

CIAIAC

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

Informe técnico A-011/2004

Accidente ocurrido el día
26 de febrero de 2004, a la
aeronave Boeing B747-300,
matrícula TF-ATJ, operada
por la compañía Iberia L.A.E.,
en vuelo sobre el trópico
en el océano Atlántico



MINISTERIO
DE FOMENTO

Informe técnico

A-011/2004

**Accidente ocurrido el día 26 de febrero de 2004,
a la aeronave Boeing B747-300, matrícula TF-ATJ,
operada por la compañía Iberia L.A.E., en vuelo
sobre el trópico en el océano Atlántico**



MINISTERIO
DE FOMENTO

SECRETARÍA GENERAL DE
TRANSPORTES

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES E INCIDENTES
DE AVIACIÓN CIVIL

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 y con sus consecuencias.

De conformidad con lo señalado en la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea, y en el Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional, la investigación tiene carácter exclusivamente técnico, sin que se haya dirigido a la determinación ni establecimiento de culpa o responsabilidad alguna. La conducción de la investigación ha sido efectuada sin recurrir necesariamente a procedimientos de prueba y sin otro objeto fundamental que la prevención de los futuros accidentes.

Consecuentemente, el uso que se haga de este Informe para cualquier propósito distinto al de la prevención de futuros accidentes puede derivar en conclusiones e interpretaciones erróneas.

Índice

Abreviaturas	vii
Sinopsis	ix
1. Información factual	1
1.1. Antecedentes del vuelo	1
1.2. Lesiones de personas	2
1.3. Daños a la aeronave	2
1.4. Otros daños	2
1.5. Información personal	2
1.5.1. Piloto al mando	2
1.5.2. Copiloto	3
1.5.3. Copiloto de relevo	3
1.5.4. Oficial técnico de vuelo 1	3
1.5.5. Oficial técnico de vuelo 2	4
1.5.6. Tripulación auxiliar	4
1.6. Información de aeronave	4
1.6.1. Célula	4
1.6.2. Certificado de aeronavegabilidad	5
1.6.3. Registro de mantenimiento	5
1.7. Información meteorológica	5
1.7.1. Mapa significativo	5
1.7.2. Datos meteorológicos de archivo	6
1.7.3. Clima tropical	6
1.7.4. Turbulencia atmosférica	7
1.8. Ayudas para la navegación	8
1.9. Comunicaciones	8
1.10. Información de aeródromo	8
1.11. Registradores de vuelo	8
1.12. Información sobre la cabina de pasajeros de la aeronave	11
1.13. Información médica y patológica	11
1.14. Incendios	12
1.15. Aspectos de supervivencia	12
1.16. Ensayos e investigación	12
1.16.1. Estimación del peso del avión en el momento del accidente	12
1.16.2. Posición de la aeronave en el momento del accidente	12
1.16.3. Parámetros de vuelo en los momentos del accidente	12
1.16.4. Calentamiento cinético y TAT	13
1.17. Información orgánica y de dirección	13
1.17.1. Turbulencia en el manual de mantenimiento	13
1.17.2. Turbulencia en los manuales de operaciones	14
1.18. Información adicional	15
1.18.1. Declaraciones del TCP que atendió inicialmente a la pasajera	15
1.18.2. Comunicaciones de mantenimiento IB	15
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces	15

2. Análisis	17
2.1. Preparación y ejecución del vuelo	17
2.2. Atenciones a la pasajera herica y actuación de los tripulantes de cabina	18
2.3. Meteorología y pronósticos de turbulencia en el ecuador	19
2.3.1. Datos meteorológicos proporcionados a la tripulación	19
2.3.2. Tiempo probable en el lugar del accidente	19
2.3.3. Datos meteorológicos proporcionados por el propio vuelo IB-6740	20
3. Conclusión	21
3.1. Conclusiones	21
3.2. Causas	21
4. Recomendaciones sobre seguridad	23
Apéndices	25
Apéndice A. Gráficos del DFDR y mapa meteorológico significativo	27
Apéndice B. Disposición de la cabina principal de pasajeros	35

Abreviaturas

00 °C	Grados centígrados
00 °K	Grados kelvin
00° 00' 00"	Grados, minutos y segundos
AMM	Manual de mantenimiento del avión
ATC	Control de Tránsito Aéreo
CAT	Turbulencia en aire claro
CB	Cúmulo nimbo
CIT	Turbulencia inducida por convección
CTE	Comandante
Cu	Cúmulos
DFDR	Registrador de Datos de Vuelo
E	Este
FAA	Federal Aviation Administration
FL-	Nivel de vuelo en cientos de pies
ft	Pie(s)
g	Aceleración de la gravedad
h	Hora(s)
hh:mm	Tiempo expresado en horas y minutos
IAS	Velocidad indicada
ITCZ	Zona de convergencia intertropical
kt	Nudo(s)
min	Minuto(s)
N	Norte
NE	Nordeste
NM	Milla(s) náutica(s)
NNE	Nornoreste
OAT	Temperatura del aire exterior
RAT	Igual que TAT, en inglés «ram» = impacto de un fluido
SE	Sureste
TAS	Velocidad verdadera respecto del aire
TAT	Temperatura total del aire
UTC	Tiempo Universal Coordinado
W	Oeste
WAFS	Sistema Mundial de Pronóstico de Área de la OACI

Sinopsis

Fecha de aprobación: 27 de septiembre de 2006

El 26 de febrero de 2004 la aeronave B747-300, matrícula TF-ATJ, realizaba el vuelo regular IB-6740 de Buenos Aires a Madrid con 19 tripulantes y 401 pasajeros a bordo. Al sobrevolar el ecuador sobre aguas internacionales del océano Atlántico, en nivel FL-340, a las 05:57 UTC, la aeronave encontró repentinamente una turbulencia de intensidad de moderada a fuerte que causó lesiones graves a una pasajera. Además, una tripulante de cabina y once pasajeros sufrieron alguna contusión leve o estado de ansiedad. El avión no sufrió daños.

La aeronave desvió su curso al Aeropuerto de las Palmas, donde desembarcó la pasajera lesionada grave, con síntomas de hemiplejía, para recibir asistencia hospitalaria.

No se había pronosticado turbulencia en el área donde ocurrió el accidente. No había nubes a la vista. No se habían dado avisos de turbulencia y no se habían encendido los letreros de abrochar los cinturones.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

En la madrugada del día 26 de febrero de 2004, a las 00:37 UTC¹, despegaba del Aeropuerto de Ezeiza, Buenos Aires, el vuelo IB-6740 operado por la compañía Iberia L.A.E., con avión B747-300, matrícula TF-ATJ, con destino Madrid. A bordo del avión iban 19 tripulantes y 401 pasajeros. La salida del vuelo había acumulado 36 h de retraso por falta de avión. Según el Plan de Vuelo Operacional, la aeronave sobrevolaría la costa atlántica del Brasil antes de internarse en la zona tropical del océano Atlántico. Después el vuelo proseguiría hacia la isla de La Sal y las Islas Canarias. La duración prevista del vuelo era de 10:55 h.

Los mapas meteorológicos significativos a los niveles de crucero preveían un frente extenso en latitudes de unos 25° Sur y una zona de turbulencias en las proximidades del archipiélago canario.

En el desarrollo del vuelo, el Centro de Control de Brasilia autorizó la desviación del vuelo a discreción del comandante (CTE) para tratar de evitar el frente. Sin más complicaciones prosiguió el vuelo con normalidad, realizándose todo el servicio de abordaje a los pasajeros.

Tras unas cinco horas de vuelo, cuando el servicio a los pasajeros había terminado y en la cabina de pasajeros se habían apagado las luces, sobrevino una repentina turbulencia. El avión volaba en el nivel FL-340, sobre aguas internacionales en el ecuador, en aire claro, «sin una sola nube» según declaró el CTE y sin haber experimentado otras turbulencias precursoras. La turbulencia duró unos tres minutos.

Diez minutos antes de la ocurrencia, en la cabina de vuelo había ocupado el puesto de la izquierda el piloto de relevo, aunque todavía estaba presente en la cabina de vuelo el comandante, que ocupó inmediatamente de nuevo su puesto.

Según el comandante, «la turbulencia produjo un fuerte descenso sin control del avión, de aproximadamente tres o cuatro mil pies por minuto y a continuación y en sentido contrario un fortísimo ascenso».

En el evento, una pasajera que estaba de pie, andando por el pasillo izquierdo, en la parte trasera del avión, a la altura de las filas de asientos 47-48, cuando volvía hacia su asiento D40, sufrió contusiones fuertes en la cabeza. El suceso fue inmediatamente notificado al CTE.

Fue atendida la pasajera accidentada por otros pasajeros, facultativos médicos, que inicialmente contuvieron una hemorragia y que, además, le apreciaron daños graves internos que producían hemiplejía y falta de motricidad y sensibilidad de cintura hacia abajo.

¹ Las referencias horarias se expresan en el sistema UTC (Tiempo Universal Coordinado). La hora local en Buenos Aires es UTC-3. La hora local en Gran Canaria coincide en invierno con la hora UTC.

Como dictaminaron los médicos que requería asistencia hospitalaria inmediata la aeronave puso rumbo a Las Palmas de Gran Canaria donde aterrizó a las 9:26 UTC. Los servicios sanitarios, que aguardaban la llegada del vuelo IB-6740, trasladaron en helicóptero desde el mismo aeropuerto hasta un hospital a la pasajera y a su marido.

En el suceso resultaron heridos leves o con síntomas de ansiedad otros 11 pasajeros y una azafata en la zona de «gran clase» que estaba de pie. Excepto los dos pasajeros que desembarcaron en Gran Canaria, todos los demás ocupantes de la aeronave permanecieron a bordo mientras repostaba el avión, que tras la inspección de tránsito prosiguió su vuelo a Madrid donde aterrizó finalmente a las 13:05 UTC.

Los pasajeros que lo solicitaron fueron atendidos médicamente en Madrid a pie de avión.

1.2. Lesiones de personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Muertos				
Graves		1	1	
Leves/ílesos	19	400	419	No aplicable
TOTAL	19	401	420	

1.3. Daños sufridos por la aeronave e información sobre el choque

No hubo daños en la aeronave.

1.4. Otros daños

No se produjeron otros daños.

1.5. Información personal

1.5.1. *Piloto al mando*

Nacionalidad: Española

Título: Piloto de Transporte de Línea Aérea

Fecha de caducidad certificado médico: 04-04-2004
Horas de vuelo totales: 18.415 HV
Horas de vuelo en los 90 días anteriores: 173 HV
Horas de vuelo en el tipo: 3.032 HV

1.5.2. *Copiloto*

Nacionalidad: Española
Título: Piloto de Transporte de Línea Aérea
Fecha de caducidad certificado médico: 13-11-2004
Horas de vuelo totales: 6.819 HV
Horas de vuelo en los 90 días anteriores: 173 HV
Horas de vuelo en el tipo: 639 HV

1.5.3. *Copiloto de relevo*

Nacionalidad: Española
Título: Piloto de Transporte de Línea Aérea
Fecha de caducidad certificado médico: 09-05-2004
Horas de vuelo totales: 7.973 HV
Horas de vuelo en los 90 días anteriores: 146 HV
Horas de vuelo en el tipo: 2.969 HV

1.5.4. *Oficial técnico de vuelo 1*

Nacionalidad: Española
Licencia: Operador técnico de vuelo

Fecha de caducidad certificado médico:	09-05-2004
Horas de vuelo totales:	12.001 HV
Horas de vuelo en los 90 días anteriores:	109 HV
Horas de vuelo en el tipo:	7.700 HV

1.5.5. *Oficial técnico de vuelo 2*

Nacionalidad:	Española
Licencia:	Operador técnico de vuelo
Fecha de caducidad certificado médico:	16-07-2004
Horas de vuelo totales:	15.254 HV
Horas de vuelo en los 90 días anteriores:	139 HV
Horas de vuelo en el tipo:	2.361 HV

1.5.6. *Tripulación auxiliar*

Compuesta por un supervisor, una sobrecargo y 12 TCP (tripulantes de cabina de pasajeros), todos ellos con sus licencias en vigor y habiendo pasado los cursos de instrucción y de refresco reglamentados.

1.6. Información de aeronave

1.6.1. *Célula*

Marca:	Boeing
Modelo:	747-300
Número de serie:	24108
Matrícula:	TF-ATJ
MTOW:	377.842 kg

Propietario: ILFC
Explotador: Iberia

1.6.2. *Certificado de aeronavegabilidad*

Número: 804
Clase: Normal
Empleo: Transporte público de pasajeros
Fecha de expedición: 05-02-2000
Fecha de caducidad: 31-01-2005

1.6.3. *Registro de mantenimiento*

Los partes de vuelo no reflejan ninguna anotación sobre la turbulencia sufrida.

1.7. Información meteorológica

1.7.1. *Mapa significativo*

El mapa de tiempo significativo proporcionado a la tripulación de vuelo (véase Apéndice A2) resume la información con la que se contaba para la planificación del vuelo.

La aeronave despegaba del Aeropuerto de Buenos Aires, Ezeiza, en el paralelo 34 Sur para tomar un rumbo NNE. Poco antes de penetrar en Brasil, la ruta prevista atravesaba una superficie frontal extensa en la que había cúmulo nimbos (CB) aislados entre los paralelos 25° S y 20° S.

En las regiones tropicales, entre las latitudes 10° S y 5° N, se delimitaban dos zonas con avisos de tiempo significativo, una sobre el continente y otra sobre el océano Atlántico, separadas unas 350 NM. La ruta prevista discurría entre ambas zonas. En aquellas zonas se predecía actividad térmico-convectiva con nubes tipo CB, que implicaban condiciones de turbulencia moderada o severa. Los CB serían aislados y embebidos o escondidos entre otras capas de nubes con desarrollo vertical hasta altitudes de 49.000 ft. La altura de la Tropopausa en esas latitudes era de 50.000 ft.

No se preveía tiempo meteorológico significativo más adelante en la ruta hasta superar latitudes por encima del paralelo 22° N en las que se presentaba una corriente en

chorro, a nivel FL-340, con velocidades del viento de 140 kt y dirección SSW. La corriente en chorro produciría turbulencia entre los niveles FL-280 y FL-380. Al Norte de la corriente en chorro la altitud de la tropopausa descendía de los 50.000 ft a los 39.000 ft.

1.7.2. *Datos meteorológicos de archivo*

El mapa significativo previsto (véase Apéndice A3) por el Centro Mundial de Predicción Aeronáutica de Londres, integrado en el Sistema Mundial de Pronóstico de Área (WAFS) de la OACI, para las 00:00 UTC del día 24 de febrero de 2004 y para las regiones de África, Atlántico Sur y Sudamérica, indicaba que en el lugar del accidente se podían esperar cumulonimbos aislados hasta el nivel de vuelo FL 440. Estos cumulonimbos se encontrarían embebidos en una masa nubosa que se extendería al Sur y Norte del lugar del accidente y hacia el WNW.

El mapa significativo previsto (véase Apéndice A4) para las 06:00 UTC, y para el mismo día y lugar, no daba estos cumulonimbos, pero sí se preveían en lugares cercanos, tanto hacia el Este, hasta el nivel de vuelo FL 440, como hacia el Oeste, hasta el nivel de vuelo FL 400.

Estos mapas delimitan las zonas más probables donde se pueden registrar fenómenos significativos para la aviación comercial.

Aunque con no demasiada resolución, en las imágenes de vapor de agua e infrarrojo de satélite (véase Apéndices A5 y A6) para el lugar, día y hora del accidente se puede observar que aproximadamente a poco más de la distancia equivalente a un grado geográfico al Norte del lugar del accidente (algo más de 60 NM), y extendiéndose en la dirección del Nordeste, había una banda de cúmulonimbos organizados, mas desarrollados a medida que se avanzaba hacia el Nordeste.

1.7.3. *Clima tropical*

El calentamiento solar de las zonas próximas al ecuador origina el asentamiento de bajas presiones atmosféricas a nivel de superficie.

Desde las latitudes subtropicales de altas presiones, como el anticiclón de las Azores, fluyen los vientos hacia las bajas presiones del ecuador con componente Norte en el hemisferio Norte y con componente Sur en el otro hemisferio. La aceleración de Coriolis, debida a la rotación de la tierra, hace que esos vientos curven su trayectoria tomando dirección con componente Este en ambos hemisferios. Esos vientos se llaman alisios («trade winds» en inglés).

La confluencia en el ecuador de los alisios de NE del hemisferio Norte y del SE en el Sur definen una zona de convergencia intertropical (ITCZ) en la que los gradientes de presión son pequeños, los vientos flojos («zona de las grandes calmas»), y en las que la ascensión del aire provoca nubes de gran desarrollo vertical, hasta el nivel de la Tropopausa, que en esas latitudes ronda los 50-55.000 ft de altitud. El aire que asciende hasta los niveles por debajo de la tropopausa nutre un viento en altura que se dirige hacia el Norte en el hemisferio Norte y al Sur en el Sur. La aceleración de Coriolis obliga a estos vientos a tomar componente Oeste y como aumenta esta aceleración al alcanzar latitudes subtropicales toma el viento fuerza muy elevada y configuración de corriente en chorro. El chorro subtropical suele formarse en latitudes de 25° a 30°. No es un chorro continuo a lo largo del paralelo terrestre. Los tramos de chorros activos pueden tener longitudes de algunos miles de millas náuticas.

La principal diferencia entre los chorros polares y los subtropicales reside en el hecho de que aquellos están íntimamente ligados a la frontogénesis mientras que en estos no suele haber choque o superficie frontal entre masas de aire de distintas características.

La ausencia de la aceleración de Coriolis en las proximidades del ecuador impide que los huracanes y ciclones tropicales se desarrollen en esas áreas de latitudes inferiores a los 5°.

1.7.4. *Turbulencia atmosférica*

A semejanza con la corriente en chorro polar, el chorro subtropical ocupa posiciones donde se producen escalones o roturas de la tropopausa. Como en aquél, se suelen producir en sus proximidades fuertes turbulencias en aire claro (CAT). Un alto porcentaje de CAT se asocia con las diversas corrientes en chorro.

El viento fuerte en superficie a los niveles de obstáculos terrestres, que representan las montañas y cordilleras, son responsables de otros episodios de CAT. En estos casos las perturbaciones a niveles bajos se pueden transmitir por movimientos ondulatorios hasta los niveles de crucero y la estratosfera. Si bien en altura la onda de montaña no es turbulenta, sino por el contrario, muy laminar, puede originar, no obstante, fuertes ascendencias y descendencias.

En las zonas tropicales, sin corrientes en chorro y sin vientos fuertes en superficie, la turbulencia se debe normalmente a la convección térmica, pero en esos casos suele ir acompañada de la formación de grandes nubes de desarrollo (CB). Se suele designar esta turbulencia como CIT («Convection Induced Turbulence»), y puede ocurrir en el interior de las nubes y también por encima y a sotavento de las crestas de los cúmulonimbos.

La advección o movimiento horizontal de las masas de aire puede trasladar distintas propiedades de las masas de aire de un lugar a otro. La vorticidad de unas regiones en altura puede trasladarse a otras ocasionando casos de turbulencia atmosférica.

En los trópicos los fenómenos de CAT son infrecuentes, suelen tener dimensiones limitadas a unas pocas decenas de millas náuticas y suelen ser de vida efímera. Su predicción es casi imposible; incluso los informes de pilotos tienen poco valor en rutas no muy frecuentadas. La turbulencia reportada por una aeronave puede desvanecerse y no ser sentida por un tráfico posterior, o bien puede suceder que el siguiente avión no pase por el punto exacto donde se manifestara anteriormente.

1.8. Ayudas para la navegación

Los sistemas de navegación no influyeron en el accidente.

1.9. Comunicaciones

Las comunicaciones fueron normales.

No hubo ninguna comunicación procedente de otros tráficos que volaran por la zona que alertaran de turbulencias observadas.

La aeronave del accidente reportó a los servicios de ATC la incidencia de la turbulencia encontrada y solicitó a control Canarias la coordinación de la ayuda sanitaria para la pasajera lesionada, vía radio.

1.10. Información de aeródromo

No relevante.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave disponía de un registrador digital de datos de vuelo del que se han leído la evolución de los parámetros de velocidad indicada, aceleración vertical, altitud de vuelo, revoluciones de los rotores de baja de los motores 1 y 4, la temperatura total y la actitud y alabeo del avión.

No se grabó aceleración vertical por fallo del acelerómetro vertical al principio del vuelo. Se cambió el acelerómetro posteriormente, el día 28 de febrero.

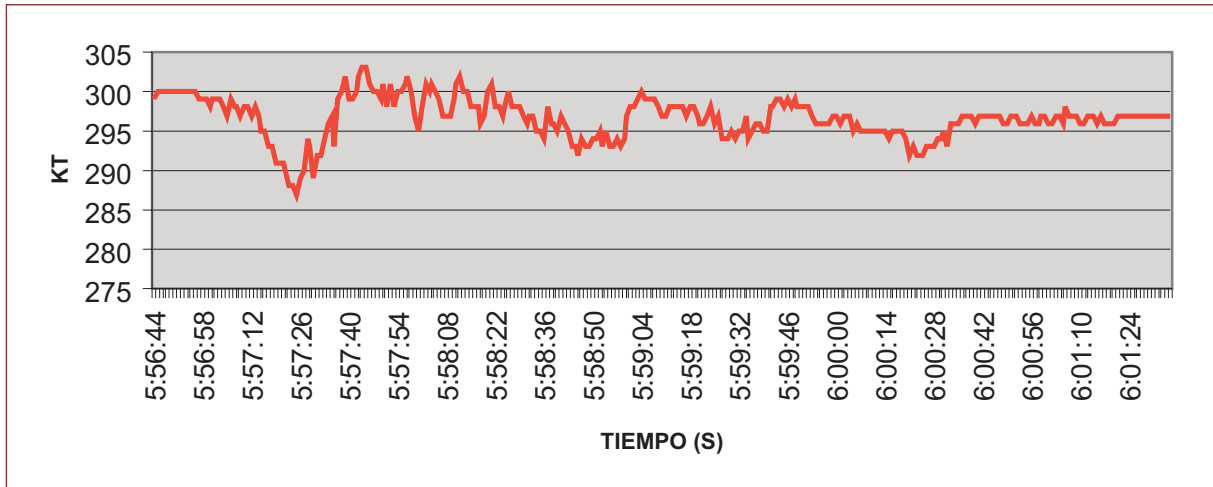


Figura 1.11.1. Velocidad indicada de la aeronave

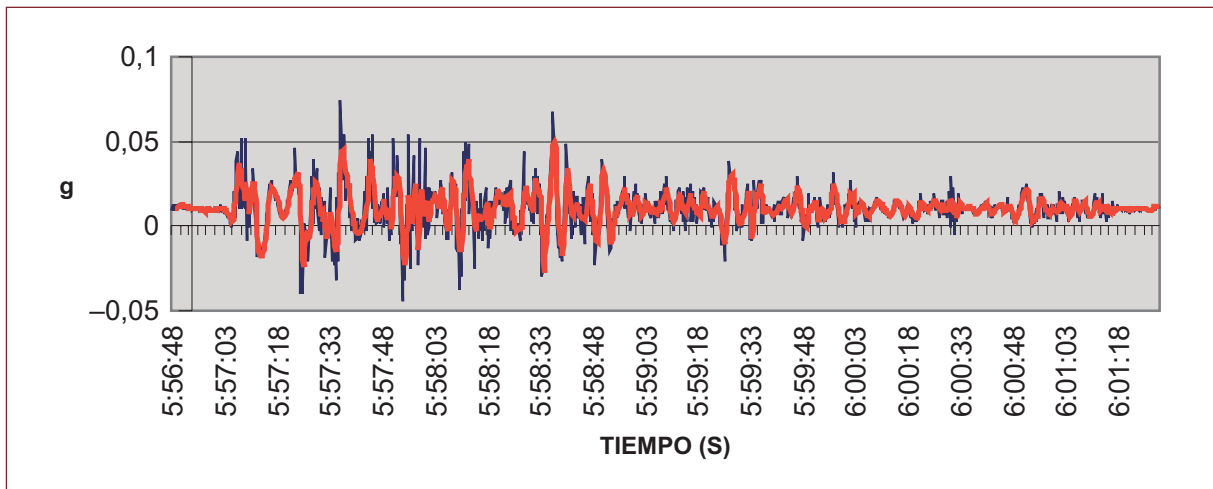


Figura 1.11.2. Aceleración lateral

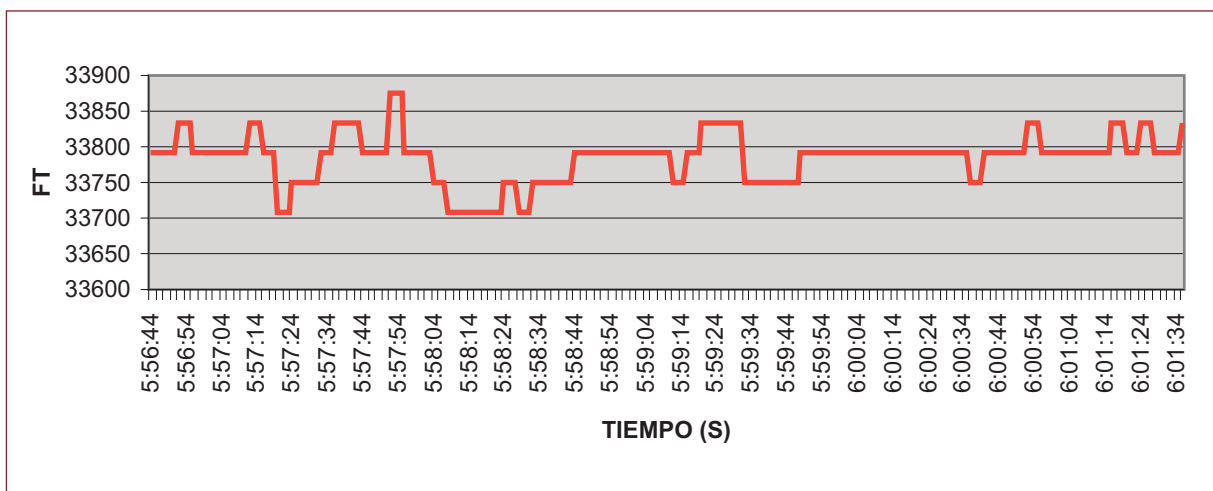


Figura 1.11.3. Nivel de vuelo

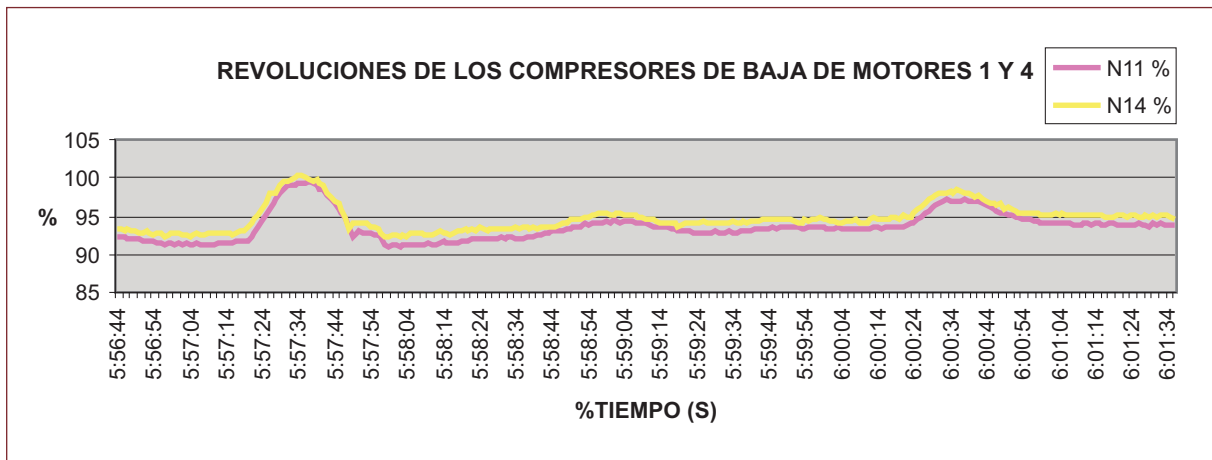


Figura 1.11.4. Revoluciones de motores 1 y 4

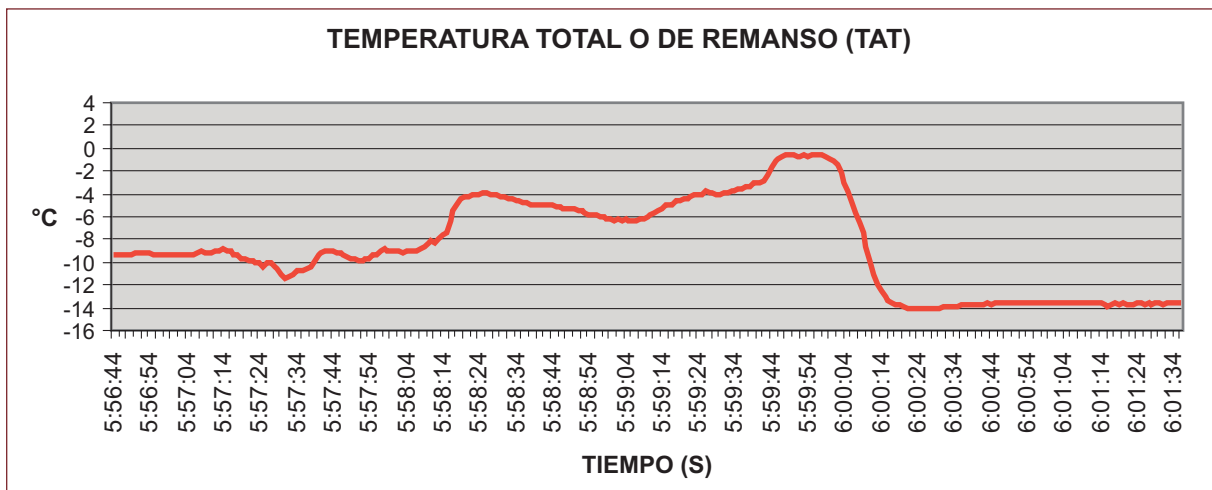


Figura 1.11.5. Temperatura total (se puede observar en Apéndice A1, que la TAT tiende a aproximarse a los valores anteriores a la penetración de la turbulencia al alejarse la aeronave)

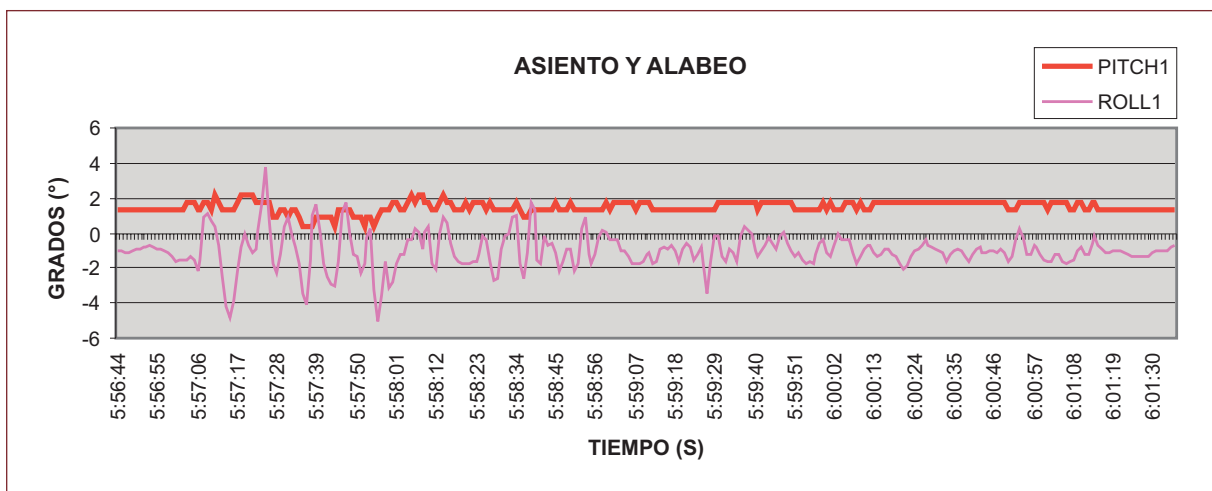


Figura 1.11.6. Actitud e inclinación lateral del avión

1.12. Información sobre la cabina de pasajeros de la aeronave

La configuración interior de esta aeronave estaba definida para 404 pasajeros (12 asientos en Gran Clase, 46 en Clase Preferente y 346 en clase Turista) , dispuestos en 49 filas, numeradas de 5 a 60, y dos pasillos, izquierdo y derecho. La cabina de turista comenzaba en la fila 19 a la altura de una zona de lavabos y de galleys intermedios y terminaba en una zona de lavabos detrás de la fila 60. Entre las filas 42 y 47 existía otra zona de galleys posteriores.

Véase en Apéndice B la disposición de la cabina principal de pasajeros.

1.13. Información médica y patológica

En el suceso se lesionó gravemente una pasajera y otros once pasajeros recibieron algunos golpes y contusiones leves o crisis de ansiedad.

La pasajera que resultó grave, sufrió impactos en la cabeza cuando caminaba por el pasillo izquierdo a la altura de las filas 47-48 dirigiéndose hacia su asiento numerado D40.

Los tripulantes de cabina le apreciaron contusiones en la cara, incisión grande en la ceja y hemorragia. Tres médicos, que eran también pasajeros en ese vuelo, atendieron a la paciente en una zona acondicionada con mantas en los galleys posteriores del avión.

Tras los primeros auxilios, sirviéndose del botiquín de abordaje, los médicos apreciaron una condición grave de la paciente que no sentía nada de cintura hacia abajo y dictaminaron que necesitaba asistencia hospitalaria cuanto antes.

Se desvió el avión y, a su llegada a Gran Canaria, fue de nuevo explorada la mujer por médicos del aeropuerto encontrándola en posición decúbito supino, consciente y orientada. Tenía una herida incisa contusa en la región temporal derecha y presentaba una hemiplejía izquierda.

Fue desembarcada del avión y trasladada en helicóptero al Hospital Juan Negrín de esa isla, donde permaneció dos días en la UVI (Unidad de Vigilancia Intensiva). Siguió hospitalizada unos días en las Palmas y, repatriada en Escocia, en el hospital Queen Elizabeth en Glasgow, hasta que fue dada de alta el 21 de mayo de 2004, tres meses después del accidente.

En el momento de redactarse el informe la mejoría en todas las lesiones ha sido notable recuperando la motricidad aunque quedan algunas secuelas menores.

Además de la pasajera grave otro joven de 10 años fue atendido a bordo del avión, en la escala de Gran Canaria, con contusión craneal temporal de carácter leve.

A la llegada a Madrid algunos pasajeros fueron atendidos por el servicio médico de la compañía a pie de avión.

1.14. Incendios

No hubo incendio.

1.15. Aspectos de supervivencia

Los fenómenos de turbulencia en aire claro no suelen representar riesgos de daños a las aeronaves ni riesgos de lesiones de los pasajeros y ocupantes si ellos están debidamente atados con sus atalajes de seguridad y no hay objetos sueltos, de masas apreciables, que puedan desplazarse y dar golpes.

1.16. Ensayos e investigación

1.16.1. *Estimación del peso del avión en el momento del accidente*

La Hoja de Carga del despacho de ese vuelo muestra que el avión despegaba de Buenos Aires con 401 pasajeros y con un peso total de 360.970 kg. Considerando un consumo normal en cinco horas de vuelo de alrededor de 72.000 kg se estima que alcanzó con un peso de 289.000 kg el lugar del accidente.

1.16.2. *Posición de la aeronave en el momento del accidente*

La posición geográfica aproximada del avión en el momento de encuentro con la turbulencia se ha determinado como el punto a 300 NM pasado Natal en la ruta del Plan de Vuelo Operacional. Natal tiene por coordenadas S05° 55.5' W035° 14.9'. Desde allí, con un rumbo de unos 50°, alcanzaría el punto de coordenadas: 00,02° S y 032,12° W, en donde se estima que ocurrió el evento. Ese punto se encuentra entre los puntos de la ruta del Plan de Vuelo Operacional de INTOL y EPODE. El tiempo previsto en ese plan de vuelo desde el despegue en Buenos Aires era de 5:17 h.

El despegue se produjo en realidad a las 00:37 h y el encuentro con la turbulencia a las 5:57 h, es decir se produjo a las 5:20 h de vuelo en gran sintonía con el recorrido planificado.

1.16.3. *Parámetros de vuelo en los momentos del accidente*

La aeronave volaba a 299 kt IAS, equivalentes, al nivel de vuelo y la desviación de temperaturas de unos 10 °C respecto de la atmósfera estándar, a un número de Mach 0,852 y velocidad TAS de 503 kt.

La perturbación duró poco más de 3 minutos que a unos 503 kt de TAS representan 25 NM de recorrido.

Pasada la perturbación la aeronave llevaba 296 kt IAS de velocidad, que equivale en las condiciones ambiente a N.º de Mach de 0,847 en el mismo nivel de vuelo FL-340 y desviación de la temperatura respecto de la estándar de 7 °C.

La aeronave pulsó entre niveles de vuelo separados unos 165 ft (50 m). Los periodos de subida y bajada no fueron superiores a los 10 segundos, a la vista de las oscilaciones representadas en la figura 1.11.3.

En ausencia de datos registrados por el DFDR de aceleraciones verticales se ha estimado que la aceleración máxima alcanzada sería del orden de 1 g. Sumada esta aceleración a la de la gravedad se puede suponer que el avión, y los tripulantes y pasajeros, soportaron factores de carga del orden de 0 g y +2 g.

Consultada la «Buffet Boundary» de las actuaciones del avión se observa que para peso actual de 289.000 kg, velocidad M .85 y nivel de vuelo FL-340 el factor de carga que produce pérdida tanto de alta como de baja velocidad es de 1,53 g.

1.16.4. *Calentamiento cinético y TAT*

La Temperatura Total del Aire (TAT), es la temperatura del aire cuando toda su energía cinética se transforma adiabáticamente en calor. Físicamente se mide en los puntos de remanso de la corriente del aire y se conoce en ingles, también, como temperatura «ram» (RAT), o temperatura de impacto.

El valor de TAT depende de la temperatura exterior del aire OAT y de la velocidad de vuelo del avión.

Conocida la TAT y la velocidad expresada como número de Mach se puede estimar la temperatura exterior (OAT):

Equipo	TAT °C	N.º de mach	OAT °C
Antes de la perturbación	-9,5 °C	0,852	-43,0 °C
Pasada la perturbación	-14,0 °C	0,847	-46,5 °C

Al atravesar la turbulencia la temperatura descendió, entonces, 3,5 °C.

1.17. Información orgánica y de dirección

1.17.1. *Turbulencia en el manual de mantenimiento*

El AMM 5-51-03 (Manual de Mantenimiento del Avión, párrafo 5-51-03) define la turbulencia severa como aquella que causa abruptos cambios en la altitud o la actitud. Pue-

de perderse el control del avión por cortos periodos. Usualmente causa grandes variaciones de la velocidad con respecto al aire. Los ocupantes son forzados violentamente contra los cinturones de seguridad y los objetos sueltos se desplazan alrededor.

El apartado 2.B(1) especifica que «el piloto debe decidir si es necesaria una inspección estructural» después de un episodio de turbulencia.

Indica por otro lado que, los límites del Manual de Vuelo del Avión FAA, de +2,5 g y de -1,0 g no son directamente aplicables a la turbulencia severa o inusual y que pueden ser requeridas inspecciones por turbulencia severa o inusual aunque no se excedan esos límites.

1.17.2. *Turbulencia en los manuales de operaciones*

El MBO (Manual Básico de Operaciones) de la compañía operadora, en su edición vigente de 26MAY 2002, indica que:

«Antes de iniciarse el vuelo, la Tripulación de Vuelo informará a la Tripulación de Cabina de Pasajeros de la posibilidad de turbulencia durante el mismo, si estuviera prevista. No obstante, si la turbulencia fuera imprevista al comienzo del vuelo, se procurará informar a la Tripulación de Cabina de Pasajeros con la mayor antelación posible a la entrada en atmósfera turbulenta para que los TCP tengan tiempo de preparar la cabina de pasaje.»

En otro apartado se establece que se evitará el vuelo a través de células tormentosas y a través de áreas conocidas o pronosticadas de turbulencia fuerte. Advierte que, «Sin embargo en los trópicos, los Cb pueden alcanzar los 50.000 ó 60.000 ft, habiéndose encontrado turbulencia fuerte a los 45.000 ft».

En cuanto a los procedimientos de vuelo y de control de la aeronave se previene de que hay que esperar considerables fluctuaciones en las lecturas de los anemómetros y que «se deberá mantener la velocidad recomendada para la turbulencia lo mejor posible, pero sin forzar el mantenimiento de la velocidad; no se harán cambios bruscos de empuje o de profundidad y la presentación del avión debe ser la referencia principal a tener en cuenta».

Recuerdan los procedimientos que «En los reactores volando muy altos, la turbulencia fuerte puede producir pérdidas de alta».

En otro apartado se dan criterios para la evaluación de la turbulencia como moderada, o fuerte o severa.

Un reciente Boletín de Seguridad en Vuelo, publicación periódica interna de la Dirección de Operaciones, incluye un artículo sobre el uso del control TILT² del radar meteorológico.

² TILT, control de la inclinación vertical de la antena del radar meteorológico.

gico. Se hace mención a un grupo de trabajo de IATA en el que participan distintas compañías, entre ellas Iberia y al hecho de que su mal uso puede ser un factor contribuyente a numerosos incidentes.

1.18. Información adicional

1.18.1. Declaraciones del TCP que atendió inicialmente a la pasajera

El TCP que atendió a la pasajera declaró que se encontraba en el galley penúltimo con un pasajero que le pedía una bebida. «De repente el avión hizo un movimiento extraño y nos elevamos a una considerable altura, casi damos con nuestras cabezas en el techo y a continuación caímos a plomo contra el suelo quedando medio sentados medio tumbados.»

Declara el TCP que le avisaron de que había una persona caída en el pasillo izquierdo del avión. No sabe si estaba paseando o si regresaba del baño. La encontró tumbada entre las filas 47 y 48, con la cabeza hacia delante del avión y los pies hacia la zona trasera, por lo que deduce que regresaba hacia su asiento en la fila 40.

Notó que estaba sangrando por la cabeza y dejándola al cuidado de su marido, comunicó el suceso a la sobrecarga y solicitó por megafonía la presencia de algún médico. El primer médico que acudió trasladó a la pasajera a la zona del galley trasero, a un lugar con más espacio para poder examinarla. Aparecieron otros dos médicos y se realizaron las primeras curas usando el botiquín de a bordo.

1.18.2. Comunicaciones de mantenimiento IB

No se reportó a la organización de Mantenimiento de IB la turbulencia sufrida, ni por piloto ni por jefe de día.

Según AMM 5-51-03 el piloto debe decidir si se necesita realizar una inspección estructural (véase 1.17.1). Contactado el CTE por la organización de mantenimiento les comunicó que no era necesario realizar la inspección por turbulencia severa o inusual especificada en los manuales.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No se han utilizado.

2. ANÁLISIS

2.1. Preparación y ejecución del vuelo

El vuelo, que se despachaba después de un prolongado retraso debido a falta de avión, se preparó con toda normalidad. La ocupación era alta y el peso al despegue dentro los límites estructurales.

El vuelo, apenas desviado para sortear algunas nubes en latitudes de unos 25° Sur iba en horario cuando alcanzaba el ecuador a las 5:20 h de tiempo de vuelo de acuerdo con el Plan de Vuelo.

De forma totalmente imprevista a las 5:57 UTC se presentó una turbulencia, que se calificó como turbulencia en aire claro, CAT, de intensidad posiblemente de severa o fuerte.

La cabina de pasaje estaba sosegada en esas horas nocturnas, después de haberse ofrecido el servicio a los pasajeros y de haberse realizado el relevo del CTE en la cabina de vuelo sin presagiarse ninguna dificultad.

Casi todo el pasaje de un avión casi lleno, debería estar bien sujeto como se puede suponer por el pequeño número de personas afectadas por la turbulencia, aunque, como quiera que nada se preveía, había algunas personas de pie.

La turbulencia originó unos instantes de ingravidez que hicieron flotar o levitar algunos cuerpos separados del suelo. Los ascensos subsiguientes ocasionaron factores de carga que se estima no superaron los 2 g basados en los desplazamientos verticales registrados. No se dispone de registros de aceleración vertical del DFDR por fallo del acelerómetro correspondiente. Ese sensor fue cambiado en el avión el día 28 de febrero después del accidente. La aceleración lateral que oscilaba de un lado a otro pudo resultar en golpes laterales de los pasajeros no atados.

Volando según las recomendaciones y procedimientos del MBO, la velocidad del avión se mantuvo en un margen de ± 13 kt. El ángulo de asiento solo sufrió variaciones de sólo $\pm 1^\circ$ y la inclinación lateral de $\pm 5^\circ$.

Los saltos de nivel de vuelo se contuvieron en ± 84 ft y debido a las aceleraciones verticales inducidas por la turbulencia la aeronave pudo entrar en pérdida de alta y de baja velocidad, produciéndose efectivamente pérdida de control momentánea, pues al nivel de vuelo, velocidad y peso se encontraba cerca del «coffin corner» al superarse posiblemente la aceleración de 1,53 g.

La respuesta de los motores 1 y 4, con variaciones en las revoluciones del rotor de baja muy semejantes, hacen suponer que se entró en la perturbación frontalmente.

En general no parece que la turbulencia fuese muy severa y así lo apreció el CTE que no juzgó necesario anotarla en el parte de vuelo para consideración de Mantenimiento.

Sin embargo la ingravidez pudo permitir golpes contra el techo del avión o contra los maleteros. Las aceleraciones verticales positivas pudieron resultar en golpes e impactos violentos contra el suelo, brazos de los asientos, etc.

La pasajera lesionada de gravedad se golpeó en la cabeza y se contusionó, pero no se ha podido determinar contra que superficie concreta golpeó ni si la brecha en la ceja fue el único impacto que recibiera.

El avión sobre el Atlántico, a unas 300 NM de Natal, se iría alejando de la costa brasileña en los minutos siguientes mientras los médicos exploraban a la pasajera herida. Cuando se tomara la decisión de aterrizar para facilitar cuanto antes tratamiento hospitalario, el aeropuerto más cercano era el de la Isla de la Sal que se sobrevolaría sobre las 7:30 h, sin embargo se decidió continuar el vuelo dos horas más para alcanzar Gran Canaria, donde se preveía encontrar servicios sanitarios completos y a donde se llegó a las 9:26 h.

Desembarcaron en Gran Canaria la pasajera accidentada y su acompañante, y después de realizada la inspección de tránsito sin observarse ningún daño al avión, y repostado de combustible, la aeronave completó su vuelo hasta Madrid sin otras novedades, a las 13:05 h.

2.2. Atenciones a la pasajera herida y actuación de los tripulantes de cabina

Si la pasajera salía de los lavabos posteriores y se dirigía hacia su asiento, había podido caminar unos 10 m en el sentido del vuelo. Los pasajeros sentados en los asientos próximos fueron quienes alertaron a la tripulación del suceso. El tripulante de cabina que dio su asistencia en primer momento se encontraba en los galleys intermedios, unas 26 filas de asientos más adelante (unos 20 m de distancia), de la posición de la pasajera en el momento del accidente. También él estaba de pie y soportó la turbulencia.

Tardaría solo segundos en acceder al sitio y se puede decir que se prestó atención y auxilio a la pasajera desde los primeros momentos hasta su evacuación en helicóptero. Se supone que la pronta hospitalización de la paciente contribuyó a la mejoría que experimentó a los pocos meses.

De los otros centenares de pasajeros solo se tiene noticia de que fuera atendido médicamente un muchacho de 10 años con lesiones leves sin importancia. Otros de los pasajeros simplemente mostraban algún síntoma de crisis de ansiedad.

Inmediatamente después de la entrada en la turbulencia se encendieron los avisos de cinturones.

Un pasajero debidamente atado no hubiera probablemente sufrido ningún daño. Incluso de pie pero firmemente sujeto y protegido con los propios brazos y manos se estima que hubiera podido resistir las aceleraciones que creemos que se produjeron.

Reside en la sorpresa y la ausencia de aviso del CAT el que se produjera el desenlace con una pasajera lesionada de gravedad.

Se constata la importancia de mantener los cinturones abrochados durante todo el vuelo, o al menos mientras se permanece en el asiento aunque no se prevean turbulencias.

Igual que se hace demostración de evacuaciones, de oxígeno y de los medios de flotación para los pasajeros se les puede dar instrucción, sobre todo en los vuelos largos, de autoprotección contra la turbulencia.

2.3. Meteorología y pronósticos de turbulencia en el ecuador

2.3.1. *Datos meteorológicos proporcionados a la tripulación*

La información meteorológica previa al vuelo, facilitada a la tripulación, predecía actividad térmico-convectiva, con nubes embebidas del tipo CB, en dos zonas de las regiones tropicales. Esto implicaba condiciones de turbulencia moderada a fuerte, con engelamiento y granizo. Por estas zonas, entre las latitudes 10° S y 5° S, discurría la ruta prevista. La información meteorológica facilitada, también pronosticaba CAT en las proximidades del chorro subtropical que se posicionaba sobre las islas Canarias.

2.3.2. *Tiempo probable en el lugar del accidente*

Los mapas previstos por el WAFC de Londres para las 0000 y 0600 UTC del día del accidente ya anunciaban la presencia de cumulonimbus embebidos en la posición aproximada en la que se encontraba el Boeing B747-300 o un entorno de esa posición.

Aunque con poca resolución, las imágenes de satélite de las 0600 UTC mostraban también, un poco al Norte de esa posición, nubes convectivas en desarrollo, nubes que también podían estar desarrollándose en el lugar del accidente, pero que tuviesen menor desarrollo, para no poderse detectar en esas imágenes.

Por lo anterior, lo más probable es que el accidente se produjese al volar el avión en la turbulencia provocada por la convección térmica debida a la presencia de nubes tormentosas de tipo cumulonimbus sobre las coordenadas en las que se encontraba el avión o lugares cercanos.

2.3.3. *Datos meteorológicos proporcionados por el propio vuelo IB-6740*

En la reseña del vuelo se consigna que la tripulación experimentó turbulencia CAT inesperadamente volando en aire claro sin una sola nube, y el registro DFDR muestra diversos registros que confirman la turbulencia.

En particular, la gráfica de la TAT (temperatura total del aire), recoge no solo la perturbación sino también la disminución de la temperatura ambiente exterior. Antes de la perturbación la TAT era de $-9,5$ °C y después de ella la TAT descendía a -14 °C.

Se estima que la variación de TAT se debió, en una pequeña parte a la disminución de la velocidad de vuelo, y por otro lado a un descenso real de la temperatura exterior, OAT, de unos $3,5$ °C.

Se observa que la TAT tendía a recuperar los valores normales de la zona al alejarse de la turbulencia (véase figura en Apéndice A).

Un fenómeno de microescala como esta turbulencia y disminución local de la OAT no es fácilmente pronosticable. Su detección anticipada a distancia tampoco es hoy día factible. Los radares meteorológicos no detectan la turbulencia si no hay agua líquida de por medio.

En cuanto al dato aportado por la propia tripulación de que «no había una sola nube» se puede decir que como era de noche sin luna y se volaba sobre el océano, las únicas luminarias que existieran serían las astronómicas aparte de las luces de algún eventual barco u avión de muy poco probable aparición. Si la visibilidad era buena y se contemplaba el cielo estrellado, evidentemente no habría nubes por encima del nivel de vuelo 340. Sin embargo, a simple vista no se podría decir que no hubiera nubes sobrevoladas por el avión en niveles inferiores al de crucero. De la afirmación de que no había nubes podría interpretarse que el tiempo atmosférico había sido monitoreado a través del radar meteorológico y que no se habían recibido ecos de grandes nubes CB cargadas de agua, pero ese extremo no ha sido confirmado. Efectivamente, el radar meteorológico, usado correctamente, permite la discriminación de células convectivas de fuerte actividad. El radar meteorológico dispone de la función TILT para variar el ángulo de emisión-recepción de la antena, enfocando hacia abajo, para detectar CB que se encuentren en niveles inferiores. No se ha recibido información completa sobre las condiciones del uso del radar en este vuelo.

Con todo, se estima que, probablemente cerca de la posición del avión, por debajo de su nivel o separado lateralmente habría algún CB con restos de actividad térmica del día anterior mantenida en altura durante la noche por la energía del calor latente de vaporización desprendido en la condensación de las nubes. Ese eventual CB pudiera haber sido detectado con el radar meteorológico.

3. CONCLUSIÓN

3.1. Conclusiones

- El avión era aeronavegable y estaba preparado debidamente para el vuelo.
- La tripulación disponía de licencias y experiencia adecuada para el vuelo.
- Se habían completado todos los preparativos del vuelo de acuerdo con los procedimientos aprobados.
- No se esperaba turbulencia en la zona ni por las informaciones previas al vuelo ni por la observación directa desde la cabina de mando.
- La turbulencia se presentó de improviso y alcanzó por sorpresa a algunos pasajeros y tripulantes que estaban de pie fuera de sus asientos.
- Se produjeron movimientos de la aeronave, posiblemente severos, que desplazaron violentamente a una pasajera que deambulaba por el pasillo izquierdo en la parte trasera del avión entre las filas 47 y 48 causándole contusiones y golpes en la cabeza, sufriendo daños graves internos que le ocasionaron una hemiplejía.
- El avión desvió su curso hacia Gran Canaria donde aterrizó a las cuatro horas de ocurrir el accidente.
- La aeronave no sufrió desperfectos.
- Algunos otros pasajeros sufrieron golpes y contusiones menores y crisis de ansiedad.
- En zonas ecuatoriales el pronóstico de turbulencias es difícil.

3.2. Causas

El accidente se produjo por la entrada de la aeronave en una zona de turbulencia sin que los pasajeros estuvieran asegurados con los cinturones de seguridad.

Los anuncios de abrochar cinturones no estaban puestos porque no se preveía turbulencia.

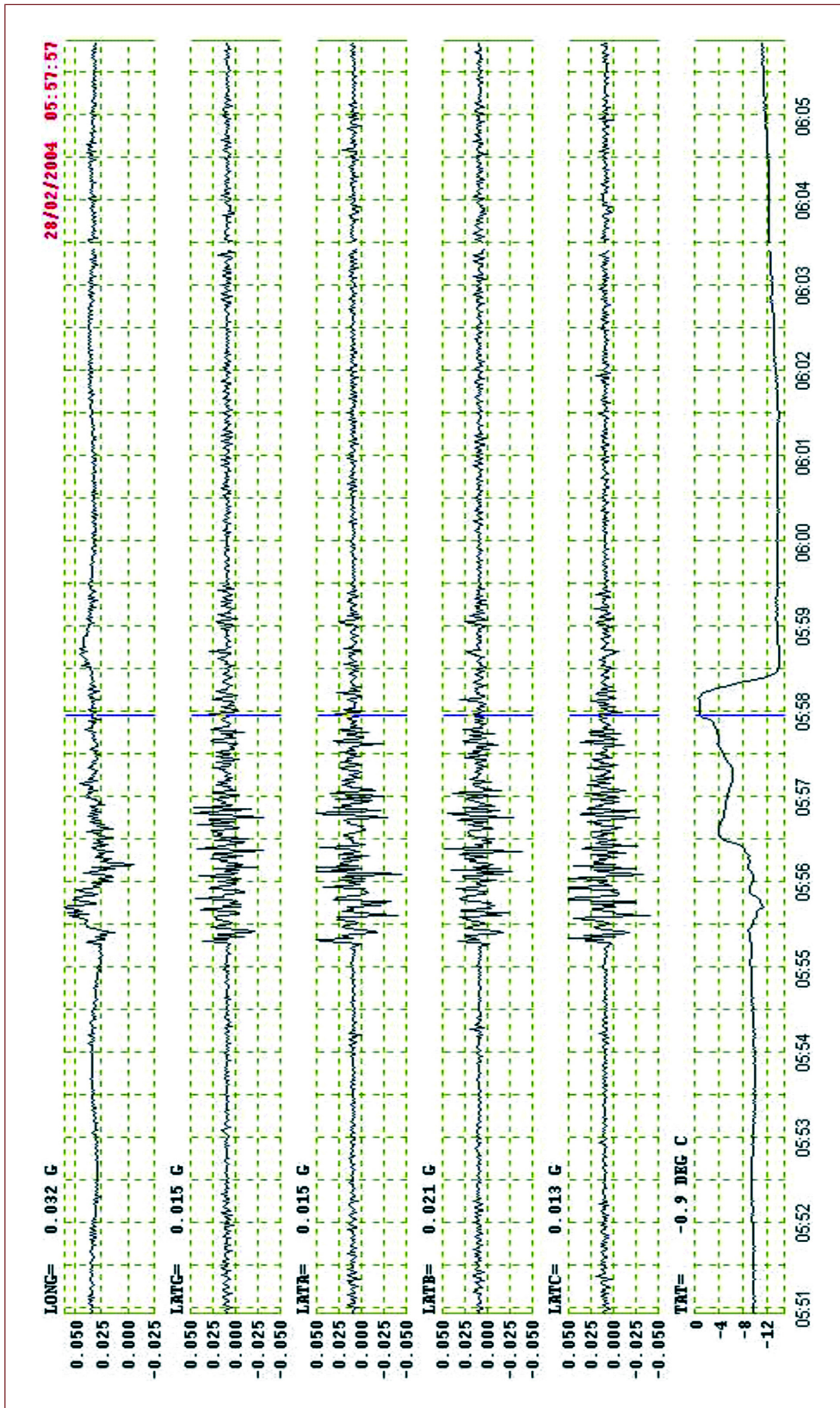
La turbulencia probablemente era del tipo CIT («Convectively Induced Turbulence») y no fue detectada ni avisada.

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

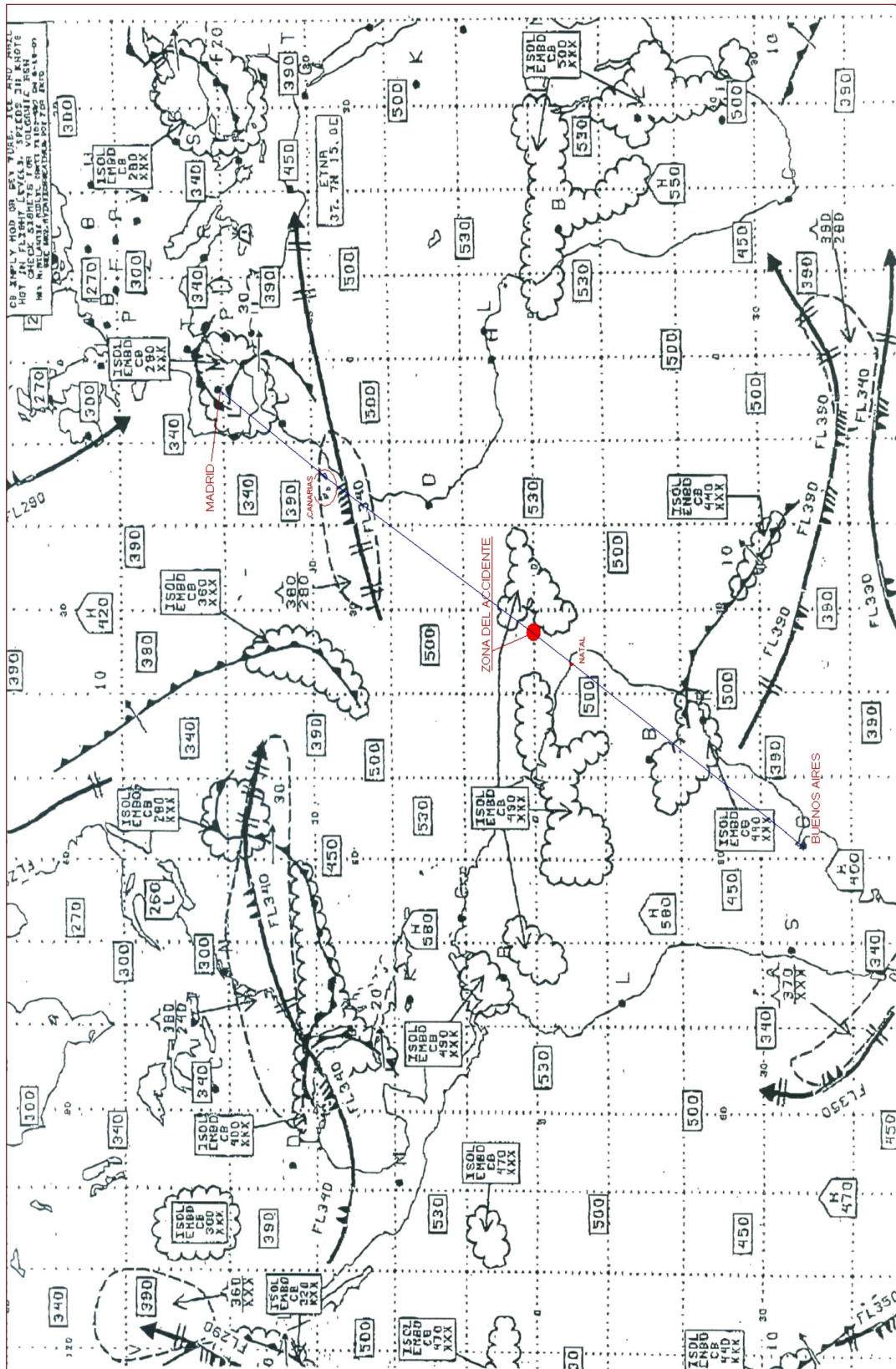
Ninguna.

APÉNDICES

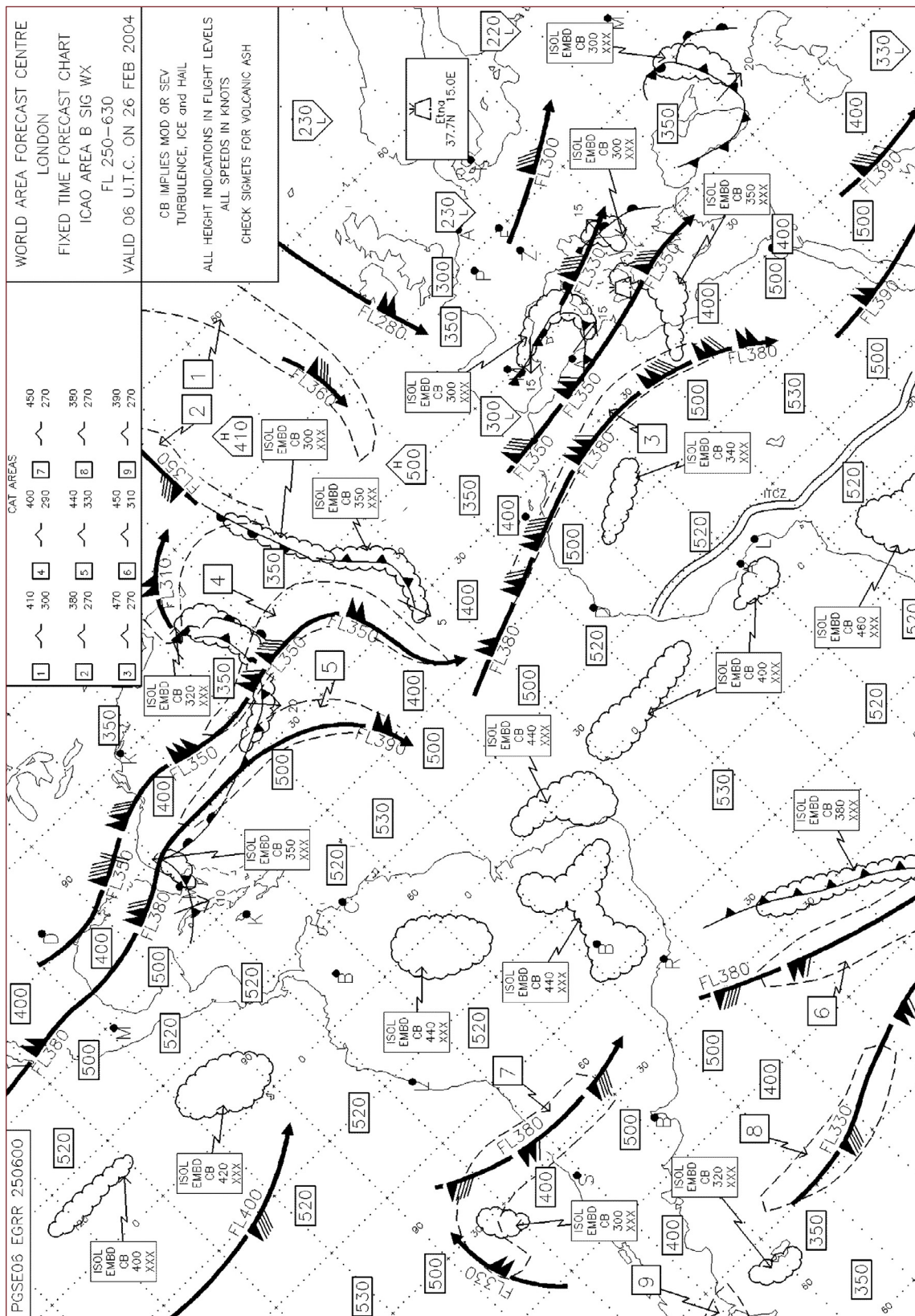
APÉNDICE A
**Gráficos del DFDR y mapa
meteorológico significativo**



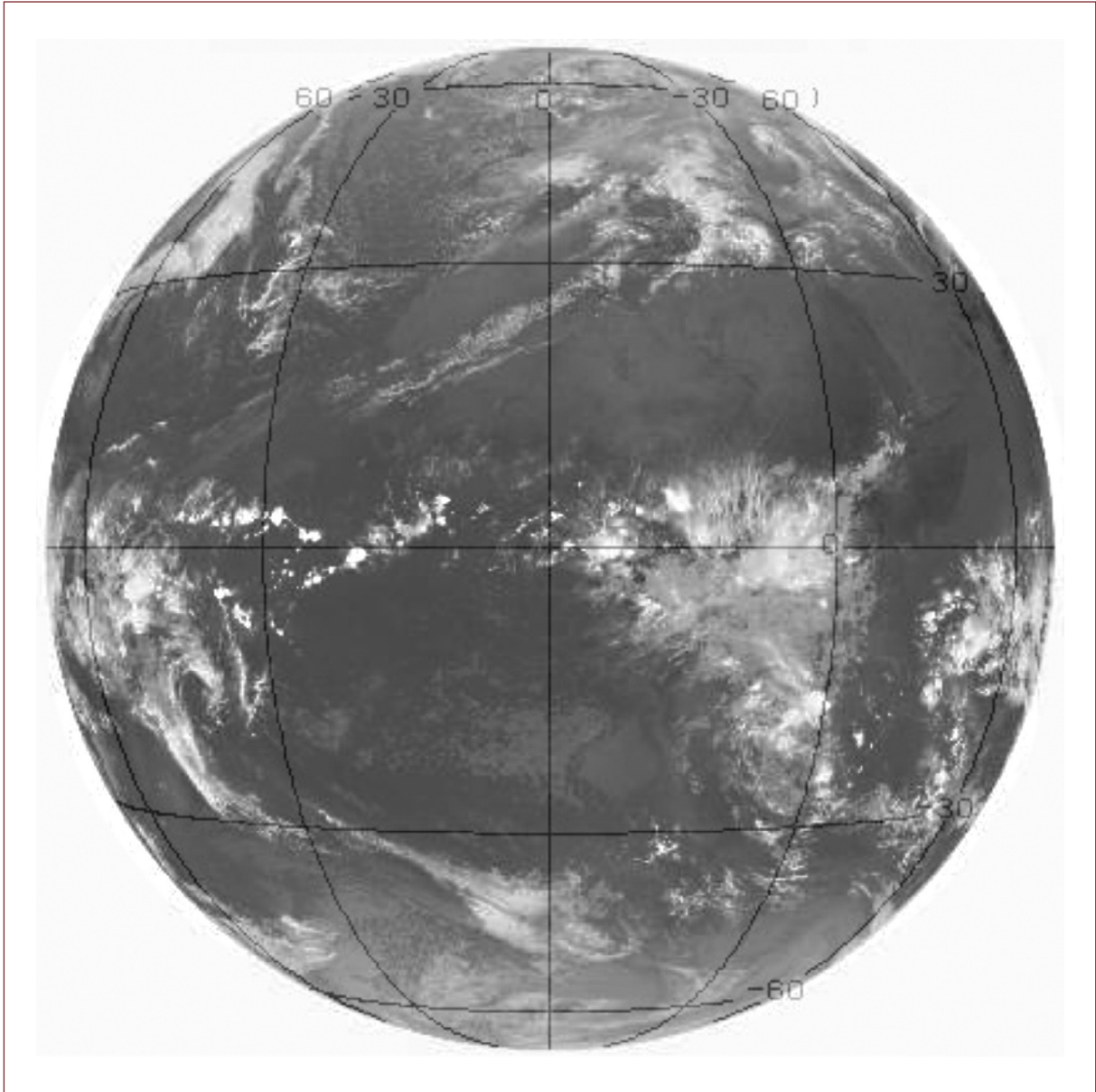
Anexo A1. Gráficas generales del DFDR



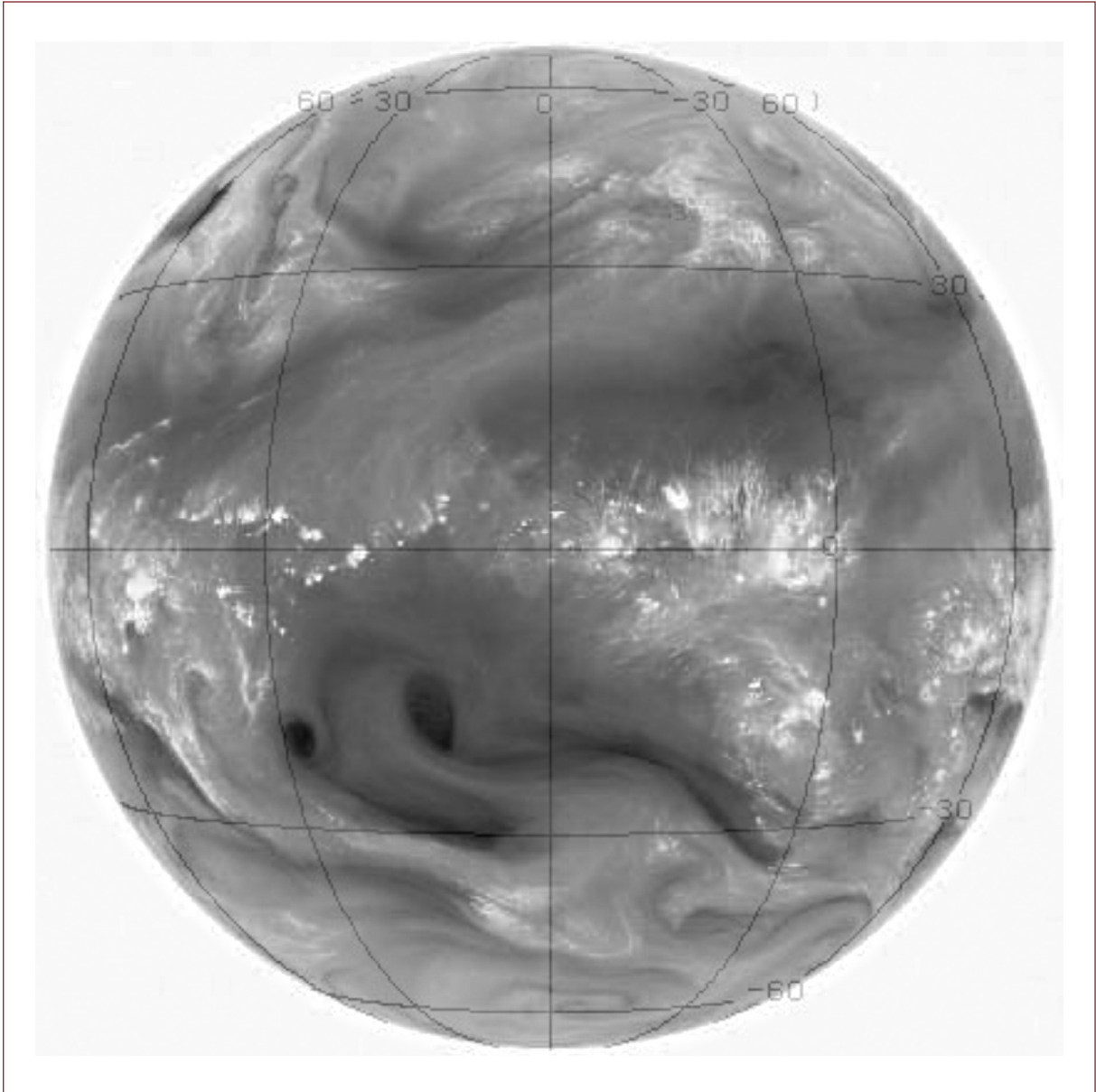
Anexo A2. Mapa meteorológico significativo de despacho del vuelo



Anexo A4. Mapa meteorológico significativo previsto 06:00



Anexo A5. *Imagen satélite visible*



Anexo A6. *Imagen satélite infrarroja*

APÉNDICE B
**Disposición de la cabina
principal de pasajeros**

