RESUMEN DE DATOS

LOCALIZACIÓN

Fecha y hora	**Sábado, 21 de octubre de 2000; 08:35 h local**
Lugar	**Aeropuerto de Valencia (Valencia)**

AERONAVE

Matrícula	**EC-HHI**
Tipo y modelo	**Bombardier, Canadair CL-600-2B19 (habitualmente CRJ)**
Explotador	**Air Nostrum**

Motores

Tipo y modelo	**GENERAL ELECTRIC CF-34-3B1**
Número	**2**

TRIPULACIÓN

	Piloto al mando	Copiloto
Edad	**42 años**	**43 años**
Licencia	**Piloto transporte línea aérea**	**Piloto transporte línea aérea**
Total horas de vuelo	**5.913 h**	**2.042 h**
Horas de vuelo en el tipo	**3.112 h**	**102 h**

LESIONES

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			**3**
Pasajeros			
Otras personas			

DAÑOS

Aeronave	**Menores**
Otros daños	**Pista cerrada 2 h. Afectó a otros vuelos**

DATOS DEL VUELO

Tipo de operación	**Trans. aéreo comercial – Entrenamiento – Pruebas**
Fase del vuelo	**Aterrizaje – Carrera de aterrizaje**

INFORME

Fecha de aprobación	**26 de julio de 2006**

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del vuelo

La aeronave EC-HHI despegó del Aeropuerto de Valencia el sábado día 21 de octubre de 2000, a las 08:15 h local, con la misión de efectuar una prueba funcional en vuelo del ADG (Air Driven Generator). La prueba respondía a los requisitos del programa de mantenimiento que establece la prueba de la alimentación eléctrica de emergencia cada 3.000 h de vuelo o 18 meses. Se preveía una duración del vuelo Valencia-Valencia, YW-001P, de media hora.

A bordo de la aeronave se encontraba exclusivamente la tripulación, compuesta por un piloto al mando, un copiloto y un técnico de mantenimiento.

La prueba consistía en el despliegue del ADG en determinadas condiciones de vuelo y configuración del sistema eléctrico del avión, y la comprobación de la correcta alimentación eléctrica de distintas barras de servicios esenciales. La distribución de tareas en cabina, en relación con la prueba, era que el copiloto leía las acciones de una «tarjeta de trabajo», el piloto ejecutaba la acción y el mecánico observaba y anotaba los resultados de las pruebas.

Tras el despegue la aeronave se desplazó al este del campo de vuelo volando sobre el mar Mediterráneo. Después, con rumbo oeste y aproximándose al aeropuerto y a unas 20 NM de él, con velocidad de 180 kt y altitud de 10.000 ft, comenzó la prueba. En esos momentos saltaron los avisos de fallo de ambos sistemas de Anti-Skid. El comandante seleccionó sistemas de Anti-Skid en OFF. La aeronave continuó su aproximación al mismo Aeropuerto de Valencia, entrando en la aproximación final a la pista 30, dispuesto a efectuar un aterrizaje anormal con ambos sistemas de Anti-Skid inoperativos, al haberse seleccionado Anti-Skid OFF.

El peso estimado de la aeronave antes de iniciar el aterrizaje se estimaba en 18.200 kg.

En la carrera de aterrizaje reventaron las cuatro ruedas del tren principal, el avión patinó sobre la superficie asfaltada de la pista y se detuvo por fin en el último tercio de la pista y a unos 2.000 m desde el umbral 30 sobrevolado. La orientación de la aeronave tras su detención fue de unos 40° a derecha respecto de la dirección de la pista.

Sin posibilidad de abandonar la pista de vuelo porque las ruedas no giraban, la tripulación puso el freno de aparcamiento y pararon los motores. Los cuatro neumáticos habían reventado y las llantas de las ruedas principales habían perdido por abrasión con el asfalto un segmento de su círculo. No realizaron los tres tripulantes una evacuación de emergencia porque el comandante no lo consideró necesario. Los servicios de socorro acudieron inmediatamente.

1.2. Lesiones a personas

Los tres ocupantes resultaron ilesos.

1.3. Daños sufridos por la aeronave

La aeronave sufrió el reventón de los cuatro neumáticos del tren principal, así como daños irreparables en llantas y conjuntos de frenos de esas mismas cuatro ruedas.

1.4. Otros daños

La pista 12-30 permaneció cerrada desde las 08:45 hasta las 11:05 h local debido a la operación de instalación de ruedas nuevas en las patas de la aeronave para poder remolcarla y dejar libre la pista. Varios vuelos se vieron afectados en los horarios de su operación.

1.5. Información sobre la tripulación

En la fecha del incidente, el comandante tenía una edad de 42 años, una experiencia en el tipo de 3.112 h y una experiencia total de 5.913 h, distribuidas como se indica a continuación:

— 2.801 h como comandante de Fokker-50.
— 3.112 h como comandante de CRJ.

El comandante era instructor de CRJ

Durante la última semana, previa al vuelo, disfrutó de cuatro días libres y en los dos anteriores al vuelo tuvo actividad de cursos de refresco que finalizaron en la tarde del viernes proporcionando 14 h de descanso.

En la fecha del incidente, el copiloto tenía una edad de 43 años, una experiencia en el tipo de 102 h y una experiencia total de 2.042 h, distribuidas como se indica a continuación:

— 1.940 h como comandante de ATR.
— 102 h como comandante de CRJ.

Los tres días anteriores al vuelo estuvieron libres de toda actividad.

1.6. Información sobre la aeronave

La aeronave Bombardier, Canadair CL-600-2B19, es conocida por la designación CRJ 200 o simplemente como CRJ (Canadair Regional Jet).

1.6.1. *Certificado de aeronavegabilidad*

La aeronave contaba con un certificado de aeronavegabilidad en vigor.

1.6.2. *Situación de mantenimiento*

La aeronave era mantenida de acuerdo al programa de mantenimiento aprobado para esta aeronave.

Los registros de mantenimiento no recogen ninguna anormalidad relativa a los sistemas de Anti-Skid desde el mes de marzo de ese mismo año, ocasionada en esa ocasión por un desajuste de microinterruptor del freno de aparcamiento.

1.6.3. *Descripción de algunos sistemas del avión*

Para facilitar la comprensión de las anomalías experimentadas y de las pruebas ejecutadas en el vuelo del incidente se exponen a continuación algunas características de los sistemas.

1.6.3.1. Sistema eléctrico

Cada motor del avión arrastra un generador de corriente alterna, conocido como IDG («Integrated Drive Generator»). Estos generadores son las fuentes de alimentación principales y normales de energía eléctrica, tanto en alterna como en corriente continua, a través de transformadores rectificadores.

Para cubrir la posible emergencia de fallo simultáneo de los dos generadores principales, la aeronave cuenta con un generador de emergencia, ADG («Air Driven Generator»), movido por una hélice que gira en molinete cuando se despliega en la corriente de aire. Normalmente el ADG va retraído y cuando se despliega ya no puede ser replegado en vuelo.

Una batería eléctrica puede dar alimentación a una limitada porción de los sistemas de avión durante 30 minutos, aun en ausencia de potencia suministrada por los IDG o ADG.

La distribución de energía eléctrica se realiza a través de distintos circuitos o «barras» (barras principales 1(2), de alterna o de continua, barras de servicios esenciales, barra de batería, etc.). Las barras principales se alimentan directamente de los IDG. Las barras de servicios esenciales se pueden alimentar de los IDG o del ADG, pero sólo dan servicio a una parte limitada de los sistemas del avión.

1.6.3.2. FDR (sistema de registro de parámetros de vuelo)

El FDR es un sistema electrónico de grabación de distintos datos del vuelo. La alimentación eléctrica del FDR se realiza directamente desde la barra AC BUS 1 (barra principal de corriente alterna n.° 1).

1.6.3.4. Sistemas de Anti-Skid

Para optimizar la capacidad de frenado del avión en la carrera de aterrizaje, el avión dispone de dos sistemas de Anti-Skid. Uno de los sistemas gobierna la acción de frenado de las ruedas interiores de cada pata del tren de aterrizaje principal, y el otro, el de las exteriores.

Cuando el avión se apoya en el suelo y, por lo tanto, tiene señal de WOW («Weight on Wheels») y el sistema está energizado, el sistema compara las revoluciones de una rueda con las de su pareja en la otra pata, y en el caso de que disminuyan por debajo del 33%, libera presión hidráulica de frenado anticipando un posible blocado de la rueda. Cuando la rueda recupera sus revoluciones, el sistema vuelve a aplicar presión al freno.

No se permite, según la MEL (lista de equipo mínimo), que el avión vuele sin que al menos uno de los dos sistemas de Anti-Skid esté operativo. Si en vuelo se produce el fallo simultáneo de ambos sistemas, se considera que se entra en una situación de aterrizaje anormal con un procedimiento definido.

Los sistemas de Anti-Skid en el CRJ se alimentan eléctricamente de las barras DC BUS 1 y DC BUS 2 (barras principales de corriente continua). El sistema dispone de un interruptor general con posiciones ON-OFF-TEST. En posición ON se energizan ambos sistemas de Anti-Skid si las barras principales están alimentadas. En posición OFF el sistema está desenergizado. En TEST se comprueba el sistema.

Cuando el sistema eléctrico proporciona solamente energía esencial el Anti-Skid no está energizado.

1.7. Información meteorológica

El informe rutinario de aeródromo METAR que se difundía en los minutos anteriores al aterrizaje del vuelo YW-001P era:

LEVC 210630Z 27005KT 5000 BR FEW030 SCT100 18/17 Q1013 NOSIG=

Es decir, que a las 8:30 h local, el viento de procedencia 270° tenía una intensidad de 5 kt. Había alguna bruma matutina que limitaba la visibilidad a 5.000 m. En el cielo

había pocas nubes a 3.000 ft de altura y nubes dispersas a 10.000 m. Las temperaturas exterior y de rocío a nivel del campo eran 18 y 17 °C, respectivamente. La presión atmosférica coincidía con la estándar.

Otros datos recogidos del propio FDR confirman la situación de vientos flojos o en calma.

1.8. Información sobre el aeródromo

El Aeropuerto de Valencia se sitúa al oeste de la costa mediterránea y de la ciudad de Valencia. Su elevación es de 68,67 m. Dispone de una pista principal 12-30 de 2.700 m de longitud y 45 de anchura. Otra pista, 04-22, cruza a la anterior en su punto medio aproximadamente. Los servicios contra incendios se radican al norte del cruce de las pistas y a una distancia de unos 400 m.

La pista 30 del Aeropuerto de Valencia, empleada en el aterrizaje, es una pista aprobada para aproximación ILS CAT I. Dispone de ayuda visual de senda de planeo PAPI de 3°.

En el día del incidente las ayudas ILS funcionaban correctamente y no se había notificado ninguna anormalidad.

1.9. Registradores de vuelo

La aeronave iba equipada con un «Registrador de Datos de Vuelo» (FDR) y con un «Registrador de Sonidos en Cabina» (CVR).

1.9.1. *Registrador de Sonidos en Cabina (CVR)*

La caja del CVR se desmontó después del incidente y se envió a un laboratorio para su lectura a través del operador de la aeronave. No ha sido posible contar con la información que contenía el registrador.

1.9.2. *Registrador de Datos de Vuelo (FDR)*

Los datos del FDR fueron descargados con la colaboración del fabricante, que proporcionó para la investigación los registros correspondientes a los cinco últimos minutos del vuelo de aproximación final y aterrizaje (véase Anexo: Gráficos FDR).

En los gráficos reproducidos en el Anexo se recoge la evolución de los parámetros generales del vuelo: altura del radioaltímetro (RA), velocidad, orientación magnética, etc.,

desde un instante en la aproximación (instante t = 0), en el que el avión se encuentra a 3.500 ft de altura con velocidad CAS de unos 280 kt. Desde ese instante se enumeran a continuación ciertos eventos y observaciones:

Instante (t)	Otros parámetros observados	RA (ft)	CAS (kt)	HDG (grados)	Comentario
0	Flap 0°	3.500	280	260	No se ha interceptado LOC.
70	Flap 30°	3.500	200	290	Interceptado LOC. Comienza descenso.
140	Flap 30°	2.000	150	290	Continúa descenso. Se estabiliza velocidad.
210	Flap 45°	1.000	150	290	Se seleccionaron flaps de aterrizaje.
300	Pich 0°	0	150	295	Aeronave inicia la recogida.
307	WOW	0	145	295	Se despliegan spoilers y reversas.
310	N1 > 80%	0	130	295	Se pone potencia de reversa.
335	N1 20%	0	50	295	Potencia en ralentí.
340	Roll-2°		35	310	Inicio derrape.
350			15	325	Se recogen los spoilers.
360			0	345	Se recogen los flaps.
370	N1 >			020	Se recogen reversas.
380	N1 LH 50%			20	Se intenta mover el avión en taxi.

Una serie de datos de velocidad y tiempos tomados del FDR se han utilizado en 1.13.4 para hallar por integración la posición del avión sobre la pista en los sucesivos instantes.

1.10. Inspección del lugar del incidente y de la aeronave

1.10.1. *Huellas y restos sobre la pista*

En los dos últimos centenares de metros de su desplazamiento, la aeronave dejó huellas de las llantas en su derrape sobre la pista.

Lo datos existentes permiten conocer que la aeronave se detuvo a la derecha de la pista y a unos 2.000 m de la cabecera 30. Su orientación era de unos 40° a la derecha respecto de la orientación de la pista.

En el centro de la foto 1 se observa la huella del derrape de las llantas de la pata izquierda del tren principal. A la derecha se aprecia las huellas dejadas por la pata derecha, y más a la derecha, las huellas de la pata de morro evidenciando el ángulo de derrape del avión sobre la pista.

Foto 1

Testimonios del personal de la dirección de operaciones del aeropuerto señalan que el avión tocó tierra en el primer tercio de la pista, como es habitual.

1.10.2. *Inspección de la aeronave tras el incidente*

La inspección de la aeronave después del incidente mostró que los neumáticos de las cuatro ruedas principales habían reventado y que la abrasión de las ruedas había dañado irreparablemente las llantas y los conjuntos de freno. No se apreció ningún otro daño sufrido por la aeronave.

En la inspección en cabina se encontró el interruptor del sistema de Anti-Skid posicionado en OFF.

Para poder mover el avión y despejar la pista se tuvieron que cambiar primero las ruedas dañadas.

Se hicieron pruebas funcionales y operacionales del sistema de Anti-Skid con resultados satisfactorios.

1.11. Incendio

Los bomberos acudieron inmediatamente y no se produjo incendio.

En el informe de los servicios de emergencia del aeropuerto se puede leer que a las 08:40 oyeron un fuerte golpe en la pista y observaron cómo la aeronave se arrastraba por la pista envuelta en humo.

Salieron rápidamente todos los vehículos, y al llegar a la zona donde la aeronave se había detenido, observaron que las cuatro ruedas del tren principal estaban destrozadas.

Cubrieron con espumógeno toda la parte inferior de la aeronave y esperaron a que la abandonaran los ocupantes. En la intervención se emplearon 900 litros de espumógeno.

1.12. Supervivencia

Los ocupantes no tuvieron ningún problema para abandonar la aeronave.

1.13. Ensayos e investigaciones

1.13.1. *Pruebas de líquido hidráulico*

Se realizaron análisis del líquido hidráulico de ambos sistemas para determinar su espectro, el contenido de agua y el de partículas metálicas, obteniéndose resultados normales.

1.13.2. *Pruebas de la unidad de control del Anti-Skid*

Como medida precautoria se cambió la unidad de control y se comprobó que la sustituida funcionaba correctamente.

1.13.3. *Actuaciones de aterrizaje del Bombardier CRJ, con peso de 18.200 kg*

Consultado el QRH («Quick Referente Handbook») en cuanto a las longitudes de aterrizaje requeridas para un peso de 18.200 kg a nivel del mar, con pista seca, se han encontrado los siguientes valores:

— Aterrizaje normal (flap 45°):
  - Actual landing distance: 791 m
  - Landing length: 1.323 m
  - Vref: 130 kt

— Aterrizaje flap 20°:
  - Actual landing distance: 965 m
  - Landing length: 1.614 m
  - Vref: 142 kt

— Aterrizaje flap 45°, 1 Anti-Skid Off:
  - Actual landing distance: 1.425 m
  - Landing length: 2.375 m
  - Vref: 130 kt

  Si se aplica el coeficiente 1,22 para flap distinto de 45° se podría estimar una longitud de aterrizaje necesaria de 2.898 m aplicable al caso de 1 Antiskid inop y 20° flap.

— Aterrizaje anormal con ambos sistemas Anti-Skid inoperativos.
  El procedimiento pide el uso de 45° de flap y una longitud disponible de aterrizaje factorizada en un 1,75 aplicable a la longitud normal, es decir, la distancia de aterrizaje sería de 1.384 m y la longitud requerida de unos 2.315 m. El factor de 1,22 aumentaría las distancias de aterrizaje con 20° de flap hasta 1.688 m y 2.824 m, respectivamente.

1.13.4. *Integración de la velocidad en la carrera de aterrizaje*

Tiempo (seg)	Velocidad (kt)	Velocidad (m/s)	Vel. media (m/s)	Inc. vel. (m/s)	Inc. s (m)	Distanc. (m)	Aceler. (m/s^2)	Acciones
300	150	77,17				**2.032,06**		
310	130	66,88	72,02	10,29	720,22	**1.311,83**	1,03	Recogida
320	85	43,73	55,30	23,15	553,03	**758,81**	2,32	Spoilers y reversa
330	55	28,29	36,01	15,43	360,11	**398,69**	1,54	Spoilers y reversa
340	35	18,01	23,15	10,29	231,50	**167,19**	1,03	Frenos
350	15(*)	7,72	12,86	10,29	128,61	**38,58**	1,03	Derrape
360	0(*)	0,00	3,86	7,72	38,58	**0**	0,77	Derrape

(*) En los instantes finales se ha estimado una velocidad residual, corrigiendo la lectura de los anemómetros en el FDR, enmascarada también por la guiñada del avión.

1.14. Información orgánica y de dirección

1.14.1. *Composición de la tripulación del vuelo de prueba*

En la experiencia de la compañía Air Nostrum la prueba en vuelo del ADG no era novedad. En los vuelos de aceptación de la aeronave varios pilotos de Air Nostrum habían participado conjuntamente con el fabricante. En aquellos vuelos de pruebas de entrega de los aviones recientemente salidos de fábrica, la tripulación se formaba por un piloto de Bombardier, y un piloto y un mecánico de Air Nostrum.

Para los vuelos rutinarios de mantenimiento de la aeronavegabilidad la compañía Air Nostrum no tenía procedimientos para la composición de la tripulación ni para el entrenamiento o capacitaciones previas a la prueba. Solamente se requería un grado de experiencia de vuelo del comandante, como el de ser inspector o instructor.

Los miembros de la tripulación del vuelo del incidente no habían realizado nunca la prueba en ninguno de sus cometidos. Dicha prueba era la primera que se le realizaba al EC-HHI desde su salida de fábrica.

1.14.2. *Procedimientos de prueba del ADG*

La compañía operadora tenía establecido un procedimiento de prueba del ADG contenido en la «TASK CARD NUMBER 023-24-220-701». Varias versiones de esa tarjeta se han podido revisar: la versión que se empleó en la preparación del vuelo tenía fecha de edición 15-7-1999, y mostraba incluso anotaciones manuscritas de dudas surgidas en su estudio; una segunda edición revisada en 9-11-2000, y la tercera, actualmente en vigor, con fecha de revisión 12-6-2003.

No se ha recuperado la tarjeta de trabajo que supuestamente se empleara para anotar y recoger los resultados de la prueba.

Tras unas notas y avisos previos, el procedimiento que estaba vigente define los parámetros de vuelo y la configuración de los sistemas antes de iniciar la prueba. Después se relacionan las distintas acciones a realizar para desplegar el ADG, comprobar su funcionamiento, comprobar la energización de las barras de servicios esenciales y la capacidad de generar potencia hidráulica de las bombas, funcionamiento de determinados sistemas, etc. Por último, el procedimiento enumera las acciones a tomar para volver a la configuración normal de suministro eléctrico.

Entre las notas previas al procedimiento se dice que, como el ADG, una vez desplegado no se puede volver a retraer en vuelo, la prueba se debe realizar al final del vuelo de prueba. La práctica de Air Nostrum era realizar la prueba a unas 20 NM del aeropuerto, dirigiéndose a él en una larga final. La nota advertía de que la alimentación eléctrica normal se debía restaurar antes de la aproximación final.

Un aviso de precaución prevenía de que, en el aterrizaje, los vaivenes del ADG desplegado podían ocasionar daños en las palas del ADG en su balanceo por interferencias con el fuselaje. Por lo tanto, se debía procurar una larga carrera de aterrizaje para evitar aceleraciones fuertes.

En cuanto a la ejecución de las pruebas eléctricas, el procedimiento avisaba de algunos anuncios que podían aparecer en el EICAS, al dejar de recibir alimentación eléctrica algunos sistemas. No se advertía entre ellos de la posibilidad de un anuncio de Anti-Skid inoperativo.

En la actualidad los procedimientos de prueba en vuelo del ADG piden realizar la prueba a 30 NM del aeropuerto, y las listas de chequeo se han modificado con una estructura más lógica y secuencial aparte de otras correcciones y actualizaciones. Se enumeran, por otro lado, en las nuevas listas todos los avisos que pueden aparecer en el EICAS, incluido el Anti-Skid inoperativo.

1.14.3. *Otros procedimientos*

La lista de chequeo normal del manual de operaciones del avión pide la prueba del sistema Anti-Skid antes de arrancar los motores.

El manual QRH recoge de forma concisa las listas de chequeo de los procedimientos de vuelo: actuaciones, procedimientos de emergencia y anormales. Entre ellos se encuentran los procedimientos de despliegue del ADG en caso de tener que utilizar solamente potencia eléctrica de emergencia, procedimientos de aterrizaje en operación anormal sin Anti-Skid, etc.

Para el S/N del avión no hay limitaciones de velocidad de vuelo con el ADG desplegado.

Para el aterrizaje con ambos Anti-Skids inoperativos, la distancia de despegue se incrementa con un factor de 1,75. Se pide precaución extrema para evitar daños en los neumáticos y reventones, así como máximo uso de la reversa. En el caso de aterrizaje con potencia sólo de emergencia, con la cual no se dispone de Anti-Skid, el factor de aumento de las distancias de aterrizaje es de 2,1 para configuración de 20° de flaps.

En general se especifica un factor de 1,22 aplicable a las distancias de aterrizaje calculadas con 45° de flap cuando la configuración es de 20° flap.

1.14.4. *Procedimientos alternativos de prueba del ADG*

La compañía operadora ha ido estableciendo, para las aeronaves a las que les son aplicables, procedimientos de prueba del ADG en tierra, generando corrientes de aire que inciden sobre las palas del ADG.

1.15. Información adicional

1.15.1. *Declaraciones de la tripulación*

El comandante de la aeronave declaró que durante la aproximación se detectó un fallo en el Anti-Skid, y que se puso en «OFF» de acuerdo con el procedimiento establecido.

En la toma de tierra el avión tenía un peso de unos 18.200 kg. Con los datos que se sacaron para el aterrizaje daba unas velocidades muy bajas, incluso para flaps de 20°, que dado que la pista era suficiente y se estaba comprobando el ADG, fue el seleccionado para la toma.

Notó algo extraño en la toma, que posteriormente identificó como humo procedente de las ruedas, que en un principio pensó procedía del ADG que estuvieron probando.

2. ANÁLISIS

2.1. Preparación del vuelo y ejecución de la prueba de ADG

Las anotaciones manuscritas encontradas en el procedimiento de la prueba del ADG confirman, por un lado, que hasta cierto punto se hizo un esfuerzo de preparación del vuelo de prueba. Sin embargo, esa preparación no se benefició de la experiencia acumulada por otros tripulantes de la compañía y quizá no llegara a despejar todas las incertidumbres que se plantearan antes del vuelo.

Seguramente se inició el vuelo como un vuelo normal tomando en seguida un rumbo este alejándose del aeropuerto unas 30 NM. Más tarde, con rumbo aproximadamente oeste y a unas 20 NM del aeropuerto, se iniciaría la prueba objeto del vuelo. Sin embargo, no hay constancia de que la prueba se completara, pues no existe la tarjeta debidamente cumplimentada y ni siquiera hay un registro del FDR que confirme que se progresara en la prueba. Como el mismo FDR se alimenta de la barra AC BUS 1, se debería al menos notar una discontinuidad en sus grabaciones. Los datos del FDR de los que se dispone abarcan sólo los últimos cinco minutos de vuelo hasta el umbral de la pista 30 de Valencia. La distancia volada en esos cinco minutos se estima en unas 15 NM. Si la prueba se hizo a 20 NM, efectivamente los datos grabados de los que se dispone no abarcan los momentos de la prueba del ADG.

No obstante, la prueba del ADG se inició y se llegó a desplegar, puesto que en esa configuración de desplegado volvió el avión a su base. También se debió cortar la alimentación en las dos barras principales de corriente continua, lo cual provocaría la aparición de los avisos de Anti-Skid INOP en el sistema de alerta EICAS, puesto que ese sistema se alimenta directamente de las barras principales de corriente continua. Muy probablemente el comandante suspendería la prueba del ADG para dedicarse a la situación

de operación anormal que se le presentaba. Puso el interruptor del sistema Anti-Skid en OFF (según su declaración, confirmada por la observación de Mantenimiento al entrar en la cabina tras el incidente), restituiría la corriente de los generadores principales y adecuaría la velocidad de vuelo mientras hacía los cálculos y preparativos para el aterrizaje anormal sin Anti-Skid, para los que dispondría de tres o cuatro minutos antes de entrar en la fase de aproximación final.

Después del aterrizaje se comprobó que la avería era ficticia, dando resultado satisfactorio las pruebas funcionales que se realizaron. Todo esto viene a confirmar una preparación escasa del vuelo que no incluyó el repaso de los avisos esperables en cabina con alimentación procedente únicamente del ADG.

2.2. Aproximación y aterrizaje

La longitud de la pista, 2.700 m, era escasa para un aterrizaje con Anti-Skid inoperativo y flaps de 20°. Las longitudes requeridas se han estimado en unos 2.800 m en las condiciones de pista seca y avión con un sistema de Anti-Skid inoperativo con flap de 20°. Más aún, el procedimiento establecido para el aterrizaje con ambos sistemas de Anti-Skid inoperativo no contempla otra configuración que la de 45°. Se atribuye a un lapsus de la memoria que el comandante declarara que eligió aterrizar con 20° cuando el FDR muestra que el aterrizaje se realizó con 45°.

Sorprende, en primer lugar, la alta velocidad de la aproximación inicial de 280 kt, habida cuenta de que un par de minutos antes la velocidad, al iniciar la prueba del ADG, tenía que ser de 180 kt. Después se estabiliza en aproximación final con velocidad de 150 kt, adecuada para flap 20° pero un poco elevada para flap de 45°.

La integración de la velocidad, desde la posición final de la aeronave en su carrera, permite asegurar que puso las ruedas en la pista pronto, en el umbral, aprovechando toda la longitud de aterrizaje disponible, y que paró en unos 2.000 m después de sobrevolar el umbral de la pista 30. La buena aproximación, la pista seca y la ausencia de vientos cruzados evitaron complicaciones mayores en la carrera de aterrizaje.

Las fuerzas de frenada aerodinámicas y de reversa actuaron normalmente a alta velocidad. Sin embargo, las deceleraciones fueron muy bajas cuando la velocidad disminuyó y se hizo inferior a 50 kt, indicando una acción de frenada de las ruedas muy pobre.

Las huellas de las ruedas y la grabación de la orientación magnética del FDR reflejan que a partir del instante 330 o 340 la aeronave se cruzó en la pista derrapando durante los últimos centenares de metros de su carrera. Un pico en el parámetro de balanceo («Roll»), en esos instantes, puede señalar el comienzo del derrape. Durante el derrape, después de reventadas las ruedas, rozando las llantas directamente con el asfalto, la capacidad de frenado disminuyó drásticamente.

Posiblemente el derrape se produjo al perder el control lateral del avión, al patinar las ruedas por el blocaje de algún conjunto de frenos operado sin Anti-Skid. El movimiento de pies rápido para el control de la dirección pudo interferir con una involuntaria mayor pisada de los pedales de freno. No se puede determinar si se reventaron las ruedas por patinar al blocarse los frenos o por el derrape al perderse el control lateral.

Se debe hacer resaltar la inconsistencia del dato de orientación final del FDR, de unos 80° a la derecha, que según la posición final del avión, contrastada en las fotos, no es mayor de 40°. Se atribuye la discrepancia al proceso de extracción de datos del FDR. Todas las demás observaciones del FDR son consistentes.

Cabe decir, por último, que el aterrizaje con los dos sistemas de Anti-Skid inoperativos representa un riesgo elevado, por lo cual la lista de equipo mínimo prohíbe la operación en esas condiciones. Las informaciones recogidas sobre los resultados en los vuelos de simulador avalan lo dicho.

2.3. Evacuación y retirada del avión

El avión paró con los motores en marcha, simplemente en una postura algo distinta de la habitual, por efecto de las ruedas reventadas. La aparente normalidad indujo a la tripulación a intentar mover el avión e iniciar el taxi incrementando la potencia del motor izquierdo. Las ruedas, apoyadas en su plano de desgaste, impidieron que el avión se moviera.

Los servicios de extinción de incendios, SEI, acudieron rápidamente pues pudieron ver directamente el suceso. En efecto, se estima que el derrape y reventón de las ruedas ocurrieron cuando la aeronave pasaba por delante de la ubicación del SEI, a unos 500 m de distancia. Su presencia inmediata evitó que se pudiera iniciar cualquier conato de fuego.

Para poder remolcar el avión y despejar la pista fue necesario cambiar las ruedas principales del avión.

2.4. Análisis de los procedimientos y de la ejecución en vuelo

Al contemplar la preparación y los resultados de la operación se observan carencias en los procedimientos de la compañía para componer las tripulaciones, preparar un vuelo especial y determinar los cometidos de los tripulantes. La propia tarjeta de trabajo omite advertir de que se han de producir unos anuncios de avería infundados y espurios.

Tratándose de vuelos de prueba deberían existir protocolos de briefing anterior al vuelo, anotación de los resultados y de briefing postvuelo.

Por otro lado, se observa que se toman decisiones en la cabina de mando sobre las acciones a realizar, procedimientos a seguir y reevaluación de las situaciones no suficientemente estudiadas o fundamentadas. Así, cuando se recibe el anuncio de fallo de Anti-Skid se asume que el fallo es real sin relacionarlo con las últimas acciones tomadas. Un perfecto conocimiento del sistema eléctrico debería haber inducido a que se desestimase la importancia del aviso de inoperatividad, sin una reevaluación y confirmación de la avería, sobre todo teniendo en cuenta que no se trataba de una emergencia de acción inmediata. De igual manera se decide un aterrizaje inmediato, y con flap al parecer de 20° (aunque después se realice realmente en la configuración correcta), cuando el procedimiento establecido pedía flap de 45°.

Sin duda, si se hubiera probado el sistema de Anti-Skid durante la aproximación con la energía eléctrica normal restablecida, se hubiera comprobado que el sistema estaba operativo.

3. CONCLUSIÓN

3.1. Conclusiones

La aeronave despegó para realizar unas pruebas del sistema de generación de potencia eléctrica en emergencia. Las pruebas eran conocidas, pero no habían sido realizadas anteriormente por ningún miembro de la tripulación.

La preparación de la prueba no fue exhaustivamente trabajada y la tarjeta, con las listas de chequeo de la prueba, adolecía de alguna falta de concreción. Particularmente, no advertía de un posible anuncio de avería del sistema Anti-Skid ocasionado por la configuración del sistema eléctrico durante la prueba.

Durante la prueba apareció, efectivamente, el anuncio de Anti-Skid inoperativo y la tripulación asumió que se trataba de una avería real.

El aterrizaje subsiguiente se realizó con el sistema de Anti-Skid desconectado con el riesgo que dicha operación entraña, y terminó con el reventón y los daños a las cuatro ruedas del tren principal.

3.2. Causas

La causa inmediata del incidente fue el aterrizaje con el sistema de Anti-Skid desconectado y la dificultad que esa operación representa.

Condujo al desenlace del incidente una deficiente evaluación del estado operativo del sistema de Anti-Skid, en una situación de un vuelo especial de prueba que no estaba

convenientemente preparado y cuya preparación completa no contemplaban los procedimientos en vigor de la compañía.

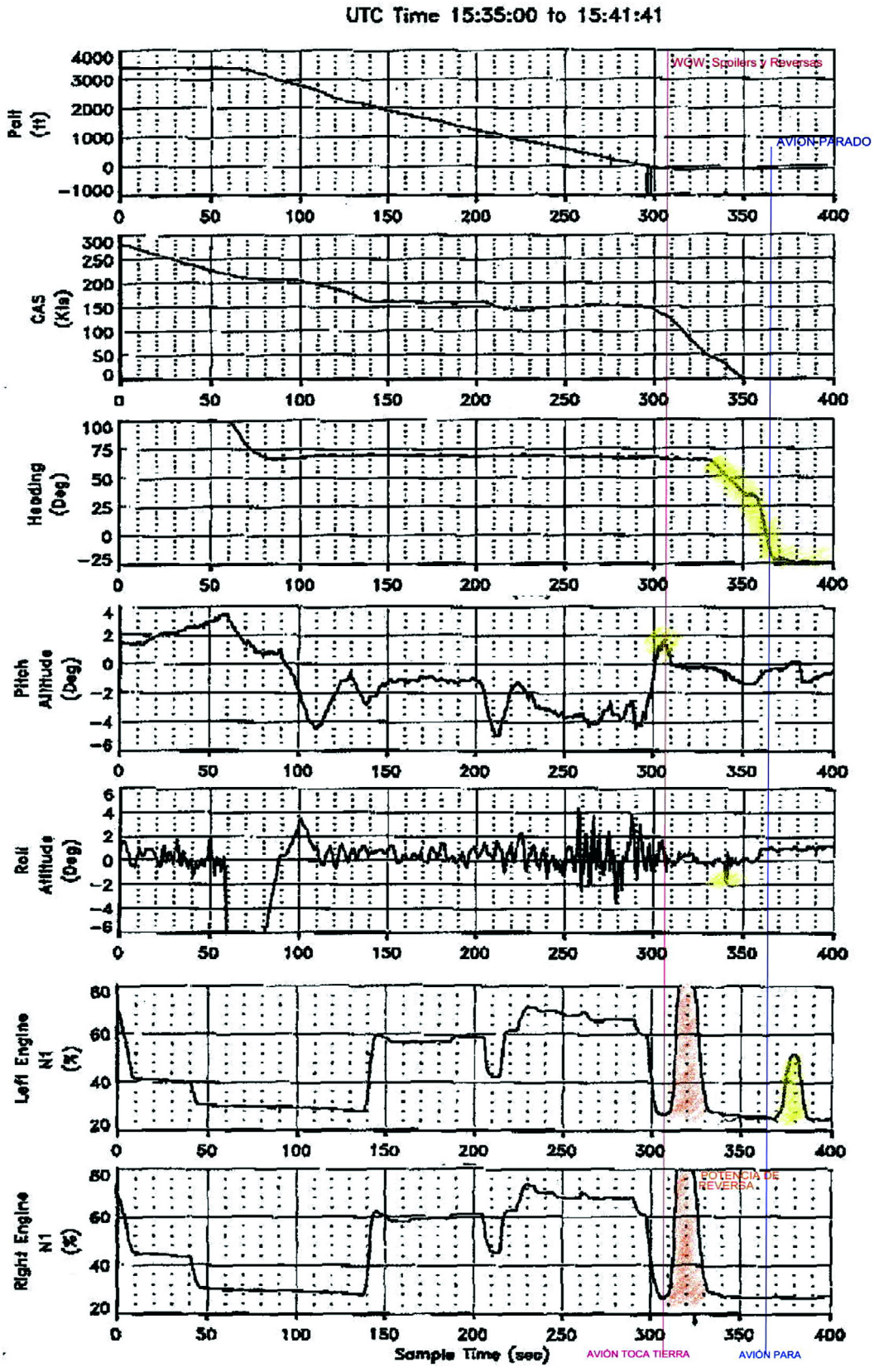
4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

REC 18/06. Se recomienda a Air Nostrum que establezca procedimientos para la preparación de vuelos de prueba, prestando atención a la designación de la tripulación y a los protocolos de realización, y a los soportes de los resultados y anotaciones de las pruebas, así como a los briefings y de-briefing de los vuelos.

Los procedimientos deberían establecer que al menos uno de los pilotos debe tener experiencia en la ejecución del vuelo de prueba a realizar. En caso de que no haya pilotos con experiencia directa se deben establecer requisitos adicionales a cumplir por los pilotos.

REC 19/06. Se recomienda a Air Nostrum que en sus cursos de entrenamiento incluya materias como las de toma de decisiones y evaluación y reevaluación de la situación en casos de anormalidad y emergencias.

ANEXO:
Gráficos FDR


UTC Time 15:35:00 to 15:41:41
WOW: Spoilers y Reversas
AVION PARADO
Palt (ft)
CAS (Kts)
Heading (Deg)
Pitch Attitude (Deg)
Roll Attitude (Deg)
Left Engine N1 (%)
Right Engine N1 (%)
POTENCIA DE REVERSA
Sample Time (sec)
AVIÓN TOCA TIERRA
AVIÓN PARA