

RESUMEN DE DATOS
LOCALIZACIÓN

Fecha y hora	Martes, 24 de febrero de 2009; 18:40 h local¹
Lugar	En descenso a 55 NM al sur del aeropuerto de Santander

AERONAVE

Matrícula	EC-IKZ
Tipo y modelo	BOMBARDIER CL-600 2B19 (CRJ-200ER)
Explotador	Air Nostrum

Motores

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

TRIPULACIÓN

	Piloto al mando	Copiloto
Edad	48 años	30 años
Licencia	ATPL	ATPL
Total horas de vuelo	9.328 h	4.084 h
Horas de vuelo en el tipo	5.052 h	2.824 h

LESIONES

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			4
Pasajeros			44
Otras personas			

DAÑOS

Aeronave	Sin daños
Otros daños	N/A

DATOS DEL VUELO

Tipo de operación	Transporte aéreo comercial – Regular – Nacional – Pasajeros
Fase del vuelo	Descenso – Normal

INFORME

Fecha de aprobación	3 de mayo de 2012
---------------------	--------------------------

¹ Todas las horas en el presente informe están expresadas en hora local. Para calcular la hora UTC será necesario restar una hora a la hora local.

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del vuelo

Ese día la tripulación había iniciado su actividad en Valencia. Tenía previsto realizar 4 saltos; Valencia-Madrid, Madrid-Santander, Santander-Madrid y Madrid-Nantes.

La aeronave despegó de Madrid a las 18:13:27 con destino Santander. El piloto a los mandos (PF) era el comandante. Durante este segundo salto y después de 26 minutos de vuelo, a las 18:39:37, cuando la aeronave se encontraba a nivel de vuelo 200 y con una velocidad de 268 kt los dos motores de la aeronave se pararon simultáneamente. El registrador de datos de vuelo (FDR) recogía un valor de flujo de combustible de 0 kg/h en ambos motores.

A continuación se extendió automáticamente el ADG («Air Driven Generator») para proporcionar energía eléctrica a la aeronave y la tripulación procedió a rearrancar los motores seleccionando ignición continua. Los motores arrancaron y al cabo de aproximadamente 1 minuto, a las 18:40:44, se observaron valores de flujo de combustible equivalentes a los que había antes de que se produjera la doble parada de motor.

Durante el proceso de re arranque un tripulante de vuelo de la compañía que volaba como pasajero entró en la cabina de vuelo.

A las 18:41:11, la tripulación declaró emergencia, a sugerencia del tercer tripulante que había entrado en la cabina de vuelo, informando que habían tenido doble fallo de motor, que se encontraban en proceso de re arranque y solicitando prioridad para el aterrizaje.



Figura 1. Aeronave con el ADG desplegado después del aterrizaje

ATC colacionó su requerimiento y les dio prioridad para el aterrizaje. Durante las comunicaciones realizadas previas al aterrizaje, ATC preguntó por el número de personas que iban a bordo de la aeronave.

El resto del vuelo y el aterrizaje se realizaron sin incidencias y sin que se produjeran daños ni a la aeronave ni a ninguna de las personas que iban a bordo. La aeronave rodó hasta una zona de estacionamiento y los pasajeros desembarcaron normalmente.

Las condiciones meteorológicas eran VMC y no había fenómenos meteorológicos significativos.

1.2. Lesiones de personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Muertos				
Graves				
Leves				No aplicable
llesos	4	44	48	No aplicable
TOTAL	4	44	48	

1.3. Información sobre el personal

1.3.1. Comandante (CM-1), ocupando el asiento izquierdo

El comandante, de 48 años de edad, era el piloto a los mandos (PF). Contaba con una licencia JAR-FCL de piloto de transporte de línea aérea de avión y habilitaciones de CL-600 y vuelo instrumental, válidas y en vigor en el momento del incidente. Su experiencia total era de 9.328 h de vuelo de las cuales 5.052 h eran en el tipo de aeronave del incidente.

Había sido comandante de la flota DHC 8-315 desde enero de 2002 hasta noviembre de 2004 y desde noviembre de 2004 era comandante de la flota CL-600-2B19. Con anterioridad, desde noviembre de 1999 hasta enero de 2002, había volado como copiloto de la flota CL-600-2B19.

El inicio de la actividad el día del incidente fue a las 13:05. Previamente había disfrutado de un descanso de 5 días.

Su residencia habitual estaba en Málaga aunque su base era Valencia.

En julio de 2008 había recibido un curso como parte del programa de entrenamiento periódico relativo a sistemas del avión que había superado con una calificación del 92,5%. La última verificación de competencia la realizó el 08-09-2008 con el resultado de apto.

1.3.2. *Copiloto (CM-2), ocupando el asiento derecho*

El copiloto, de 34 años de edad, contaba con una licencia JAR-FCL de piloto de transporte de línea aérea de avión y habilitaciones de CL-600 y vuelo instrumental, válidas y en vigor en el momento del incidente. Su experiencia total era de 4.084 h de vuelo de las cuales 2.824 h eran en el tipo de aeronave del incidente.

Había volado como copiloto de la flota CL-600-2B19 desde septiembre de 2005.

El inicio de la actividad el día del incidente fue a las 13:05. Previamente había disfrutado de un descanso de 5 días.

En mayo de 2008 había recibido un curso como parte del programa de entrenamiento periódico relativo a sistemas del avión que había superado con una calificación del 100%. La última verificación de competencia la realizó el 02-12-2008 con el resultado de apto.

1.4. Información sobre la aeronave

1.4.1. *General*

La aeronave BOMBARDIER CANADAIR CL-600-2B19 CRJ 200 es un avión birreactor con capacidad para 50 pasajeros concebido para su uso en el transporte aéreo regional y de corto alcance. Su peso máximo de despegue es de 23.133 kg.

Su planta de potencia la componen dos motores turbofan GENERAL ELECTRIC CF-34-3B1 de doble eje y alta razón de derivación.

La aeronave del incidente, con S/N 7732, había sido fabricada en el año 2002. En la fecha en la que se produjo el incidente contaba con todas las autorizaciones, certificados y seguros necesarios para realizar operaciones de transporte público de pasajeros.

1.4.2. *Estado de la aeronave y mantenimiento*

La aeronave tenía un total de 16.903,72 h de vuelo (TSN) y 14.264 ciclos (CSN).

El motor izquierdo, con número de serie (MSN) 873615, tenía 16.903 (TSN) horas de vuelo y 14.264 (CSN) ciclos y era nuevo cuando fue instalado en la aeronave en diciembre de 2002.

El motor derecho, con número de serie (MSN) 872428, tenía 23.781 h de vuelo (TSN) y 19.712 ciclos (CSN). Se había realizado una revisión general al motor en septiembre de 2008 y posteriormente se había montado en la aeronave el 18 de septiembre de 2008. Las horas de vuelo desde la revisión general (TSO) eran 959 y los ciclos de vuelo (CSO) eran 914.

La caja de transmisión de la palanca de potencia del motor número 1, con número de pieza (P/N) 2100140-010 y número de serie (S/N) 324, tenía 13.668 h de vuelo (TSN) y 11.784 ciclos (CSN). Por su parte, la caja de transmisión de la palanca de potencia del motor número 2, con número de pieza (P/N) 2100140-010 y número de serie (S/N) 448, tenía 12.905 h de vuelo (TSN) y 11.261 ciclos (CSN).

No se había realizado recientemente ninguna tarea relacionada con la inspección de las palancas de potencia o comprobaciones del ajuste de dichas palancas.

Tampoco existían informes relativos a roturas en el sistema de ajuste de las palancas de potencia.

1.4.3. Sistema de control de empuje del motor

El sistema de control de empuje permite la operación del motor. Está constituido por dos palancas de empuje, dos palancas de empuje de reversa, una ruedecilla de fricción y una serie de r topes internos para el control de los motores en los regímenes de empuje normal y de reversa.

Las palancas de empuje controlan la aplicación de potencia en los rangos normales de empuje como son SHUTOFF, IDLE y MAX POWER. Unos gatillos (pintados en rojo) se localizan en la parte posterior de las palancas de empuje. Los gatillos se usan para salvar los topes mecánicos que evitan un movimiento inadvertido de las palancas de empuje de IDLE a SHUTOFF.

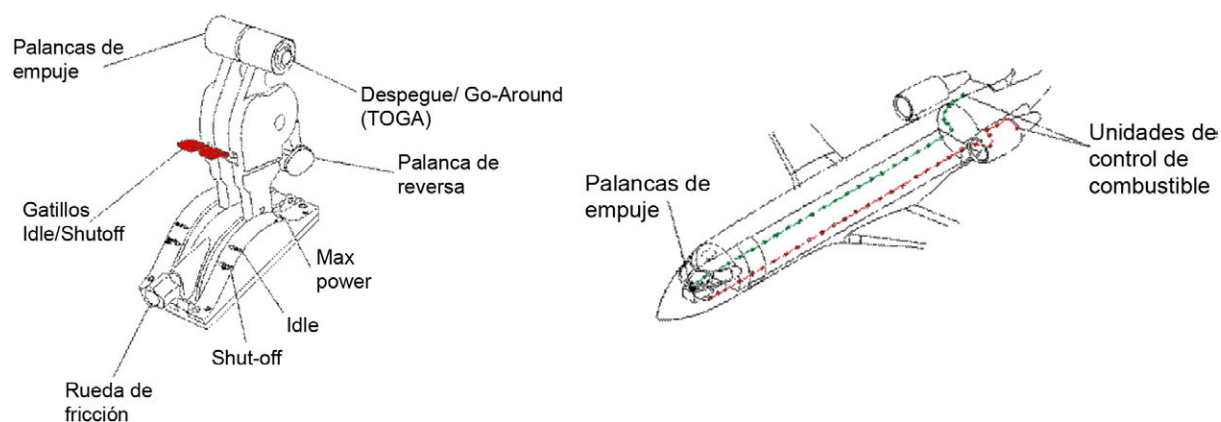


Figura 2. Sistema de control de empuje de los motores

Existe un botón de despegue-go around (TOGA), situado en la parte delantera de cada palanca.

Unos dispositivos de seguridad mecánicos en la palanca de empuje, evitan que se seleccione potencia de reversa hasta que los gases están en la posición de IDLE.

Cada palanca de empuje está conectada por un sistema de cables a la unidad de control de combustible asociada. A través de las palancas de empuje se controla la potencia de los motores desde ralentí (IDLE) hasta despegue (TO) y reversa.

Dispone de un control electrónico de combustible que es efectivo solo cuando la velocidad del fan, N1, es mayor que el 79%, como es el caso de despegue, ascenso y crucero. Las N1 de ambos motores cuando se produjo la doble parada de motor eran 47% en el motor izquierdo, y 44% en el motor derecho.

1.4.4. *Sistema de combustible de la aeronave*

General

El sistema de combustible lo componen tres tanques integrados en la estructura de las alas, uno central y dos alojados en los planos. También forman parte del sistema bombas de succión y bombas eléctricas alojadas en cada tanque que proporcionan combustible a cada motor. En la parte delantera del tanque central hay dos tanques colectores. El combustible del tanque de cada plano alimenta al tanque colector de su lado.

El sistema de combustible también facilita el repostaje de combustible, bien por presión o por gravedad. Un computador del sistema de combustible controla automáticamente el repostaje, permite la transferencia de combustible entre tanques e informa sobre la cantidad y la temperatura de combustible a la tripulación de vuelo a través del sistema de indicación de motor y alerta a la tripulación (EICAS).

Cualquier problema detectado por el computador de combustible produce una advertencia visual y sonora a través de mensajes en la cabina de vuelo.

Distribución del combustible

El combustible que se distribuye a cada motor proviene del tanque colector de su respectivo lado que se encuentra en el tanque principal. Dos bombas de succión situadas en la parte inferior de los tanques de los planos suministran combustible a cada tanque colector para mantenerlo completamente lleno. Los tanques colectores están diseñados para que el motor esté correctamente alimentado en cualquier maniobra de vuelo normal y de transición.

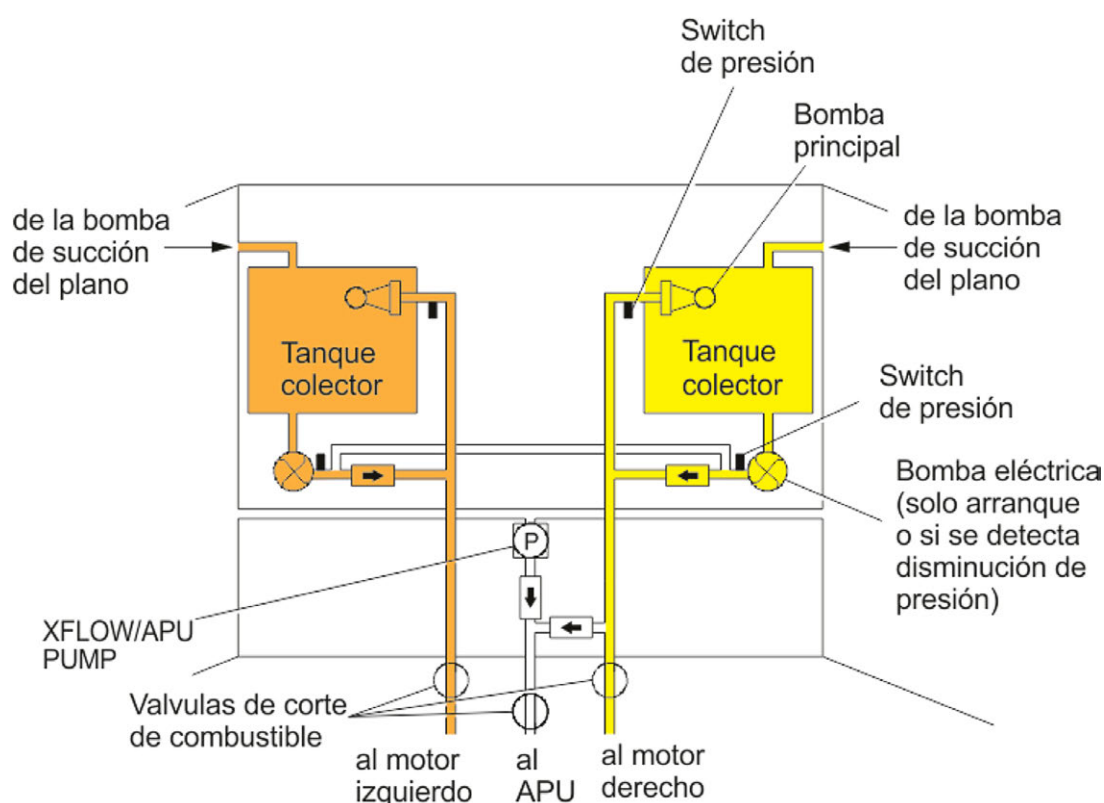


Figura 3. Esquema del sistema de distribución de combustible

En el arranque del motor, una bomba eléctrica que hay en cada tanque colector se conecta en el panel de control de combustible. Cuando se alcanza la presión necesaria para alimentar los motores las bombas eléctricas se desconectan automáticamente. En el caso de que la presión de alimentación del motor disminuyera, las bombas eléctricas se conectarían automáticamente.

Según la hoja de carga, la aeronave tenía en despegue 3.000 kg de combustible y estaba previsto que consumiera 900 kg durante el vuelo.

La capacidad máxima de los tanques de combustible era de 6.606 kg.

1.4.5. Sistema de lubricación del motor

Cada motor tiene un sistema de lubricación independiente que consiste en una bomba y un depósito de aceite. La bomba de aceite proporciona aceite a presión a varios componentes del motor para refrigerarlos y lubricarlos. La caja de accesorios se mueve a través del eje N2 del rotor.

Si la presión de aceite desciende por debajo de 25 psi durante el vuelo se emite un aviso sonoro en la cabina de vuelo «ENGINE OIL». Este aviso se inhibe con el avión en tierra.

1.4.6. *Certificación de las palancas de los motores*

La autoridad de certificación canadiense «Transport Canada Civil Aviation» emitió el certificado tipo para el CL 600 2B19, cuya hoja de datos asociada era la n.º A-131, con fecha 31 de julio de 1992.

El certificado tipo fue convalidado por EASA asignándole n.º IM.A.023 en base a la certificación emitida por la autoridad Alemana (LBA) el 15 de enero de 1993. Las bases de certificación utilizadas fueron las «JAR 25 Large Aeroplanes, Change 13, 05 October 1989».

La base de certificación de la autoridad canadiense y la Europea son equivalentes en lo referente a los controles de motor. Ambas recogen en su párrafo 1143 «Engine controls» lo siguiente:

- «(a) There must be a separate power or thrust control for each engine.
- (b) Power and thrust controls must be arranged to allow—
 - (1) Separate control of each engine; and
 - (2) Simultaneous control of all engines.
- (c) Each power and thrust control must provide a positive and immediately responsive means of controlling its engine.
- (d) For each fluid injection (other than fuel) system and its controls not provided and approved as part of the engine, the applicant must show that the flow of the injection fluid is adequately controlled.
- (e) If a power or thrust control incorporates a fuel shutoff feature, the control must have a means to prevent the inadvertent movement of the control into the shutoff position. The means must—
 - (1) Have a positive lock or stop at the idle position; and
 - (2) Require a separate and distinct operation to place the control in the shutoff position.»

1.5. **Información meteorológica**

La información meteorológica de acuerdo con el METAR del aeropuerto de Santander a las 17:30 UTC era la siguiente:

- Viento en superficie: procedente de 90° e intensidad de 9 kt.
- Visibilidad: más de 10 km.
- Nubosidad y altura de nubes: 5/8 a 2.900 ft.
- Temperatura: 9,2 °C.
- Punto de rocío: 3,8 °C.
- QNH: 1.023 hPa.

1.6. Comunicaciones

La aeronave contactó con la Torre de Santander a las 18:38:49. La tripulación informó que se encontraba a nivel de vuelo 200 bajando para nivel de vuelo 150 y a 16 millas de EMANU.

ATC les autorizó a que realizaran la llegada estándar MOSCO2G (véase figura 4) y descendieran hasta nivel de vuelo 80. La tripulación comunicó que preferían ir directos

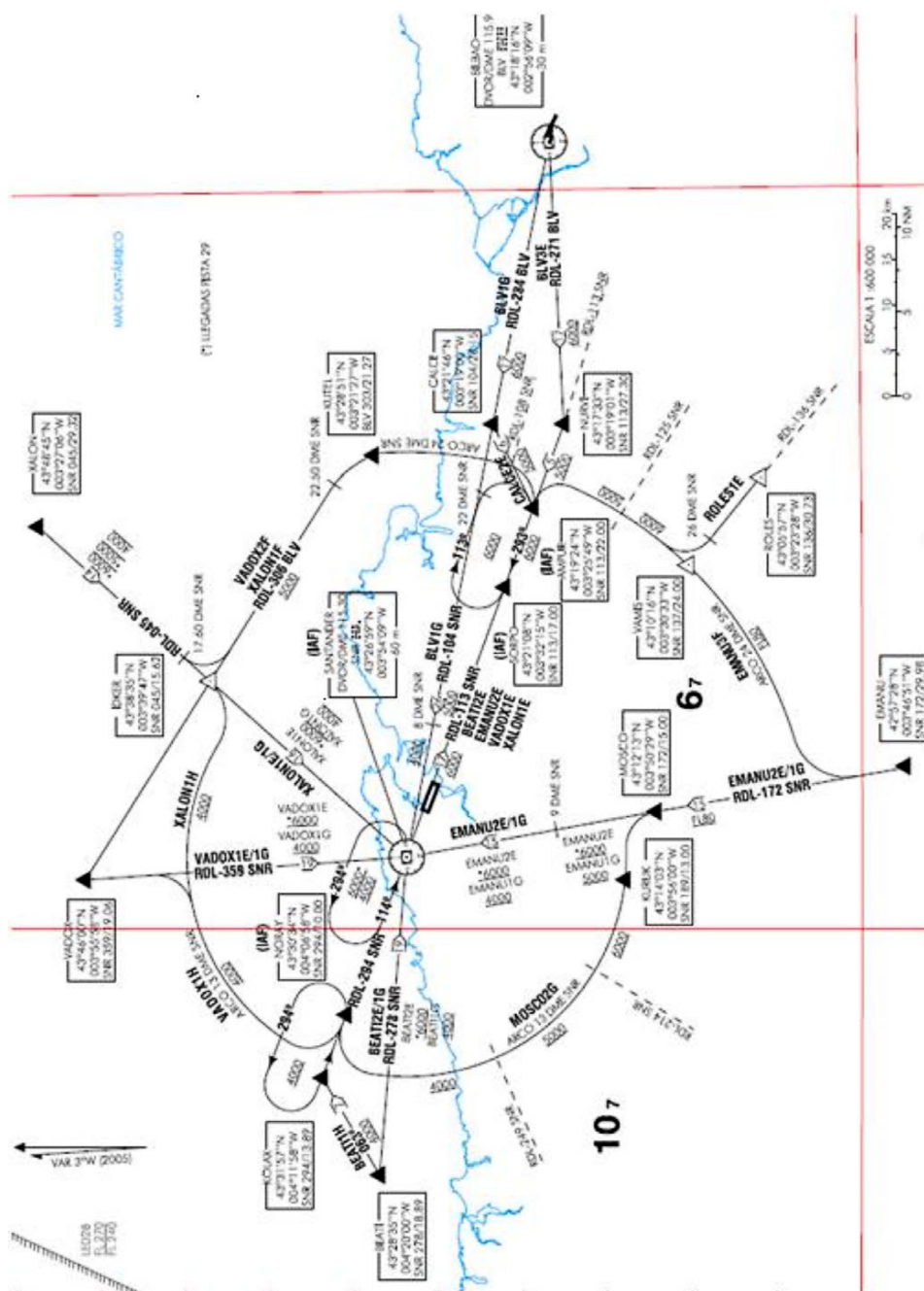


Figura 4. Carta de llegada normalizada por instrumentos Santander

al VOR para iniciar la aproximación (aproximación VOR) a lo que ATC indicó que estimaba que habría un tráfico en el VOR en 6 minutos y a continuación preguntó si podrían cruzar el punto MOSCO a nivel de vuelo 80 «establecidos»². En ese momento se registró en el registrador de datos de vuelo un flujo de combustible de 0 kg/h simultáneamente.

A las 18:41:11 la tripulación notificó emergencia informando que habían tenido doble fallo de motor y que requerían ser número uno y se encontraban en proceso de rearrancar. En esos momentos el flujo de combustible se había restablecido en ambos motores.

ATC les dio prioridad y les autorizó a realizar la aproximación VOR a la pista 11 a las 18:42:45.

A las 18:44:39 ATC solicitó el número de personas a bordo de la aeronave y la tripulación le proporcionó esa información.

1.7. Información de aeródromo

El aeropuerto de Santander dispone de una pista de hormigón, la 11/29 con una longitud de 3.100 m de largo y 45 de ancho. La elevación del aeródromo es de 3,25 ft.

1.8. Registradores de vuelo

La aeronave disponía de registrador de voces de cabina y de registrador de datos de vuelo, que se recuperaron en buen estado.

1.8.1. Registrador de datos de vuelo

El registrador de datos de vuelo era un registrador de estado sólido (SSFDR), modelo Fairchild F1000 P/N S800-2000-00; S/N 02602. Grababa 64 palabras por segundo y tenía un total de 100 h de grabación.

La descarga de la información se realizó correctamente aunque desde el momento que ambos motores se apagaron hasta que de nuevo se rearrancaron, no se registró información en el SSFDR debido a que no disponía de energía porque estaba conectado a la barra 1 de corriente continua alimentada a través de los generadores de los motores.

² Con la expresión establecidos se indica que cuando la aeronave cruce por el punto MOSCO debe encontrarse estabilizada (vuelo horizontal nivelado) y a nivel de vuelo 80, es decir a 8.000 ft de altitud.

En el anexo 1 se presentan los gráficos con los valores más significativos de los motores.

1.8.2. *Registrador de voces en cabina*

El registrador de voces de cabina era un registrador de estado sólido modelo FA2100, P/N 2100-1020-00 y S/N 000190600 con una duración total de 2 horas y 4 minutos.

El registrador grabó sus 6 pistas. Cuatro de ellas de una duración de 30 minutos y alta calidad y otras 2 con una duración de 2 horas con calidad estándar. La grabación del CVR no se interrumpió en ningún momento dado que la energía se suministraba al equipo a través de la barra esencial de corriente continua.

1.8.3. *Información relativa al accidente*

A las 18:38:49 la tripulación contactó con la Torre de Control de Santander. Se encontraba a una altitud de 21.100 ft, con una velocidad 284 kt y el flujo de combustible de ambos motores era de 154 kg/h. Los valores de las revoluciones del compresor de alta (N2) eran 74% del motor 1 y del 71% las del motor 2.

A las 18:39:23 la tripulación solicitó ir directos al VOR para realizar una aproximación VOR en lugar de la aproximación MOSCO2G que le había sugerido ATC. La velocidad era de 272 kt y la altitud de 20.083 ft.

A las 18:39:31 ATC les informaron que se esperaba que un tráfico llegara al VOR en seis minutos. La velocidad era de 270 kt y la altitud de 19.833 ft.

A las 18:39:37 ATC preguntó si la aeronave podía cruzar MOSCO a nivel de vuelo 80 establecido. La velocidad era de 268 kt, la altitud de 19.615 ft y el flujo de los motores en ambos motores era de 0 kg/h. 10 segundos más tarde se oyó en la cabina de vuelo el primer aviso de «ENGINE OIL» que se repitió tres veces. En ese momento las revoluciones del compresor de alta eran del 42% en ambos motores.

El registrador de datos de vuelo registró los avisos de baja presión de aceite en ambos motores simultáneamente a las 18:39:43.

A las 18:39:48 se registraron los últimos valores válidos en el registrador de datos de vuelo.

A las 18:39:50 se oyó el segundo aviso de «ENGINE OIL».

A las 18:39:51 se incrementó el ruido ambiente en la cabina de vuelo.

A las 18:40 14 se oyó como el copiloto dijo «Has parao los dos motores tío». No se escuchó en ningún momento que se identificara la emergencia ni expresión alguna que indicara que se seguía el procedimiento de doble parada de motor en vuelo.

A las 18:40:44 se reinició la grabación del registrador de datos de vuelo y los valores de flujo de combustible eran 109 kg/h en el motor izquierdo y 103 kg/h en el motor derecho.

A las 18:40:52 se escuchó a una tercera persona en la cabina de vuelo. A las 18:41:05 la tercera persona preguntó si habían declarado emergencia. A las 18:41:11 la tripulación declaró emergencia informando que habían tenido un doble fallo de motor y requerían ser el número 1, estaban en proceso de re arranque y procedían al VOR.

1.9. Ensayos e investigación

1.9.1. *Pruebas realizadas a la aeronave después del incidente*

Combustible

Después del incidente se tomaron muestras de combustible tanto de la aeronave como de la cuba donde había realizado el último repostaje en Valencia. Los análisis del combustible de la cuba indicaron que no existía contaminación.

Los análisis de los tanques de combustible indicaron que existía una contaminación biológica moderada en la muestra procedente del tanque derecho.

Se confirmó que no existía contaminación por agua en ninguna de las muestras analizadas.

Aeronave

El 5 de marzo de 2009 el equipo de investigación, junto con el operador y el fabricante de la aeronave realizó las comprobaciones siguientes en la aeronave:

Se inspeccionaron los detectores de partículas en ambos motores sin que apareciera ninguna anomalía.

Se arrancaron ambos motores y se comprobó su correcto funcionamiento sin que aparecieran avisos o alarmas que se refirieran a un funcionamiento incorrecto.

Se replegó el ADG que estaba desplegado y se comprobó que el ADG se desplegaba automáticamente cuando se desconectaban los generadores de ambos motores. También se verificó que las bombas de combustible funcionaban de acuerdo con sus especificaciones.



Figura 5. Actuación de la palanca de la posición de IDLE a SHUT OFF

Adicionalmente se comprobó que las palancas de empuje funcionaban correctamente y de acuerdo con lo especificado en los manuales de operaciones. Además se confirmó que se podían parar ambos motores utilizando una sola mano. Por último se demostró que para accionar los gatillos de seguridad era necesario colocar la mano de una forma diferente a la que se utiliza en operación normal.

Pruebas adicionales realizadas a la aeronave antes de la puesta en servicio

Previamente a la puesta en servicio de la aeronave el operador realizó las siguientes comprobaciones:

1. Comprobación de presencia de contaminación en los componentes del sistema de combustible.
2. Inspección visual de las bombas de combustible.
3. Inspección visual de los filtros del sistema de combustible así como de sus mecanismos de by-pass.
4. Sustitución de los filtros del sistema de combustible.
5. Ajuste de las unidades de inyección de combustible así como del sistema de control de empuje de los motores.
6. Prueba funcional del sistema de control de empuje de los motores.
7. Prueba funcional de las palancas del sistema de control de empuje de los motores.
8. Medida de tolerancias del sistema de control de empuje de los motores.
9. Inspección de los detectores de presencia de partículas magnéticas en los motores.

10. Revisión del sistema de aceite de los motores.
11. Inspección del carenado de entrada de aire al motor así como de la zona de salida de los gases de escape.
12. Pruebas operacionales las de las bombas de combustible y de las válvulas de corte de combustible.
13. Prueba operacional del sistema de empuje reverso.
14. Prueba de medida de potencia alcanzada de ambos motores.
15. Prueba de vibraciones en el fan de ambos motores.

Todas las inspecciones y pruebas arrojaron un resultado satisfactorio sin que se encontrara ninguna discrepancia.

Comprobaciones sobre el sistema de control de empuje del motor

Adicionalmente se realizaron comprobaciones en una aeronave del mismo tipo y modelo que la del incidente con objeto de verificar en qué punto de las palancas de empuje entre SHUT OFF y IDLE se producía la parada de los motores.

En la prueba participaron pilotos del operador de la flota del tipo de aeronave del accidente.

En primer lugar se midió la distancia que existía entre las marcas de IDLE y SHUT OFF. Este valor era de 0,97 cm aunque las palancas se podían mover algo más, es decir por debajo de la posición de SHUT OFF.

A continuación se arrancaron ambos motores y se comprobó el recorrido de las palancas de empuje entre la marca de IDLE y el punto en el que el flujo de combustible indicaba 0.

1. Motor izquierdo-Palanca de empuje izquierda. Desde IDLE hasta que se observa un flujo de combustible nulo se movió la palanca de empuje 0,55 cm.
2. Motor derecho-Palanca de empuje derecha. Desde IDLE hasta que se observa un flujo de combustible nulo se movió la palanca de empuje 0,98 cm.

Los pilotos que participaron en las pruebas informaron que los motores nunca se apagan en la posición de SHUT OFF, sino en el tramo entre IDLE y SHUT OFF.

También se observó que la posición de la mano sobre las palancas de empuje durante el vuelo no es una posición que facilite el actuar sobre los gatillos de seguridad que permiten pasar de IDLE a SHUT OFF.

1.9.2. *Informe proporcionado por el fabricante del motor*

Basándose en la información recogida en el FDR, el fabricante del motor, General Electric, informó que se trataba de una parada de los motores simultánea y que

coincidía con una parada normal³ de los motores dadas las condiciones de vuelo que existían.

1.10. Información sobre organización y gestión

1.10.1. *Procedimiento de doble fallo de motor en vuelo*

En el estudio de las listas de emergencia del operador para esta aeronave recogidas en su Manual de Operaciones se observó que no existía una distribución de tareas definida, y que sí aparecía en las listas normales.

Cuando se produce un doble fallo de motor automáticamente se despliega el ADG para proporcionar energía a los sistemas esenciales. En esa situación, algunos sistemas no disponen de energía como son PFD 2 («Primary Flight Display»), el MFD 2 («Multifunction Display»), FD 2 («Flight Director»), entre otros. En general, los sistemas que corresponden al copiloto no tienen energía.

Según la información del Manual de Operaciones del operador, en caso de que se produzca un doble fallo de motor en vuelo es necesario conectar la ignición continua y alcanzar una velocidad mínima de 240 KIAS, como pasos a realizar de memoria (véase anexo 2).

Como paso número 3 se requiere verificar los valores de N1, N2 e ITT y si se detecta que los motores continúan disminuyendo la potencia se indica como paso 4 que se sitúen las palancas de empuje en SHUT OFF. El punto 5 indica el despliegue manual de la ADG. A continuación se enumeran una serie de tareas a realizar, entre las que se encuentra arrancar el APU («Auxiliary Power Unit») y en el punto número 13 se propone el re arranque de los motores utilizando aire de impacto para hacer girar el motor. A partir de dicho punto se inicia un diagrama de flujo para toma de decisiones que se refiere a otros procedimientos que hay que realizar como «Windmill Relight Procedure», «APU Bleed Air Relight Procedure» y «All Engine Out Procedure».

En el procedimiento no se describe la distribución de tareas entre el piloto a los mandos (PF) y el piloto no a los mandos (PNF o PM) o entre el CM-1 y CM-2, dado que los sistemas del lado derecho no disponen de energía.

1.10.2. *Procedimiento para apagar los motores en la aeronave BOMBARDIER CL-600 2B19 (CRJ-200ER)*

En el caso de esta aeronave y según los procedimientos de la compañía el motor izquierdo se apaga moviendo la palanca de empuje a la posición de SHUT OFF al

³ Se entiende como parada normal una parada del motor que se realiza cuando la aeronave está estacionada y ha finalizado el vuelo.

abandonar la pista, acción que realiza el CM-2, por lo que la aeronave rueda con un solo motor hasta el aparcamiento, salvo que existan condiciones de engelamiento. Para posicionar las palancas en SHUT OFF se deben accionar los gatillos de seguridad de las palancas de empuje que permiten pasar de la posición de IDLE a SHUT OFF.

Una vez estacionada, el CM-1 es quién apaga el motor derecho moviendo la palanca de empuje a la posición de SHUT OFF.

1.10.3. *Política de la compañía en relación a la entrada de personas a la cabina de vuelo y cabina estéril*

Según el manual de operaciones de la compañía el acceso a la cabina de vuelo ofrece varios inconvenientes entre los que se encuentra la posibilidad de distraer a la tripulación de vuelo en el cumplimiento de su misión.

En una entrevista realizada a personal de operaciones de la compañía informaron que no se contempla en el manual de operaciones que un tripulante de vuelo acuda a la cabina de vuelo cuando ocurra una emergencia salvo que así lo solicite el comandante. Tampoco se incentiva ni se recomienda.

1.10.4. *Información que recoge el Manual de Operaciones relativa al control de los motores*

En el Manual de Operaciones de la compañía, parte B, se recogía una descripción del sistema de control de empuje.

En esa información se recogía la existencia de los gatillos de seguridad que evitaban que por un movimiento inadvertido las palancas de empuje se colocaran en SHUT OFF. Aparecía una descripción de las diferentes posiciones de la palanca de empuje y en concreto para la posición de SHUT OFF decía que cortaba el combustible al motor en la unidad de control de combustible (FCU) añadiendo que esa posición se localizaba en la parte posterior de los topes mecánicos de la palanca de empuje.

1.10.5. *Información que recoge el Manual de Vuelo de la aeronave sobre el régimen de ralentí*

Según el Manual de Vuelo de la aeronave las revoluciones del compresor de alta (N2) tienen sus límites enmarcados entre el 56,5% y el 68% para régimen de ralentí (IDLE).

1.11. Información adicional

1.11.1. *Procedimiento de parada de motores en otros tipos de aeronaves*

MD Serie 80

En esta aeronave hay dos palancas, una para el control de los motores en vuelo y otra para el control del suministro de combustible (ON/OFF). Para apagar los motores en una aeronave de la serie MD 80 es necesario reducir el empuje de los motores a IDLE y una vez que se encuentran las palancas de empuje en dicha posición accionar las palancas de combustible a la posición de OFF.

A320

En el caso del A320 para apagar los motores es necesario en primer lugar poner las palancas de empuje en la posición de IDLE y a continuación accionar los interruptores ENGINE MASTER a la posición de OFF.

1.11.2. *Entrevistas realizadas a la tripulación de vuelo*

Comandante

El comandante informó que se encontraban sobre el punto EMANU a aproximadamente nivel de vuelo 200 con una velocidad de 250 kt. Él era el piloto a los mandos y el copiloto llevaba las comunicaciones. Los motores se apagaron de una forma dulce cuando el copiloto estaba hablando por la radio. De hecho observó la indicación de flujo de combustible en 0.

Después de pararse los motores accionó las palancas de empuje hacia delante. También informó que movió la ruedecilla de fricción para mover más cómodamente las palancas en el descenso.

Entró en la cabina de vuelo un comandante que volaba con ellos en vuelo de posición que fue el que le dijo al copiloto que declarara emergencia.

Añadió que cuando se pararon los motores los avisos de LH OIL PRESS y RH OIL PRESS se encendieron a la vez. Calculó que planearon durante 2 minutos aproximadamente.

Explicó que para rearrancar tenían que poner el sangrado del APU dado que con el aire de impacto no era suficiente.

También señaló que, según su conocimiento, antes de alcanzar la marca de SHUT OFF los motores se apagaban.

Por último añadió que para accionar el control de los motores hasta la posición de corte («shut off»), se tenían que utilizar ambas manos y adoptar una posición forzada.

Copiloto

El copiloto informó que era el comandante quien controlaba las palancas de empuje durante el vuelo. Este modelo de aeronave no tiene sistema de empuje automático por lo que era necesario ir controlando las palancas de empuje manualmente durante el vuelo.

El copiloto estaba hablando con ATC Santander que les dijo que fueran por «el arco» para efectuar la aproximación VOR a la pista 11. Ellos querían ir directos al VOR y ATC les autorizó al punto MOSCO establecidos a nivel de vuelo 80.

La teoría del copiloto era que los motores se quedaron sin combustible. Según él fue como una parada normal en el estacionamiento. También pensaba que los motores se pueden cortar con una sola mano.

No recordaba haber oído el aviso de ENGINE OIL pero vio que los dos motores se apagaron simultáneamente. Vió como el comandante conectaba la ignición continua y le advirtió que el mínimo era 240 KIAS.

A continuación arrancó el APU, notificó a Santander y sacó el QRH («Quick Reference Handbook»). Recordaba que el comandante movió las palancas varias veces y que los motores arrancaron solos, sin necesidad de utilizar el sangrado del APU.

Entró en la cabina de vuelo un comandante que iba en vuelo de posición y se quedó hasta el final del vuelo. Les dijo que la presurización era correcta y coordinó con las TCP que la cabina estaba asegurada.

Realizaron una aproximación visual a la pista 11, abandonaron la pista y estacionaron en una posición remota.

1.11.3. *Medidas adoptadas por la compañía tras el incidente*

A partir del incidente la compañía prestó especial atención en los entrenamientos a no actuar sobre ninguna guarda o gatillo sin una verificación cruzada previa requiriendo entrenamiento adicional si esto sucedía.

Seguridad de Vuelo de la compañía envió una nota a todos los pilotos de la flota advirtiéndoles de que tuvieran precaución cuando quisieran alcanzar la palanca de flaps o las reversas lo que podría provocar que se engancharan los gatillos de las palancas de empuje.

El incidente se incluyó como un caso de estudio en uno de los cursos de CRM.

1.11.4. *Antecedentes de casos similares*

Base de datos del sistema ASRS

Se realizó una consulta en la base del programa ASRS de la NASA y se identificaron dos casos, en el mismo modelo de aeronave, en los que por una acción inadvertida de la tripulación se accionó la palanca de empuje y se apagó el motor. En ambos casos sucedió durante la carrera de aterrizaje en el momento de accionar las reversas, estando una de ellas inoperativa.

Aterrizaje de emergencia en False River Air Park, New Roads, Louisiana

En febrero de 1994 una aeronave turbohélice Saab 340 sufrió una doble parada de motor en vuelo y realizó un aterrizaje de emergencia sin motores en False River Air Park. La parada de los motores se produjo en el descenso hacia su destino. Había 23 pasajeros, 2 pilotos y una auxiliar de vuelo, que sufrió lesiones menores durante la evacuación. El resto de personas resultaron ilesas. La aeronave sufrió daños de consideración.

Como causa del accidente se identificó el movimiento de las palancas de empuje por el capitán por debajo de la posición de ralentí de vuelo, los inadecuados requisitos de certificación y consecuente diseño de la palancas de empuje que permitían mover por debajo de la posición de ralentí de vuelo al modo beta⁴, intencionada o inadvertidamente, durante el vuelo, y las inadecuadas acciones llevadas a cabo para exigir medios que positivamente evitaran las operaciones en modo beta en aeronaves para las que tales operaciones están prohibidas.

El resultado de la investigación fue emitir una recomendación que modificara los estándares de certificación para que eléctricamente se evitara que se pudiera alcanzar el modo beta cuando la aeronave se encontraba en vuelo.

2. ANÁLISIS

2.1. Estudio del vuelo

La aeronave se encontraba descendiendo hacia Santander cuando contactó con ATC. El piloto a los mandos era el comandante. ATC les autorizó a descender y a realizar la

⁴ Modo beta es un modo operación por debajo del ralentí de vuelo normal que debe ser utilizado exclusivamente en tierra. El modo beta permite obtener potencia de reversa con objeto de decelerar la aeronave. El modo beta se refiere solamente a turbohélices.

aproximación MOSCO 2G. La idea de la tripulación no era completar la aproximación MOSCO 2G, ya que debían realizar un arco para alinearse después con el VOR y le solicitaron ir directos al VOR para completar la aproximación.

ATC les informó que se esperaba un tráfico en el VOR y si podían cruzar MOSCO a 80 «establecidos». En ese instante, a las 18:39:37, se observó que el flujo de combustible de ambos motores alcanzaba el valor 0. La aeronave se encontraba a 19.615 ft y a una velocidad de 268 kt. A partir de ese momento los valores de las revoluciones del compresor de alta descendieron por debajo del rango de ralentí de vuelo hasta que el FDR dejó de grabar información porque no estaba conectado a la barra esencial de corriente continua.

Se escucharon en el CVR los avisos de baja presión de aceite de ambos motores que indicaban que la presión había descendido por debajo de 25 psi, e inmediatamente se oyó como el ruido ambiente en cabina cambió probablemente debido a la extensión del ADG al dejar ambos motores de proporcionar energía eléctrica.

No se escuchó en el CVR ninguna identificación de la avería, ni sorpresa por parte de la tripulación. Según la declaración de la tripulación el comandante inmediatamente conectó la ignición continua, que es uno de los pasos a realizar de memoria en el procedimiento de doble fallo de motor en vuelo, por lo que debía de ser consciente de lo que había ocurrido aunque estuviera en todo momento callado y no identificara verbalmente la avería ni realizara ninguna coordinación con el copiloto.

En el CVR no se escuchó que se indicara la velocidad mínima para realizar un re arranque, que era otro de los puntos de memoria en el procedimiento.

Este hecho resulta sorprendente dado que una doble parada de motores en vuelo es algo, en principio, inesperado que en un primer momento hay que identificar y con la gravedad suficiente como para requerir una adecuada coordinación entre la tripulación de vuelo.

Además a las 18:40:14 se escucha en el CVR cómo el copiloto dice «Has parao los dos motores, tío», poniendo de manifiesto que era consciente en ese momento de lo que había ocurrido y que hacía responsable al comandante de la parada de los motores.

Algo más tarde, a las 18:40:44, el flujo de combustible de los motores se había reestablecido y la energía eléctrica que proporcionaban los motores también. Es decir, en 37 segundos se habían vuelto a re arrancar los motores. El intervalo de tiempo invertido en identificar y corregir la situación que se había producido fue muy breve.

La actuación del comandante de la aeronave fue inmediata lo que indicaría que fue consciente, desde el primer instante, de que se había producido una doble parada de

motor en vuelo. La tripulación tampoco se planteó si los motores estaban o no dañados y procedieron inmediatamente a rearrancarlos.

Según estudios sobre la gestión de errores⁵ los problemas claves en una situación inesperada son identificar correctamente dicha situación y saber cuál es la solución adecuada a aplicar.

En el registrador de datos de vuelo no se recoge información sobre la posición de las palancas de empuje. Por otro lado, las pruebas realizadas en ambos motores, el apagado simultáneo de los mismos, los análisis de combustible y el comportamiento de ambos motores al apagarse y rearrancar apuntan hacia una parada normal de los motores con la actuación de las palancas de empuje a la posición de SHUT OFF.

La información indica que los motores se apagaron por una actuación de las palancas de empuje situándolas por debajo de la posición de IDLE, actuación que no parece que fuera inadvertida. También es probable que la parada de ambos motores fuera involuntaria, es decir, el comandante con su acción no pretendía apagar los motores. Como ya se ha expuesto en el punto 1, para mover las palancas por debajo de IDLE es necesario actuar unos gatillos de seguridad que permiten vencer los topes mecánicos que existen y para accionar esos gatillos hay que posicionar la mano de un modo que no es el habitual durante el vuelo (véase figura 5).

Por otro lado el comandante manifestó su sorpresa por el hecho de que los motores se apagaran antes de que se alcanzara la marca de SHUT OFF lo que indica que no sabía con certeza que la parada se podía producir en todo el tramo desde IDLE a SHUT OFF una vez que los topes mecánicos se habían superado.

Como se explica en el apartado de hechos no se aclara explícitamente en el manual de operaciones que por debajo de la posición de IDLE se puede producir la parada de los motores. Sería conveniente que este aspecto se definiera claramente para que no diera lugar a ambigüedades o interpretaciones erróneas por parte de las tripulaciones de vuelo.

No se ha podido establecer la razón por la que el comandante pudo haber accionado las palancas de empuje por debajo de la posición de IDLE. En el momento en el que se produjo la parada de los motores se mantenía una comunicación con ATC que les autorizó a ir directos a MOSCO y estar establecidos a nivel de vuelo 80. Esta autorización implicaba que tenían que descender alrededor de 13.000 ft en 30 NM, lo que exigía que el régimen de descenso fuera de aproximadamente 2.000 ft/min, que era el que hasta el momento estaban manteniendo. Quizás, estuvo en el ánimo del comandante, disminuir la velocidad de la aeronave que estaba en torno a los 273 kt y su límite máximo a la altitud a la que se encontraban era de 335 kt, reduciendo la potencia.

⁵ Flight Operation Briefing Notes. Human Performance. Error Mangement. AIRBUS.

Una vez que se había rearrancado ambos motores, el tripulante de vuelo que volaba en la cabina de pasajeros entró en la cabina de vuelo. Fue él el que advirtió a la tripulación que declararan emergencia y así lo hicieron. Aunque los motores ya estaban en marcha informaron que se encontraban en proceso de arranque de los motores y solicitaron prioridad para el aterrizaje.

ATC les autorizó a hacer la aproximación y les dio prioridad. La única solicitud que realizó fue el número de pasajeros que iban a bordo de la aeronave. En otras ocasiones, igual que en ésta, cuando se declara emergencia, la tripulación de vuelo no indica las personas que van a bordo, dato que resulta esencial para que los servicios de emergencia completen eficazmente su tarea si es necesaria su actuación.

Sería conveniente, por tanto, que este dato se incluyera en la medida de lo posible, a la hora de notificar una emergencia con objeto de reducir el número de comunicaciones y evitar así interrupciones cuando se está resolviendo una emergencia en la cabina de vuelo.

El resto del vuelo se completó con normalidad y se realizaron las preceptivas listas de comprobación.

2.2. Diseño del control de empuje de los motores

El sistema de control de empuje de los motores de la aeronave permite además de controlar la potencia de los motores durante el vuelo, apagarlos. Este diseño cuenta con unos topes mecánicos para evitar movimientos inadvertidos de las palancas y como se ha explicado anteriormente era necesario colocar la mano de un modo diferente al normal de vuelo. En resumen, el diseño cumplía con los requisitos de certificación.

A pesar de esto ambos motores se apagaron en vuelo. Puede que fuera de forma inadvertida y que el comandante actuara las palancas de empuje de una forma automática sin darse cuenta de la acción que llevaba a cabo o quizá puede que intentara reducir la potencia de los motores por debajo del ralentí de vuelo pensando que hasta que las palancas de empuje no alcanzaran la marca de SHUT OFF los motores no se pararían.

Lo que no parece probable es que el comandante pretendiera apagar los motores durante el vuelo, pero a pesar de eso los motores se apagaron. Este hecho pone de manifiesto que la solución en la que el control del empuje de los motores incluye la posibilidad de apagarlos por un error debido a la falta de conocimiento del propio sistema, es más vulnerable a una actuación equivocada que otro tipo de soluciones en las que el control de empuje de los motores y el corte de suministro de combustible son independientes como es el caso de los sistemas del MD y del A320.

No es la primera vez que, a pesar de que existen topes mecánicos, se actúan las palancas de empuje por debajo de los mismos como es el caso del accidente que se menciona donde los motores entraron en modo beta; o como en los casos recogidos en la base de datos ASRS de la NASA cuando la tripulación de vuelo, inadvertidamente, apagó un motor cuando una de las reversas se encontraba inoperativa en lugar de accionar la reversa que funcionaba en la carrera de aterrizaje.

Por todo lo anterior cabría plantearse el optar por soluciones de diseño en las que el control del empuje de los motores fuera independiente del accionamiento del corte de suministro de combustible. Por otro lado, en la investigación se ha identificado una falta de conocimiento básico de los sistemas de la aeronave y de las prácticas elementales de operación («airmanship») por lo que, aunque un sistema en el que el control del empuje y el apagado de los motores sean físicamente independientes se considera más robusto, en este caso no se justifica la emisión de una recomendación de seguridad para la modificación de la normativa de certificación en vigor.

2.3. Procedimiento de doble fallo de motor en vuelo

Afortunadamente los motores rearrancaron rápidamente, en 37 segundos, y no fue necesario completar el procedimiento de doble fallo de motor en vuelo. Aunque el copiloto informó en su declaración que encendió el APU, no fue necesario utilizarlo para el arranque de los motores.

En este caso el piloto a los mandos era el comandante por lo que no tuvieron que realizar un cambio en la función de vuelo ya que, aunque no se dice en el procedimiento de doble fallo de motor en vuelo, con la energía esencial solo se alimenta la parte izquierda de la cabina de vuelo por lo que resulta conveniente que el piloto a los mandos sea el comandante.

Tampoco se define la distribución de tareas («task sharing») entre comandante o copiloto o piloto a los mandos y piloto no a los mandos para completar los pasos que permitan rearrancar los motores.

Además el procedimiento en sí mismo remite a otra serie de procedimientos en caso de que sea factible el re arranque de los motores que hacen complejo poder completarlo en una situación de estrés y alta carga de trabajo como la que se puede producir con una doble parada de motor en vuelo.

Sería necesario intentar estudiar el procedimiento de doble fallo de motor en vuelo con objeto de mejorar su eficacia y la definición de la distribución de las tareas entre la tripulación de vuelo para que permita de una forma rápida completar las tareas necesarias al intentar re arranque los motores en vuelo.

3. CONCLUSIÓN

3.1. Conclusiones

- La aeronave contaba con todos los certificados y licencias válidos y en vigor.
- Todos los miembros de la tripulación contaba con todas las licencias y certificados válidos y en vigor.
- Era el tercer vuelo del día que realizaba la tripulación de vuelo
- Cuando la aeronave inició el descenso y ya había contactado con los servicios de tránsito aéreo de Santander se pararon simultáneamente los dos motores en vuelo.
- Se extendió automáticamente el ADG.
- La tripulación rearmó inmediatamente los motores.
- Los motores no funcionaron durante 37 segundos.
- Una vez que los motores estaban arrancados entró un tripulante de vuelo en la cabina de vuelo que volaba como pasajero.
- A sugerencia del tripulante de vuelo la tripulación declaró emergencia.
- ATC les dio prioridad y les solicitó el número de personas a bordo de la aeronave.
- La aeronave aterrizó sin más incidencias en el aeropuerto de Santander.
- Las pruebas realizadas en los motores no indican ningún funcionamiento anormal de los mismos.
- Los análisis realizados a las muestras de combustible tomadas de la aeronave y del tanque en el que realizó el último repostaje no justifican la parada de los motores.
- El estudio de los datos recogidos en el registrador de datos de vuelo revela que la parada de los motores fue normal como cuando se apagan una vez finalizado el vuelo.
- En el manual de operaciones no se explica explícitamente que el motor se puede parar situando las palancas de empuje en cualquier punto entre IDLE y SHUT OFF.
- El procedimiento de doble fallo de motor en vuelo no incluye una distribución de tareas entre la tripulación de vuelo.
- El diseño de las palancas de control de empuje cumple con los requisitos de certificación en vigor.

3.2. Causas

Se considera que la parada de los motores en vuelo fue provocada probablemente por una actuación en las palancas de empuje de los motores por debajo del ralentí de vuelo, con el propósito de disminuir la potencia de los motores por debajo del régimen de ralentí de vuelo.

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

REC 01/12. Se recomienda a AIR NOSTRUM que modifique el manual de operaciones de la compañía con objeto de que se explique explícitamente que con la

actuación de las palancas de empuje por debajo de la posición de ralenti de vuelo se pueden apagar los motores en cualquier punto entre la posición de IDLE y SHUT OFF, sin que sea necesario alcanzar la marca de SHUT OFF.

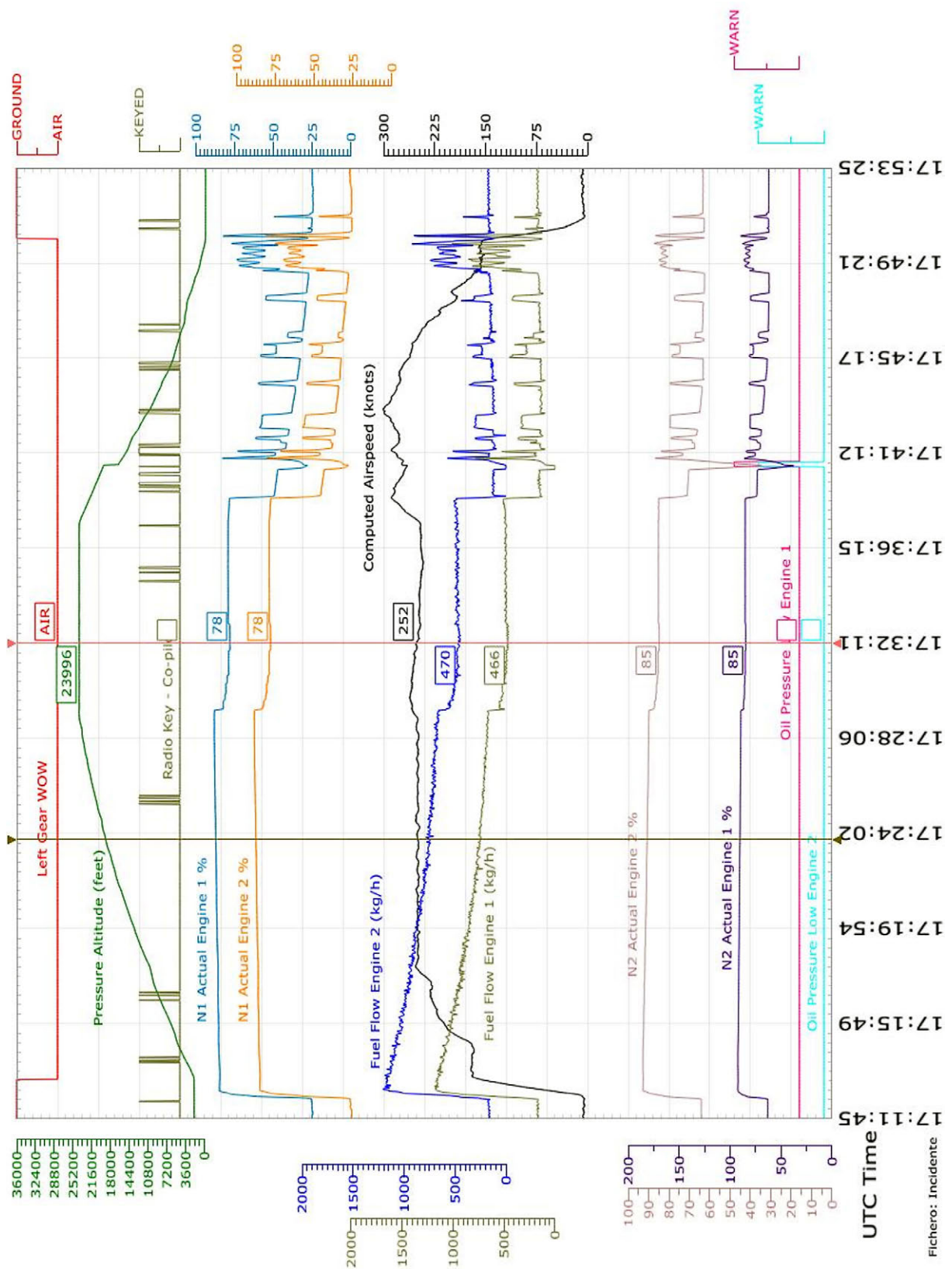
- REC 02/12.** Se recomienda a AIR NOSTRUM que incluya dentro de las actuaciones en caso de emergencia la necesidad de comunicar el número de personas a bordo de la aeronave cuando se declare emergencia con objeto de evitar comunicaciones adicionales e interrupciones en situaciones en las que puede existir alta carga de trabajo.

AIR NOSTRUM ha aceptado incluir en el PRM («Pilot Reference Manual») comunicar el número de personas a bordo en caso de emergencia y ha propuesto entrenar esta actuación en los simuladores de vuelo.

- REC 03/12.** Se recomienda a AIR NOSTRUM que modifique el procedimiento de emergencia de doble fallo de motor en vuelo con objeto que defina claramente la distribución de tareas y funciones entre la tripulación de vuelo y permita de una forma eficaz completarlo y arrancar los motores en vuelo.

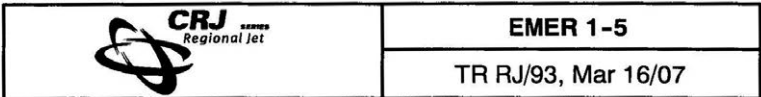
ANEXO 1

Datos del motor recogidos en el DFDR



ANEXO 2

Lista del doble fallo motor



Double Engine Failure

- | | | |
|-----|----------------------|------------------|
| (1) | IGNITION, CONT | ON |
| (2) | Airspeed | 240 KIAS MINIMUM |

- (3) Engine instruments VERIFY N_1 , N_2 , ITT

If engines continue to run-down:

- (4) Thrust levers SHUT OFF
- (5) ADG manual deploy handle PULL

When ADG power is established:

- (6) STAB TRIM, CH 2 SELECT
- (7) Oxygen masks (if required) DON, SET 100%
- (8) Crew communications ESTABLISH
- (9) PASS SIGNs (both) ON
- (10) APU (if available, 30,000 feet and below) START
- (11) APU GEN (if APU available) ON

Effectivity:

- Airplanes 7003 thru 7207 **not incorporating** Canadair Service Bulletin SB 601R-34-094, Installation of a New ADC (-140) and ARP (-104).

(12) Flight instruments CHECK/RESET
barometric altimeter setting,
altitude preselector, V-speeds and speed bug
settings after generator switching.

- **Airplanes 7003 thru 7207 not incorporating** *Canadair Service Bulletin SB 601R-34-094, Installation of a New ADC (-140) and ARP (-104).*

- (12) Flight instruments CHECK/RESET
barometric altimeter setting,
altitude preselector, V-speeds and speed bug
settings after generator switching.

WARNING

To avoid thermal seizure, increase airspeed as required to maintain at least 4% N₂ indicated. If the N₂ is allowed to drop to 0%, the engine may thermally seize and may not rotate even at higher airspeeds or with starter engagement.

NOTE

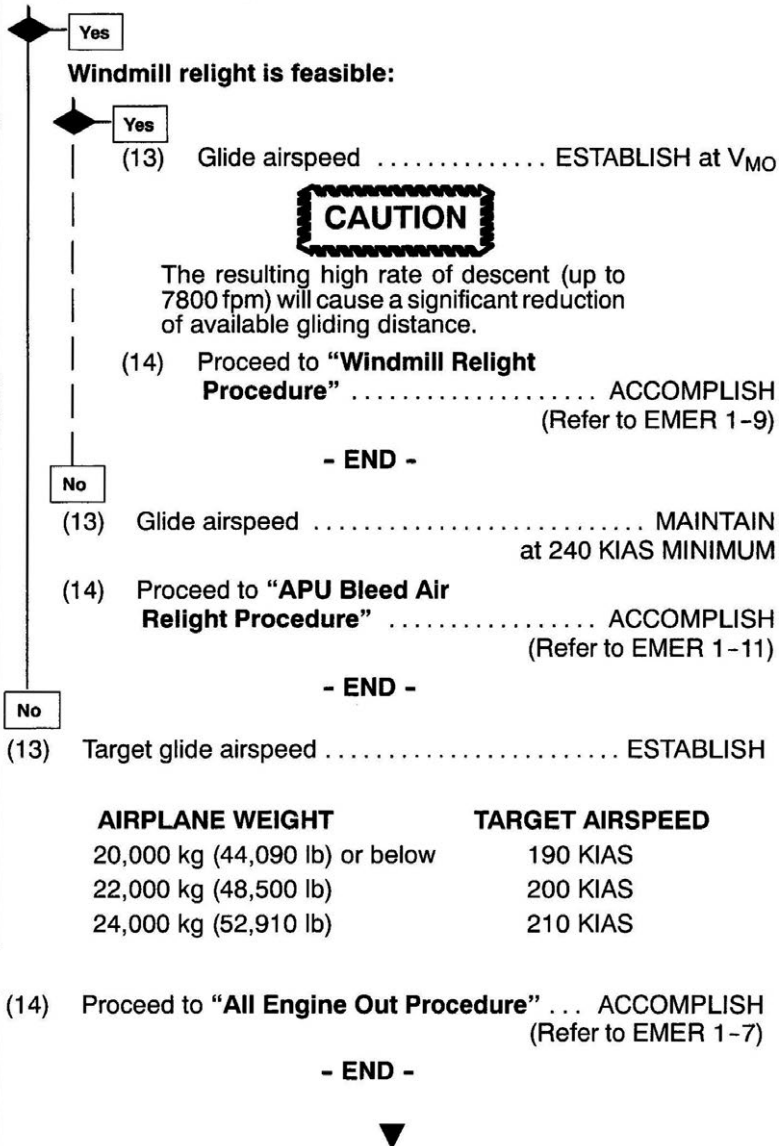
1. Between 21,000 feet and 15,000 feet, a minimum of 12% N_2 is necessary for a windmill relight.
2. At 15,000 feet and below, a minimum of 9% N_2 is necessary for a windmill relight.
3. Acceleration to V_{MO} is recommended to attain the necessary N_2 for a windmill relight.
4. The altitude loss when accelerating from 240 KIAS to V_{MO} could be more than 5000 feet.
5. A push-over to as steep as 15 degrees nose down may be required.

QUICK REFERENCE HANDBOOK CSP A-022-023	POWER PLANT EMERGENCIES
--	---

POWER PLANT EMERGENCIES

	EMER 1-6
	TR RJ/93, Mar 16/07

Relight of either engine is feasible:



QUICK REFERENCE HANDBOOK CSP A-022-023	POWER PLANT EMERGENCIES
---	------------------------------------