

CIAIAC

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

Informe técnico IN-017/2013

Incidente ocurrido el 24
de junio de 2013, a la aeronave
ATR-72-212A, matrícula EC-KKQ,
operada por Swiftair en las
proximidades del aeropuerto
de Madrid-Barajas (Madrid, España)



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

Informe técnico

IN-017/2013

**Incidente ocurrido el 24 de junio de 2013,
a la aeronave ATR-72-212A, matrícula EC-KKQ,
operada por Swiftair, en las proximidades del
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: 161-15-003-X

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
<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

Abreviaturas	vii
Sinopsis	ix
1. Información factual	1
1.1. Antecedentes del vuelo	1
1.2. Lesiones personales	2
1.3. Daños a la aeronave	2
1.4. Otros daños	3
1.5. Información sobre el personal	3
1.5.1. Piloto al mando	3
1.5.2. Copiloto	3
1.5.3. Tripulación de cabina de pasajeros	4
1.5.4. Controlador local de salidas 36L	4
1.5.5. Controlador local de arribadas 32L	4
1.6. Información sobre la aeronave	5
1.6.1. Aeronave	5
1.6.2. Motores	6
1.6.3. Aspectos generales de mantenimiento	9
1.7. Información meteorológica	10
1.8. Ayudas para la navegación	10
1.9. Comunicaciones	10
1.10. Información de aeródromo	11
1.11. Registradores de vuelo	12
1.11.1. Registrador de datos de vuelo (DFDR)	12
1.11.2. Registrador de voz de cabina (CVR)	12
1.11.3. Información sobre el vuelo del incidente	12
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto	18
1.13. Información médica y patológica	18
1.14. Incendio	18
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia	19
1.16. Ensayos e investigaciones	19
1.16.1. Inspección exterior en plataforma	19
1.16.2. Inspección en Standard Aero (SAL)	19
1.16.3. Estudio del material dañado	22
1.16.4. Secuencia probable en el fallo de motor	23
1.16.5. Acciones realizadas por el fabricante	23
1.17. Información sobre organización y gestión	24
1.17.1. Información en manuales del operador	24
1.17.2. Acciones correctivas realizadas por la compañía Swiftair	28
1.18. Información adicional	30
1.18.1. Entrevista al comandante de la aeronave	30
1.18.2. Entrevista al copiloto de la aeronave	32

1.18.3. Entrevista al controlador local de arribadas 32L	34
1.18.4. Entrevista al controlador local de salidas 36L	35
1.18.5. Solicitud de información operacional a AESA	36
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces	36
2. Análisis	37
2.1. Gestión de la emergencia	37
2.1.1. Tripulación de vuelo	37
2.1.2. Controladores ATC	43
2.1.3. Aeropuerto	44
2.2. Rotura del álabe. Secuencia probable de daños	44
2.3. Medidas adoptadas	44
2.3.1. Medidas adoptadas por Swiftair	44
2.3.2. Medidas adoptadas por el fabricante	45
3. Conclusiones	47
3.1. Constataciones	47
3.2. Causas/factores contribuyentes	48
4. Recomendaciones de seguridad operacional	49
Apéndices	51
Apéndice 1. Trayectoria de la maniobra realizada por la aeronave EC-KKQ	53

Abreviaturas

00°	Grado(s)
00 °C	Grado(s) centígrado(s)
AAL	Altura sobre el nivel del aeródromo
AC	Corriente alterna
ACP	Habilitación de control de área
ACS	Habilitación de control de vigilancia de área
ADI	Habilitación de aeródromo
ADV	Habilitación control de aeródromo visual
AENA	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AFM	Manual de vuelo del avión
AIP	Publicación de información aeronáutica
APP	Habilitación de control de aproximación por instrumentos
APS	Habilitación de control de vigilancia de aproximación
ATC	Control tránsito aéreo
ATPL(A)	Licencia de piloto de transporte de línea aérea (avión)
ATR	Avión de transporte regional
CAP	Panel de alerta de tripulación
CAS	Velocidad computada
CAVOK	Techo y visibilidad OK
CCAS	Sistema centralizado de alerta a la tripulación
CGA	Centro de gestión aeroportuaria
CL	Palanca de condición
CLB	Potencia de ascenso
CM1/CM2	Tripulante de cabina que ocupa lado derecho/izquierdo
CRM	Gestión de recursos de la tripulación
CVR	Registrador de voces de cabina
DC	Corriente continua
DFDR	Registrador digital de datos de vuelo
DOW	Peso operativo en vacío
EASA	Agencia Europea de Seguridad Aérea
ECTM	Programa de vigilancia de tendencia de parámetros del motor
EGPWS	Sistema mejorado de aviso de proximidad al terreno
EFFRA	Altitud de retracción de flaps con fallo de motor
FCOM	Manual de operaciones para la tripulación de vuelo
FCTM	Manual de entrenamiento de las tripulaciones de vuelo
FFS	Simulador de vuelo
FI	Potencia de ralentí de vuelo
FOD	Daños por ingestión de objetos extraños
ft	Pie(s)
GA	Maniobra de aproximación frustrada
GMC	Control de movimiento en superficie
h	Hora(s)
ILS	Sistema de aterrizaje por instrumentos
IMC	Condiciones meteorológicas instrumentales
IR	Habilitación instrumental
ITT	Temperatura interturbina
JAA	Autoridades de aviación conjunta
kg	Kilogramo(s)
km	Kilómetro(s)
kt	Nudo(s)
L	Izquierda
LEMD	Código OACI para el aeropuerto de Madrid-Barajas
LEVC	Código OACI para el aeropuerto de Valencia
LEVX	Código OACI para el aeropuerto de Vigo

Abreviaturas

LMC	Cambios de último minuto
LPC	Verificación de competencia («Licence Proficiency Check»)
mb	Milibar(es)
MCT	Empuje máximo continuo
MHz	Megahercio(s)
METAR	Reporte meteorológico de aeródromo
min	Minuto(s)
MO	Manual de Operaciones
MSA	Altitud mínima de seguridad
MSN	Número de serie del fabricante
MTOW	Peso máximo al despegue
NM	Milla(s) náutica(s)
NOTECHS	Habilidades no técnicas
OAT	Temperatura exterior
OJTI	Instructor en el puesto de trabajo
OM	Manual de Operaciones
OPC	Verificación de competencia del operador
P/N	Número de parte
PF	Piloto a los mandos
PL	Palanca de potencia
PNF/PM	Piloto no a los mandos/Piloto de vigilancia
PRM	Manual de referencia del piloto
PT	Turbina de potencia
QRH	Manual de reacción rápida
R	Derecha
S/N	Número de serie
SACTA	Sistema de automatización del tráfico aéreo
SCI	Servicio contraincendios
seg	Segundo(s)
SOP	Procedimientos operacionales estándar
TAFOR	Previsión terminal de aeródromo
TCP	Tripulante de cabina de pasajeros
TEM	Gestión de la amenaza y error
TOAM	Técnico de operaciones en el área de maniobras
UTC	Tiempo Universal Coordinado
VMC	Condiciones meteorológicas visuales
VOR	Radio ayuda en frecuencia VHF de alcance omnidireccional
Vref	Velocidad de referencia en aproximación
V1	Velocidad de decisión
W	Oeste
WB	Velocidad de máxima capacidad ascensional

Sinopsis

Propietario y operador:	Swiftair
Aeronaves:	ATR 72-212A, matrícula EC-KKQ
Fecha y hora del incidente:	24 de junio del 2013; 16:22 h ¹
Lugar del incidente:	Proximidades del aeropuerto de Madrid-Barajas
Personas a bordo:	5 tripulantes y 69 pasajeros, ilesos
Tipo de vuelo:	Transporte aéreo comercial – Regular – Interior de pasajeros
Fase de vuelo:	Ascenso a nivel de crucero
Fecha de aprobación:	27 de mayo de 2015

Resumen del incidente

La aeronave despegó a las 16:13 h del aeropuerto de Madrid-Barajas (LEMD) con destino el aeropuerto de Vigo (LEVX) en vuelo regular para la compañía Air Europa AEA-7306 con 74 personas a bordo.

A los pocos minutos del despegue, realizando la maniobra de salida instrumental aprobada y en las proximidades del aeropuerto, se produjo un aviso en cabina con indicación de fuego en el motor n.º 1.

La tripulación realizó el procedimiento correspondiente para la extinción de fuego en el motor y notificó a la dependencia de control de tránsito aéreo (ATC) la existencia de un problema de fallo de motor. Fue autorizada a realizar aproximación a la pista 32L.

En un posterior contacto con ATC la tripulación declaró emergencia e indicó su intención de aterrizar en la pista 36L que, en la configuración de operación del aeropuerto, se estaba utilizando únicamente para despegues.

La aeronave realizó una toma a las 16:22 h. La toma y el rodaje se ejecutaron con normalidad. El pasaje abandonó el avión de forma ordenada sin realizar evacuación de emergencia.

¹ Todas las horas en el presente informe están expresadas en hora UTC. Para obtener las horas locales es necesario añadir dos horas a la hora UTC.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El lunes 24 de junio la aeronave EC-KKQ, ATR 72-500 operada por la compañía Swiftair, despegó a las 16:13 h del aeropuerto de Madrid-Barajas (LEMD) con destino el aeropuerto de Vigo (LEVX) en vuelo regular para la compañía Air Europa AEA 7306.

La tripulación estaba formada por dos pilotos y dos tripulantes de cabina de pasajeros. El número de pasajeros era de 69 personas a bordo.

En la cabina de vuelo viajaba también un piloto de la compañía, registrado en la hoja de carga y centrado como tripulante adicional².

A los pocos minutos del despegue, realizando la maniobra de salida instrumental aprobada ZMR 2AR, y en las proximidades del aeropuerto, se produjo un aviso en cabina con indicación de fuego en el motor n.º 1.

La tripulación realizó el procedimiento correspondiente para la extinción de fuego en el motor y notificó a la dependencia de control de tráfico aéreo (ATC) la existencia de un problema de fallo de motor, indicando que regresaba al aeropuerto en condiciones visuales y que mantenía 3.500 ft. Fue autorizada a realizar aproximación a la pista 32L.



Figura 1. Aeronave ATR 72-200, EC-KKQ

² Tripulante adicional es un piloto o tripulante de cabina que desea desplazarse al destino y es admitido por el comandante para ese vuelo sin formar parte de la tripulación mínima. El comandante de aeronave puede asignarle labores de apoyo a la operación.

En un posterior contacto con ATC la tripulación declaró emergencia tras comprobar que el aviso de fuego continuaba a pesar de haber completado el procedimiento. Esta alerta permaneció activa durante 2 minutos y 26 segundos, tras los cuales se extinguió.

Una vez establecidos en el tramo final de aproximación a la pista 36L la tripulación indicó su intención de aterrizar en esa pista que, en la configuración de operación del aeropuerto, se estaba utilizando únicamente para despegues.

Ante la duda sobre la viabilidad de la toma en dicha pista el comandante inició la maniobra de frustrada siendo inmediatamente autorizado a aterrizar en la pista 36L por el controlador local de arribadas de la pista 32L, con el que estaba en contacto radio.

La aeronave realizó la toma a las 16:22 h. La toma y el rodaje se ejecutaron con normalidad. El pasaje abandono el avión de forma ordenada sin realizar evacuación de emergencia.

La maniobra tuvo cierta trascendencia mediática por lo inusual de la misma ya que, al no estar diseñada la pista 36L para maniobras de aterrizaje, la senda de vuelo realizada sobrevoló núcleos de población e instalaciones no habituales en la operación normal del aeropuerto.

Tras la llegada del avión al punto de estacionamiento n.º 15 el personal de mantenimiento de la compañía realizó una inspección visual del motor. En dicha inspección detectaron daños en la última etapa de turbina con álabes rotores dañados, evidencias de sobrecalentamiento en cableados y tuberías, además de manchas de aceite. No se observaron daños a la entrada del compresor por lo que inicialmente se descartaron daños por ingestión de objetos extraños (FOD).

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Muertos				
Lesionados graves				
Lesionados leves				No se aplica
Ilesos	5	69	74	No se aplica
TOTAL	5	69	74	

1.3. Daños a 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

La tripulación había realizado dos rutas previas, desde el aeropuerto de Madrid-Barajas (LEMD) a Valencia (LEVC) y vuelta, sin ningún comportamiento anormal de los motores o de la aeronave EC-KKQ.

1.5.1. *Piloto al mando*

El comandante de la aeronave, de 44 años de edad, tenía licencia JAA ATPL emitida por AESA, habilitaciones IR y ATR 42/72 válidas hasta el 20.05.2014 y certificado médico clase 1 en vigor.

Había iniciado su actividad a las 11:45 h, habiendo cumplido el preceptivo descanso.

Tenía una experiencia de 8.330 h de vuelo, de las cuales 3.600 eran como piloto al mando en este tipo de aeronave.

Trabajaba para Swiftair desde el año 2007. En el momento del incidente era el Jefe de Instrucción de la flota ATR en su compañía.

Había realizado su último examen en línea («line check») el 04-08-2012 y su entrenamiento más reciente en simulador para revalidación de licencia («Licence Proficiency Check», LPC) el 10-05-2013. Su curso de refresco CRM lo había realizado el 16.12.2012.

1.5.2. *Copiloto*

El copiloto, de 33 años de edad, tenía licencia EASA ATPL emitida por AESA, habilitaciones IR y ATR 42/72 válidas hasta el 30-05-2014 y certificado médico clase 1 en vigor.

Al igual que el comandante había iniciado su actividad a las 11:45 h, habiendo cumplido el preceptivo descanso.

Su experiencia en vuelo era de 3.140 h, de las que 655 habían sido realizadas en este tipo de aeronave.

Se había incorporado a Swiftair procedente de la compañía Islas Airways en la que había volado ATR42. Había realizado 57 h como copiloto en Swiftair.

Realizó la fase teórica del curso de conversión con habilitación en Swiftair el 19-01-2013, que incluía una sesión de entrenamiento CRM realizada el 20-01-2013. La fase de vuelo del curso la comenzó el 29-05-2013, realizando un total de 22 sectores y 34 h de vuelo con informes de instrucción positivos.

Había realizado su examen en línea («line check») el 14-06-2013 y su último entrenamiento en simulador para revalidación de licencia (LPC) el 21-05-2013.

1.5.3. *Tripulación de cabina de pasajeros*

Las dos tripulantes de cabina de pasajeros, ambas de 37 años de edad, disponían de los certificados de tripulantes de cabina de pasajeros, emitidos por AESA, habilitaciones y certificados médicos exigidos, válidos y en vigor a la fecha del incidente.

1.5.4. *Controlador local de salidas 36L*

El controlador que autorizó el despegue de la aeronave del incidente como local de salidas 36L, de 58 años de edad, tenía licencia comunitaria de controlador de tránsito aéreo expedida por AESA y certificado médico clase 3, ambos válidos y en vigor. Tenía, entre otras habilitaciones (APP, APS, ACP y ACS) y, específicamente la habilitación de aeródromo (ADI), expedidas en septiembre de 1992 con sus anotaciones de habilitación correspondientes, así como la de instructor en el puesto de trabajo (OJTI). Disponía de la anotación de unidad de LEMD con validez hasta 09-11-2013, donde había sido controlador desde enero de 2008.

A lo largo del año 2013 hasta la fecha del incidente había realizado el curso de formación de refresco 1A (sobre salidas de pista, incidencias con planes de vuelo y análisis de incidentes), y el curso de refresco 1B (sobre características y operación de aeronaves y Plan de actuación de emergencias).

1.5.5. *Controlador local de arribadas 32L*

El controlador de servicio como local de arribadas para la pista 32L, de 36 años de edad, también tenía licencia comunitaria de controlador de tránsito aéreo expedida por AESA y certificado médico clase 3 en vigor. En su licencia tenía las habilitaciones ADI, APS, ACS y ADV expedidas en junio de 2004, con sus anotaciones de habilitación y anotaciones de unidad en LEMD válidas hasta el 12-12-2013. Había obtenido su habilitación en Madrid-Barajas en mayo de 2011.

Durante el año 2013 hasta la fecha del incidente había realizado el curso de formación de refresco 1A (sobre salidas de pista, incidencias con planes de vuelo y análisis de incidentes), curso de refresco 1B (sobre características y operación de aeronaves y Plan de actuación de emergencias), así como el curso de emergencias y situaciones especiales.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Aeronave

La aeronave era del modelo ATR-72-500 (212A) con matrícula EC-KKQ y número de serie (MSN) 763, construida en el año 2007. Estaba equipada con dos motores Pratt & Whitney PW127F, y tenía un peso máximo al despegue (MTOW) de 22.800 kg y un peso operativo en vacío (DOW) de 14.062 kg.

El ATR 72 (Avión de Transporte Regional) es un avión comercial propulsado por dos motores turbohélice diseñado para viajes regionales y trayectos de corta duración. Este modelo de aeronave está construido en Francia por la empresa ATR y fue desarrollado a partir del ATR 42. El ATR 72 tiene una capacidad máxima de 74 asientos y es tripulado por dos personas. En particular el EC-KKQ estaba configurado con 68 asientos de pasaje.

La aeronave contaba con certificado de matrícula, licencia de estación de aeronave, certificado de homologación de ruido y certificado del seguro, todos ellos válidos y en vigor. También disponía de un certificado de aeronavegabilidad válido y en vigor.

Tenía un total de 5.819:30 h de vuelo correspondientes a 7.769 ciclos.

Las últimas revisiones recibidas habían sido del tipo 2YE a las 3.934:22 h el 12 de agosto de 2011 y del tipo 1A y 2A a las 5: 796:10 h el 21 de junio de 2013, tres días antes del incidente.

La carga y centrado de la aeronave en el vuelo del incidente estaba dentro de los límites establecidos por el fabricante.

1.6.1.1. Sistema mejorado de aviso de proximidad al terreno (EGPWS)

La aeronave ATR72-500 EC-KKQ llevaba instalado un equipo EGPWS MK VIII fabricado por Honeywell con número de parte (P/N) 965-1206-011 y número de serie (S/N) 5997.

Este sistema facilita alertas visuales y auditivas cuando detecta trayectorias potencialmente peligrosas que puedan resultar en impacto con el terreno.

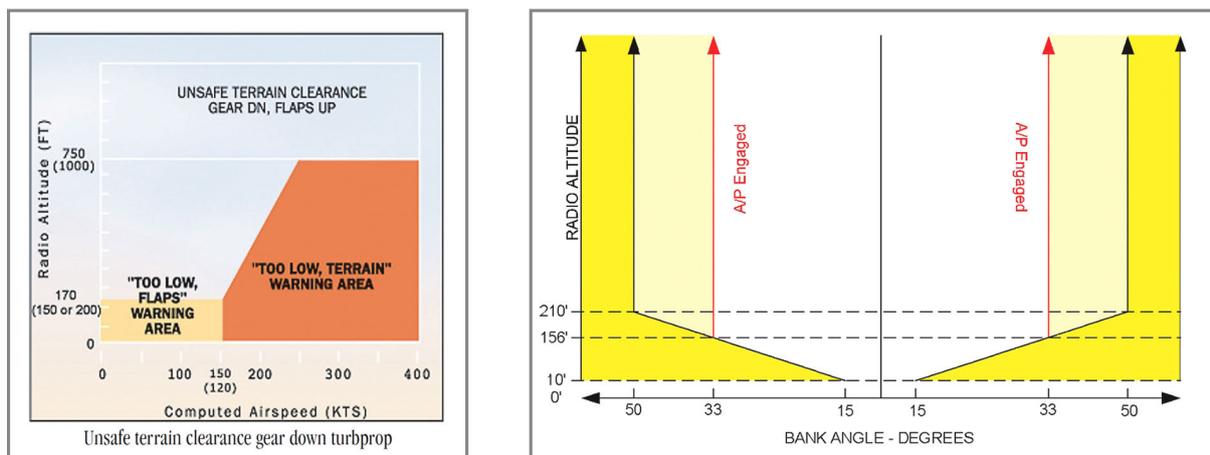


Figura 2. Diagramas de activación de los modos 4B y 6

En el incidente se activaron dos de los seis modos básicos con los que el sistema gestiona sus alertas.

El modo 4B se activa durante la fase de aproximación llamando la atención sobre una configuración inadecuada de flaps mediante la alerta «TOO LOW FLAPS», en función de los parámetros de velocidad y altura sobre el terreno.

El modo 6 alerta mediante el aviso «BANK ANGLE» de un ángulo de alabeo excesivo sobre ciertos márgenes establecidos en función de la altura sobre el terreno.

1.6.2. Motores

La aeronave estaba equipada con dos motores turbohélice PW127F fabricados por Pratt & Whitney en Canadá.

El motor está compuesto por dos escalones de compresión centrífuga, dos escalones de turbina de alta y baja presión conectados a sus respectivos compresores, así como de una turbina libre de doble etapa conectada a una caja reductora que acciona una hélice propulsora de seis palas. La hélice es tipo Hamilton Standard 568F con control de regulación electrónica.

Los ajustes de potencia se caracterizan por realizarse con una posición fija tanto de la palanca de potencia como la de condición. La potencia adaptada a cada fase de vuelo es seleccionada por el piloto a través de un selector de gestión de potencia, con la excepción de las fases de vuelo de aproximación y de descenso para las cuales la potencia se ajusta directamente a través de movimiento de la palanca de potencia.

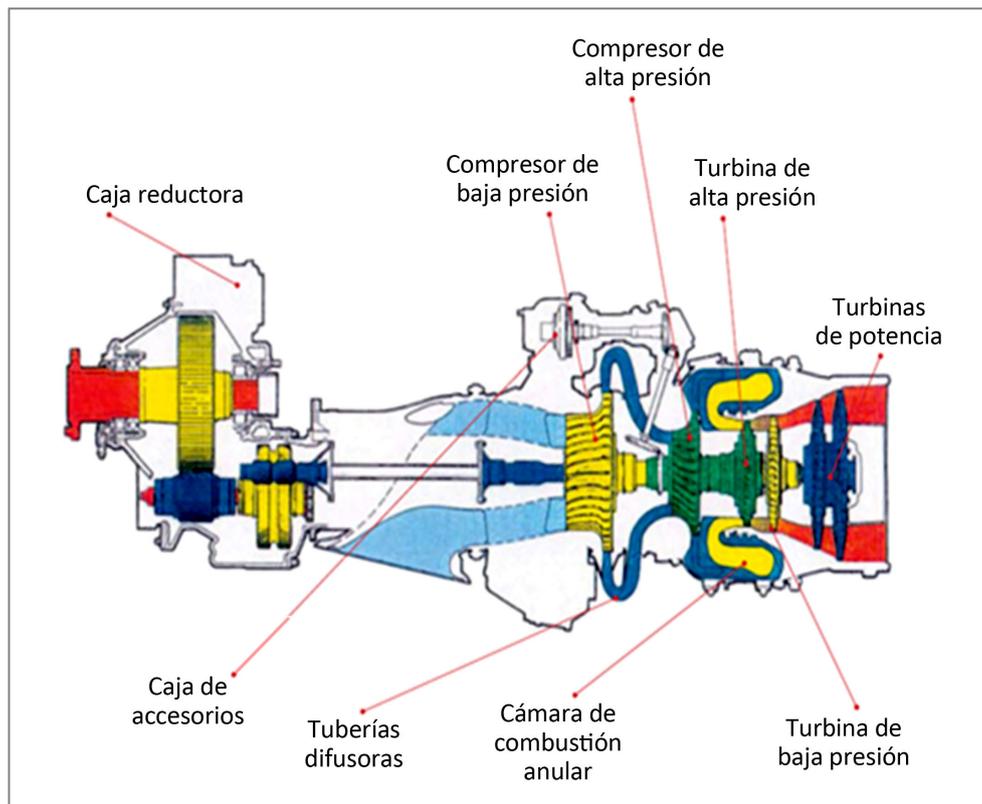


Figura 3. Esquema del motor PW127F de Pratt and Whitney

El motor afectado, que estaba instalado en la posición número uno (izquierda de la aeronave), tenía número de serie EB0329. Este motor había sido instalado a la entrega del avión por el fabricante el 18 de octubre de 2007, no habiendo recibido ninguna inspección general desde entonces. Tenía 5.819:30 h correspondientes a 7.769 ciclos.

El motor instalado en la posición número dos (derecha de la aeronave) tenía número de serie EB0328. Al igual que el anterior había sido instalado a la entrega de la aeronave y no había recibido ninguna inspección general desde entonces. Del mismo modo también tenía 5.819:30 h correspondientes a 7.769 ciclos.

Tanto la aeronave como los motores comenzaron su operación en Swiftair el 24 de octubre de 2007.

Los motores estaban sometidos a un programa de vigilancia de tendencia de parámetros del motor ECTM. La información recogida reflejaba un valor de NH (revoluciones del compresor de alta) un 0,5% inferior al de referencia (línea de base), aunque este valor se había mantenido estable durante los últimos dos meses y era similar en los dos motores, lo que identificaba este desvío con un posible cambio estacional o de perfil de operación de vuelo. Los valores de temperatura inter-turbina y flujo de combustible aparecían estables manteniéndose en la línea base de referencia. Este análisis no reflejaba ningún indicio que pudiese prever una avería grave en alguno de los motores.

Asimismo la tubería de ventilación del aceite de lubricación de los cojinetes n.º 6 y 7, cuya rotura se identifica con el origen del fuego en el motor, había recibido una inspección boroscópica el 8 de abril de 2013 sin haber sido encontrado ningún daño. En el momento del incidente le quedaban 1.102 h remanentes para su próxima inspección boroscópica.

1.6.2.1. Sistema de detección y extinción de fuego de motor

Cada motor está equipado con un sistema detector de fuego compuesto por dos cables de detección (loops) montados en paralelo y una unidad de control de detección de fuego.

El principio de detección se basa en la variación de la resistencia y capacitancia de los cables de detección con la temperatura. Cuando se produce esta variación en uno de los cables, la unidad de control lo identifica como en fallo. En ese caso la señal roja ENG FIRE se ilumina en el Panel de Alerta de Tripulación (CAP) cuando la señal de fuego es detectada en ambos cables de detección, o en solamente uno de ellos si el otro ha sido seleccionado en la posición de OFF.

La luz de aviso de ENG FIRE está integrada en el maneral. Dicha luz se ilumina en rojo y se activa el Sistema Centralizado de Alerta a la Tripulación (CCAS) mientras que el aviso de fuego del motor se mantenga (independientemente de la posición del maneral). La luz roja se apaga cuando la temperatura detectada por los cables (loops) baja del umbral de alerta.

Cuando se tira del maneral anti fuego se produce una señal eléctrica para, en el motor afectado:

- Abanderar la hélice.
- Cerrar la válvula de acceso de baja presión de combustible al motor.
- Cerrar la válvula de sangrado y la de alta presión del sistema de aire.
- Cerrar la válvula de deshielo y la de aislamiento del sistema de deshielo.
- Desactivar los generadores de AC y de DC en el sistema eléctrico.
- Iluminar las luces de los detonadores de las botellas extintoras en el sistema de alerta.

El sistema de extinción se basa en la existencia de dos botellas cargadas con agentes extintores (freón o halón), localizadas en cada lado del fuselaje, que pueden ser utilizadas indistintamente para cualquiera de los motores. En los mecanismos de descarga de cada botella se encuentran dos pequeños detonadores (squibs) que se activan mediante el pulsado del correspondiente interruptor AGENT situado en el panel ENG FIRE.

En la palanca de condición del motor afectado se ilumina un aviso rojo FUEL SO que se extingue cuando dicha palanca es situada en la posición de corte de combustible («fuel shut off») o si cesa la condición de fuego.

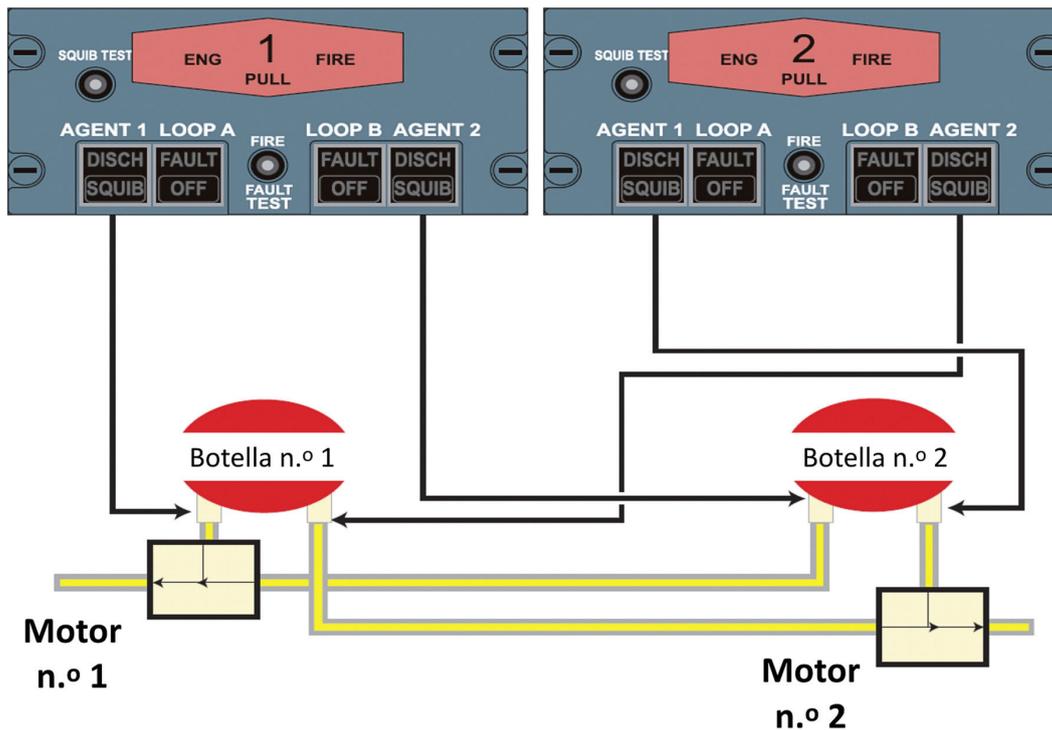


Figura 4. Panel de detección y extinción de fuego de motor

1.6.3. Aspectos generales de mantenimiento

El operador disponía de un certificado de aprobación de la Organización de Mantenimiento, emitido por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), con referencia ES.145.063. Este certificado se emitió originalmente con fecha 29 de diciembre de 2004 y fue revisado el 9 de abril de 2013.

El mantenimiento de la aeronave se realizaba de acuerdo con el programa de mantenimiento aprobado de la compañía Swiftair, con referencia ATR72-PM-00, Rev. 13 de 19/07/2012, aprobado por AESA con fecha 7 de septiembre de 2012.

El programa de mantenimiento se basa en los requisitos establecidos por los fabricantes de la célula, los motores y las hélices en sus respectivos manuales, y en las recomendaciones de estos y de los fabricantes de los componentes, así como en la experiencia en servicio del operador.

De acuerdo a la documentación por parte del fabricante (en este caso ATR), Swiftair establece dos tipos de categoría, dependiendo de los intervalos de las tareas:

- Mantenimiento línea: aquellas cuyo intervalo sea menor de 2YE (intervalo calendario correspondiente a dos años), 2.000 h de vuelo y 2.000 aterrizajes; teniendo en cuenta la utilización de la flota.

- Mantenimiento base: aquellas tareas cuyo intervalo sea mayor de los especificados anteriormente.

Los motores se mantienen de acuerdo a lo establecido el programa de mantenimiento, según el Engine Maintenance Manual Ref: 3037332 de Pratt & Whitney Canadá, capítulo 05 sección 20.

En el caso particular de Swiftair el fabricante ATR desarrolló un suplemento especial del programa de mantenimiento («ATR72 Swiftair – Customized Mission») para todas aquellas tareas relacionadas con intervalos por ciclos, donde los umbrales se reducían en un 25% debido al tipo de operación y niveles de vuelo en las cuales opera su flota. Esta información se detalla en la sección 1.4 del Programa de Mantenimiento que habla de utilización de la aeronave.

1.7. Información meteorológica

La información meteorológica disponible para la tripulación indicaba lo siguiente:

LEMD 24 1500Z 01007kt 330v070 CAVOK 31/M05 Q1021 NOSIG

El METAR expresa la situación meteorológica a las 15:00 h UTC con vientos de 7 kt de 010° variables en dirección entre 330° y 070°, visibilidad más de 10.000 m y nubes por encima de 5.000 ft o la MSA (CAVOK), 31 °C de temperatura con –5 °C de punto de rocío y una presión de 1.021 mb sin cambios significativos.

TAF LEMD 241100z 2412/2518 01012kt CAVOK TX32/2515Z TN13/2505Z PROB30
TEMPO 2412/2518 02012G22KT

La previsión del TAFOR solo presentaba como fenómeno significativo una probabilidad de incremento temporal del viento racheado hasta 22 kt de la misma dirección 020°.

1.8. Ayudas para la navegación

La maniobra realizada por la tripulación se basó en referencias visuales. En cualquier caso tenía a su disposición, como referencia, las ayudas en que se basa la aproximación ILS a la pista 32L, que estaban operativas el día que ocurrió el incidente.

1.9. Comunicaciones

La aeronave estableció contacto radio con las siguientes estaciones:

1	Barajas autorizaciones	130.350 MHz
2	Servicio de dirección de plataforma (Apron S-North)	121.850 MHz
3	Rodadura (GMC Central-North)	121.975 MHz
4	Rodadura (GMC Central-North)	123.150 MHz
5	Torre de control (Arr 18R/Dep 36L)	118.075 MHz
6	Madrid APP (Dep W)	131.175 MHz
7	Madrid APP	128.700 MHz
8	Torre de control (Arr 18R/Dep 36L)	118.150 MHz
9	Rodadura (GMC Central-North)	123.150 MHz
10	Rodadura (GMC Central-North)	121.975 MHz
11	Servicio de dirección de plataforma (Apron S-North)	121.850 MHz

Asimismo también contactaron con la frecuencia de operaciones de la compañía Air Europa para gestionar la atención al pasaje a su llegada a aparcamiento.

1.10. Información de aeródromo

El aeropuerto internacional de Madrid-Barajas pertenece a la red de aeropuertos nacionales gestionado por la empresa AENA. Está situado a 12 km al noreste de la ciudad de Madrid, y tiene una elevación de 1.998 ft (609 m).

Para su operación está dotado de cuatro pistas paralelas dos a dos y cinco edificios terminales de pasajeros, así como de plataformas y calles de rodaje que facilitan los movimientos terrestres de aeronaves y equipamientos de servicio.

El AIP España refleja que la pista en uso será seleccionada por el ATC. En particular, para componente norte de viento señala que, en condiciones normales de operación, siempre que el componente en cola del viento no supere los 10 kt (la superficie de la pista está seca o mojada con acción de frenada buena), durante el día (0700-2300 LT) las pistas 36L/36R se utilizarán para despegues y las pistas 32L/32R para aterrizajes.

Esta configuración es la que estaba activa en el momento del incidente.

Las pistas 32L/R y 18 L/R no están afectadas por obstáculos de aeródromo y están provistas de luces y radioayudas que facilitan la aproximación.

Las pistas 36L/R y 14L/R están afectadas por obstáculos y no están dotadas de iluminación ni de ayudas, por lo que no está previsto que se realicen maniobras de aproximación a dichas cabeceras.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave disponía de un registrador digital de datos de vuelo (DFDR) y de un registrador de voces de cabina (CVR), situados en la parte posterior del fuselaje. El 25 de junio de 2013 se recuperaron los dos registradores de vuelo en buen estado. Fueron trasladados al laboratorio de registradores de vuelo de la CIAIAC donde se realizó la descarga de los datos almacenados el día 26 de junio.

1.11.1. Registrador de datos de vuelo (DFDR)

El registrador de datos de vuelo instalado en la aeronave era un modelo FA2100 fabricado por L3 Communications en marzo de 1999. Tenía como número de parte (P/N) 2100-4043-00 y como número de serie (S/N) 01168.

Era un registrador de estado sólido capaz de almacenar información acerca de 262 parámetros y 117 h de vuelo. Una vez descargados los datos se procesaron para su transformación en unidades de ingeniería.

1.11.2. Registrador de voz de cabina (CVR)

El registrador de voz de cabina también era de la marca L3 Communications modelo F2100. Su número de parte (P/N) era 2100-1020-02 y su número de serie (S/N) 000274771. Era un registrador de estado sólido con capacidad de grabación en 4 pistas de alta calidad durante 30 min y, adicionalmente, en 2 pistas a calidad estándar durante 2 h y 4 min.

Se descargó la información contenida realizando la transcripción correspondiente al vuelo del incidente con una duración de 33 min y 27 seg.

1.11.3. Información sobre el vuelo del incidente

La reconstrucción del vuelo se realizó a partir de las comunicaciones y trazas radar de las dependencias de control implicadas en el incidente, así como con los datos obtenidos del registrador de datos de vuelo (DFDR) y comunicaciones en cabina de vuelo grabadas en el registrador de voz de cabina (CVR).

En el apéndice 1 se presenta la trayectoria de la aeronave en función de los parámetros contenidos en el DFDR que ilustra la posición de la misma en los hitos más relevantes de la descripción del incidente.

1.11.3.1. Rodaje de salida y maniobra de despegue

La aeronave inició su rodaje desde la posición de aparcamiento número 11 a las 16:02:29 hacia la cabecera de la pista en servicio 36L. Había sido autorizada para realizar la maniobra de salida instrumental ZMR1AL. La hora prevista de fuera calzos según el plan de vuelo operativo eran las 15:50.

En cabina de vuelo se encontraba, además de la tripulación, un tercer piloto de la compañía Swiftair que había solicitado realizar el vuelo como tripulante extra.

En el plan de vuelo operacional la tripulación había anotado el mínimo valor de par (torque) a alcanzar por el motor en el despegue con una temperatura exterior de 32 °C, correspondiente a 85,4%. Asimismo también anotaron la temperatura inter-turbina ITT máxima que podían alcanzar los motores, es decir 765°C. Ambos datos los obtuvieron de las tablas de características («performance») de la aeronave.

Durante el rodaje, además de realizarse los procedimientos correspondientes, la conversación se dirigió hacia aspectos de logística de personal de la compañía y a la política de instrucción respecto a los entrenamientos en simulador.

A las 16:12:19 h, en contacto con la Torre de control de Barajas, el AEA 7306 fue autorizado a despegar por la pista 36L momento en que la tripulación realizó el procedimiento de antes de despegue (BEFORE TAKE OFF).

A las 16:12:56 h finalizaron la lista normal del procedimiento de BEFORE TAKE OFF. Ocho segundos antes el comandante, que actuaba como piloto a los mandos (PF), había empezado a mover las palancas de potencia. El peso a despegue era de 22.104 kg.

Al poco tiempo de solicitar potencia a los motores, cuando la velocidad computada era de 37 kt, la temperatura ITT del motor izquierdo alcanzó un valor de 775 °C, que excedía del valor máximo teórico calculado. Este parámetro se mantuvo fuera de límites durante toda la carrera de despegue alcanzando un valor máximo de 790 °C con una CAS de 113 kt, prácticamente coincidente con el valor de la velocidad de decisión (V1), que era de 112 kt. Ninguno de los tres tripulantes hizo ninguna mención al respecto. El resto de los parámetros de motor se mantuvieron dentro de los límites de funcionamiento.

La aeronave inició el despegue a las 16:13:25 h. En el aire la temperatura ITT del motor izquierdo continuó siendo alta, alcanzando su valor máximo de 793 °C unos segundos después del despegue coincidiendo cuando el comandante solicitó la conexión del piloto automático. Este parámetro se mantuvo elevado hasta las 16:14:15 en que, a través de 3.182 ft, los pilotos realizaron la primera reducción de empuje a potencia de ascenso CLB.

1.11.3.2. Alerta de fuego en el motor n.º 1

En la **posición n.º 1** de la imagen del apéndice 1, a las 16:14:45 h, una vez hecha la transferencia a frecuencia de despegues, se activó la alarma de fuego en el motor número 1 (izquierdo). En ese momento se encontraban a 3.259 ft, una velocidad de 156 kt y rumbo 357, en una posición muy próxima a la vertical de la estación VOR de SSY. Tres segundos antes habían retraído los flaps a la posición 0°. Los parámetros de motor no indicaban ninguna anomalía manteniéndose dentro de límites.

En ese momento se realizó una determinación del fallo de motor y se retrasaron ambas palancas de potencia momentáneamente dejando finalmente la izquierda en posición de ralentí («idle») y adelantando la derecha a la posición inicial (muesca de alta potencia normal NOTCH). Entonces el comandante pidió al copiloto que conectase el piloto automático que se había desconectado tres segundos antes, coincidiendo con la acción sobre la palanca de potencia, inducido por un alabeo a la izquierda de hasta 31° por efecto de la guiñada producida al generarse una diferencial de potencia entre ambos motores.

El comandante pidió confirmación de que habían pasado la altitud de aceleración EFFRA, que era de 1.000 ft sobre la elevación del aeropuerto, y solicitó al copiloto que comunicase con ATC, interrumpiéndole inmediatamente para indicarle que previamente pusiese la palanca de condición desde la posición AUTO a la de FTR («feather»). Después de esta acción el copiloto realizó su primera comunicación con ATC acerca del incidente. La aeronave perdió velocidad desde 163 a 141 kt.

Simultánea a esa comunicación el comandante niveló planos y, en rumbo 298°, actuó el maneral anti incendio siendo confirmada su acción por el copiloto al mismo tiempo que transmitía por radio. Desde ese momento la hélice se abanderó completamente (lo había empezado a hacer al retrasar la palanca de condición). Asimismo la aeronave perdió 200 ft de altura estabilizándose a 3.100 ft. Esta acción se produjo a las 16:15:09 h estando en la **posición n.º 2** de la trayectoria expresada en el apéndice 1. Nueve segundos más tarde se encendió el aviso maestro («Master warning») que se relaciona con los anuncios en el panel de aviso (CAP) relativos a la parada del motor. La palanca de potencia se adelantó a la posición de potencia de GA («Go around», requerida para la maniobra de frustrada) desde la posición de 75° a 83°. Asimismo la palanca de condición derecha se adelantó a la posición 100% OVRD con lo que la velocidad de la hélice del motor 2 pasó a ser del 100%.

Doce segundos después de accionar el maneral el comandante solicitó al copiloto la descarga del primer agente extintor y fue instruido por ATC para virar a rumbo sur y mantener 4.000 o 5.000 ft.

A las 16:15:21 h el copiloto realizó la descarga del agente extintor y tomó tiempos, labor en que fue ayudado por el tripulante adicional. Al mismo tiempo este tripulante se ofreció a colaborar con las comunicaciones, lo que no fue aceptado por el comandante.

Para continuar el viraje hacia rumbo sur el comandante desconectó el piloto automático volando en modo manual durante 25 segundos, tras los que lo volvió a conectar. En este intervalo el ángulo de alabeo alcanzó 32° a la izquierda y la altitud se mantuvo en 3.100 ft.

A las 16:15:58 horas se establecieron en rumbo sur y comenzaron un ascenso hasta una altitud de 3.500 ft. Al mismo tiempo el comandante desconectó el sangrado del motor n.º 2 y solicitó al copiloto que preparase el procedimiento de fuego de motor en vuelo (IN FLIGHT ENGINE FIRE).

Dos segundos más tarde entre el comandante y el tripulante adicional identificaron que habían pasado 30 segundos desde que descargaron el primer agente extintor y solicitó la descarga del segundo.

Establecidos a 3.500 ft en rumbo sur en posición de viento en cola mantenían 160 kt de velocidad computada. 12 segundos después de la descarga del segundo agente extintor el comandante hizo una comunicación a los pasajeros durante 9 segundos para explicar la situación y que todo estaba bajo control.

A las 16:16:42 h verificaron que el aviso seguía encendido a pesar de la segunda descarga y el comandante solicitó los pasos de acción inmediata del procedimiento de fuego de motor en el despegue (ENGINE FIRE AT TAKE OFF). En ese momento fueron transferidos a Madrid APP en la frecuencia 128.70 MHz al que comunicaron una llamada de emergencia (MAYDAY) con fuego en un motor.

A las 16:17:11 h el aviso de fuego en el motor n.º 1 se apagó. El incendio duró 2 min y 26 seg. La tripulación solicitó vectores para volver al campo indicando que no tenían dificultades para virar. Se encontraban en la **posición n.º 3** de la trayectoria representada en el apéndice 1.

1.11.3.3. Circuito de tráfico y aproximación

A las 16:17:51 h el copiloto inició la lectura del procedimiento de fuego de motor en vuelo o daño severo del motor (IN FLIGHT ENG FIRE OR SEVERE MECHANICAL DAMAGE) cuando se dio cuenta que la palanca de condición se encontraba en la posición de FTR (feather) en lugar de la de corte de combustible («Fuel Shut off») que requiere el procedimiento.

En ese momento el motor izquierdo estaba ya parado debido a la activación del maneral anti incendio. El último punto de la lista les dirigió al procedimiento anormal de operación con un solo motor (SINGLE ENG OPERATION) pero no llegaron a realizar el mismo sino que continuaron, como establecido, con la lista normal de después del despegue (AFTER TAKE OFF).

IN FLIGHT ENG FIRE OR SEVERE MECHANICAL DAMAGE	
PL affected side	FI
CL affected side	FTR THEN FUEL SO
FIRE HANDLE affected side.....	PULL
■ If condition persist after 10 seconds	
FIRST AGENT affected side.....	DISCH
■ If condition persist after 30 seconds	
SECOND AGENT affected side	DISCH
LAND ASAP	
SINGLE ENG OPERATION procedure (2.04).....	APPLY

Figura 5. Procedimiento de emergencia de fuego de motor en vuelo o daño severo mecánico según QRH

A las 16:18:26 h fueron interrumpidos en su lectura por una llamada de ATC en la que le facilitó un rumbo de 140° y les autorizó a virar a discreción ya que «no hay nadie en la izquierda». En ese momento la aeronave comenzó un viraje continuo a la izquierda hasta un rumbo magnético de 005°. Se encontraban en la posición n.º 4 de la trayectoria representada en el apéndice 1.

A las 16:18:56 h, una vez iniciada la maniobra, el comandante llamó a la oficina de operaciones de Air Europa en Barajas para comentarle la incidencia y confirmar que iban a aterrizar en la pista 32L. La conversación duró 29 segundos. Simultáneamente ATC preguntó a la tripulación por su necesidad de asistencias en tierra. El copiloto permitió que el comandante acabara su conversación y le preguntó al respecto indicando que no necesitaban nada pues el fuego se había extinguido. Al concluir dicha conversación con operaciones el comandante desconectó el piloto automático para concluir la maniobra en vuelo manual.

A las 16:19:37 h, por indicación del comandante, el copiloto comunicó a ATC sus intenciones de realizar una maniobra visual a la que fueron autorizados. Al mismo tiempo fueron transferidos con el controlador local de arribadas de la 32L en la frecuencia 118.15 MHz. En ese momento comenzaron a descender y configuraron la aeronave con flaps 15°. Se encontraban con rumbo 024°, a través de 3.300 ft virando a la izquierda con 25° de alabeo en la posición n.º 5 de la trayectoria representada en el apéndice 1.

A las 16:19:54 h establecieron comunicación con la torre de Barajas indicando el copiloto que se encontraban en final de la pista 32L a lo que fueron respondidos con la autorización para aterrizar en dicha pista con una situación de viento calma. Se encuentran establecidos en rumbo 005°, a través de 3.200 ft nivelando planos.

A las 16:20:11 h seleccionaron la extensión del tren y siete segundos más tarde flap 30°, comentando entonces el copiloto el ajuste de velocidades para la aproximación final.

A las 16:20:28 h el comandante comentó sorprendido que había un tráfico en la pista y le dijo al copiloto que lo comunicara. Tras 12 segundos de confusión fue el tripulante adicional el que se dio cuenta que la pista hacia la que se dirigían era la 36L. Tras esta aclaración, 23 segundos después de su apreciación, el comandante le pidió al copiloto que solicitase permiso para realizar la aproximación a la pista 36L. En este momento se encontraban plenamente configurados, alineados a la pista 36L con rumbo 020°, a través de 650 ft de radio altura y 110 kt en la posición n.º 6 de la trayectoria representada en el apéndice 1.

Tras esta solicitud el controlador les preguntó si tenían el tráfico alineado en la pista 36L a la vista, decidiendo entonces el comandante iniciar una maniobra de aproximación frustrada virando a la izquierda a rumbo 328° desde una radio altura de 390 ft y solicitando la retracción del flap a 15° estando en la posición n.º 7 de la trayectoria representada en el apéndice 1.

Diez segundos más tarde de su primera comunicación el controlador local autorizó a la tripulación a realizar una toma larga³ en la pista 36L, lo que fue aceptado por el comandante, que solicitó reconfigurar de nuevo para el aterrizaje (flap 30°) reiniciando la maniobra de aproximación desde una radio altura de 425 ft poniendo un rumbo hacia la pista de 028°. A 234 ft de radio altura el flap alcanzó su extensión de 15° por lo que, en ese momento, se activó la alarma del EGPWS que indicaba que no estaba en la configuración adecuada de flaps para el aterrizaje (TOO LOW FLAPS). Este aviso se silenció en cuanto se realizó la selección de flap a 30° para la maniobra de aterrizaje.

A 218 pies de radio altura el copiloto sugirió al comandante y realizó la lista de antes de aterrizaje (BEFORE LANDING), mientras estaban maniobrando para converger hacia la pista. A 142 pies la aeronave comenzó virar a izquierda para corregir el ángulo de 28° convergente con la pista con el fin de alinearse para la toma. A 109 ft de radio altura el copiloto avisó a cabina de pasajeros que se preparasen para el aterrizaje.

La aeronave sobrevoló la plataforma de espera de la pista 36L dejando a la derecha una aeronave A319 de la compañía Iberia, una aeronave B738 de Air Europa y una aeronave B738 de Ryanair que se encontraban en dicha posición.

A 48 ft de radio altura, virando a la izquierda con 17° de alabeo, se activó el EGPWS indicando un alabeo excesivo para esa altura (BANK ANGLE). Este aviso se volvió a repetir a 28 ft con un ángulo de 12° a la izquierda.

La aeronave extendió su planeo sobre la pista y, nueve segundos más tarde, a las 16:22:25 h, se activó el sensor de peso en ruedas indicando que el tren principal de la aeronave había contactado con la pista entre las calles de acceso Z8 y Z10. No hubo

³ El término toma larga se refiere a una autorización para toma de tierra pasada la zona de toma de contacto de la pista.

ninguna variación de aceleración vertical relevante registrada lo que indica que la toma de contacto con la pista fue suave. El peso al aterrizaje registrado fue de 21.963 kg.

1.11.3.4. Rodaje al punto de aparcamiento

La carrera de aterrizaje se ejecutó sin complicaciones y se abandonó pista a las 16:23:23 h, por la calle de salida Z12 para rodar por la calle de rodaje ZW hacia el punto de aparcamiento número 15 acompañado del Servicio Contraincendios (SCI).

Durante el rodaje los tripulantes comentaron distintos aspectos del incidente:

- El aviso de fuego había sucedido por encima de la altitud de aceleración, con lo que se salía de los parámetros habitualmente entrenados en simulador de fuego o fallo de motor durante el despegue.
- Al estar en visual habían decidido hacer un circuito para regreso inmediato.
- Los pasos de acción inmediata no se habían realizado según procedimiento pues la palanca de condición, cuya acción le corresponde al PM, se dejó en la posición de FTR en lugar FUEL SO como se indica.
- El tripulante adicional indicó que la temperatura interturbina (ITT) del motor izquierdo había llegado a 780 °C durante la carrera de despegue. El comandante expresó que él había observado máximo 740 °C y que, en ese caso, se lo debería haber indicado para hacer alguna acción al respecto.
- Expresaron dudas sobre haber frustrado la maniobra cuando apreciaron que había una aeronave alineada en pista.
- Reconocieron el estrés (nervios) que les había supuesto la situación.

En el minuto 16:23:46, rodando hacia el punto de aparcamiento asignado, el comandante estableció la primera comunicación directa, distinta de la llamada al pasaje, con la tripulación auxiliar de cabina para relatar el suceso.

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

No se aplica en este caso.

1.13. Información médica y patológica

No se aplica en este caso.

1.14. Incendio

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

1.15. Aspectos relativos a supervivencia

A las 16:21:40 h el Ejecutivo de Servicio declara Alarma Local en el aeropuerto. Desde el Centro de Gestión Aeroportuaria (CGA) se realizan llamadas de alerta a, entre otros, Servicio de Extinción de Incendios, Policía Nacional, Guardia Civil, Servicio Médico Aeroportuario y Servicio de Seguridad del aeropuerto. La Alarma local se desactivó a las 16:38:00 h, una vez la aeronave se encontraba estacionada en el punto de aparcamiento asignado y sin novedad.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Inspección exterior en plataforma

Tras la llegada del avión al punto de estacionamiento en la plataforma de Madrid-Barajas el personal de mantenimiento del operador realizó una inspección visual del motor en la que apreciaron que los álabes y el alojamiento de la 4.^a etapa de turbina habían sufrido daños severos. Además advirtieron una evidencia de sobrecalentamiento en cableados y tuberías a lo que se añadió la detección de manchas de aceite en la tobera de salida. El disparo de ambos extintores fue evidente. Inicialmente no se apreciaron daños a la entrada de compresor por lo que se descartaron daños por FOD.

Se realizó una inspección boroscópica de las turbinas de alta y baja presión sin encontrar daños.

La tubería de ventilación del aceite de lubricación de los cojinetes n.º 6 y 7 estaba cortada y sus abrazaderas rotas. Esta avería pudo provocar el rociado de aceite caliente al cableado del motor causando un fuego que afectó la parte trasera del motor con la consiguiente activación del sistema de detección y aviso de fuego.

1.16.2. Inspección en Standard Aero (SAL)

El motor se remitió a las instalaciones de Standard Aero (SAL) en Winnipeg (Canadá) (Organización de Mantenimiento Aprobada EASA 145 NL.145.1184) para su reparación e investigación técnica de las causas raíces del incidente, la cual se inició el 15 de julio de 2013.

En dicha investigación técnica se encontró que el motor no exhibía marcas que indicaran fallo por factores externos.

La rotación manual de las turbinas de potencia PT y de los compresores de alta y baja presión se producía sin ningún ruido de rozamiento.

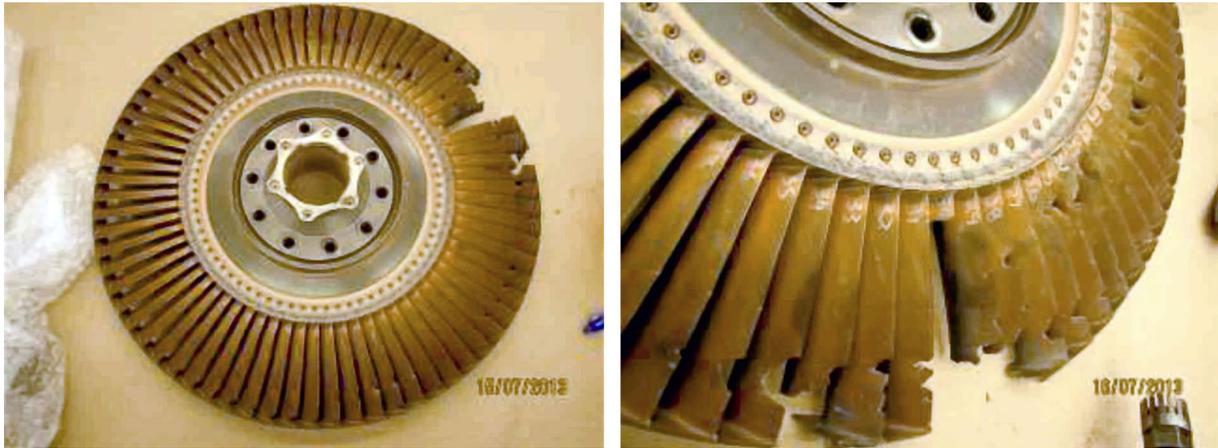


Figura 6. Turbina de potencia n.º 2

El disco de la turbina de potencia PT2 se podía examinar desde la tobera de salida de gases apreciándose álabes dañados.

El álabe n.º 30 tenía una fractura recta con superficie plana que se había producido aproximadamente en el 20% de su longitud. En el laboratorio de materiales de Standard Aero se realizó un análisis de fallo no destructivo del alabe de PT2 sospechoso de haber fallado, detectándose la presencia de un área pequeña de fatiga en el borde de ataque del mismo.

Asimismo una de las secciones del refuerzo exterior del estator de la turbina de potencia PT2 se encontró rota.

Se apreció un rozamiento excesivo entre los compresores de alta y baja presión y los alojamientos de los aros de refuerzo de alta y baja presión. Asimismo también se apreció rozamiento en los discos de turbina de alta y baja presión. En el eje de baja presión también se encontraron arañazos de rozamiento en su superficie exterior.

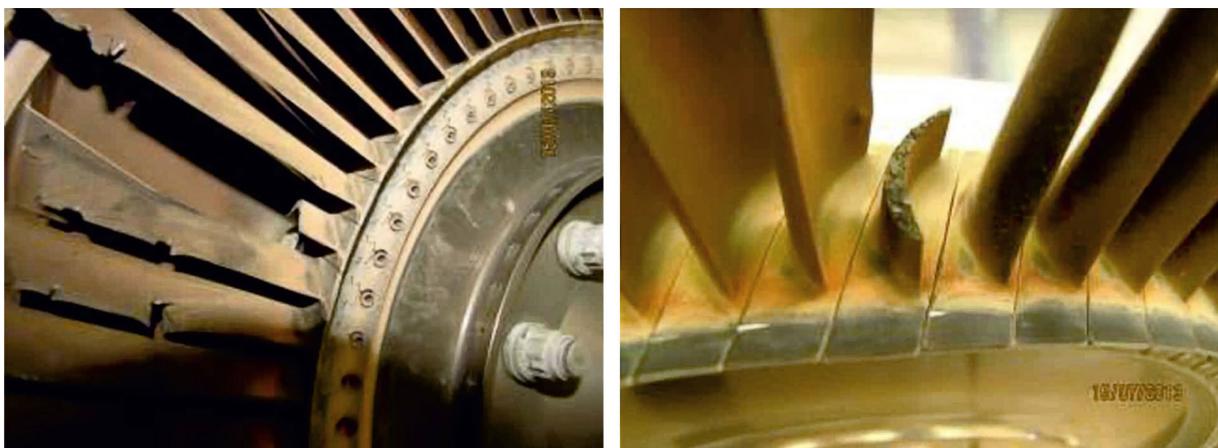


Figura 7. Álabe n.º 30 de la turbina de potencia n.º 2



Figura 8. Estator de la turbina de potencia n.º 2

Algunos de los inyectores de combustible mostraban indicios de fuego o sobrecalentamiento.

La tubería de ventilación del aceite de lubricación de los cojinetes n.º 6 y 7 estaba rota en su parte trasera, lo que parecía haber sido la causa del fuego producido en la zona de salida. Esta rotura facilitó que el aceite de recuperación fluyese por la parte inferior de la barquilla produciendo un fuego en dicha área. En el alojamiento de dicha tubería se apreciaron pernos rotos cuya causa se asocia a la alta vibración experimentada por la rotura del álabe de la PT2.

Como conclusión a esa investigación se determinó que el daño producido en el motor tuvo su origen en el fallo de un alabe de la turbina de potencia n.º 2 PT2. Dicho álabe se rompió con una fractura recta y limpia a una altura del 20% de su longitud. El alabe liberado causó daños sustanciales a los otros alabes del mismo escalón de turbina y al estator, así como al refuerzo exterior del estator.



Figura 9. Rotura de la tubería de ventilación del aceite de lubricación de los cojinetes n.º 6 y 7

La vibración producida provocó la rotura de la parte final de la tubería de ventilación del aceite de lubricación de los cojinetes n° 6 y 7 provocando un derrame que causó fuego en la parte de salida del motor. Del mismo modo se apreciaron daños por sobrecalentamiento en algunos inyectores de combustible lo que se considera un daño secundario.

Una vez investigado y entregada la muestra de material dañado al laboratorio de materiales de Pratt & Whitney se realizó un proceso de valoración para reparación del motor.

El motor fue reparado y entregado al propietario en fecha 16 de septiembre de 2013. Se instaló en la posición n.º 2 (derecha) de la aeronave EC-KVI operada por Swiftair con fecha 13 de diciembre de 2013.

1.16.3. *Estudio del material dañado*

Las conclusiones del laboratorio de materiales de Standard Aero en su estudio no destructivo del material dañado exponen lo siguiente:

- La superficie del álabe número 30 de la turbina de potencia n.º 2 (PT2) muestra un área pequeña de fatiga posible origen de la fractura, siendo esta completada por sobrecarga.
- La superficie de los álabes número 33, 29, 28 y 3 muestran fracturas por sobrecarga.
- El álabe número 3 mostraba una grieta en el borde de ataque próximo a la plataforma base, aunque no se piensa que dicha grieta tenga relación con el impacto.

El laboratorio de Pratt & Whitney concluyó lo siguiente del estudio metalográfico:

- La fractura del álabe número 30 de la turbina de potencia número 2 (PT2) es considerada la fractura primaria y se considera que ocurrió por fatiga iniciada desde el borde de ataque.
- El examen metalográfico de la sección del álabe, dirigido a buscar el origen de dicha fatiga, determinó que el inicio del daño se generó en el borde de ataque. No se apreció ninguna evidencia de impacto que explicase el inicio de la grieta. Sí mostró la presencia de un depósito de corrosión en el que aparecieron precipitados ricos en azufre además de una fase rica en neobio cerca del punto origen. La presencia de estos elementos indica que han tomado cierto papel en la generación de la grieta por fatiga aunque esto no se puede indicar con certeza. Al menos sugiere que el proceso de corrosión progresó por sulfitación.
- El daño observado en los otros álabes afectados de la turbina de potencia número 2 (PT2) así como del conjunto del correspondiente estator son secundarios a la fractura y desprendimiento del álabe número 30.

1.16.4. *Secuencia probable en el fallo de motor*

Se estableció que la secuencia probable del fallo que originó el fuego en el motor tuvo su origen en la rotura del álabe número 30 de la turbina de potencia n.º 2 (PT2). Esta rotura se produjo por fatiga en dicho álabe, cuyo proceso progresó por sulfitación.

La rotura de los álabes dañados en la turbina de potencia n.º 2 (PT2) originaron vibraciones mecánicas y alteración del flujo de gases en el interior del motor. Para mantener el par motor (torque) se requirió una mayor aportación de combustible, lo que generó un incremento de temperatura entre las turbinas de alta y baja presión (ITT).

Las vibraciones mecánicas se transmitieron a todo el motor provocando la rotura de la tubería de ventilación de los cojinetes n.º 6 y 7. Por ésta salió aceite que ardió en contacto con la superficie exterior de la zona caliente del motor.

1.16.5. *Acciones realizadas por el fabricante*

El 30 de junio de 2010 se produjo un caso similar investigado por esta Comisión (IN-019/2010), en el que el daño del motor PW127F se produjo por rotura de un álabe de la turbina de potencia número uno PT1, ocasionando la fractura del mismo tubo de ventilación del aceite recuperado de los cojinetes 6 y 7 con resultado de fuego.

Ante esta similitud los investigadores encargados de la investigación de ambos incidentes se dirigieron al fabricante para solicitarle las medidas que estaban en marcha para solventar incidentes similares.

Motivado por este requerimiento Pratt & Whitney Canada Corp. (P&WC) indicó que en relación a la tubería de ventilación del aceite de lubricación de los cojinetes n.º 6 y 7 su organización de ingeniería había identificado que, debido a los desequilibrios originados por pérdidas de álabes en la turbina de potencia (PT), las roturas originadas en dichas tuberías se habían producido en sus elementos de sujeción. En consecuencia se estaba trabajando en una mejora del producto que consiste en la modificación de la fijación de los accesorios de los extremos mediante abrazaderas a una configuración de unión soldada.

Desde ATR llegó información de que, en un periodo de 5 años (desde 2010 a 2014), habían registrado otros 11 casos de fallos en la turbina de potencia número 2 PT2, ninguno de los cuales había probado ser causa de fuego en el motor.

ATR indicó que la causa principal del fallo de los álabes de dicha turbina de potencia eran las grietas por fatiga iniciadas por un proceso de sulfitación desde el borde de ataque.

El fabricante P&W informó posteriormente que había realizado un estudio de las fracturas de los álabes de turbina de potencia número 2 que operaban en un medio tendente a la sulfitación. En él había identificado un total de 26 álabes que habían sufrido una grieta iniciada desde el borde de ataque y 3 desde el borde de salida con propagación intergranular. Un factor contribuyente detectado como generador de estos daños era el programa de lavado de los motores en función del medio ambiente en que estos operan. Como consecuencia, en febrero de 2014 se diseñó una inspección por corrientes inducidas a realizar con el motor instalado en la aeronave. Esta inspección presenta la ventaja de que es capaz de detectar grietas no visibles con las inspecciones de líquidos penetrantes sin necesidad de desmontar el conjunto de la turbina de potencia y consumiendo únicamente 1,5 horas de trabajo. Un siguiente paso es diseñar un procedimiento de inspección por corrientes inducidas en taller. En el momento de redacción de este informe este proceso se encontraba en fase de inclusión en los manuales de mantenimiento y en fase de diseño del procedimiento de entrenamiento necesario para ejecutarlo.

Asimismo, con el fin de prevenir la formación de dichas grietas se ha considerado la aplicación de una capa protectora de corrosión. P&W ha identificado dos posibles sustancias protectoras, bien basadas en compuestos de aluminio (Sermaloy J) bien en compuestos de cromo (PWA70).

Tras la evaluación de sus efectos en fatiga de bajos ciclos el fabricante ha publicado, en julio de 2015, un boletín de servicio (P&WC S.B. n.º 21876) para la sustitución en revisión general (overhaul) de álabes de la turbina de potencia n.º 2 por otras a las que se ha aplicado la capa protectora de compuesto de cromo.

1.17. Información sobre organización y gestión

1.17.1. Información en Manuales del Operador

1.17.1.1. Distribución de tareas en situaciones anormales y de emergencia

El fabricante ATR establece en distintos documentos de referencia como el QRH y FCOM la coordinación adecuada de los tripulantes para llevar a cabo la ejecución de los procedimientos de la aeronave. Asimismo el operador también incluye información al respecto en su Manual de Operaciones A.

Así el piloto a los mandos (Pilot Flying PF) será responsable durante la ejecución de los procedimientos en general de:

- Actuación sobre la palanca de potencia PL.
- Mantenimiento de la senda de vuelo y control de la velocidad.
- Configuración de la aeronave.
- Navegación.

El piloto de vigilancia («Pilot Monitoring», PM) o piloto no a los mandos («Pilot not Flying», PNF) será responsable de:

- Lectura de las listas de chequeo.
- Ejecución de las acciones requeridas.
- Acciones en el panel de sobre cabeza (OVHD).
- Actuación sobre la palanca de condición CL.
- Comunicaciones.

El FCTM de ATR, documento complementario al FCOM para facilitar el entrenamiento de las tripulaciones, especifica que, durante la aplicación de las listas anormales y de emergencia, el PF es quien se hace cargo de las comunicaciones.

El piloto a los mandos PF permanecerá a cargo de los mismos durante toda la ejecución del procedimiento de emergencia. Es potestad del comandante decidir quien realizará las tareas correspondientes al piloto a los mandos.

Las acciones correspondientes a los procedimientos anormales/emergencia será iniciadas por orden del PF, previa coordinación con el otro tripulante, quien definirá el título de la emergencia/anormalidad cuyos procedimientos se han de aplicar.

Los procedimientos de emergencia pueden incluir acciones cuya ejecución requiere prioridad y rapidez. Son denominados puntos de memoria («memory ítems») y en las listas aparecen rodeadas por un marco negro. Estas acciones se ejecutan de memoria por el PM/PNF tan pronto como la situación lo permita. Posteriormente se verificará su correcta ejecución leyendo el PM/PNF todo el texto aplicable presente en el QRH del procedimiento correspondiente en voz alta, incluyendo las acciones ya realizadas de memoria.

El orden de prioridad de listas establece que se leerán primero las listas de emergencia, a continuación las listas normales y luego las listas anormales.

1.17.1.2. Aproximación estable

En el Manual de Operaciones parte A, en el punto 8.3.0.11.8.1, el Operador establece los criterios de alineación y estabilización en aproximación final.

Indica que con el fin de lograr una aproximación final y un aterrizaje seguro, es necesario mantener:

- a) En aproximaciones de no precisión está en +5° con el eje de la pista.
- b) En aproximaciones de precisión, está en +1 punto en el indicador del localizador y +1 punto en el indicador de la senda.

- c) La configuración requerida para el aterrizaje.
- d) Una aproximación estabilizada, que se define como aquella en la que se cumple lo siguiente:
- El avión se encuentra en la senda de vuelo correcta.
 - Sólo se requieren pequeños ajustes de rumbo y actitud.
 - La velocidad está entre V_{ref} y $V_{ref} + 20$ kt.
 - El avión está en configuración de aterrizaje.
 - El régimen de descenso máximo deber ser de 1.000 ft/min.
 - El motor debe estar estable y capaz de mantener esa velocidad.
 - Todas las listas de comprobación deben estar realizadas.
 - En aproximaciones directas la estabilidad se debe conseguir:
 - En IMC a 1.000 ft sobre el umbral de la pista el avión deber estar ya en una aproximación estable.
 - En VMC a 500 ft el avión deber estar ya en una aproximación estable.
 - En aproximaciones no directas la estabilidad se debe conseguir:
 - A 500 ft sobre el umbral, el avión debe estar con planos nivelados y en aproximación estable.

1.17.1.3. Cabina de mando estéril y acceso a la cabina de mando

En el Manual de Operaciones parte A, en el punto 8.3.12.2, se establece que durante las fases críticas la tripulación de vuelo ha de dedicarse exclusivamente a ejecutar las funciones requeridas para la seguridad de la operación.

Los tripulantes no deberán ejercer otras actividades ni mantener conversaciones no esenciales que no sean relativas a la operación de vuelo, siendo obligatorio el uso de auriculares con el micrófono en posición interfono, con objeto de lograr una mejor calidad en las comunicaciones.

Durante las fases críticas del vuelo no se establecerán comunicaciones ajenas a la seguridad entre la cabina de mando y la cabina de pasaje, ni se permitirán actividades, conversaciones o visitas a la cabina de mando por parte de la tripulación de cabina de pasajeros ni por otras personas.

A estos efectos las fases críticas del vuelo incluyen, en tierra, las operaciones de puesta en marcha, rodaje, despegue y aterrizaje, y, en vuelo, las operaciones efectuadas por debajo de los 10.000 ft, salvo vuelo de crucero, o cuando estén encendidas las luces de «abróchense los cinturones».

Asimismo el Manual de Operaciones, respecto al acceso a la cabina de mando establece que es el comandante el responsable de que ninguna persona, que no sea miembro de la tripulación de vuelo asignado al mismo, sea admitida o transportada en cabina de vuelo, a menos que sea:

- a) Un miembro de la tripulación de servicio.
- b) Un representante de la Autoridad,
- c) Permitido acceso y transportada de acuerdo con las instrucciones que se exponen en MO A 8.3.13 que se refiere a incapacidad de tripulantes en vuelo.

La decisión final sobre la admisión a la cabina de vuelo será responsabilidad del comandante.

1.17.1.4. Formación y evaluación de conceptos CRM en Swiftair

Según establece en el Manual de Operaciones D, el programa de entrenamiento en CRM del operador se compone de una fase teórica y otra de aplicación práctica.

La fase teórica la componen el entrenamiento CRM inicial y el modular. Se imparten en aula y se componen de una parte expositiva y otra participativa con debates y análisis sobre accidentes y sus implicaciones CRM.

La fase práctica la componen la inclusión de elementos CRM durante las distintas fases de los cursos de comandante, de conversión, y cursos de entrenamiento y verificaciones periódicas. Es la fase de entrenamiento en FFS la que admite un uso más práctico de esos elementos. Uno de los cometidos del Departamento de Entrenamiento de Tripulaciones es la creación de escenarios CRM adaptados y actualizados.

La metodología CRM que sigue Swiftair sigue el propósito de dar cumplimiento a la normativa al respecto reflejada en el AMC OPS 1.943, 1.945, 1.955 y 1.965.

El gestor de CRM de la compañía es el responsable de la actualización de los contenidos CRM y de la supervisión de informes de evaluación para una mejora de los programas.

Los métodos de entrenamiento CRM están basados en el modelo TEM («Threat and Error Management») gestión de amenazas y errores, cuyo propósito es corregir los estados identificados que conducen situaciones de inseguridad, mediante la detección y aplicación de medidas que los contrarresten.

Los cursos modulares teóricos de refresco se hacen con periodicidad anual y dividen en tres partes el ciclo trianual mencionado en el Apéndice 1 al OPS 1.965.

El último curso recurrente realizado por el comandante correspondía al temario de la primera parte del ciclo.

El curso recibido por el copiloto corresponde a la formación en elementos CRM a realizar en el curso de conversión al operador con habilitación de tipo. Los procedimientos a aplicar en la fase práctica se enfocan en la utilización de escenarios que evidencien posibles deficiencias de la tripulación en la aplicación de principios CRM. Se busca el uso correcto de las contramedidas para revertir los distintos estados de inseguridad a una operación normal o a minimizar los riesgos en la operación.

La evaluación de las competencias CRM solo se realizan en las OPC (con periodicidad semestral) y en las verificaciones en línea (con periodicidad anual). Estas se fundamentan en el modelo NOTECHS evaluando cuatro áreas desglosadas en sus elementos característicos. Estas áreas son:

- Cooperación.
- Liderazgo y habilidades de gestión.
- Conciencia de la situación.
- Toma de decisiones.

El incidente ha sido comentado y revisado, en los aspectos CRM que la compañía considera que tuvieron influencia, durante los cursos recurrentes realizados para toda la flota reforzando los aspectos de liderazgo, carga de trabajo y conciencia situacional.

El comandante había recibido, en sus calificaciones de las OPC realizadas con anterioridad al incidente, valores por encima de la media de la flota. Las calificaciones posteriores al mismo también indicaban valores positivos.

El copiloto en su OPC anterior al incidente había recibido valoraciones que le situaban en la media de la flota. En posteriores evaluaciones recibidas en octubre de ese mismo año y en marzo de 2014 sus calificaciones habían mejorado notablemente.

1.17.2. *Acciones correctivas realizadas por la compañía Swiftair*

En fechas posteriores al incidente el operador publicó un Manual de Referencia para el Piloto (PRM). Su objetivo es facilitar al personal de su flota de ATR de documentación de referencia y consulta para el entrenamiento y la operación, permitiéndole revisar y actualizar el conocimiento de los procedimientos operacionales. Este documento compila información del Manual de Operaciones OM, y de los manuales del fabricante (AFM, QRH y FCOM).

Al respecto del vuelo del incidente en el PRM de Swiftair se especifica que durante la carrera de despegue el CM2 debe vigilar la ITT de los motores hasta 70 kt, cuando pasará a ser misión del PNF/PM la vigilancia del parámetro durante el resto del vuelo. En caso de que cualquiera de los valores de ITT excediera el valor máximo calculado antes de alcanzar la velocidad de decisión V1 será obligatorio realizar un aborto de la carrera de despegue.

Los criterios de estabilización reflejan lo especificado en el OM A indicando que se alcanzarán las condiciones a 1.000 ft AAL en IMC y 500 ft AAL en VMC y se deberán realizar llamadas estándar («call out») de estabilización en dichos puntos. En caso de no cumplir con los parámetros de estabilización se ejecutará una maniobra de aproximación frustrada.

Al respecto de las medidas de entrenamiento el Departamento de Instrucción de Swiftair generó unos escenarios para el entrenamiento de refresco del primer semestre de 2014 en el que se repasaba el incidente durante la fase teórica y se entrenaban dos aspectos críticos relacionados con el mismo durante la fase de simulador. Estos ejercicios se exponen en un documento de trabajo denominado guía del instructor con de la siguiente forma:

- El objetivo del ejercicio es detectar el exceso de temperatura inter turbinas ITT durante la carrera de despegue y actuar al respecto.

FALLO ® EXCESSIVE ITT DURING TAKE OFF ROLL antes de V1 ® ABORTAN DESPEGUE

Pretendemos: 1. REPRODUCIR FALLO DEL KKQ EN MADRID ESTE PASADO VERANO

2. Ejecución de aborto de despegue
 3. Coordinación con TCP
 4. Comunicación con pasaje.
 5. Después de un aborto alta velocidad (si vamos a intentar otro despegue):
 - a) Volver al parking para comprobar estado de neumáticos.
 - b) Esperar al menos 15 minutos que es cuando tendremos la temperatura máxima en los pack de frenos
- El objetivo de este ejercicio es practicar la parada de motor ocurrida después de la secuencia de ascenso (CLIMB SEQUENCE) diferenciando el tratamiento de este incidente con el procedimiento del fallo de motor durante el despegue que se entrena habitualmente.

Practicar ENG FLAME OUT después de la CLIMB SEQUENCE y fuera ya del PROCEDIMIENTO DE FALLO DE MOTOR (EFP)

- Buscamos que vuelen el avión y apliquen MEMO ITEMS de ENG FLAME OUT Y BUSQUEN VELOCIDAD DE WB PARA SEGUIR SUBIENDO (en los fallos de motor que hemos tenido la gente o ha dejado de subir o ha subido a 170/160 con lo que el avión deja de subir)
- Que analicen si cumplen el gradiente de ascenso mínimo requerido en caso de que se encuentren por debajo de la MSA. Y en caso de no cumplir ver lo que hacen.

1.18. Información adicional

1.18.1. *Entrevista al comandante de la aeronave*

Ese día salieron del punto de aparcamiento remoto número 12 siguiendo el horario previsto con una pequeña demora de unos 10 minutos por un problema de embarque. La aeronave no tenía ninguna avería diferida.

En esa jornada habían realizado dos vuelos desde Madrid a Valencia y vuelta sin ningún contratiempo ni ninguna indicación extraña llegando a Madrid-Barajas antes de la hora prevista.

El comandante realizó la revisión exterior de la aeronave mientras que el copiloto fue el encargado de realizar la preparación de cabina para el vuelo.

Durante el embarque aceptaron a un tripulante extra, piloto de la compañía, que ocuparía el asiento del observador en la cabina de vuelo y haría labores de tripulante extra. Esta incorporación se reflejó en la hoja de carga como cambio de último minuto (LMC). El peso con que operaban ese vuelo era habitual.

El comandante realizó la función de piloto a los mandos (PF). Comentó que, en su compañía, tienen establecido que sea el comandante el que despegue a los mandos desde Madrid-Barajas por la problemática que existe en relación a la huella sónica y las posibles desviaciones de los procedimientos instrumentales de salida de este aeropuerto. En esta rotación era la primera vez que volaba junto al copiloto.

Una vez establecidos y alineados en pista para el despegue se centró en mirar fuera para seguir referencias visuales sin detectar ninguna anomalía en el funcionamiento del motor.

El suceso sucedió una vez sobrepasada la altitud de aceleración EFFRA, que en esa pista 36L estaba establecida a 3.100 ft. El piloto comentó que si el fallo de motor se produce una vez sobrepasada la EFFRA no había establecido nada en sus procedimientos, por tanto esta maniobra no se entrenaba en simulador en estas condiciones.

En el momento del fallo de motor la aeronave estaba volando con el piloto automático conectado y se encontraba virando con una inclinación de unos 25° a la izquierda acabando de pasar el VOR SSY.

La aeronave no realizó ninguna guiñada al lado del fallo sino que la primera indicación que llamó la atención sobre el problema fue el aviso (warning) de ENGINE FIRE. Se apreció olor a aceite quemado 1 segundo después de que los tres detectaran el aviso en cabina. La temperatura inter-turbinas (ITT) estaba alrededor de 780°. No se generó humo en ningún momento.

Empezó a realizar el procedimiento de acción inmediata y, al pasar la palanca de potencia a la posición FI («Flight Idle») el avión tenía tendencia a virar hacia la izquierda, por lo que se desconectó el piloto automático. Entonces voló el avión manualmente para mantener el control. Indicó que el piloto automático se desconecta cuando se excede la compensación lateral en más de un punto. En ese momento estaba volando a 150 kt (White bug o White bug +10).

Al realizar el procedimiento de fallo de motor, el copiloto dejó la palanca de condición CL en la posición «feather» (FTR). El procedimiento demanda la repartición de las tareas de ejecución, de tal forma que la palanca de potencia PL la maneja el CM1 y la palanca de condición CL el CM2. En consecuencia tiró de la palanca extintora «T handle» con la palanca de condición CL en la posición «feather» FTR en vez de en lugar de la posición de corte «shut off» SO. Al poco tiempo se dio cuenta y puso la palanca en la posición correcta.

Viendo que al avión le costaba ganar altura decidió mantener 3.500 ft y proceder a rumbo 180° que le resultaba conveniente ya que el efecto de guiñada le había llevado a una posición próxima a ese rumbo y no quería seguir maniobrando. Este rumbo le fue de utilidad para volar el tramo de viento en cola del circuito visual. De nuevo comentó que tuvo que desconectar el piloto automático porque estimó que el avión «no volaba bien».

El comandante indicó que el motor n.º 1 es el motor crítico por efecto del par (torque), lo que agravó el efecto de guiñada y dificultó el control de la aeronave.

En el momento del fuego de motor la potencia que llevaba era la de ascenso CLB ya que el aviso apareció después de haber hecho la primera reducción de potencia. El comandante comentó que reaccionó ante el fallo seleccionando la potencia remanente a empuje máximo continuo MCT y las dos palancas de condición CL en la posición Override 100%.

Establecido en viento en cola le pidió al copiloto que le mirará el sangrado del motor (bleed) con intención de ganar potencia al motor. El copiloto no siguió su indicación, por lo que fue él quien tomó la iniciativa quitando el sangrado al motor remanente para incrementar su potencia disponible.

Declararon emergencia y realizaron el procedimiento de extinción del fuego tirando el comandante de la palanca extintora («T handle»). No esperó los 10 segundos que demanda el procedimiento para descargar el primer agente extintor.

El piloto tripulante extra colaboró controlando el tiempo y le informó que había disparado el extintor a los 5 segundos. A los 30 segundos disparó el segundo extintor.

Comentó que entre la primera y segunda descarga del extintor habló a los pasajeros para tranquilizarles y comentar la situación. Después de las acciones inmediatas leyeron el QRH.

Su afán era aterrizar lo antes posible ante la dificultad de extinguir el fuego y se centró en ello requiriendo la pista 32L. Mirando el exterior para tomar referencias vio la pista y empezó a maniobrar hacia ella.

Una vez en base bajaron los flap a 15° y tren abajo y comentó recordar que, en ese momento, se apagó la indicación de fuego. Así, una vez establecidos en final le indicó al copiloto que comentase a ATC que ya no tenían fuego.

Entonces le llamó la atención el hecho de que había un avión alineado en pista. El tripulante extra le alertó de que la pista a la que se dirigían era la 36L.

Advertido del error el comandante decidió ejecutar motor y al aire con flap 15 rompiendo hacia la izquierda para no sobrevolar la pista y mantener a los aviones en despegue a la vista.

Sólo llegaron a subir unos 50 ft cuando el controlador les autorizó toma larga. Entonces forzó la maniobra y entró resbalando de lado de izquierda a derecha y realizando una toma suave sobre la pista. Consideró que la toma en visual era lo más oportuno, limitándose a maniobrar con un solo motor con 15° de alabeo máximo y configuración de 30° de flap.

Realizaron el procedimiento de rodaje con un solo motor, pasando el motor remanente de potencia ralentí de vuelo a la correspondiente en tierra.

Al no detectar ninguna señal que le indicase que hubiera riesgo potencial de incendio decidió no realizar evacuación.

Los pasajeros desembarcaron por la izquierda (puerta principal) por el lado del motor n.º 1 donde ya se encontraba personal de mantenimiento atendiendo la avería.

Comentó que le llamó la atención como a un avión en emergencia no se le ofrecían todas las pistas disponibles para su maniobra.

1.18.2. *Entrevista al copiloto de la aeronave*

El copiloto confirmó que la aeronave se encontraba en perfecto estado sin ningún diferido anotado. La secuencia de despegue se realizó sin problemas con configuración de flap 15, tomando como referencia los datos extraídos de la libreta de velocidades («speed booklet»). El Comandante volaba de piloto a los mandos PF.

Recuerda que, durante la carrera de despegue, se fijó en que el valor del par (torque) que tuvieron era de 90%, parámetro que consideró normal. Indicó que este valor siempre tenía que estar por encima de lo que indica el valor teórico extraído de la

libreta de características (performance) que, para ese despegue, correspondía a 85%. Ese valor, junto con la ITT máxima, lo anotaron como procedimiento en el plan de vuelo operacional.

Después de la reducción de potencia («CLB sequence») tuvieron el aviso de fuego. No detectó ningún ruido especial sino olor a aceite quemado. No advirtió guiñada, ni síntomas previos como vibración en cabina, petardeo o disminución de la potencia. Tuviron la activación del aviso («Master warning») y la indicación de «Eng Fire n° 1» en el panel de alertas CAP («Crew Alert Panel»).

El copiloto estuvo a cargo de las comunicaciones y, en contacto con ATC, pidió vectores indicando el problema. Control les solicitó que mantuvieran 4.000 o 5.000 ft. Él replicó que intentaban alcanzar 4000 pies pero que les resultaba difícil ya que la aeronave perdió mucha capacidad de ascenso.

Una vez realizados los pasos de acción inmediata del procedimiento de fuego de motor en vuelo, estando en viento en cola, se dieron cuenta que la palanca de condición no estaba en la posición «Fuel Shut Off». Una vez corregido el defecto de ejecución el comandante le dijo que declarase emergencia pasando después a reparar el QRH.

Una vez en final se dieron cuenta que no era la pista correcta al ver un tráfico entrando en la misma para despegar. Fue en ese momento cuando el comandante le indicó que pidiera la pista 36L para aterrizar. Ante la presencia del tráfico en pista el comandante decidió ejecutar la maniobra de aproximación frustrada.

Nada más iniciar dicha maniobra el controlador les autorizó toma larga. Entonces el comandante modificó la trayectoria y realizó la aproximación de izquierda a derecha ejecutando una buena toma sobre la pista.

Comentó que no se sorprendió por la emergencia ni se vio por detrás de la resolución de la misma, pero le llamó la atención que la ejecución de procedimiento no fuera ordenada. No recuerda haber pasado miedo ni estrés.

Comprobó en el QRH la lista de fuego de motor en vuelo (IN FLIGHT ENGINE FIRE) pero no llegó a realizar el procedimiento de operación con un solo motor (SINGLE ENG OPERATION), ya que le coincidió su lectura con la ejecución de la maniobra de motor y al aire. Al respecto de las listas normales de comprobación no recuerda haber realizado la de aproximación (APPROACH) pero sí la de antes de aterrizar (BEFORE LANDING)

Reconoció que la presencia de un tercer piloto en cabina fue beneficiosa pues colaboró con ellos en la gestión de los cambios de frecuencia.

No consideraron la evacuación al no existir avisos de fuego ni humo que les llevaran a pensar en la existencia de un incendio.

1.18.3. Entrevista al controlador local de arribadas para la pista 32L

Estableció contacto visual con la aeronave cuando estaba en viento en cola para la pista 32L. La mantuvo todo el rato a la vista salvo un momento en que tuvo que realizar una coordinación con el controlador de aproximación por línea caliente para confirmar que el tráfico iba a la pista 32L, ya que en la presentación radar del SACTA aparecía que procedía a la 32R.

El tráfico estableció contacto radio con él al virar a base. No recuerda si le dijo la pista a la que le autorizaba la aproximación en la primera comunicación.

Le llamó la atención que la aeronave iba a rumbo norte en dirección a la Torre de Control. Pensó que iba a recortar para tomar tierra a mitad de pista. Desde el primer momento lo vio extraño y pensó que el piloto tenía problemas de control de la aeronave. Por ese motivo no le dijo nada con intención de mantener el silencio radio.

Todo el personal presente en la torre quedó sorprendido por la maniobra y se empezó a comentar en voz alta que se tenían que parar las salidas por la pista 36L. Con esta situación el supervisor evaluó la situación y decidió parar todos los despegues.

La aeronave sobrevoló los hangares de mantenimiento de Iberia de rampa R-0 pasándolos bastante cerca. Pidió entonces muy urgentemente aterrizar en la pista 36L.

El controlador preguntó a la tripulación si tenían el tráfico alineado en la pista 36L a la vista, ya que sabía que había un tráfico parado en cabecera y desconocía que se iba a mover.

Previamente se había indicado al tráfico de Iberia alineado en la 36L que abandonara la pista, lo que hizo sin demora.

Una vez recibió la notificación que la pista 36L estaba libre autorizó a la aeronave en emergencia a realizar toma larga.

La aeronave hizo varios virajes bruscos a la altura de la torre de control y pasó muy cerca de las aeronaves establecidas en el punto de espera.

Hubo un momento en el que pensó que iba a aterrizar en la calle de rodadura.

Lo que le resultó sorprendente es que decidiese aterrizar en esa pista sin notificarlo desde el principio con lo que se podría haber realizado la coordinación sin más sobresaltos.

Nunca había visto a una aeronave aterrizar en esta pista ya que no está diseñada para ello al no garantizar franqueamiento de obstáculos.

Remarcó el papel activo que tomó todo el personal de servicio, incluyendo una controladora que estaba de descanso en la torre que colaboró en las coordinaciones de viva voz.

1.18.4. *Entrevista al controlador local de salidas para la pista 36L*

Llevaba casi 2 horas de servicio con mucha carga de trabajo por las numerosas salidas de aviones que había tenido que controlar. En el momento del incidente dicha intensidad había bajado.

Comentó que estaba vigilando la pista pero, al mismo tiempo, también se apoyaba en la pantalla de radar donde podía ver las evoluciones de los tráficos. De esta forma pudo ver la maniobra del tráfico en emergencia.

Relató que el criterio que utiliza para dar las salidas (despegues) como referencia es esperar a que el tráfico precedente alcance 5.000 ft o 2 minutos pasados la radioayuda SSY, que apoya las salidas por la pista 36L.

El tráfico estaba haciendo la maniobra SID ZMR 1AL y le dio la impresión de que maniobraba antes de lo previsto pues viró a 3.300 ft y se estableció a 3.000 ft.

Ya había hecho la transferencia del tráfico al controlador de salidas pero lo estaba vigilando para autorizar despegue al siguiente. Le llamó la atención que en lugar de subir bajaba y que viraba hasta ponerse paralelo a la pista (1-2 NM como mucho).

El controlador de aproximación le informó que el Air Europa se volvía y él lo comentó en alto en la Torre. Realmente explicó que no llegó a enterarse del momento en que había declarado emergencia.

Cuando observó que el tráfico había pasado la perpendicular de cabecera de la pista en rumbo opuesto consideró que ya no era conflicto y sacó a dos tráficos más.

Indicó que sí se contempla la posibilidad de que un tráfico tenga un problema que le obligue a aterrizar inmediatamente incluso por la misma pista que ha despegado, pero que este caso no se había dado en Madrid Barajas. Al haber solicitado el tráfico la maniobra de aproximación a la pista 32L se despejó todo el sector de aproximación a dicha pista. Si desde el principio hubiera requerido aproximación a la 36L se le hubieran ofrecido todas las facilidades.

Fue consciente de una indicación que le instaba a parar los despegues a viva voz, en el momento que estaba un tráfico de la compañía Easyjet en despegue, instrucción que fue pronunciada varias veces por el supervisor y por el controlador local de arribadas.

Escuchó la autorización para aterrizar en la pista 32L facilitada a la aeronave por el compañero local de arribadas de la 32L. Le dio la impresión que el tráfico hacía la maniobra de base muy cercana por lo que decidió no sacar al tráfico que estaba alineado y parado en la pista.

En ese momento solo había tres tráficos en el punto de espera. El de Iberia entró desde el lado del edificio terminal satélite (T4S) y el Ryanair estaba autorizado a entrar en secuencia detrás.

Una compañera presente en la torre le dijo que parara el tráfico y que lo sacase de pista, así que le indicó que abandonara por la calle Z4 explicándole que el tráfico parecía que iba a aterrizar en la 36L. Asimismo también llamó al tráfico de Ryanair para comentarle la incidencia.

Una vez el Iberia estaba fuera de pista perpendicular a la terminal vio al Air Europa virando a baja altura apreciando que llevaba el motor izquierdo parado.

En la toma se vio mucho humo y la aeronave se deslizó en la pista suavemente pero rápido.

Después de la toma ordenó revisar la pista al coche «P» (TOAM). Una vez completada esta tarea coordinó con salidas y reanudó la operativa de la pista.

1.18.5. Solicitud de información operacional a AESA

Con objeto de identificar el desvío procedimental como un hecho puntual se solicitó información documental sobre los resultados de las inspecciones realizadas por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) a la compañía Swiftair, en los 12 meses anteriores al incidente, en los siguientes aspectos para verificar los estándares del operador:

- Inspecciones de cursos de entrenamiento.
- Inspección de verificación de competencias (OPC).
- Inspección de supervisión en ruta en cabina de vuelo.
- Aprobaciones de programas de entrenamiento (CRM inicial, conversión, recurrente y curso de comandante).

En ese periodo se habían realizado las inspecciones pertinentes en dichos aspectos, con la detección de constataciones y discrepancias de las que no se ha encontrado relación alguna con el incidente investigado. Dichas constataciones y discrepancias fueron comunicadas al operador que tomó acciones correctoras reflejadas documentalmente en las correspondientes diligencias de subsanación.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No se han utilizado.

2. ANÁLISIS

El incidente ocurrido a la aeronave EC-KKQ se produjo por un fallo mecánico en el motor izquierdo con el resultado de fuego.

La maniobra que realizó la aeronave tuvo cierta trascendencia mediática por lo inusual de la misma, puesto que la tripulación aterrizó en la pista 36L que no está diseñada para maniobras de aterrizaje. La senda de vuelo realizada sobrevoló núcleos de población e instalaciones no habituales en la operación normal del aeropuerto.

El análisis de este incidente se presenta desglosado en las siguientes áreas:

- Gestión de la emergencia por parte de la tripulación, los servicios de control ATC y el aeropuerto.
- Rotura del álabe de turbina. Secuencia de probable de daños y sus consecuencias en el motor.
- Medidas adoptadas.

2.1. Gestión de la emergencia

2.1.1. *Tripulación de vuelo*

2.1.1.1. Fase de rodaje y despegue

Durante el rodaje al punto de espera de la pista en servicio la tripulación mantuvo conversaciones con el tercer tripulante sobre temas logísticos de personal de la compañía y sobre temas de política de instrucción, tema que el comandante conocía por su cargo como jefe de instrucción de la flota de ATR. La presencia de un tercer tripulante distinto del personal de servicio no está de acuerdo con lo reflejado en el Manual de Operaciones al respecto del acceso a la cabina de mando. Asimismo no se mantuvo la política de cabina estéril también reflejada en el Manual de Operaciones.

Antes de acabar el procedimiento de antes del despegue (BEFORE TAKE OFF), estando alineados en pista, el comandante comenzó a añadir potencia lo que denota cierta prisa por comenzar su operación ya que habían comenzado el rodaje de salida con 12 minutos de retraso.

Durante la carrera de despegue la temperatura inter-turbinas del motor izquierdo comenzó a subir excediendo el límite máximo de 765 °C exigido para una temperatura exterior OAT de 32 °C y anotado en el plan de vuelo operacional por la tripulación según las tablas de características (performance). Es misión del PNF/PM, que en ese vuelo era el copiloto, vigilar los parámetros de motor durante el despegue. La reacción correcta si se detecta este valor antes de la velocidad de decisión V1 sería la de ejecutar

una maniobra de aborto de despegue. Ninguno de los dos pilotos fue consciente de este exceso, pero sí fue apreciada por el piloto admitido como tripulante adicional que, en ese momento, no hizo ningún comentario al respecto hasta que no se encontraron de nuevo en tierra rodando hacia aparcamiento.

A este respecto la compañía no tenía un procedimiento claro a realizar en esta circunstancia anómala. Se han realizado ejercicios en simulador incluyendo casos similares y se ha publicado un documento PRM (Manual de Referencia del Piloto) donde se estipula la necesidad de un aborto de la maniobra de despegue si la ITT excede sus limitaciones. Al haber tomado el operador medidas mitigadoras al respecto no se considera necesaria la emisión de una recomendación.

2.1.1.2. Fase de ascenso. Fuego en el motor n.º 1

Cuando recibieron la indicación de fuego en el motor la actuación inicial fue retrasar ambas palancas de potencia hasta que fueron conscientes de cuál de los dos motores provenía la indicación, dejando en posición de ralenti (FI) la palanca correspondiente y adelantando la otra. La guiñada producida entonces por la diferencia de potencia entre ambos motores provocó que el piloto automático se desconectase al actuar la tripulación sobre los pedales del timón de dirección para compensarla. En cuanto el comandante tuvo el control manual de la aeronave solicitó la reconexión del piloto automático. El uso de los automatismos descarga la carga de trabajo de la tripulación por lo que está recomendado maximizar su uso en caso de emergencia.

El comandante pidió confirmación de que habían pasado la altitud de aceleración. En la gran mayoría de las sesiones de simulador se entrenaba la emergencia de fuego o fallo de motor durante el despegue después de la velocidad de decisión. Este ejercicio se realizaba con la aeronave configurada para el despegue y por debajo de la altura de aceleración o EFFRA, por lo que este escenario resultaba novedoso a la tripulación pues no era aplicable para este caso. En el momento de la indicación de fuego en el motor la aeronave ya estaba en configuración limpia y se había realizado la primera reducción de potencia.

La urgencia del momento determinó la solicitud del comandante al copiloto de comunicación inmediata a ATC de la emergencia, para corregir a continuación e indicar al copiloto que realizase la acción de memoria (MEMO ITEM) de pasar la palanca de condición de la posición AUTO a FTR (feather). Esta acción es incompleta pues el procedimiento de fuego de motor en vuelo o daño mecánico severo (IN FLIGHT ENGINE FIRE OR SEVERE MECHANICAL DAMAGE) indica que la posición FTR es transitoria antes de pasar a la posición de corte de combustible (FUEL SO) que pararía el motor (véase imagen n.º 4).

Inmediatamente después el copiloto realizó la primera comunicación con ATC acerca del incidente y el comandante accionó el maneral contraincendios con lo que el motor se

paró, pero se olvidan de tomar tiempos para la descarga del agente extintor. A partir de la descarga del segundo agente extintor el tripulante adicional colabora en la toma de tiempos.

Antes de finalizar los 30 segundos indicados en el procedimiento el comandante realizó una comunicación muy apresurada con el pasaje que duró 9 segundos. Una vez finalizado el tiempo indicado en el procedimiento de emergencia aplicado el aviso de fuego del motor n.º 1 siguió encendido y el comandante solicitó al copiloto la lectura del procedimiento de fuego de motor en el despegue (ENGINE FIRE AT TAKE OFF), procedimiento no aplicable para esa situación.

Finalmente el aviso se apagó 19 segundos después del hito anterior. La indicación de fuego había durado 2 minutos y 26 segundos.

La tripulación no actuó según el reparto de tareas para situaciones anormales y de emergencia («task sharing») establecido en los manuales del fabricante y del operador.

Según lo expuesto el comandante, como piloto a los mandos PF, debiera haberse hecho cargo del control del avión y navegación mientras que el copiloto PNF/PM se habría hecho cargo de combatir la emergencia mediante la ejecución de los puntos de memoria y lectura de listas de los procedimientos.

El su lugar el comandante monopolizó todas las acciones de acción inmediata (MEMO ACTIONS) cuya ejecución habría correspondido al copiloto como PM/PNF a solicitud del piloto a los mandos PF.

Las comunicaciones deberían haber sido realizadas por el comandante estando en situación de emergencia, y siempre con última prioridad, siguiendo los principios básicos a ejecutar en cualquier situación del vuelo:

1. Control de aeronave.
2. Navegación.
3. Comunicación.

En varios momentos se aprecia una excesiva prisa por establecer comunicaciones, tanto con ATC como con el pasaje, cuando los otros dos objetivos todavía no estaban conseguidos. En un momento dado el tripulante adicional solicitó al comandante autorización para ayudarlo con las comunicaciones, pero el comandante solo le delegó el cambio de la selección de frecuencias.

Según su declaración el comandante apreció que a la aeronave le costaba ganar altura por lo que decidió mantener 3.500 ft. Según cálculo teórico⁴ el gradiente neto ascensional

⁴ ATR72 FCOM Gross Climb Gradient two engine at Max Climb Power –IAS=170 (Eng 127F/PW127M)
ATR72 FCOM Gross Climb Gradient one engine at MCT. IAS=VMLB (Eng PW127F/PW127M).

en las condiciones del incidente varía del 6,3% con dos motores al 2,3% con un solo motor, sin tener en cuenta la pérdida de sustentación producida por el alabeo que utilizó para proceder a viento en cola. Teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas presentes VMC, se considera acertada la decisión del comandante de realizar un circuito de tráfico para retornar al aeropuerto a la mayor brevedad frente a la indicación de fuego en un motor.

Asimismo el comandante declaró que desconectó temporalmente el piloto automático ante su sensación de que el avión «no volaba bien».

2.1.1.3. Viento en cola y fase de aproximación

A pesar de la solicitud del comandante del procedimiento inadecuado el copiloto finalmente leyó la lista correspondiente al procedimiento anormal de fuego de motor en vuelo o daño mecánico severo (IN FLIGHT ENGINE FIRE OR SEVERE MECHANICAL DAMAGE). Al comprobar los puntos de la lista la tripulación se dio cuenta de la errónea posición de la palanca de condición. Este error no tuvo consecuencias pues, al accionar el maneral contraincendios, el motor se paró y la hélice pasó a posición de bandera.

Una vez finalizada la lectura de esta lista, cuyo último punto dirige al procedimiento anormal de procedimiento de operación con un solo motor (SINGLE ENG OPERATION procedure), el comandante solicitó, de acuerdo con los procedimientos operativos estándar reflejados en la documentación de la compañía, la lectura de la lista del procedimiento normal de después del despegue (AFTER TAKE OFF).

Mientras el copiloto leía dicho procedimiento simultaneaba conversaciones con ATC para realizar la aproximación a la pista 32L sin restricciones ya que el controlador de aproximación les confirmó que «no hay nadie en la pista izquierda y pueden virar a discreción». Asimismo les facilitó una instrucción para virar a rumbo 140° lo que el comandante ejecutó realizando un viraje continuo hasta un rumbo de 005° como si fuera el viraje del tramo de base.

Una vez completada la lista de AFTER TAKE OFF el comandante estableció una comunicación con Operaciones de la compañía Air Europa para comentar la eventualidad y su intención de aterrizar en la pista 32L. La conversación dura 29 segundos. En ese intervalo el copiloto también atiende solicitudes de asistencia por parte de ATC. En este momento en el que han iniciado su viraje hacia el tramo final de aproximación ambos pilotos están prestando su atención a las comunicaciones.

En todo momento el copiloto está pendiente de la aseveración por parte del comandante de la información que transmite a ATC.

La premura por la rápida resolución del incidente facilitó la decisión del comandante de completar la maniobra de aproximación con referencias visuales lo que comunicó al copiloto para su transmisión a ATC. Asimismo desconectó el piloto automático para realizar la aproximación en modo de vuelo manual. Como se indicó previamente se considera conveniente en situación de emergencia maximizar el empleo de automatismos.

En la primera comunicación con el controlador local de arribadas de la pista 32 L le indicaron que estaban establecidos en final de la pista 32 L siendo autorizados por éste a aterrizar. A partir de este momento la tripulación configuró la aeronave para el aterrizaje extendiendo tren y flaps a 30° y ajustando la velocidad en final.

Una vez establecida la configuración al comandante le llamó la atención que hubiera un tráfico en el umbral de pista. En ese momento la aeronave Airbus 319 de la compañía Iberia, con indicativo IB0434, había sido autorizada a entrar en pista 36L y alinear.

Fue el tripulante adicional el que se dio cuenta de su posición real e indicó a la tripulación que se encontraban realizando la aproximación a la pista 36L. Ante esta información el comandante requirió urgentemente al copiloto la solicitud de aterrizaje en la pista 36L para, a continuación, decidir ejecutar una maniobra de aproximación frustrada iniciando un viraje hacia la izquierda con la intención de poder mantener contacto visual con los posibles tráficos en despegue.

Los controladores de servicio, dándose cuenta de la posición extraña de la aeronave, decidieron anticiparse y evacuar de la pista al tráfico alineado facilitando pocos segundos después la autorización de aterrizaje.

El comandante aceptó la autorización y canceló su maniobra de aproximación frustrada decidiendo retomar su aproximación desde una posición que le obligaba a realizar una ruta oblicua en 28° con la pista en servicio y con una configuración de aterrizaje que había sido modificada, por lo que se considera que no fue una maniobra estabilizada.

La decisión de realizar una maniobra de aproximación frustrada en esa circunstancia se considera adecuada una vez que no existía premura por aterrizar al haberse extinguido el fuego.

El comandante reconoció en su entrevista haber sufrido problemas para controlar la aeronave que le llevaron a desconectar el piloto automático por su desconfianza en la capacidad del sistema para estabilizar la aeronave. En este caso es recomendable seguir estrictamente los parámetros para realizar una aproximación estable siguiendo una trayectoria que contenga un tramo recto de final, incluso apoyado como referencia en una radio-ayuda si estuviese disponible. Una vez iniciada la maniobra de aproximación frustrada se considera arriesgado, en estas circunstancias, abandonar la misma y forzar una aproximación desestabilizada. La pericia del comandante permitió que la toma de

contacto fuese correcta. El copiloto aceptó la maniobra y no hizo ningún comentario al respecto.

2.1.1.4. Gestión de Recursos de la Tripulación (CRM)

En base a esta operación se considera que el comandante ejerció un estilo de mando autoritario denotando falta de confianza en su copiloto, quien se había incorporado recientemente a la compañía y acababa de haber terminado su curso de conversión.

Del mismo modo se detecta una falta de asertividad del copiloto que estuvo en todo momento supeditado a las acciones y decisiones del comandante sin realizar ningún tipo de comentario. A esta actitud pudo contribuir el hecho de que el comandante ocupaba un cargo de responsabilidad en el departamento de instrucción de la compañía. Durante la resolución de la emergencia de incendio no se distribuyó el trabajo en cabina de acuerdo a los procedimientos operacionales, sino que el comandante asumió toda la ejecución de los pasos requeridos.

Al ser una situación imprevista y no entrenada en los programas de instrucción, a la tripulación le costó centrarse en las acciones y procedimientos necesarios para una resolución adecuada. En este sentido el operador ha incorporado a sus sesiones de entrenamiento de refresco en simulador ejercicios que comprenden una situación similar, por lo que no se considera necesario hacer una recomendación al respecto.

El comandante dio más prioridad a las comunicaciones (al pasaje, a ATC y a operaciones) que al control de la aeronave y a su trayectoria. El hecho de experimentar una situación de indicación de fuego a bordo que se extiende durante un tiempo largo (2 minutos y 26 segundos) facilitó que el comandante se viera dominado por el estrés, hecho que manifestó abiertamente a su tripulación.

La urgencia de realizar el aterrizaje lo antes posible provocó en la tripulación una pérdida de la conciencia situacional que les llevó a confundir la pista de aterrizaje a la que pretendían hacer la aproximación. A este hecho contribuyeron las siguientes actuaciones:

- Defectuosa distribución del reparto de tareas entre los miembros de la tripulación.
- Inexacta ejecución de los pasos de memoria, y dificultad de identificación de los procedimientos a aplicar.
- Prioridad del establecimiento de comunicaciones distrayendo el control de la trayectoria.
- Interrupción de la maniobra de aproximación frustrada forzando un tramo final desestabilizado.

Se considera que una situación de incendio a bordo es la peor circunstancia a la que se tiene que enfrentar una tripulación, con lo que se debe dar prioridad a un aterrizaje

inmediato. Ahora bien, una vez que la indicación de fuego se ha extinguido, la urgencia de aterrizaje queda supeditada a la ejecución de procedimientos que configuren la aeronave en la mejor de las condiciones posibles para realizar una aproximación con éxito. Para ello se considera que la tripulación debería haber extendido el tramo de viento en cola y ejecutado el procedimiento anormal de operación con un solo motor (SINGLE ENG OPERATION) y demás procedimientos normales, ya que solo fueron realizados el de después del despegue (AFTER TAKE OFF) y antes de aterrizaje (BEFORE LANDING).

Además, dados los problemas de control apreciados, se hubiera considerado conveniente realizar un tramo largo de aproximación final por derecho, incluso tomando como referencia la ayuda a la aproximación disponible (ILS).

Dada la naturaleza de la emergencia, una vez extinguido el fuego en el motor afectado, habría sido adecuado que el comandante hubiera establecido contacto directo con la tripulación auxiliar para comunicar la situación en cabina de vuelo así como sus intenciones, y obtener sus impresiones sobre la situación en la cabina de pasaje. Esta acción podía haber sido delegada al tripulante adicional, aliviando carga de trabajo a la tripulación a los mandos.

Los dos tripulantes recibieron el preceptivo entrenamiento de Gestión de Recursos de la Tripulación de acuerdo a los programas de instrucción del operador, que cumplen la normativa vigente.

El comandante había recibido en sus calificaciones de las OPC, realizadas con anterioridad al incidente, valoraciones por encima de la media de la flota. Las calificaciones posteriores al mismo incidente también indicaban valores positivos.

El copiloto en su OPC anterior al incidente había recibido valoraciones que le situaban en la media de la flota. En posteriores evaluaciones recibidas en octubre de ese mismo año y en marzo de 2014 sus calificaciones habían mejorado notablemente.

2.1.2. Controladores ATC

La maniobra realizada por el tráfico sorprendió a los controladores en servicio en la Torre de Control del aeropuerto. La tripulación desde el principio solicitó aproximación a la pista 32L que era la que estaba activa para aproximación en la configuración presente de pistas en servicio en el aeropuerto.

Al recibir confirmación de las dificultades que presentaba el EC-KKQ se le concedió prioridad despejando todo el sector de aproximación a la pista 32L.

Aunque tenían el tráfico a la vista no fueron conscientes de la situación pensando que el piloto podía tener problemas de control de la aeronave. La extrañeza sobre los rumbos y la trayectoria observada les puso en alerta sobre la actuación anómala del tráfico, con lo que reaccionaron preventivamente parando los despegues de la pista 36L.

Cuando tuvieron certeza de la intención del tráfico de aterrizar en la pista 36L una rápida coordinación, en colaboración del personal presente en el fanal, permitió la retirada del tráfico alineado en cabecera y la autorización a aterrizar sin demora en la pista solicitada.

2.1.3. Aeropuerto

El aeropuerto, una vez que fue consciente de la emergencia, declaró Alarma Local. Desde el Centro de Gestión Aeroportuaria (CGA) se activaron a los agentes afectados en caso de un posible accidente/incidente como son, entre otros, Servicio de Extinción de Incendios, Policía Nacional, Guardia Civil, Servicio Médico Aeroportuario y Servicio de Seguridad del aeropuerto. La alarma local se desactivó a las 16:38:00 h, con la aeronave estacionada en el punto de aparcamiento asignado y sin novedad.

2.2. Rotura del álabe de turbina. Secuencia de probable de daños

Tras el despiece del motor realizado en las instalaciones de SAL y el análisis metalográfico realizado se determinó que el origen del fuego generado en el motor estaba en la fractura del álabe n.º 30 de la turbina de potencia.

Esta rotura se produjo por un proceso de fatiga al que contribuyó la presencia de un depósito de corrosión en el que aparecieron precipitados ricos en azufre.

El desprendimiento de este material dañó a otros elementos anejos del motor. La vibración generada provocó la rotura de la tubería de ventilación de los cojinetes n.º 6 y 7 con el consiguiente rociado de aceite sobre las zonas calientes del motor, lo que produjo el fuego.

2.3. Medidas adoptadas

2.3.1. Medidas adoptadas por Swiftair

El operador ha publicado un Manual de Referencia para el Piloto (PRM) con el objetivo de compilar información del Manual de Operaciones OM, y de los manuales del fabricante (AFM, QRH y de FCOM), facilitando al personal de su flota de ATR la

información necesaria para la estandarización y la correcta ejecución de los procedimientos operacionales adoptados por la compañía.

Asimismo el Departamento de Instrucción ha realizado un análisis del incidente mediante la exposición del caso en sus sesiones de entrenamiento recurrente CRM en tierra. Del mismo modo ha generado escenarios de entrenamiento en simulador análogos al incidente con el fin de solventar dudas sobre las carencias detectadas.

Respecto a carencias CRM las posibles causas del incidente han sido analizadas en los cursos recurrentes para toda la flota de la compañía reforzando los aspectos de liderazgo, carga de trabajo y conciencia situacional.

Los tripulantes han sido evaluados posteriormente tanto en los aspectos técnicos como en CRM con resultados positivos.

De la información obtenida sobre la labor inspectora de AESA no se ha podido inferir la actuación de desvió procedimental de la tripulación como un hecho generalizado, sino puntual.

No obstante se considera necesario la elaboración de un plan específico de instrucción y supervisión, por parte del operador, que permita asegurar que sus tripulaciones llevan a cabo las acciones de los procedimientos de emergencia con estricta adherencia a los mismos. En ese sentido se emite una recomendación.

2.3.2. *Medidas adoptadas por el fabricante*

El fabricante P&W adoptó medidas sobre la causa directa de la generación de fuego, que es la rotura de la tubería de ventilación de los cojinetes 6 y 7, mediante la modificación de su instalación y fijación.

El fabricante P&W informó posteriormente que había realizado un estudio de las fracturas de los álabes de turbina de potencia número 2 que operaban en un medio tendente a la sulfitación. Como consecuencia se diseñó una inspección por corrientes inducidas a realizar con el motor instalado en la aeronave. Un siguiente paso a seguir es diseñar un procedimiento de inspección por corrientes inducidas en taller. En el momento de redacción de este informe este proceso se encontraba en fase de inclusión en los manuales de mantenimiento y en fase de diseño del procedimiento de entrenamiento necesario para ejecutarlo.

Asimismo, con el fin de prevenir la formación de dichas grietas se ha considerado la aplicación a los álabes de una capa protectora de corrosión. Con este fin el fabricante ha emitido un Boletín de Servicio (P6WC S.B. N.º 21876) para la sustitución de los mismos por otros tratados con una capa protectora de material compuesto de cromo.

Desde ATR llegó información de que, en un periodo de 5 años (desde 2010 a 2014) habían registrado otros 11 casos de fallos en la turbina de potencia numero 2 PT2, ninguno de los cuales había probado ser causa de fuego en el motor.

Las medidas tomadas por el fabricante P&W pretenden garantizar la solución para evitar daños como los que provocaron el incidente lo que motiva que no se considera necesario recomendar la adopción de medidas adicionales a las desarrolladas para prevenir este tipo de incidentes.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

Sobre el vuelo

- La tripulación de la aeronave estaba adecuadamente calificada y entrenada y había cumplido su preceptivo descanso.
- Los controladores ATC eran aptos para realizar los servicios desempeñados.
- La aeronave poseía los permisos necesarios para la actividad que llevaba a cabo.
- La tripulación no detectó la indicación anormal de temperatura interturbina (ITT) del motor n.º 1, por lo que continuó el despegue.
- La indicación de incendio se produjo en la fase de ascenso inicial, una vez realizada la primera reducción de potencia.
- Debido a las dificultades de control estimadas por el efecto guiñada, la tripulación decidió no continuar con la maniobra de salida instrumental publicada y detener el ascenso a 3.500 ft mientras procedía a un tramo de viento en cola.
- La tripulación no ejecutó correctamente el reparto de tareas y dio prioridad a labores no esenciales (comunicaciones).
- La situación de indicación de incendio obligó a la tripulación a declarar emergencia (MAYDAY). El estrés generado provocó una urgencia por aterrizar generando una pérdida de la conciencia situacional de los pilotos, que realizaron la aproximación a la pista 36L.
- La pista 36L no está diseñada para admitir aproximaciones. Sólo se emplea para maniobras de despegue en configuración norte del aeropuerto.
- Los controladores eran conscientes de las dificultades de la tripulación y liberaron de tráfico el sector de aproximación de la pista 32L. No previeron que la aproximación que realizaba la aeronave se dirigía hacia la pista 36L hasta que la tripulación solicitó permiso para realizar el aterrizaje en la misma.
- Una acción colaborativa del personal de servicio en el fanal de la Torre de control permitió librar de tráfico la pista 36L con lo que fue posible para la tripulación realizar el aterrizaje en dicha pista.
- Debido a que el comandante interrumpió su decisión de ejecutar la maniobra de aproximación frustrada, tomada al darse cuenta de su error de posición, el tramo final de la aproximación no siguió los criterios de estabilización.
- La toma de contacto fue correcta realizándose ésta entre las calles de acceso Z8 y Z10.
- La aeronave rodó a su punto de aparcamiento y el pasaje desembarcó por el procedimiento habitual.
- La formación recibida por la tripulación se ajusta a la normativa vigente al respecto.

Sobre el motor

- El origen del fuego se produjo por la rotura del álabe n.º 30 de la turbina de potencia n.º 2 PT2.

- La rotura del álabe se produjo por un proceso de fatiga al que contribuyó la presencia de un depósito de corrosión en los que aparecieron precipitados ricos en azufre.
- Probablemente la vibración mecánica generada al motor provocó la rotura de la tubería de ventilación de los cojinetes n.º 6 y 7.
- El aceite proveniente de dicha tubería se inflamó en contacto con las zonas calientes del motor.
- Tras la ejecución del procedimiento correspondiente el incendio se extinguió tras permanecer la indicación en cabina activa durante 2 minutos y 29 segundos.
- El fabricante estima realizar una acción correctiva sobre la instalación de la tubería afectada, causa última de la generación del fuego. Asimismo, está desarrollando un nuevo procedimiento de inspección de los álabes de turbina de potencia número 2, a la vez que ha emitido un Boletín de Servicio para la sustitución de los álabes por otros tratados con una capa protectora de material compuesto de cromo.

3.2. Causas/factores contribuyentes

El incidente ocurrido a la aeronave EC-KKQ se produjo por el desprendimiento de un álabe de la turbina de potencia n.º 2 del motor izquierdo. Probablemente la vibración causada por esta avería generó la rotura de una tubería de conducción de aceite que, al ser dirigido hacia zonas calientes del motor, provocaron fuego.

Una incorrecta gestión de los recursos de la tripulación (CRM) y la falta de adherencia a los procedimientos de emergencia por parte de la tripulación, provocaron una aproximación no intencionada sobre una pista activa en servicio exclusivamente para maniobras de despegue.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

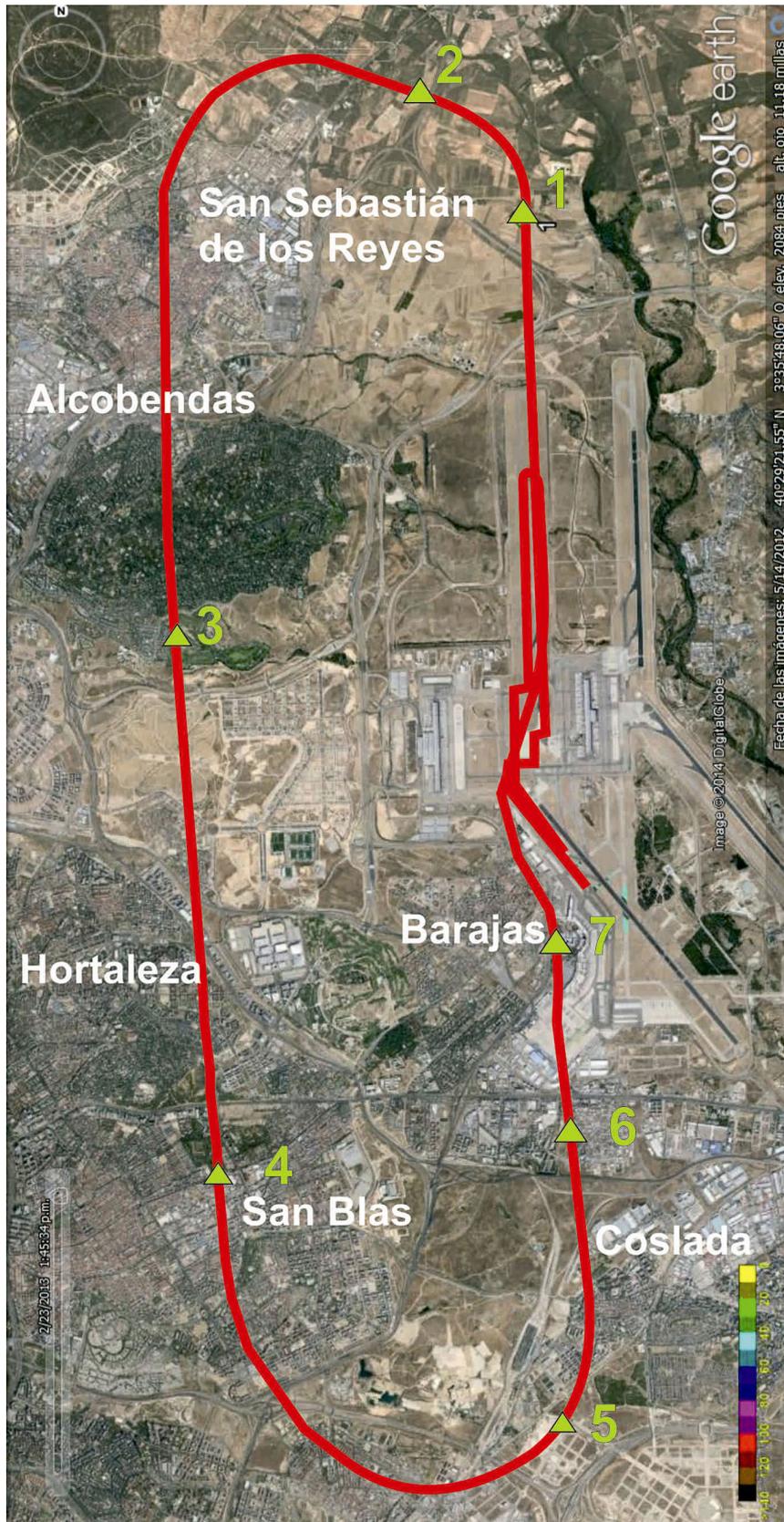
A consecuencia de la investigación de este incidente se emite una recomendación de seguridad:

REC 45/15. Debido a la carencia detectada sobre la falta de adherencia de la tripulación a los procedimientos de emergencia se recomienda al operador Swiftair que elabore un plan específico de instrucción y supervisión que permita asegurar que sus tripulaciones llevan a cabo los procedimientos de emergencia con estricta adherencia a los mismos.

La investigación hubiera considerado necesaria la emisión de una recomendación de seguridad al fabricante P&W en el sentido de llevar a cabo acciones para detectar y corregir las grietas que pudieran presentarse en los álabes. No obstante, dicha recomendación no se emite al considerar que las acciones correctoras realizadas por el fabricante en relación con el diseño de un procedimiento de inspección, así como la aplicación de una capa protectora de corrosión, se consideran suficientes para atender la situación detectada.

APÉNDICES

APÉNDICE 1
Trayectoria de la maniobra
realizada por la aeronave EC-KKQ



Traectoria seguida por la aeronave EC-KKQ y puntos de referencia

