

CIAIAC

COMISIÓN DE
INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES
E INCIDENTES DE
AVIACIÓN CIVIL

Informe técnico IN-008/2018

Incidente ocurrido el día 3 de marzo de 2018 a la aeronave Boeing 737-700, con matrícula D-AGEU, operada por Germania, en el espacio aéreo de Canarias



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

Informe técnico

IN-008/2018

Incidente ocurrido el día 3 de marzo de 2018 a la aeronave Boeing 737-700, con matrícula D-AGEU, operada por Germania, en el espacio aéreo de Canarias



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES E INCIDENTES
DE AVIACIÓN CIVIL

© Ministerio de Fomento
Secretaría General Técnica

NIPO Línea: 161-19-091-3

Maquetación: ASAP Global Solution 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

ADVERTENCIA	iii
ABREVIATURAS.....	v
SINOPSIS.....	vii
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	2
1.5. Información sobre el personal	2
1.6. Información sobre la aeronave	2
1.7. Información meteorológica	5
1.8. Ayudas para la navegación.....	5
1.9. Comunicaciones.....	7
1.10. Información de aeródromo.....	7
1.11. Registradores de vuelo	7
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto.....	8
1.13. Información médica y patológica.....	8
1.14. Incendio	8
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia.....	8
1.16. Ensayos e investigaciones.....	8
1.17. Información sobre organización y gestión.....	12
1.18. Información adicional.....	12
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces.....	13
2. ANÁLISIS.....	14
2.1. Análisis cronológico de los hechos.....	14
2.2. Análisis de la actuación de los servicios de control	15
2.3. Análisis de la actuación del piloto.....	16
3. CONCLUSIONES.....	17
3.1. Constataciones.....	17
3.2. Causas/factores contribuyentes	17
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD	19

Abreviaturas

°/s	Grado/segundo
AMM	Manual de Mantenimiento de la Aeronave
APP	Control de aproximación
ATPL	Licencia de Piloto de Transporte de Línea
CPC	Controlador de Presurización de Cabina
EBOX	Caja electrónica
EDDB	Aeropuerto de Berlin Schonefeld
FIR	Región de información vuelo
FL	Nivel de Vuelo
FLT ALT	Altitud a nivel de vuelo
ft	pies
Ft/min	Pies/minuto
GCFV	Aeropuerto Fuerteventura
h	Hora(s)
IAW	Aeronavegabilidad Inicial
IFR	Reglas de Vuelo Instrumental
IR	Reglas Instrumentales
Kg	Kilogramo(s)
Km	Kilómetro
LAND ALT	Altitud en el aeropuerto de destino
LDA	Distancia disponible de aterrizaje
LECS	Sevilla FIC/ACC
LEMG	Aeropuerto Málaga-Costa del Sol
LV	Baja visibilidad

m	metro(s)
MEL	Lista Equipo Mínimo
MOC	Centro de Operaciones de Mantenimiento
NVM	Memoria no volátil
NNC	Lista de Chequeo No Normal
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OFV	Válvula de salida de flujo
PA	Sistema de comunicaciones al público
PIC	Piloto al mando
PF	Piloto al mando
PM	Piloto monitorizando
QRN	Manual de Referencia Rápida
s	Segundos
SCCM	Miembro Senior de la Tripulación en Cabina
UTC	Tiempo Universal Coordinado

Sinopsis

Propietario	WWTAI AirOpCo II DAC
Operador:	Germania
Aeronave:	Boeing 737-700
Personas a bordo:	5 tripulantes y 123 pasajeros, 3 heridos leves
Tipo de vuelo:	Transporte aéreo comercial – Regular – Internacional – Pasajeros
Fase de vuelo:	En ruta
Tipo de operación:	IFR
Fecha y hora del incidente:	3 de marzo 2018, 18:28 h ¹
Lugar del incidente:	En el espacio aéreo de Canarias
Fecha de aprobación:	30 de enero del 2019

Resumen del suceso

El sábado 3 de marzo de 2018, la aeronave Boeing 737-700, con matrícula D-AGEU y operada por Germania, despegó del aeropuerto de Fuerteventura, en España, con destino al aeropuerto de Berlín Schonefeld, en Alemania.

Durante la fase de vuelo en crucero, a nivel de vuelo FL380, la tripulación de cabina sintió intensos y repentinos cambios de presión y, tras observar el indicador que muestra la velocidad ascensional de cabina (Cabin Rate of Climb Indicator), se percató de que había un problema con la presurización de cabina. Instantes después, se activó la alerta visual y auditiva de altitud de cabina. Tras lo cual, la tripulación se puso las máscaras de oxígeno.

El piloto que monitorizaba el vuelo observó que los indicadores de altitud a nivel de vuelo (FLT ALT) y altitud del aeródromo de destino (LAND ALT) mostraban guiones, por lo que la tripulación concluyó que debía haberse producido un fallo doble del controlador de presurización de cabina. (CPC)

Mientras tanto, la altitud de cabina alcanzó 15.000 pies de manera descontrolada. Las máscaras de oxígeno de los pasajeros se desplegaron automáticamente cuando la altitud de cabina superó los 14.000 pies.

¹ La referencia horaria utilizada en este informe es la hora local en Canarias. La hora UTC coincide con la hora local en Canarias.

La tripulación declaró la situación de emergencia (MAYDAY) al servicio de control de tránsito aéreo, comunicando sus intenciones de efectuar un descenso de emergencia.

Durante el descenso, la tripulación recuperó manualmente el control de la presurización de cabina, tras lo cual decidió cancelar la declaración de emergencia.

La tripulación decidió desviarse para aterrizar en el aeropuerto de Málaga, donde lo hizo sin incidencias.

Hubo 3 pasajeros heridos leves a consecuencia del suceso.

La investigación no ha podido determinar fehacientemente la causa de este incidente:

1. Según los estudios realizados durante la investigación de este incidente, este pudo ser causado por dos posibles fallos.

Inicialmente, el Controlador de Presurización de Cabina #2 (CPC2) dispuso que la válvula de salida de flujo (OFV) se abriera por completo. La anomalía que produjo la apertura de la OFV fue debida a datos erróneos. Estos datos erróneos pudieron ser causados por un evento único alterado o por fatiga de las juntas de soldadura.

Posteriormente, debido a la rigidez de la válvula de salida de flujo, el Controlador de Presurización de Cabina #1 (CPC1) fue incapaz de devolverla a su posición de cierre y así estabilizar la presión de cabina. Este hecho podría haber contribuido a acrecentar la severidad de la despresurización. Ha sido posible identificar qué ocasionó la rigidez de la válvula de salida de flujo (OFV).

2. Tras el incidente, sospechando que ambos Controladores de Presurización de Cabina hubiesen fallado simultáneamente, se reemplazaron por otros. Sin embargo, siguieron produciéndose diversas anomalías por pérdida de presurización de cabina.
3. El operador de la aeronave no ha proporcionado información sobre qué motivó la pérdida de presurización de cabina tras la sustitución de ambos Controladores de Presión de Cabina. Es más, se desconoce si estos incidentes posteriores fueron analizados en detalle por el operador.

El día 3 de marzo del 2018, en horario anterior al del incidente, se notificaron otros dos incidentes relativos a la presurización de cabina. Se considera que pudo ser un factor contribuyente de este incidente la falta de análisis detallado, por parte de los técnicos de mantenimiento del operador, de los incidentes anteriores a este.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El sábado 3 de marzo de 2018, la aeronave Boeing 737-700, con matrícula D-AGEU y operada por Germania, despegó del aeropuerto de Fuerteventura, en España, con destino al aeropuerto de Berlín Schonefeld, en Alemania.

Durante la fase de vuelo en crucero, a nivel de vuelo FL380, la tripulación de cabina sintió intensos y repentinos cambios de presión y, tras observar el indicador que muestra la velocidad ascensional de cabina (Cabin Rate of Climb Indicator), se percató de que había un problema con la presurización de cabina. Instantes después, se activó la alerta visual y auditiva de altitud de cabina. Tras lo cual, la tripulación se puso las máscaras de oxígeno.

El piloto que monitorizaba el vuelo observó que los indicadores de altitud a nivel de vuelo (FLT ALT) y altitud del aeródromo de destino (LAND ALT) mostraban guiones, por lo que concluyeron que debía haberse producido un fallo doble del controlador de presurización de cabina.

Mientras tanto, la altitud de cabina alcanzó 15.000 pies de manera descontrolada. Las máscaras de oxígeno de los pasajeros se desplegaron automáticamente cuando la altitud de cabina alcanzó los 14.000 pies.

La tripulación declaró la situación de emergencia (MAYDAY) al servicio de control de tránsito aéreo marroquí de CASABLANCA, comunicando sus intenciones de efectuar un descenso de emergencia. El servicio de control no autorizó el descenso de emergencia e indicó a la tripulación que contactasen con el servicio de control de tránsito aéreo español.

Tras contactar con el servicio de control de tránsito aéreo español, la aeronave comunicó que estaba realizando un descenso de emergencia.

Durante el descenso, la tripulación recuperó manualmente el control de la presurización de cabina, tras lo cual decidió cancelar la declaración de emergencia.

La tripulación decidió desviarse para aterrizar en el aeropuerto de Málaga, donde lo hizo sin incidentes.

Hubo 3 pasajeros heridos leves a consecuencia del suceso.

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Muertos				
Lesionados graves				
Lesionados leves		3	3	No se aplica
llesos	5	120	125	No se aplica
TOTAL	5	123	128	

1.3. Daños a la aeronave

No se produjeron daños en la aeronave.

1.4. Otros daños

No se produjeron daños de ningún otro tipo.

1.5. Información sobre el personal

El piloto, de nacionalidad alemana y 34 años de edad, contaba con una licencia de piloto de transporte de línea aérea de avión ATPL(A) expedida por primera vez el 10 de marzo de 2014 por la Autoridad de Aviación Civil alemana y habilitación PIC e IR para el B737 300-900, válida hasta el 28 de febrero del 2019.

El piloto disponía de certificado médico de Clase 1 válido hasta el 16 de febrero de 2019.

El copiloto, de nacionalidad británica y 41 años de edad, contaba con una licencia de piloto de transporte de línea aérea de avión ATPL(A) expedida por primera vez el 12 de abril de 2017 por la Autoridad de Aviación Civil del Reino Unido y habilitación B737 300-900/IR/LV válida hasta el 28 de febrero del 2019.

El copiloto disponía de certificado médico de Clase 1 válido hasta el 20 de febrero de 2019.

1.6. Información sobre la aeronave

La aeronave Boeing 737-700, con matrícula D-AGEU y número de serie 28104, fue matriculada en el registro de matrículas de la Autoridad de Aviación Civil alemana el 22 de diciembre del 2017.

Dispone de certificado de aeronavegabilidad, expedido por la Autoridad de Aviación Civil alemana.

Descripción del sistema de control de presurización de cabina

El sistema de control de presurización de cabina controla la velocidad del aire liberado desde la cabina a través de la posición de la válvula de salida de flujo.

Los pilotos pueden controlar la presurización de cabina de estos modos:

- Modo automático
- Modo manual

En el modo automático, los controladores programan automáticamente la presurización de cabina para todas las fases del vuelo. El sistema consta de dos canales de control, redundantes, automáticos y digitales que consisten en: un controlador de presurización de cabina, una válvula de salida de flujo, una caja electrónica y automotora y las funciones automáticas del panel de control de la presurización en cabina. Si ambos canales de control fallan, el piloto puede controlar la válvula de salida de flujo manualmente.

Si ninguno de los modos de control son efectivos, hay mecanismos para proteger la estructura de la aeronave de una presión diferencial excesiva:

- Dos válvulas de alivio de seguridad
- Una válvula de alivio de presión negativa

En operaciones normales, la altitud de presión de cabina nunca supera los 8.000 pies. Cuando la altitud de presurización de cabina supera los 10.000 pies un sistema de advertencia de altitud de cabina informa a la tripulación.

Actividades de mantenimiento

Se incluyen a continuación, en orden cronológico, las actividades de mantenimiento más relevantes para el análisis de este incidente:

1. El 3 de febrero del 2018 se anotó la siguiente incidencia en el registro de mantenimiento de la aeronave: Controlador de Presurización de Cabina #2 inoperativo. Desactivado de acuerdo a la MEL. Tras lo cual, el 9 de febrero, se cambió el controlador de presurización de cabina CPC2.

Se consultó con el operador si entre el día 9 de febrero del 2018 y el día del incidente, 3 de marzo del 2018, se reportó algún incidente relativo al Controlador de Presurización de Cabina # 2. El operador no ha proporcionado información al respecto.

2. El día 3 de marzo del 2018, antes del incidente objeto de este informe, se notifican otros dos incidentes a mantenimiento: uno a las 3:30 h UTC y otro a las 5:02 h UTC. En ambos incidentes se reporta "*fallo de uno de los sistemas de Control de Presurización de Cabina*" y en ambos casos se ejecuta el test "*Cabin pressure controller ground test IAW AMM 21-31-TASK 801 Rev 64*" con resultado satisfactorio. Durante la investigación, se consultó al operador cuál de los dos controladores de presurización en cabina había dado estos problemas y este indicó que ambos fallaron simultáneamente.
 3. En un vuelo posterior efectuado ese mismo día se produjo el incidente objeto de este informe.
 4. El día 4 de marzo del 2018, sospechando que ambos Controladores de Presurización de Cabina hubiesen podido fallar simultáneamente, se reemplazaron ambos según la tarea 21-31-01-400-801 y también se efectuó una prueba de pérdida de presurización de cabina de acuerdo al AMM 05-51-91-790-801 rev 64. Tras lo cual, el avión fue puesto de nuevo en servicio.
- Sin embargo, tras cambiar los dos controladores de presurización de cabina, se siguieron produciendo diversas anomalías. El día 6 de marzo del 2018, se reportó en el registro de mantenimiento de la aeronave "*pérdida de presurización de cabina. Cambiar el módulo de control de presurización de cabina*". Tras lo cual, se cambió el selector del módulo de presurización de cabina.

Se consultó al operador qué ocasionó esta nueva anomalía tras la sustitución el día 4 de marzo de los dos Controladores de Presurización de Cabina. El operador no ha proporcionado información al respecto.

- Posteriormente, el día 10 de marzo del 2018, se cambiaron ambas válvulas de alivio de seguridad al igual que la válvula de salida de flujo. Este cambio fue debido a que, durante la fase de crucero, el régimen de ascenso/descenso de la altitud de cabina variaba continuamente entre +400/500 ft/min y -400/500 ft/min.

También se consultó al operador qué ocasionó esta otra anomalía y si posteriormente hubo más. El operador no ha proporcionado información al respecto.

1.7. Información meteorológica

Aparte de la llovizna débil, con presencia de algún estrato bajo, no parece que hubiera ningún fenómeno significativo en la zona del incidente.

1.8. Ayudas para la navegación

Se incluye, a continuación, los momentos más significativos de la traza radar de la aeronave involucrada en el incidente.

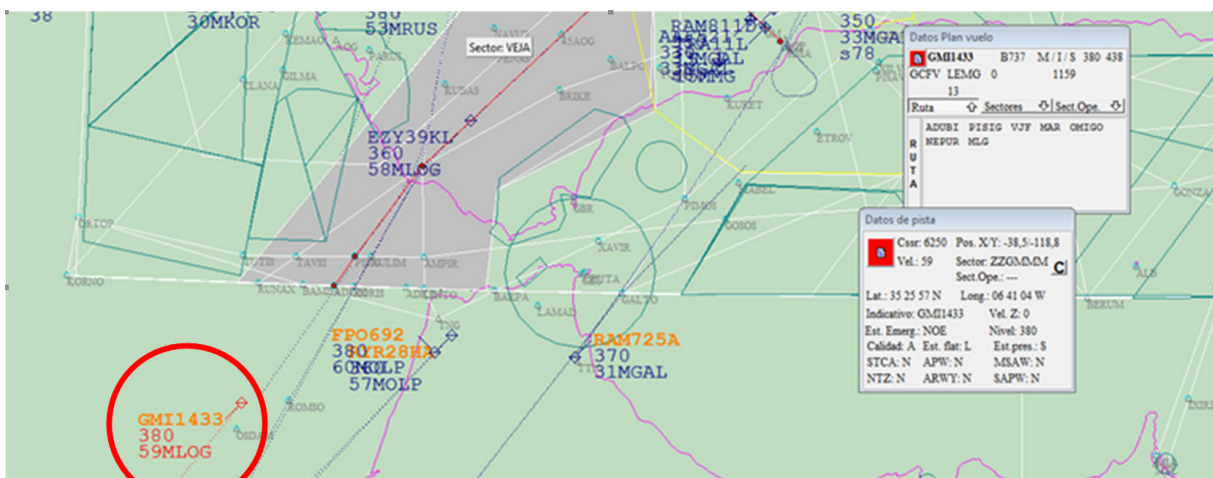


Ilustración 1: Posición de la aeronave a las 18:29:18 h

A las 18:29:18 h, cuando se produjo la despresurización, la aeronave se encontraba en el nivel de vuelo FL380 sobrevolando el punto OSDAM.

Tras ese instante, la aeronave comenzó a descender. A las 18:35:49 h, cuando la

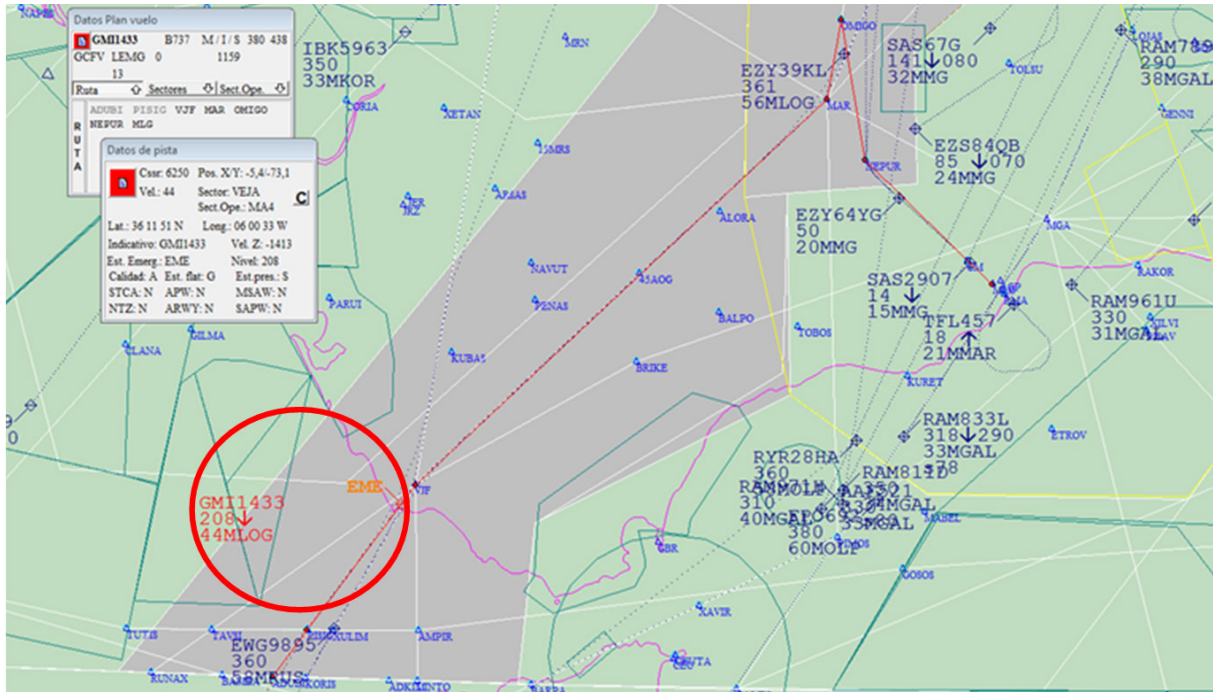


Ilustración 2: Posición de la aeronave a las 18:35:49 h

tripulación dio por finalizada la situación de emergencia, la aeronave había descendido hasta el nivel de vuelo FL208:

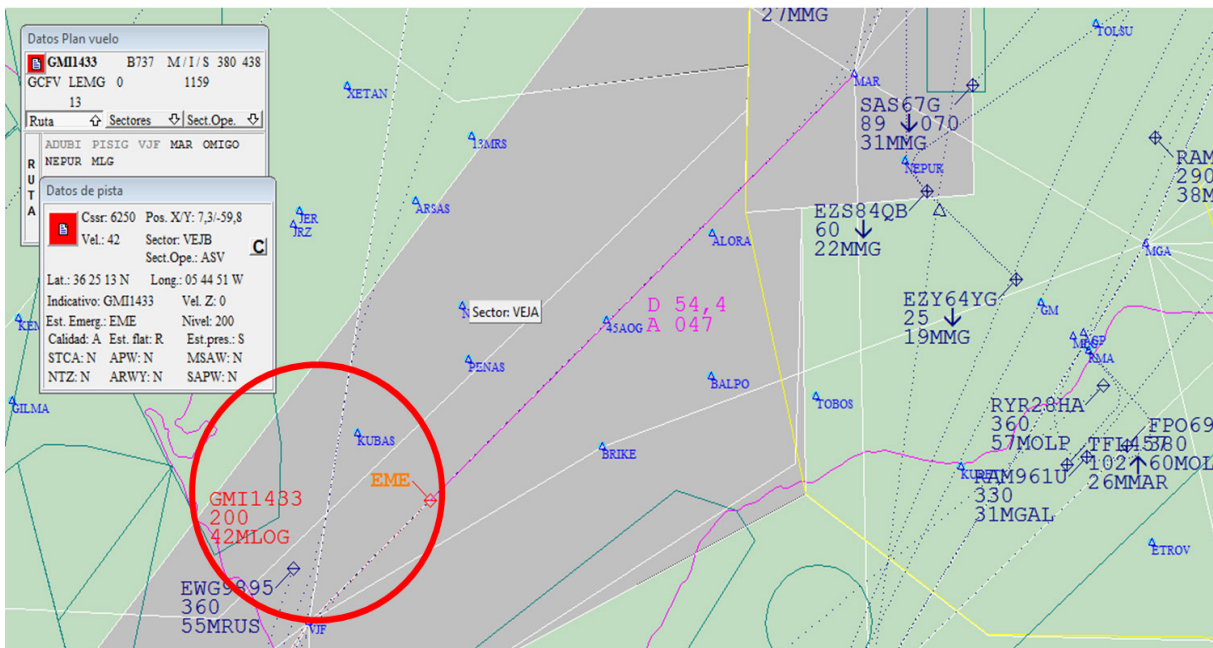


Ilustración 3: Posición de la aeronave a las 18:38:25 h

Tras solucionar la situación de emergencia, a las 18:38:24 h, la aeronave decidió desviarse al aeropuerto de Málaga. Se muestra la posición de la aeronave en ese instante:

1.9. Comunicaciones

Se exponen las comunicaciones más significativas mantenidas entre el piloto y el controlador aéreo para el análisis posterior del incidente.

A las 18:29:18 h, la aeronave contactó con el controlador del sector MA4 de LECS para indicarle que necesita realizar un descenso de emergencia y declaró: "MAYDAY". El controlador le autorizó a descender al nivel de vuelo FL200.

A las 18:35:42 h, la aeronave canceló el "MAYDAY" ya que el piloto pudo controlar la situación.

A las 18:38:24 h, el piloto decidió desviarse al aeropuerto de Málaga.

A las 18:43:25 h, el piloto le indicó al controlador de APP de LEMG que tenían algún pasajero herido por la descompresión y que necesitarían asistencia médica. La aeronave técnicamente estaba correcta.

Tras lo cual, aterrizó sin comunicar más incidentes.

1.10. Información de aeródromo

La aeronave había despegado del aeropuerto de Fuerteventura (GCFV), con destino al aeropuerto de Berlín Schönefeld (EDDB). Como consecuencia del suceso la tripulación decidió desviarse al aeropuerto de Málaga (LEMG).

El aeropuerto de Málaga/Costa del Sol, situado a 8 km al suroeste de la ciudad que le da nombre, dispone de dos pistas con orientación 12/30 y 13/31 con una distancia de aterrizaje disponible (LDA) de 2750 m y 3200 m, respectivamente. Tiene una elevación de 16 m /52 ft.

1.11. Registradores de vuelo

Los datos necesarios para el análisis del presente incidente no quedan reflejados en el registrador de vuelo de la aeronave, sino que han sido obtenidos de la memoria no volátil (NVM) de los controladores de presión de cabina (CPC).

Por tanto, para la investigación no se ha considerado necesario el análisis del registrador de vuelo de la aeronave.

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

La aeronave involucrada en el incidente no sufrió daño alguno.

1.13. Información médica y patológica

No hubo ningún vestigio de que factores fisiológicos o incapacidades afectaran a la actuación de los miembros de la tripulación en vuelo.

1.14. Incendio

No se produjo incendio en la aeronave o en el entorno.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

No aplicable.

1.16. Ensayos e investigaciones

Declaración de la tripulación de la aeronave

Se encontraban volando desde el aeropuerto de Fuerteventura al de Berlín-Schönefeld, a nivel de vuelo FL380, en el FIR Casablanca cerca del FIR Sevilla. El comandante actuaba como PF, piloto al mando, y el copiloto como PM, piloto monitorizando. La señal de “abróchense los cinturones de seguridad” estaba activada, ya que se preveían turbulencias durante el vuelo.

En un determinado momento, la tripulación de cabina sintió intensos cambios de presurización (sensación de presión en los oídos). El indicador que muestra la velocidad ascensional de cabina (Cabin Rate of Climb Indicator) mostraba más de 1.500 pies/minuto, por lo que se dedujo que existía un problema con la presurización. De forma instantánea, la alerta visual y auditiva de altitud de cabina se activó.

Siguiendo el procedimiento QRH NNC 2.1. *Alerta de Altitud de Cabina o Despresurización Rápida*, desplegaron las máscaras de oxígeno y se estableció la comunicación entre la tripulación. El copiloto distinguió que los indicadores FLT ALT

y LAND ALT mostraban guiones, por lo que infirieron que era un fallo doble del controlador.

Mientras tanto, la altitud de cabina alcanzó unos 15.000 pies, de forma incontrolable. La alerta de oxígeno del pasaje ya estaba encendida, lo que indica que las máscaras de oxígeno de los pasajeros se habían desplegado automáticamente a una altitud de cabina de 14.000 pies.

Decidieron realizar un descenso según el procedimiento NNC 0.1 *Descenso de Emergencia*. El comandante dio el anuncio de "Descenso" por triplicado a través de PA y el copiloto informó al servicio de control aéreo de Sevilla de la situación de emergencia, declarando "MAYDAY" y la necesidad de descender.

Durante el descenso, pudieron presurizar la cabina manualmente, lo que ocasionó cambios de presurización intensos de hasta 3.000-4.000 pies de altitud de cabina de vuelta al valor de alrededor de 8.000 pies. Se tomó la decisión de cancelar el "MAYDAY".

Se estableció comunicación con el Sobrecargo (SCCM) de cabina y se solicitó un informe de la condición de la misma. La tripulación de cabina reportó que había tres pasajeros heridos, pero que el pasaje, en general, estaba tranquilo.

Se tomó la decisión de desviarse al aeropuerto de Málaga. Se aterrizó con un sobrepeso de 300 kg. Tras llegar a la posición de estacionamiento, el servicio médico atendió a los pasajeros heridos. Dos pasajeros necesitaron oxígeno adicional aunque no sufrieron lesiones. A un tercer pasajero le sangraba el oído debido, según los médicos, a un medicamento anticoagulante.

Más tarde, una compañía de mantenimiento asignada por el MOC se presentó en el avión. Los técnicos de mantenimiento hicieron una lectura de los Controladores de Presurización de Cabina y determinaron la existencia de fallos en ambos controladores.

Estudio de los componentes

Los siguientes componentes fueron estudiados en detalle, durante la investigación de este incidente:

1. Controlador Maestro de Presurización en Cabina # 1 (CPC1), con número de serie 9860315, instalado en la aeronave hasta el 4 de marzo del 2018.

2. Controlador Esclavo de Presurización en Cabina # 2 (CPC2), con número de serie 0311951, instalado desde el 3 de febrero del 2018 en la aeronave hasta el 4 de marzo del 2018. Previamente, este controlador había sido desinstalado de otra aeronave debido a un fallo (*"Auto Fail Light After Landing"*) y reparado en un taller.
3. Válvula de salida de flujo (OFV), con número de serie 9710529, instalada en la aeronave hasta el 10 de marzo del 2018.
4. Válvula de alivio de seguridad, con número de serie 9705043, instalada desde el 11 de febrero del 2015 en la aeronave hasta el 10 de marzo del 2018.
5. Válvula de alivio de seguridad, con número de serie 9706016, instalada desde el 11 de febrero del 2015 en la aeronave hasta el 10 de marzo del 2018.

1.- Estudio de la válvula de salida de flujo (OFV)

El operador de la aeronave envió a Lufthansa Technik AG, la válvula de salida de flujo para su estudio. Se encontraron las siguientes deficiencias:

- Conjunto de la válvula: Cable de unión dañado, pasadores y tuercas corroídas.
- Caja de engranajes: Varios rodamientos desgastados.
- Caja electrónica 2: Varias uniones de soldadura agrietadas en la placa de alimentación y en la placa de circuito.

2.- Estudio de las válvulas de alivio de seguridad

El operador de la aeronave envió a Hamilton Sundstrand Aviation Services las válvulas de alivio de seguridad para su estudio. Se indicaron las siguientes deficiencias:

En la válvula de alivio de seguridad, con número de serie 9705043, se encontró que la arandela deflectora estaba suelta.

En la válvula de alivio de seguridad, con número de serie 9706016, falló la prueba de presión diferencial de respuesta.

3.- Estudio de la memoria no volátil de los CPC1 y CPC2

El operador de la aeronave solicitó a la empresa fabricante de los componentes del sistema de presurización Nord-Micro su estudio. Tras examinar la memoria no volátil de ambos controladores de presurización en cabina, la conclusión de Nord-Micro es que se produjeron dos fallos consecutivos e independientes, uno de los cuales causó el incidente y el otro contribuyó a incrementar la severidad de la despresurización:

- Primero, el CPC2 abrió la válvula OFV a una velocidad angular de 12°/s.

La fuga de la OFV fue causada por un evento único alterado en una celda de memoria del CPC2, o por datos erróneos causados por fatiga de las juntas de soldadura. En el CPC2 se habían soldado piezas del núcleo principal. Los datos alterados originaron un cálculo erróneo de la posición a alcanzar por la válvula de salida de flujo y dieron lugar a una orden incorrecta de apertura de la OFV.

Este desplazamiento de la válvula fue retenido por la función de fallo de "alto régimen de cabina" de este CPC aunque, en este momento, la OFV ya había alcanzado una posición de apertura de 90°.

- Segundo, el CPC1 asumió el control y el interruptor de presión del EBOX de la OFV se activó para cerrar, a la máxima velocidad posible, la OFV.

Debido a la rigidez de la OFV, no pudo conducir a la OFV a la posición cerrada con la velocidad angular necesaria por lo que la altitud de cabina aumentó aún más.

El examen de la caja de engranajes de la OFV reveló cojinetes desgastados, lo cual causó rigidez del movimiento de la OFV y dio lugar a que no pudiese ser controlada por el CPC1

- Los pilotos iniciaron un descenso de emergencia y pudieron recuperar la altitud de cabina al operar en modo manual de acuerdo a sus declaraciones.

Idoneidad de la prueba "Cabin pressure controller ground"

El día 3 de marzo del 2018, antes del incidente objeto de este informe, se notificaron otros dos incidentes a mantenimiento. En ambos incidentes se ejecutó la prueba "Cabin pressure controller ground test IAW AMM 21-31-TASK 801 Rev 64" con resultado satisfactorio.

Durante la investigación, se consultó al fabricante de la aeronave sobre la idoneidad de este test para detectar el mal funcionamiento del controlador de presurización de cabina o la rigidez de la válvula de salida de flujo.

El fabricante indicó que cuando el sistema de Control de Presurización de Cabina muestra un FALLO AUTOMÁTICO (AUTO FAIL), el Manual para Aislar Fallos (Fault Isolation Manual) puede usarse para identificar qué causó el AUTO FAIL y cuál es la tarea apropiada para resolverlo.

Los ensayos/pruebas en tierra pueden identificar los fallos existentes en el momento en que se realiza el test. Sin embargo, los fallos: “alto régimen en cabina” (debido a la apertura incontrolada de la válvula de salida de flujo por el Controlador de Presurización de Cabina #2) y “fallo del cierre del bucle” (debido a que el Controlador de Presurización de Cabina #1 no pudo cerrar la válvula de salida de flujo por su gran rigidez) no son detectables durante los ensayos en tierra debido a que estas condiciones solo pueden estar presentes en vuelo.

Sin embargo, la rigidez de la válvula de salida de flujo (OFV) sí puede detectarse a través de un ensayo en tierra específico si esta es lo suficientemente significativa como para evitar que el ensayo pase la verificación de velocidad de giro.

1.17. Información sobre organización y gestión

No aplicable.

1.18. Información adicional

Acciones del operador

El operador realizó un análisis interno del evento, tras el cual implementó una serie de acciones para evitar que vuelva a ocurrir un incidente de este tipo. En la siguiente tabla se han recogido estas acciones:

Observaciones/Conclusiones

El piloto no chequeó, durante el incidente, la posición de la válvula de salida de flujo

Acciones de seguridad

1.-Comunicación a todos los pilotos de la compañía a través del Boletín de seguridad de vuelo;

2.- Acción para el departamento de formación de la compañía para la próxima sesión de simulador. Esta sesión incluirá un evento similar para formar en la importancia de observar la posición de la válvula de salida de flujo.

La aeronave fue puesta en servicio sin haber solucionado el problema

1.-Revisar si el procedimiento de puesta en servicio de una aeronave después de un evento tan serio es aceptable;

2.- Revisar si la estructura organizacional es aceptable para identificar fallos después de los eventos

Múltiples fallos del CPC

Los CPC y la OFV involucrados en el incidente no volverán a ser instalados en ninguna de las aeronaves del operador

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No se utilizaron técnicas especiales de investigación.

2. ANÁLISIS

2.1. Análisis cronológico de los hechos

El día 9 de febrero del 2018 se sustituyó el Controlador de Presurización de Cabina # 2 (CPC2) por otro que había sido reparado en un taller. El motivo de la reparación fue que la unidad había dado un fallo en otra aeronave.

Se desconoce si entre el día 9 de febrero del 2018 y el día del incidente, 3 de marzo del 2018, se reportó algún incidente relativo al CPC2 ya que el operador no ha proporcionado información al respecto.

El día 3 de marzo del 2018, antes del incidente objeto de la presente investigación, hubo dos sucesos en los cuales se reportó un mal funcionamiento de los sistemas de control de presurización de cabina. En ambos sucesos, los técnicos de mantenimiento del operador ejecutaron el test *"Cabin pressure controller ground test IAW AMM 21-31-TASK 801 Rev 64"* y al ser el resultado satisfactorio pusieron la aeronave en servicio.

Tras el incidente objeto de la presente investigación, Nord-Micro efectuó un estudio detallado de la memoria no volátil de los controladores de presurización de cabina y Lufthansa Technik estudió la válvula de salida de flujo. Según concluyó Nord-Micro, el incidente se desencadenó por dos fallos consecutivos e independientes. Inicialmente, el Controlador de Presurización de Cabina #2 (CPC2) dispuso que la válvula de salida de flujo (OFV) se abriera por completo y, posteriormente, debido a la rigidez de esta válvula el Controlador de Presurización de Cabina #1 (CPC1) fue incapaz de devolverla a su posición de cierre y así estabilizar la presión de cabina.

Nord-Micro no pudo determinar qué causó el funcionamiento anómalo del Controlador de Presurización de Cabina #2 (CPC2) que ocasionó la apertura completa de la válvula de salida de flujo (OFV). Tras analizar la memoria no volátil de los controladores de presurización de cabina se concluyó que la fuga de la válvula de salida de flujo fue causada o bien por un evento único alterado en una celda de memoria del CPC2 o bien por datos erróneos causados por juntas de soldadura con fatiga en el CPC2. En la primera situación, es decir, si la causa fuese un evento único alterado, este sería debido a las condiciones del entorno, en concreto, a la radiación atmosférica. En la segunda situación, es decir, si la causa fuesen las juntas de soldadura con fatiga del CPC2, el problema residiría en esta unidad en concreto.

Lufthansa Technik sí pudo identificar qué ocasionó la rigidez de la válvula de salida de flujo (OFV).

Por otro lado, como indicó el fabricante de la aeronave el test *"Cabin pressure controller ground test IAW AMM 21-31-TASK 801 Rev 64"*, efectuado hasta en dos ocasiones antes de este incidente, no habría detectado ni el mal funcionamiento de los Controladores de Presurización de Cabina ni la rigidez de la válvula de salida de flujo. Se desconoce por qué los técnicos de mantenimiento se limitaron a efectuar únicamente este tipo de test para identificar el fallo de la presurización de cabina.

Debido a que el operador ha cesado sus operaciones, se descarta emitir una recomendación de seguridad a los técnicos de mantenimiento para que usen adecuadamente la información proporcionada por el sistema de Control de Presurización de Cabina y el Manual para Aislar Fallos (Fault Isolation Manual) a fin de identificar y solucionar correctamente el problema.

Tras este incidente, se cambiaron los controladores de presurización de cabina y se efectuó un test de pérdida de presurización de cabina de acuerdo al *AMM 05-51-91-790-801 rev 64*. Tras lo cual, el avión fue puesto de nuevo en servicio. Sin embargo, se siguieron produciendo diversas anomalías:

- El día 6 de marzo del 2018, se reportó en el registro de mantenimiento de la aeronave *"pérdida de presurización de cabina. Cambiar el módulo de control de presurización de cabina"*. Tras lo cual, se cambió el selector del módulo de presurización de cabina.
- Posteriormente, el día 10 de marzo del 2018, se cambiaron ambas válvulas de alivio de seguridad al igual que la válvula de salida del flujo. Este cambio fue debido a que, durante la fase de crucero, el ratio de ascenso/descenso en cabina variaba continuamente de +400/500 ft/min a -400/500 ft/min.

Es decir, a pesar de la sustitución, el día 4 de marzo, de los dos Controladores de Presurización de Cabina se siguieron produciendo incidentes los días 6 y 10 de marzo. El operador no ha proporcionado información sobre qué causó estos dos nuevos incidentes. Es más, tampoco ha indicado si tras el día 10 de marzo se reportaron más incidentes por pérdida de presurización de cabina.

2.2. Análisis de la actuación de los servicios de control

Cuando se inició el incidente, la aeronave se encontraba en el FIR CASABLANCA. La tripulación, por tanto, declaró la situación de emergencia (MAYDAY) al servicio de control de tránsito aéreo marroquí de CASABLANCA, comunicando sus intenciones de efectuar un descenso de emergencia. Pero, el servicio de control no autorizó el descenso de emergencia e indicó a la tripulación que contactasen con el servicio de control de tránsito aéreo español.

El Anexo 11, Servicios de tránsito aéreo, al Convenio sobre Aviación Civil Internacional de OACI incluye un requisito sobre los servicios a las aeronaves en caso de una emergencia que han de proporcionarse y establece:

"2.24.1 Se dará la mayor atención, asistencia y prioridad sobre otras aeronaves a la aeronave que se sepa, o se sospeche, que se encuentra en estado de emergencia, incluido el caso de que esté siendo objeto de interferencia ilícita, según exijan las circunstancias."

Se descarta emitir una recomendación al servicio de control de tránsito aéreo marroquí, ya que OACI ya contempla en su normativa de aplicación para los Estados firmantes del Convenio sobre Aviación Civil de proporcionar atención, asistencia y prioridad frente a otras aeronaves a una aeronave que ha declarado emergencia.

2.3. Análisis de la actuación del piloto

Analizando los datos de la memoria no volátil de los controladores de presurización en cabina se observó que durante el incidente la posición de la OFV solicitada era diferente a la posición de la OFV indicada.

El operador, tras su investigación interna, va a tomar una serie de acciones para concienciar a los pilotos sobre la importancia de observar la posición de la válvula de salida de flujo como son: emitir un Boletín de seguridad de vuelo e incluir dentro de una sesión de simulador un evento similar.

La investigación ha considerado que estas medidas son suficientes en este ámbito y por tanto ha descartado realizar una recomendación de seguridad.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- La tripulación de la aeronave tenía sus licencias y certificados médicos válidos y en vigor.
- La aeronave tenía toda la documentación en vigor y era aeronavegable.
- Las condiciones meteorológicas no influyeron en el suceso ni eran limitativas para este tipo de vuelo.
- La tripulación declaró la situación de emergencia al servicio de control de tránsito aéreo marroquí de CASABLANCA.
- El servicio de control de CASABLANCA no autorizó el descenso de emergencia e indicó a la tripulación que contactasen con el servicio de control de tránsito aéreo español.
- El día 3 de marzo del 2018, antes del incidente objeto de este informe, se notificaron dos incidentes a mantenimiento.
- Tras la sustitución de los dos Controladores de Presurización de Cabina, se siguieron produciendo incidentes de pérdida de presurización de cabina.

3.2. Causas/factores contribuyentes

La investigación no ha podido determinar fehacientemente la causa de este incidente:

1. Según los estudios realizados durante la investigación de este incidente, este pudo ser causado por dos posibles fallos.

Inicialmente, el Controlador de Presurización de Cabina #2 (CPC2) dispuso que la válvula de salida de flujo (OFV) se abriera por completo. La anomalía que produjo la apertura de la OFV fue debida a datos erróneos. Estos datos erróneos pudieron ser causados por un evento único alterado o por fatiga de las juntas de soldadura.

Posteriormente, debido a la rigidez de la válvula de salida de flujo, el Controlador de Presurización de Cabina #1 (CPC1) fue incapaz de devolverla a su posición de cierre y así estabilizar la presión de cabina.

Este hecho podría haber contribuido a acrecentar la severidad de la despresurización. Ha sido posible identificar qué ocasionó la rigidez de la válvula de salida de flujo (OFV).

2. Tras el incidente, sospechando que ambos Controladores de Presurización de Cabina hubiesen fallado simultáneamente, se reemplazaron por otros. Sin embargo, siguieron produciéndose diversas anomalías por pérdida de presurización de cabina.
3. El operador de la aeronave no ha proporcionado información sobre qué motivó la pérdida de presurización de cabina tras la sustitución de ambos Controladores de Presión de Cabina. Es más se desconoce si estos incidentes posteriores fueron analizados en detalle por el operador.

El día 3 de marzo del 2018, en periodos anteriores del incidente, se notificaron otros dos incidentes relativos a la presurización de cabina. Se considera que pudo ser un factor contribuyente de este incidente la falta de análisis detallado, por parte de los técnicos de mantenimiento del operador, de los incidentes anteriores a este.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

Debido a que el operador ha cesado sus operaciones, se descarta emitir una recomendación de seguridad a los técnicos de mantenimiento.