
07:53:08	Se oye en el CVR «Rotación». Velocidad indicada 113 kt.
07:53:11	Tren de aterrizaje en el aire. Velocidad indicada 122 kt.
07:53:15	Palanca de tren arriba. Velocidad indicada 129 kt.
07:54:19	Flaps 0°. Velocidad indicada 148 kt.
07:54:24	Conexión del piloto automático. Velocidad indicada 157 kt.
07:54:37	El comandante hace la observación de que ambos motores están muy altos.
07:56:04	ATC indica que asciendan a nivel de vuelo 160. Altitud 5.974 ft.
07:58:53	ATC indica que asciendan a nivel de vuelo 230.
07:59:20	Mensaje de la tripulación de cabina de pasajeros indicando al pasaje que permanezcan sentados. Altitud 8.996 ft.
07:59:56	La tripulación de cabina de pasajeros informa a la tripulación de vuelo que en la cabina ha aparecido una especie de niebla, que está por el lado izquierdo del pasillo. Altitud 9.600 ft.
08:00:19	Se activa el <i>Master Warning</i> . Altitud 9.922 ft.
08:00:23	Se desactiva el <i>Master Warning</i> .
08:00:27	Desconexión del piloto automático. Altitud 10.017 ft.
08:00:29	Aviso de desconexión del piloto automático.
08:00:33	La posición del mando de empuje del motor n.º 1 pasa de 73,132° a 34,105°.
08:00:40	Las revoluciones de la hélice motor n.º 1 no presentan indicación (mismo valor que antes de arrancar el motor). El par ( <i>torque</i> ) del motor n.º 1 toma el valor 0.
08:00:53	El régimen de giro de la turbina de alta presión del motor n.º 1 toma el valor 0.
08:00:54	La tripulación solicita a ATC prioridad para volver al aeropuerto.
08:01:03	ATC indica que procedan a rumbo sur y desciendan a 8.000 ft. Altitud 9.936 ft. Rumbo magnético 134°.
08:01:13	Conexión del piloto automático. Altitud 9.804 ft.

Hora local	Información del vuelo
08:02:45	El comandante informa a la tripulación de cabina de pasajeros que han tenido fuego en un motor, que ya está apagado y que van a volver al campo. Les da instrucciones para que aseguren la cabina. Altitud 8.640 ft.
08:02:59	Inicio de la lista de fuego en motor ( <i>Engine Fire Checklist</i> ).
08:03:09	Final de la lista de fuego en motor ( <i>Engine Fire Checklist</i> ).
08:03:22	Inicio de la lista de operación con un solo motor ( <i>Single Engine Operation Checklist</i> ).
08:04:04	ATC les autoriza a descender a 4.000 ft. Altitud 6.907 ft. Rumbo magnético 178°.
08:05:27	La tripulación de cabina informa que la cabina está asegurada. Altitud 4.863 ft.
08:05:41	Final de la lista de operación con un solo motor ( <i>Single Engine Operation Checklist</i> ). El comandante se dirige al pasaje informándoles de que ha habido un fallo en el motor n.º 1 y que regresan al aeropuerto.
08:06:53	ATC le indica que vire a la izquierda rumbo norte y siga el localizador de la pista 33L. Altitud 3.791 ft. Rumbo magnético 062°.
08:07:31	ATC les transfiere a aproximación final en la frecuencia 127.5 MHz. Altitud 3.778 ft.
08:07:54	El comandante pide que se inicie la lista de aproximación ( <i>Approach Checklist</i> ). Altitud 3.796 ft.
08:07:58	ATC les autoriza a realizar la maniobra de aproximación ILS a la pista 33L. Altitud 3.795 ft.
08:08:03	Desconexión del piloto automático. Altitud 3.796 ft.
08:08:07	ATC pregunta si tienen alguna necesidad especial. Altitud 3.787.
08:08:13	Informan a ATC sobre el problema que han tenido y no requieren nada especial en el momento del aterrizaje.
08:08:38	Retoman la lista de aproximación. Altitud 3.414 ft.
08:09:03	Flap 15° Altitud 3.227 ft.
08:09:12	Final de la lista de aproximación ( <i>Approach Checklist</i> ).
08:09:14	Deciden esperar para bajar el tren de aterrizaje. Altitud 3.238 ft.
08:09:25	ATC informa que seleccionen la frecuencia 118.15 MHz (frecuencia de TWR).
08:09:42	La tripulación contacta con la torre de control de Madrid-Barajas.
08:09:44	TWR les autoriza como número 1 a aterrizar por la pista 33L y pregunta si requieren algún tipo de asistencia.
08:09:54	La tripulación informa que ya no hay fuego pero solicita el servicio de los bomberos para comprobar que es así.
08:10:09	El comandante solicita tren abajo.
08:10:15	Accionada la palanca de tren a la posición abajo ( <i>down</i> ). Altitud 2.951 ft.
08:10:35	El copiloto comunica a la tripulación de cabina de pasajeros que prepare el aterrizaje.
08:10:53	La tripulación de cabina de pasajeros informa de cabina asegurada.

## Informe final IN-019/2010

---

Hora local	Información del vuelo
08:11:10	Inicio de la lista de comprobación previa al aterrizaje ( <i>Before Landing Checklist</i> ).
08:11:13	Flaps 30°.
08:11:33	Final de la lista de comprobación previa al aterrizaje ( <i>Before Landing Checklist</i> ).
08:11:42	Voz sintética ONE HUNDRED. Altitud 1.808 ft.
08:11:45	Voz sintética FIFTY.
08:11:46	Voz sintética FORTY.
08:11:47	Voz sintética THIRTY.
08:11:48	Voz sintética TWENTY.
08:11:49	Voz sintética TEN.
08:12:00	El parámetro de tren de aterrizaje asentado en tierra ( <i>All gears Weight On Wheels</i> ) toma el valor <i>TRUE</i> .
08:12:38	TWR indica que abandonen por la izquierda y contacten con rodadura en 121.85 MHz.
08:12:51	Flaps 0°.
08:19:58	El par ( <i>torque</i> ) del motor n.º 2 toma el valor 0.
08:23:02	El régimen de giro de la turbina de alta presión del motor n.º 2 toma el valor 0. Fin de la grabación en el CVR y el FDR.

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

No se aplica a este caso.

### 1.13. Información médica y patológica

No se aplica a este caso.

### 1.14. Incendio

No se produjo incendio, aparte del declarado en el motor.

### 1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

No se aplica a este caso.

## 1.16. Ensayos e investigaciones

### 1.16.1. Inspección de la aeronave

La aeronave se inspeccionó en el aeropuerto de Madrid-Barajas, con el apoyo de personal del explotador de la aeronave. Solamente se encontraron daños en el motor nº 1, que se describen a continuación.

De entrada, al intentar mover la hélice el motor no giraba por estar bloqueada la turbina de potencia.

Una vez descapotado, se observó que el motor estaba manchado de aceite desde la zona central hacia atrás. Se comprobó el nivel de aceite en su depósito y se encontró prácticamente lleno.

Se encontraron evidencias de fuego real en el exterior de la zona caliente del motor, detrás del mamparo cortafuegos, concretamente en el lado derecho y en la zona inferior central del mismo, afectando a distintos cables y tuberías.



Figura 3. Zona afectada por el fuego

Además de las partes quemadas, se encontraron varios componentes del motor dañados: La tubería de ventilación del aceite de lubricación de los cojinetes n.ºs 6 y 7 estaba partida, los tornillos de fijación de la tubería de la bomba de recuperación de aceite de los cojinetes n.ºs 6 y 7, a esta, estaban flojos, y varios soportes de cables y tuberías estaban dañados.

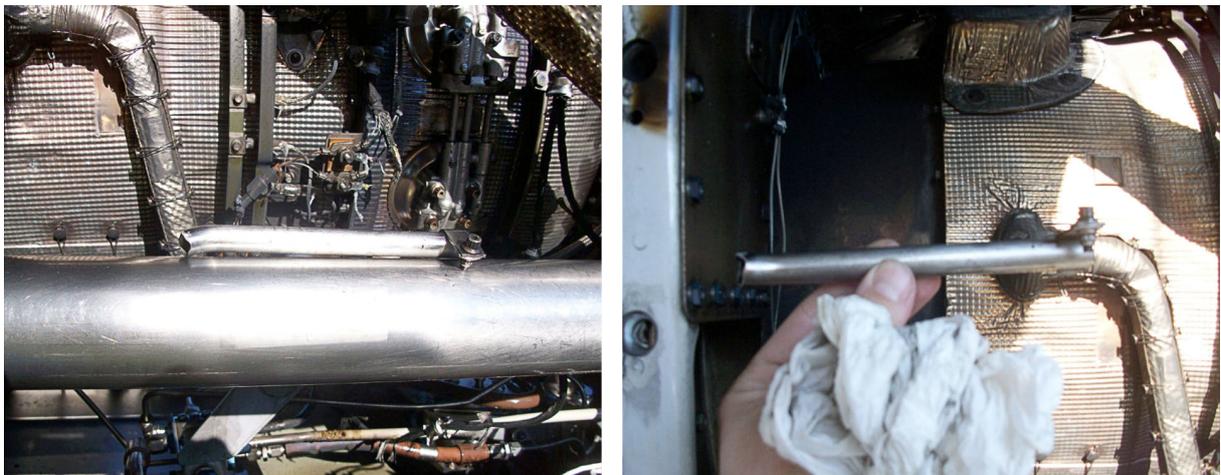


Figura 4. Tubería de ventilación del aceite de lubricación de los cojinetes núms. 6 y 7



Figura 5. Difusor de admisión

limpios y girando libremente sin ninguna resistencia aparente.

Al examinar el motor desde la tobera de salida, se encontraron varios álabes rotos en el último disco de la turbina de potencia y graves daños en el estator correspondiente, incluyendo la perforación del sello de abrasión en un arco aproximado de 25 grados.

En el difusor de admisión al motor se encontraron evidencias de un impacto en el labio de entrada y restos de un ave alojados en el radiador. Se accedió a los compresores de alta y de baja presión, encontrándose estos

El motor n.º 1 se desmontó y se preparó para su traslado a instalaciones adecuadas para su estudio.

### 1.16.2. *Estudio del motor*

El motor se trasladó al Centro de Mantenimiento Autorizado EASA 145 en el que se le había realizado la última revisión general, para su estudio y posterior puesta en servicio.

#### 1.16.2.1. **Desmontaje e inspección del motor**

En el desmontaje e inspección del motor, y en el análisis de las evidencias encontradas, se contó con el apoyo del fabricante a través de uno de sus representantes de soporte de campo.

A continuación se describen los daños encontrados en el motor:

- Rotor de la primera etapa de la turbina de potencia (PT1): Dos álabes consecutivos rotos, y daños producidos por restos desprendidos en todos los álabes y en el disco.
- Rotor de la segunda etapa de la turbina de potencia (PT2): Tres álabes consecutivos rotos, y daños producidos por restos desprendidos en todos los álabes y en el disco.
- Sello de aire entre las dos etapas de la turbina de potencia: daños producidos por restos desprendidos.
- Estator de la primera etapa de la turbina de potencia (PT1): Un trozo de un álabe perdido y daños en el difusor.
- Estator de la segunda etapa de la turbina de potencia (PT2): Trozos de álabes perdidos, daños severos producidos por restos desprendidos y marcas profundas de rozamiento en el sello de abrasión.
- Alojamiento de los cojinetes n.ºs 6 y 7: Se encontró suelto, con todos sus tornillos de unión cizallados.

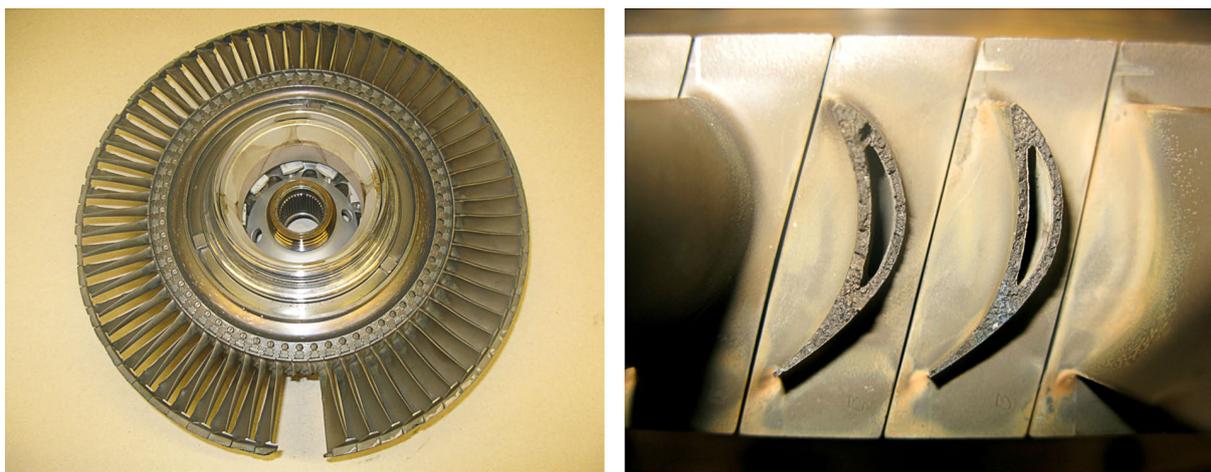


Figura 6. Rotor de la primera etapa de la turbina de potencia y detalle

- Tuberías de transferencia del alojamiento de los cojinetes n.ºs 6 y 7: Presentaban marcas de desgaste.
- Tubería de ventilación de los cojinetes n.ºs 6 y 7: Rota a las alturas de las abrazaderas posterior de sujeción de la tubería y de sujeción de los cables T6.
- Cables T6: Con el aislante quemado.
- Anillo de abrasión de la turbina de baja presión (LP): Rozado en un ángulo comprendido entre la 1 y las 3 del reloj.
- Carcasa entre las etapas de turbina de baja presión y de potencia (TIC): Con marcas en los orificios de los tornillos del alojamiento de los cojinetes n.ºs 6 y 7, y en la zona de acoplamiento circundante, y el sello de abrasión muy desgastado.
- Sello de laberinto del eje de la turbina de potencia: Desgaste severo en los filos de las ranuras.

El análisis en laboratorio de los dos álabes rotos del rotor de la primera etapa de la turbina de potencia (PT1) dio como resultado que uno de ellos había sufrido una rotura producida por fatiga y que el otro había sufrido una rotura como consecuencia del daño producido en él por el trozo desprendido del anterior; los dos álabes rotos presentaban grietas de fatiga en las superficies aerodinámicas, con origen en zonas de microporosidad de fundición.

Por otra parte, todas las roturas producidas en los elementos exteriores del motor (tubería de ventilación de los cojinetes n.ºs 6 y 7, abrazaderas y bridas) presentaban características de rotura a bajos ciclos de carga.

#### 1.16.2.2. Secuencia probable en el fallo del motor

A la vista de los daños encontrados en el motor, y de acuerdo con la experiencia del fabricante, se estableció la secuencia probable en el fallo del motor que se describe a continuación:

- 1.º Rompen los dos álabes del rotor de la primera etapa de la turbina de potencia (PT1). Esto da lugar a que se produzcan vibraciones mecánicas y alteración del flujo de gases en el interior del motor; en consecuencia:
  - a) Para mantener el par motor (*torque*), hay una aportación mayor de combustible, y aumenta la temperatura entre las turbinas de alta y baja presión (ITT).
  - b) Las vibraciones producen desalineaciones y movimientos oscilatorios en el alojamiento de los cojinetes n.ºs 6 y 7; como consecuencia de esto se cizallan sus tornillos de unión.
  - c) Todos los elementos desprendidos producen daños en los elementos con los que entran en contacto, sobre todo en los situados más atrás (estator y rotor de la segunda etapa de la turbina de potencia).
- 2.º Se transmiten vibraciones a todo el motor y sus elementos asociados; en consecuencia:
  - a) Se rompen elementos de sujeción de tuberías y cables.
  - b) Se rompe la tubería de ventilación de los cojinetes n.ºs 6 y 7.
- 3.º Por esta última sale aceite, que arde en contacto con la superficie exterior de la zona caliente del motor.
- 4.º La tripulación para enseguida el motor, evitando que sufra daños más severos.

### 1.16.3. *Estudio de la operación*

El operador tiene establecidos en sus manuales los criterios y procedimientos aplicables a la operación de su flota. En lo que a este incidente se refiere, es aplicable lo siguiente:

- Manual de Operaciones Parte B, capítulo 2.2.0, Procedimientos anormales y de emergencia. General. Donde se establecen los criterios del operador en relación con este tipo de procedimientos.
- Manual de Operaciones Parte A, capítulo 8.3.0, apartado J.2, en el que se establecen los criterios sobre el uso de la Lista de procedimientos anormales y de emergencia (QRH) del operador.
- La propia Lista de procedimientos anormales y de emergencia (QRH), en la que se incluyen listas de comprobación que deben realizarse inicialmente de memoria y leerse después («Memory Items»).
- Manual de Operaciones Parte A, capítulo 11.0.0, apartado B.2.1, Declaración de emergencia por parte de la tripulación. Donde se establecen los criterios del operador relacionados con la declaración de emergencia. Entre ellos, figura el siguiente: «En caso de fuego o humo a bordo y con la aplicación del apropiado procedimiento no se logre sofocarlo».

En este caso, la tripulación realizó los procedimientos establecidos por el operador; en síntesis:

- Tienen un aviso.
- Cancelan el aviso.
- Confirman el fallo.
- Hacen de memoria la lista de fuego en motor (55 segundos).
- Desconectan el piloto automático dos veces (aumenta la carga de trabajo) y lo conectan una vez.
- Leen cuatro listas de comprobación.
- En medio tienen interrupciones por parte de ATC y de la tripulación de cabina de pasajeros.
- El piloto al mando habla con la sobrecarga y se dirige a los pasajeros.
- Aterrizan con todas las listas de comprobación leídas y verificados todos los puntos que contemplan.

Desde que se produjo el aviso hasta que la aeronave tuvo todas las ruedas en tierra transcurrieron 11:41 minutos.

Respecto de una posible declaración de emergencia, el fuego en el motor se extinguió con la aplicación del procedimiento apropiado, por lo que no se dieron los requisitos contemplados en Manual de Operaciones del operador para hacerlo.

### **1.17. Información sobre organización y gestión**

No se aplica a este caso.

### **1.18. Información adicional**

#### **1.18.1. Acciones del fabricante del motor**

El fabricante del motor informó que la incidencia de roturas de álabes instalados en la primera etapa de la turbina de potencia (PT1) en este tipo de motores era escasa y estaba dentro de los límites admisibles.

En lo que se refiere a los álabes de la primera etapa de la turbina de potencia, el fabricante del motor ha establecido metodologías mejoradas de inspección de los álabes. Además, está realizando actividades de ingeniería dirigidas a la mejora de los procesos de fabricación y la durabilidad de dichos álabes.

El fabricante, Pratt & Whitney Canadá, está desarrollando actualmente un diseño de álabes mejorado, para eliminar la cavidad del núcleo de fundición, con objeto de mejorar

el proceso de fabricación, y reducir la susceptibilidad a la porosidad de contracción y la probabilidad de que se produzca esta.

Adicionalmente, el fabricante ha adoptado las siguientes medidas de mitigación para hacer frente al problema de microporosidad en los álabes instalados en la primera etapa de la turbina de potencia:

- Emisión de Boletines de Servicio para la sustitución en las revisiones mayores de los álabes fabricados durante el período de 2005 a 2008, que mostraban estadísticamente una mayor prevalencia de porosidad de contracción.
- Emisión de Boletines de Servicio para la sustitución de álabes con números de serie específicos, para los que se había determinado que mostraban unos niveles inaceptables de porosidad de contracción, mediante la reevaluación de los registros de inspección de producción.
- Mejoras del método de inspección por rayos X en el proceso de fundición.
- Introducción de la metodología de inspección mediante procesos de resonancia compensada (PCRT).
- Introducción de un intervalo flexible de 10.000 h para la sustitución de álabes en los modelos de motores de mayor potencia.

Inclusión en el Manual de Overhaul de criterios de aceptación para las zonas de contacto de los álabes carenados, con objeto de asegurar una amortiguación efectiva de los álabes durante la operación del motor.

Por otra parte, en lo que se refiere a las roturas de las tuberías de aceite de los cojinetes nos 6 y 7, la organización de ingeniería del fabricante del motor ha examinado las fracturas producidas por el desequilibrio de cargas consecuente a la pérdida de álabes de la turbina de potencia (PT). Su estudio ha revelado que en la mayoría de las tuberías de aceite de los cojinetes nos 6 y 7, pero no en todas, han roto sus elementos de sujeción. En esta línea, está trabajando actualmente en una mejora del producto consistente en el cambio de la fijación de los accesorios de los extremos mediante abrazaderas a una configuración de unión soldada. Esto mejorará la durabilidad de los elementos de unión y estará en línea con las mejores prácticas que aplica actualmente para este tipo de tuberías.

### **1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces**

No se han utilizado.

## 2. ANÁLISIS

La aeronave despegó a las 07:53:11 h por la pista 36L del aeropuerto de Madrid-Barajas, con destino al aeropuerto de Melilla.

Cuando estaban alcanzando los 9.000 ft de altitud en ascenso, la tripulación detectó una ligera neblina en las cabinas de mando y de pasaje; poco después, cuando habían transcurrido poco más de 7 minutos desde el despegue, se activó el aviso de fuego en el motor n.º 1 de la misma, la tripulación realizó el procedimiento de emergencia correspondiente y el aviso desapareció después de descargar la segunda botella de extinción.

Una vez apagado el fuego, la tripulación solicitó prioridad para volver al campo, describiendo el problema que le había surgido y solicitando la presencia de los bomberos del aeropuerto. La aeronave realizó la aproximación con un solo motor, aterrizó sin novedad a las 08:12:00 h por la pista 33L del aeropuerto de Madrid-Barajas y rodó al aparcamiento por sus propios medios.

Respecto de la operación realizada, se considera que la tripulación mantuvo en todo momento una estricta adherencia a los procedimientos establecidos por el operador. Esto permitió realizar una operación rápida y eficaz, además de limitar los daños sufridos por el motor.

En lo que al fallo del motor se refiere, en el punto 1.16.2 se han descrito los daños encontrados en el mismo, la secuencia probable en el fallo y la consideración del fabricante del motor respecto del problema detectado.

En este punto se debe considerar la incidencia de la relación causa-efecto, entre la rotura de un álabe y que se produzca fuego en vuelo, que añade un factor cualitativo a la consideración de este tipo de incidentes. Teniendo en cuenta la escasa incidencia de este tipo de roturas de álabes, la baja probabilidad de que se produzca fuego como consecuencia de ellas y la eficacia de los procedimientos operacionales aplicables, no se considera necesaria la adopción de medidas adicionales a las ya dispuestas para prevenir y abordar este tipo de incidentes.



### **3. CONCLUSIONES**

#### **3.1. Constataciones**

- La tripulación de la aeronave estaba adecuadamente calificada, experimentada y físicamente bien, y tenía sus licencias en vigor.
- La aeronave había sido mantenida de acuerdo con el Programa de Mantenimiento establecido y disponía de un certificado de aeronavegabilidad y un certificado de matrícula válidos.
- El peso y centrado de la aeronave estaban dentro de los límites establecidos.
- Las ayudas a la navegación funcionaban correctamente, de acuerdo con las comprobaciones realizadas.
- Las comunicaciones tierra-aire funcionaron correctamente en todo momento.
- Durante el ascenso a nivel de crucero, se produjo fuego en el motor n.º 1 de la aeronave.
- Se produjo la rotura por un proceso de fatiga de un álabe del rotor de la primera etapa de la turbina de potencia del motor n.º 1 de la aeronave.
- Se produjeron vibraciones mecánicas y alteración del flujo de gases en el interior del motor, que llevaron a la rotura elementos de sujeción de tuberías y cables.
- Se rompió la tubería de ventilación de los cojinetes n.ºs 6 y 7 del motor, y salió aceite, que ardió en contacto con la superficie exterior de la zona caliente del motor.
- La tripulación gestionó correctamente la emergencia y la aeronave aterrizó con normalidad en el aeropuerto de origen con un solo motor operativo.

#### **3.2. Causas/Factores contribuyentes**

El incidente se produjo como consecuencia de la rotura por un proceso de fatiga de un álabe del rotor de la primera etapa de la turbina de potencia del motor n.º 1 de la aeronave, que inició una secuencia de daños en este que acabó produciendo un fuego real en dicho motor.



#### **4. RECOMENDACIÓN DE SEGURIDAD OPERACIONAL**

No se han emitido recomendaciones de seguridad operacional como consecuencia de la investigación del incidente.

