



**COMISIÓN DE  
INVESTIGACIÓN  
DE ACCIDENTES  
E INCIDENTES DE  
AVIACIÓN CIVIL**

## **Informe técnico A-011/2006**

Accidente ocurrido el día  
18 de marzo de 2006,  
a la aeronave B737-600,  
matrícula 7T-VJQ, en el  
aeropuerto de Sevilla



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO



# **Informe técnico**

## **A-011/2006**

---

**Accidente ocurrido el día 18 de marzo de 2006,  
a la aeronave B737-600, matrícula 7T-VJQ,  
en el aeropuerto de Sevilla**



**GOBIERNO  
DE ESPAÑA**

**MINISTERIO  
DE FOMENTO**

SECRETARÍA DE ESTADO  
DE TRANSPORTES

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN  
DE ACCIDENTES E INCIDENTES  
DE AVIACIÓN CIVIL

Edita: Centro de Publicaciones  
Secretaría General Técnica  
Ministerio de Fomento ©

NIPO: 161-11-199-9  
Depósito legal: M. 23.129-2003  
Diseño y maquetación: Phoenix comunicación gráfica, S. L.

---

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

Tel.: +34 91 597 89 63  
Fax: +34 91 463 55 35

E-mail: [ciaiac@fomento.es](mailto:ciaiac@fomento.es)  
<http://www.ciaiac.es>

C/ Fruela, 6  
28011 Madrid (España)

## **Advertencia**

El presente Informe es un documento técnico que refleja el punto de vista de la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil en relación con las circunstancias en que se produjo el evento objeto de la investigación, con sus causas probables y con sus consecuencias.

De conformidad con lo señalado en el art. 5.4.1 del Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional; y según lo dispuesto en los arts. 5.5 del Reglamento (UE) n.º 996/2010, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de octubre de 2010; el art. 15 de la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea; y los arts. 1, 4 y 21.2 del R.D. 389/1998, esta investigación tiene carácter exclusivamente técnico y se realiza con la finalidad de prevenir futuros accidentes e incidentes de aviación mediante la formulación, si procede, de recomendaciones que eviten su repetición. No se dirige a la determinación ni al establecimiento de culpa o responsabilidad alguna, ni prejuzga la decisión que se pueda tomar en el ámbito judicial. Por consiguiente, y de acuerdo con las normas señaladas anteriormente la investigación ha sido efectuada a través de procedimientos que no necesariamente se someten a las garantías y derechos por los que deben regirse las pruebas en un proceso judicial.

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



## Índice

|                                                                                   |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Abreviaturas .....</b>                                                         | <b>vii</b> |
| <b>Sinopsis .....</b>                                                             | <b>ix</b>  |
| <b>1. Información factual .....</b>                                               | <b>1</b>   |
| 1.1. Antecedentes del vuelo .....                                                 | 1          |
| 1.2. Lesiones de personas .....                                                   | 2          |
| 1.3. Daños a la aeronave .....                                                    | 2          |
| 1.4. Otros daños .....                                                            | 3          |
| 1.5. Información personal .....                                                   | 3          |
| 1.5.1. Piloto al mando .....                                                      | 3          |
| 1.5.2. Copiloto .....                                                             | 3          |
| 1.6. Información de aeronave .....                                                | 3          |
| 1.6.1. Datos generales de la aeronave .....                                       | 4          |
| 1.6.2. Datos generales de los motores .....                                       | 4          |
| 1.6.3. Datos generales del tren de aterrizaje .....                               | 5          |
| 1.6.4. Hoja de carga del despacho del vuelo del accidente .....                   | 5          |
| 1.6.5. Parámetros aplicables a la aproximación y aterrizaje en Sevilla .....      | 5          |
| 1.6.6. Descripción del tren principal de aterrizaje .....                         | 6          |
| 1.6.7. Funcionamiento del Sistema de Avisos de Proximidad al Terreno (GPWS) ..... | 8          |
| 1.7. Información meteorológica .....                                              | 11         |
| 1.7.1. Informes de aeródromo METAR y TAF .....                                    | 11         |
| 1.7.2. Situación meteorológica en el aeropuerto de Sevilla .....                  | 11         |
| 1.7.3. Información meteorológica de que disponía la tripulación .....             | 12         |
| 1.7.4. Avisos de tormentas .....                                                  | 12         |
| 1.8. Ayudas para la navegación .....                                              | 12         |
| 1.9. Comunicaciones .....                                                         | 13         |
| 1.10. Información de aeródromo .....                                              | 14         |
| 1.11. Registradores de vuelo .....                                                | 14         |
| 1.11.1. Registrador digital de datos de vuelo (DFDR) .....                        | 14         |
| 1.11.2. Registrador de voces en cabina (CVR) .....                                | 26         |
| 1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto .....  | 27         |
| 1.13. Información médica y patológica .....                                       | 28         |
| 1.14. Incendios .....                                                             | 28         |
| 1.15. Aspectos de supervivencia .....                                             | 29         |
| 1.16. Ensayos e investigación .....                                               | 29         |
| 1.16.1. Inspección de los restos de la aeronave .....                             | 29         |
| 1.16.2. Estudio de los daños estructurales .....                                  | 30         |
| 1.17. Información sobre organización y gestión .....                              | 31         |
| 1.18. Información adicional .....                                                 | 31         |
| 1.18.1. Declaraciones de la tripulación .....                                     | 31         |
| 1.18.2. Declaraciones del controlador de servicio en TWR .....                    | 32         |
| 1.18.3. Criterios sobre la aproximación estabilizada .....                        | 33         |

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>2. Análisis</b>                                                                   | 35 |
| 2.1. Despacho y desarrollo del vuelo                                                 | 35 |
| 2.2. Consideraciones sobre las condiciones meteorológicas                            | 37 |
| 2.3. Secuencia probable del accidente                                                | 38 |
| 2.4. Mecanismo de rotura de la estructura soporte del tren MLG-RH                    | 39 |
| <b>3. Conclusión</b>                                                                 | 41 |
| 3.1. Conclusiones                                                                    | 41 |
| 3.2. Causas                                                                          | 42 |
| <b>4. Recomendaciones sobre seguridad</b>                                            | 43 |
| <b>Apéndices</b>                                                                     | 45 |
| Apéndice A. Manual. SA 4045-80                                                       | 47 |
| Apéndice B. Meteorología                                                             | 53 |
| Apéndice C. Información aeronáutica                                                  | 59 |
| Apéndice D. Cockpit Voice Recorder. Selección de la transcripción de las grabaciones | 63 |
| Apéndice E. Fotografías                                                              | 69 |

## **Abreviaturas**

|       |                                                            |
|-------|------------------------------------------------------------|
| 00°   | Grados                                                     |
| 00 °C | Grados centígrados                                         |
| ACC   | Centro de Control de Area                                  |
| AEMET | Agencia estatal de Meteorología                            |
| AIP   | Publicación de Información Aeronáutica                     |
| AOA   | Angulo de ataque del ala                                   |
| APP   | Control de aproximación                                    |
| ARP   | Punto de referencia del aeropuerto                         |
| ATC   | Control de Tráfico Aéreo                                   |
| ATIS  | Información de aeropuerto radiotransmitida.                |
| CAS   | Velocidad calibrada respecto al aire                       |
| CAT 1 | Categoría 1 del sistema ILS                                |
| CSN   | Ciclos desde nuevo                                         |
| CTR   | Zona de Control                                            |
| CVR   | Registrador de voz en cabina                               |
| DFDR  | Grabador de datos de vuelo digital                         |
| DH    | Altura de Decisión                                         |
| DME   | Equipo de medición de distancia                            |
| DOT   | Punto, empleado para indicar la desviación en instrumentos |
| EGPWS | «Enhanced Ground Proximity Warning System»                 |
| FCOM  | «Flight Crew Operating Manual»                             |
| FDR   | «Flight Data Recorder»                                     |
| FMS   | «Flight Management System» (Sistema de gestión de vuelo)   |
| FOD   | «Foreing Object Damage»                                    |
| ft    | Pie(s)                                                     |
| GND   | Tierra («Ground»)                                          |
| GP    | Senda de planeo. Componente del ILS                        |
| GPWS  | «Ground Proximity Warning System»                          |
| g     | Aceleración en unidades de aceleración terrestre           |
| GSPD  | «Ground Speed» (velocidad respecto a tierra)               |
| h     | Hora(s)                                                    |
| HDG   | Rumbo magnético o heading                                  |
| HL    | Hora Local                                                 |
| IAF   | «Initial Approach Fix»                                     |
| ILS   | Sistema de aterrizaje por instrumentos                     |
| IR    | Referencia inercial                                        |
| IRS   | Sistema de referencia inercial                             |
| IVV   | Velocidad vertical inercial                                |
| kg    | Kilogramo(s)                                               |
| kt    | Nudo(s)                                                    |
| LAT   | Aceleración lateral                                        |
| LEZL  | Indicativo OACI de Sevilla                                 |
| LGB   | «Landing Gear Beam» (viga de apoyo de la pata de tren)     |
| LH    | Mano izquierda                                             |
| LOC   | Localizador. Componente del ILS                            |
| LON   | Aceleración longitudinal                                   |
| m     | Metro(s)                                                   |
| METAR | Informe meteorológico rutinario de aeródromo               |
| MLG   | «Main Landing Gear» (tren principal de aterrizaje)         |
| N1    | Rpm del carrete 1 del motor                                |
| N2    | Rpm del carrete 2 del motor                                |
| NDB   | Radiofaro no direccional                                   |
| NM    | Milla(s) náutica(s)                                        |
| NOSE  | Tren de morro                                              |
| NOTAM | Noticia o aviso para los aviadores                         |

### **Abreviaturas**

---

|      |                                                                                                                                                     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NW   | Noroeste                                                                                                                                            |
| P/N  | «Part Number» (número de pieza)                                                                                                                     |
| PAPI | Ayuda visual de senda de planeo                                                                                                                     |
| PF   | Piloto a los mandos de vuelo                                                                                                                        |
| PNF  | Piloto que no lleva los mandos de vuelo                                                                                                             |
| QNH  | Ajuste de la escala de presión para hacer que el altímetro marque la altura del aeropuerto sobre el nivel del mar en el aterrizaje y en el despegue |
| RA   | Radioaltura                                                                                                                                         |
| RH   | mano derecha                                                                                                                                        |
| RoD  | Velocidad o régimen de descenso                                                                                                                     |
| RVR  | Alcance visual en pista                                                                                                                             |
| RWY  | Pista de vuelo («Runway»)                                                                                                                           |
| S/N  | Número de serie                                                                                                                                     |
| SE   | Sur-Este                                                                                                                                            |
| SSE  | Sur-Sur-Este                                                                                                                                        |
| TAS  | Velocidad verdadera respecto al aire                                                                                                                |
| TDZ  | Zona de visada («Touch Down Zone»)                                                                                                                  |
| TSN  | Tiempo desde nuevo                                                                                                                                  |
| TWR  | Torre de control de aeródromo                                                                                                                       |
| UTC  | Tiempo Universal Coordinado                                                                                                                         |
| VERG | Aceleración vertical                                                                                                                                |
| VMC  | Condiciones meteorológicas visuales                                                                                                                 |
| VOR  | Radiofaro omnidireccional VHF                                                                                                                       |
| Vref | Velocidad de referencia para el aterrizaje                                                                                                          |
| WSW  | Oeste-Sur-Oeste                                                                                                                                     |

## **Sinopsis**

|                             |                                                                |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Propietario y operador:     | AIR ALGERIE                                                    |
| Aeronave:                   | B737-600, matrícula 7T-VJQ                                     |
| Fecha y hora del accidente: | 18 de marzo de 2006, a las 10:34 h (HL) <sup>1</sup>           |
| Lugar del accidente:        | Sobre la pista 27 del aeropuerto de Sevilla                    |
| Personas a bordo:           | 101 pasajeros y 6 tripulantes                                  |
| Tipo de vuelo:              | Transporte comercial – No regular – Internacional de pasajeros |
| Fecha de aprobación:        | 26 de septiembre de 2011                                       |

### **Resumen del accidente**

Tras un vuelo normal desde el aeropuerto de salida, Orán (Argelia), la aeronave inició su aproximación directa a la pista 27 de Sevilla (España) en condiciones meteorológicas reinantes de tormentas e intensa lluvia. La toma subsiguiente resultó ser muy dura y en ella colapsó la pata derecha del tren principal. Se produjo una evacuación de emergencia, utilizándose las rampas inflables. No se registraron lesiones graves entre los ocupantes de la aeronave y no se produjo incendio de ésta.

---

<sup>1</sup> Aunque Orán y Sevilla se encuentran en distintos husos horarios comparten la misma hora oficial. Por ese motivo todas las horas en el presente informe se expresan en la hora local común; solamente en los apéndices se expresan las horas UTC en las columnas debidamente rotuladas, de las tablas de datos de los registros. Para obtener las horas UTC es necesario restar una hora de la hora local (HL).



## **1. INFORMACIÓN FACTUAL**

### **1.1. Antecedentes del vuelo**

A las 09:36 el sábado 18 de marzo de 2006 despegó del aeropuerto de Orán la aeronave 7T-VJQ con destino al aeropuerto de Sevilla. El vuelo no regular de Air Algerie, DAH2652, tenía prevista su llegada al aeropuerto de Sevilla a las 10:30 h. La aeronave, un Boeing B737-600 NG, era operado por su propietaria, Air Algerie. Su tripulación técnica de un piloto y un copiloto contaba con la ayuda de una tripulación auxiliar de cuatro auxiliares de cabina de pasajeros. Los pilotos habían comenzado en esa línea su actividad de vuelo de ese día. A bordo de la aeronave viajaban 101 pasajeros que ocupaban todos los asientos disponibles.

El vuelo DAH2652 se despachó de Orán con un peso al despegue de 56.850 kg y esperaba aterrizar en Sevilla con un peso de 54.350 kg (307 kg menos del peso máximo de aterrizaje autorizado, que era de 54.657 kg). En sus depósitos quedaban en el momento del aterrizaje unos 5.500 kg de combustible de reserva.

Para la hora de llegada a Sevilla se esperaba tiempo tormentoso con lluvias y vientos cambiantes. La visibilidad, dificultada por la lluvia intensa, era superior a 2.000 m (RVR) en la zona del umbral de la pista 27.

La pista en servicio en Sevilla era la RWY-27, que disponía de ayudas visuales y radioeléctricas de precisión, de categoría I.

De acuerdo con los registros grabados del vuelo, la aeronave, desde su salida de Orán, tomó una derrota NW que la hizo sobrevolar las proximidades de Málaga y continuar hacia su destino por el este de Sevilla. Acercándose a Sevilla y cuando estaban a unas 11 NM antes del umbral de la pista 27 se produjo la captura del LOC (localizador del sistema ILS) en vuelo automático (véanse mapas en Apéndice A).

El vuelo DAH2652 fue autorizado a aterrizar en la pista 27 cuando se encontraba a unos 9 minutos de su llegada y antes de descender por debajo del nivel de transición, situado a 7.500 ft sobre el nivel del mar.

La torre de control comunicó el viento unos tres minutos antes del aterrizaje, que en ese momento era de 240° y 15 kt. La pista estaba mojada y llovía densamente. Se le pidió a la tripulación que procediera en curso a Sevilla a su discreción y de acuerdo a sus procedimientos.

Con la autorización de control capturaron la senda de planeo con anticipación, muy por encima de los 2.000 ft establecidos en el procedimiento publicado en el AIP y descendieron en la senda del ILS sin grandes desviaciones sobre el LOC y GP hasta pasados los 1.000 ft sobre el terreno y ya con la pista a la vista. Establecidos en senda de planeo,

con tren abajo y flaps a 30°, desconectaron el piloto automático a unos 700 ft y poco después comenzaron a elevarse por encima de la senda de planeo. A continuación la aeronave descendió con regímenes de descenso muy altos hasta alcanzar la pista. Justamente antes de la toma sonaron los avisos EGPWS de SINK RATE y PULL-UP.

El avión aterrizó en medio de una intensa lluvia tormentosa. Desde la torre de control se observó una llamarada o resplandor en el lado derecho de la aeronave. En el fuerte impacto contra la pista en la zona de visada, unos 300 m más allá del umbral, la pata del tren derecho colapsó, girando hacia atrás y desprendiéndose parcialmente. La tripulación mantuvo el control direccional en tierra de la aeronave que al fin se detuvo después de unos 900 m de carrera. Se empleó a fondo las reversas de los motores en la desaceleración del avión. Todo su desplazamiento se hizo sobre la superficie pavimentada de la pista, tocando, solamente al final del recorrido, la punta del plano derecho sobre el terreno, fuera del asfalto.

Parado totalmente y faltándole el apoyo de la pata derecha, la aeronave descansaba sobre su pata izquierda y sobre el motor derecho que está por delante del centro de gravedad del aparato, por lo que éste se venció hacia atrás hasta que la cola tocó el suelo en los últimos segundos de la frenada.

No se produjo derrame de combustible y no se registró incendio. El comandante dio la orden de evacuación que se realizó por las cuatro puertas, a ambos lados del avión.

Debido a la inclinación, morro arriba, en la que quedó la aeronave, las puertas delanteras se situaron a una altura considerable sobre el suelo. Consecuentemente, las rampas o toboganes de salida de evacuación en emergencia adquirieron una pendiente excesiva que dificultó la salida a través de ellas de las personas a bordo.

### 1.2. Lesiones de personas

| Lesiones     | Tripulación | Pasajeros  | Total en la aeronave | Otros        |
|--------------|-------------|------------|----------------------|--------------|
| Muertos      |             |            |                      |              |
| Graves       |             |            |                      |              |
| Leves        |             |            |                      | No aplicable |
| Ilesos       | 6           | 101        | 107                  | No aplicable |
| <b>TOTAL</b> | <b>6</b>    | <b>101</b> | <b>107</b>           |              |

### 1.3. Daños a la aeronave

En el accidente se produjo el colapso de la pata derecha del tren de aterrizaje principal con diversas roturas en el propio tren y en la estructura de soporte, herrajes y viga

derecha del tren de aterrizaje. También se encontraron daños menores en la pata de morro y en la pata izquierda del tren principal.

Como consecuencia del colapso de la pata derecha se produjeron daños secundarios en el motor de ese lado, por ingestión de objetos extraños, y en los sistemas de flaps, capós y carenas, causados por el arrastre de la aeronave.

#### **1.4. Otros daños**

En su arrastre sobre la pista la aeronave rompió varias luces de balizaje.

#### **1.5. Información personal**

##### **1.5.1. *Piloto al mando***

El piloto al mando de la aeronave tenía 53 años de edad y estaba en posesión de una licencia de piloto de transporte de línea aérea válida hasta el 21/08/2006. Disponía de la habilitación de comandante de B737-NG, emitida el 22/07/2005, había realizado su última verificación de competencia el 20/12/2005 y había recibido formación en CRM. En el momento del accidente acreditaba una experiencia de 16.196 horas totales de vuelo, de las que 3.100 eran en el tipo.

El vuelo del accidente era su primer vuelo del día y actuó en él como piloto a los mandos (PF).

##### **1.5.2. *Copiloto***

El copiloto de la aeronave tenía 48 años de edad y estaba en posesión de una licencia de piloto de transporte de línea aérea válida hasta el 04/04/2006. Disponía de la habilitación de copiloto de B737-NG, emitida el 15/01/2005, había realizado su última verificación de competencia el 20/12/2005 y había recibido formación en CRM. En el momento del accidente acreditaba una experiencia de 6.204 horas totales de vuelo, de las que 802 eran en el tipo.

El vuelo del accidente era su primer vuelo del día y actuó en él como piloto no a los mandos (PNF).

#### **1.6. Información de aeronave**

La aeronave con registro de matrícula 7T-VJQ es un Boeing 737-600 equipado con motores CFM56-7B22, que se entregó a Air Algerie el día 29/04/2002.

Es una aeronave de nueva generación (NG) con instrumentación completa, EFIS («Electronic Flight Instrument System») y sistemas de mandos de control asistidos por ordenador, FCC («Flight Control Computers»). Posee sistemas de gestión del vuelo, FMS («Flight Management System»), y de vuelo automático, AFS («Automatic Flight System»), compuesto este último de un sistema de piloto automático, AFDS («Automatic Flight Director System»), y de gases automáticos, A/T («Autothrottle»), que le confieren capacidad para realizar aterrizajes automáticos.

La documentación de mantenimiento muestra que aeronave había sido mantenida de acuerdo con el programa de mantenimiento aplicable y en ella no se han encontrado problemas previos que pudieran haber contribuido al accidente.

### 1.6.1. Datos generales de la aeronave

|                                       |                                                                                                              |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fabricante:                           | BOEING                                                                                                       |
| Modelo:                               | B737-6D6                                                                                                     |
| Numero de serie del fabricante (MSN): | 30209                                                                                                        |
| Matrícula/Estado de matrícula:        | 7T-VJQ/Argelia                                                                                               |
| Operador:                             | Air Algerie                                                                                                  |
| Certificado de aeronavegabilidad:     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Fecha de emisión: 15/05/2002</li><li>• Validez: 12/04/2006</li></ul> |
| Fecha de caducidad del certificado    | 12/04/06                                                                                                     |
| Horas de vuelo totales (TSN)          | 9.300 h                                                                                                      |
| Ciclos totales (CSN)                  | 6.380                                                                                                        |

### 1.6.2. Datos generales de los motores

|                        | Motor n.º 1<br>(izquierdo) | Motor n.º 2<br>(derecho) |
|------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Fabricante:            | CFMI                       | CFMI                     |
| Modelo:                | CFM56-7B                   | CFM56-7B                 |
| Número de Parte (P/N): | CFM56-7B22                 | CFM56-7B22               |
| Número de Serie (S/N): | 876636                     | 889911                   |
| Horas totales:         | 9.473 h                    | 9.300 h                  |
| Ciclos totales:        | 6.114                      | 6.380                    |

1.6.3. *Datos generales del tren de aterrizaje*

|                        | Tren de morro | Tren principal izquierdo | Tren principal derecho |
|------------------------|---------------|--------------------------|------------------------|
| Fabricante:            | MENASCO       | MENASCO                  | MENASCO                |
| Número de Parte (P/N): | 162A1100-5    | 161A1100-27              | 161A1100-28            |
| Número de Serie (S/N): | MAL00250Y1115 | MAL02263Y1115            | MAL02264Y1115          |
| Horas totales:         | 9.300 h       | 9.300 h                  | 9.300 h                |
| Ciclos totales:        | 6.380         | 6.380                    | 6.380                  |

1.6.4. *Hoja de carga del despacho del vuelo del accidente*

Para el despacho del vuelo DAH2652 se preparó una Hoja de Carga con los siguientes datos relativos al vuelo:

- N° de pasajeros: 101
- Carga de pago total: 10.080 kg
- DOW (Peso operativo seco): 38.770 kg
- ZFW (Peso sin combustible): 48.850 kg      MZFW: 51.482 kg
- Peso combustible al despegue: 8.000 kg
- TOW (Peso al despegue): 56.850 kg      MTOW: 65.090 kg
- Consumo de combustible en el vuelo: 2.500 kg
- LW (Peso al aterrizaje): 54.350 kg      MLW: 54.657 kg

La posición del centro de gravedad del avión estaba dentro de los límites autorizados.

1.6.5. *Parámetros aplicables a la aproximación y aterrizaje en Sevilla*

De acuerdo con lo establecido en el manual de vuelo del avión y los procedimientos aplicables del manual de operación para aeronaves del tipo B-737 (FCOM – «Flight Crew Operating Manual»), de Boeing, se han determinado los siguientes datos para la operación prevista de aterrizaje en Sevilla el día del suceso:

- La longitud de pista requerida para el aterrizaje en Sevilla (elevación de 111 ft, temperatura 15 °C, viento en cola de 10 kt y pista húmeda mojada): 1.500 m.

- Velocidad de referencia en aproximación con 30° de flaps y con peso al aterrizaje de 54.350 kg: VREF = 130 kt.
- Potencia necesaria en ambos motores para descender en senda de planeo de 3°, en atmósfera en calma, a la velocidad de referencia y con el peso actual de aterrizaje: N1 = 50%.
- Ángulo de asiento («pitch») máximo para evitar golpe de cola en una pista nivelada: 8°.
- Máximo ángulo de ataque en configuración de aterrizaje con 30° de flaps y peso actual de aterrizaje: AOA = 15°.
- Máxima deflexión hacia arriba de las superficies de timón de profundidad: 19°.
- Máxima componente de viento en cola: 10 kt.
- Máximo viento cruzado con pista húmeda: 5 kt.

### 1.6.6. Descripción del tren principal de aterrizaje

El B737-600 está dotado de un tren replegable. Las patas con sus ruedas, cuando se repliegan, se alojan en posición horizontal en el hueco o pozo de tren, dentro del fuselaje y cerca del encastre de las alas.

Para extender el tren se abate lateralmente la pata, hacia abajo y hacia afuera, girando sobre dos muñones («trunnion»), hasta que las ruedas adquieren posición vertical y quedan alineadas paralelamente con el eje del avión.

Los dos muñones, uno delantero («FWD trunnion»), y otro trasero («AFT trunnion»), definen el eje de giro de la pata al replegarse, paralelo al principal del avión, y constituyen los dos apoyos principales del tren. Un tercer apoyo, que afianza la posición extendida de la pata, se consigue mediante un montante lateral («side stay») entre el cuerpo de la pata y un soporte en el ala («reaction link»). Este montante está articulado de tal manera que permite el replegado de la pata por la actuación de un martinete, mientras que, por otro lado, en posición extendida se puede bloquear para asegurar la posición vertical de la pata.

El cuerpo de la pata («strut») está formado por un forjado que integra los dos muñones, el montante de arrastre («drag stay») que rigidiza la pata respecto de flexiones hacia delante y hacia atrás, y el propio cilindro exterior del amortiguador.

La parte inferior del cuerpo de la pata, de forma cilíndrica, permite el desplazamiento axial en su interior del cilindro interno, solidario con el eje de las ruedas. Ambos cilindros componen un amortiguador óleo neumático que disipa la energía del avión en el impacto del aterrizaje. El eje de las ruedas se mantiene en posición extendida mediante unas tijeras («torque link») que impiden el giro del cilindro interior respecto del exterior.

El muñón o punto de giro anterior se aloja en un herraje del larguero posterior fijado al mismo larguero por cuatro pasadores.

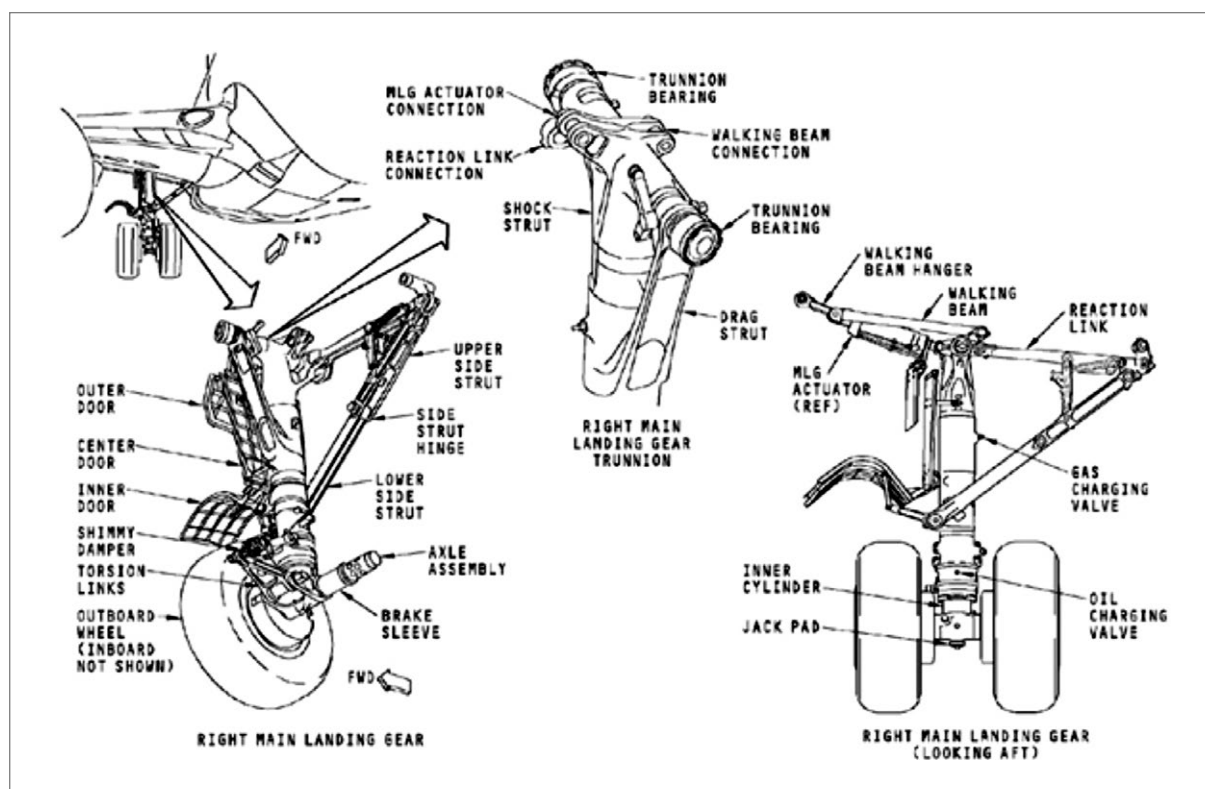


Figura 1. Pata derecha del tren principal de aterrizaje

El muñón o punto de giro posterior está formado por una protuberancia del propio forjado de la pata que se aloja y gira sobre un cojinete situado en la viga del tren de aterrizaje (LGB – «Landing Gear Beam»).

Esta viga, horizontal, se sitúa perpendicularmente al fuselaje apoyándose en el propio fuselaje y en una estación más exterior del larguero. Además, la LGB se estabiliza con dos montantes entre la propia LGB y el larguero posterior. La disposición de ala en flecha forma una estructura triangular (entre larguero posterior, fuselaje y LGB) que confiere una alta rigidez al apoyo del muñón posterior del tren.

El larguero posterior del ala, además de ser un elemento principal de la estructura primaria de la aeronave, es el cierre posterior del depósito integral de combustible. Las normas de diseño de aeronaves establecen provisiones para que en caso de aterrizaje extremadamente duro se evite que las solicitaciones del tren de aterrizaje puedan hacer perder la estanqueidad de los depósitos con el peligro de derrames y de incendios.

Con esta idea la unión del herraje de alojamiento del cojinete del muñón delantero al larguero posterior, se realiza mediante dos bulones frangibles. Asimismo, los cuatro bulones de unión de los montantes de estabilización del LGB y el bulón de unión de la viga LGB al larguero posterior deben ser eslabones débiles o fusibles que protejan al larguero posterior de roturas que afecten a la estanqueidad del depósito integral de combustible.

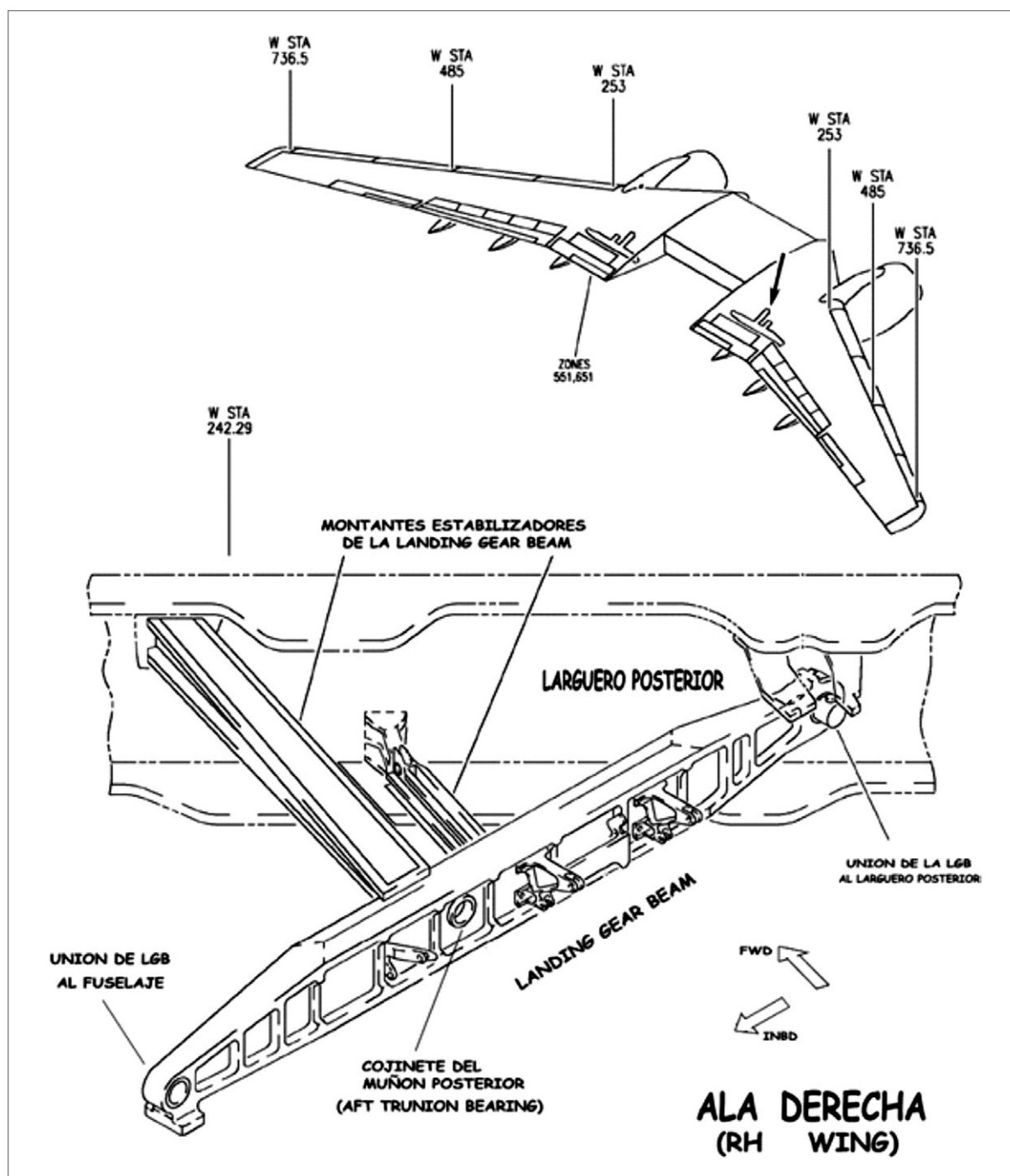


Figura 2. Soporte posterior del MLG RH

#### 1.6.7. Funcionamiento del Sistema de Avisos de Proximidad al Terreno (GPWS)

El Sistema de Avisos de Proximidad al Terreno (GPWS) ofrece a los pilotos avisos acústicos y visuales de condiciones de vuelo peligrosas en relación con el posible encuentro con el terreno. El sistema recibe información de los sistemas de navegación,

altimétricos, anemométricos, inerciales, etc., así como señales de configuración de tren de aterrizaje y flaps.

Siete modos de operación desencadenan alarmas por (1) excesivo régimen de descenso, (2) vuelo nivelado, o con escaso gradiente de ascenso, hacia terrenos elevados, (3) pérdida de altura tras el despegue, (4) separación insuficientemente segura respecto al

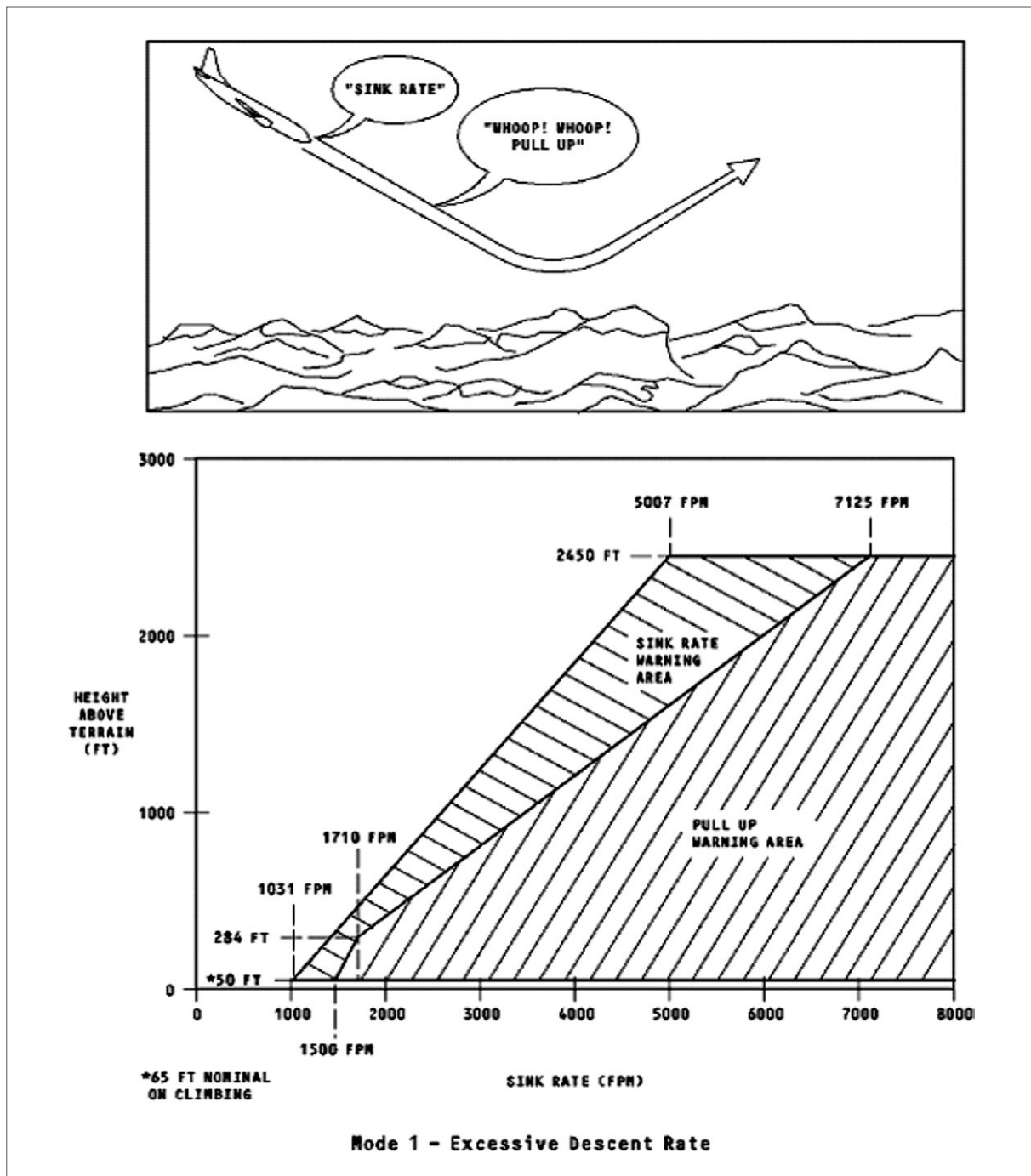


Figura 3. GPWS Modo 1

terreno, (5) desviación excesiva por debajo de la senda de planeo (GP), (6) descenso por debajo de la altura de decisión (DH) y (7) Windshear.

Por lo que respecta a este accidente son interesantes las condiciones de los modos (1), (5), (6) y (7).

**En el Modo (1)** los avisos se generan de acuerdo con las condiciones expuestas en el gráfico de la figura 3. Así, a 50 ft de altura se dan avisos de «SINK RATE» si el régimen de descenso (RoD) es de 1.000 ft/min o mayor. El límite de RoD crece a alturas superiores proporcionalmente hasta un valor de 5.007 ft/min a alturas de 2.450 ft. Si el régimen de descenso es aún mayor, se desencadenan avisos de «PULL-UP» cuando sobrepasa otros límites, a partir de 1.500 ft/min y 50 ft, y de 1.710 ft/min si la altura es inferior a 284 ft.

**El GPWS se arma en el Modo (5)** cuando se selecciona una frecuencia ILS. En el caso de que la aeronave, con tren de aterrizaje bajado, descienda por debajo de la senda de planeo GP con desviación superior a 1,3 DOT y esté a radioalturas entre 150 ft y 1.000 ft. Si la desviación es superior a 2 DOT el volumen sonoro del aviso es máximo.

Este aviso puede ser inhibido por el piloto si tiene el propósito de volar por debajo de la senda.

**En el Modo (6)** se dan avisos en relación con la altura de descenso de la aeronave en aproximación. El GPWS anuncia el paso por 2.500 ft, 1.000 ft, 50 ft, 40 ft, 30 ft, 20 ft, 10 ft.

El aviso de descenso por debajo de 500 ft, «FIVE HUNDRED» solamente se da si la senda no se sigue dentro de la tolerancia de  $\pm 2$  DOT, tanto en localizador como en senda de planeo. También se da el aviso si se siguen aproximaciones distintas de ILS o en curso posterior («backcourse»).

De acuerdo con la selección que el piloto haya puesto en el selector de mínimos el sistema avisa de «PLUS HUNDRED» y de «MINIMUMS».

**En el Modo (7)**, el GPWS proporciona avisos de «WINDSHEAR» si detecta una condición de vuelo en esa condición windshear y su altura radioeléctrica es inferior a 1.500 ft. Las condiciones de windshear se calculan teniendo en cuenta las corrientes de viento, tanto verticales como horizontales. Las verticales son detectadas por comparación entre las señales de los sensores de ángulo de ataque, velocidad verdadera (TAS), ángulo de cabeceo y las señales de velocidad vertical inercial. Los cambios en las condiciones de viento horizontal se evidencian por la evolución de la TAS y las referencias inerciales del IRS.

También es capaz de dar alertas de «WINDSHEAR AHEAD» si a través del radar meteorológico descubre riesgos de que se pueda penetrar en zonas de windshear en el sentido del vuelo.

## 1.7. Información meteorológica

La situación general, afectando a toda la Península Ibérica era de predominio de las bajas presiones con flujo de componente sur. Un sistema frontal de carácter frío con precipitaciones frecuentes y persistentes afectaba al área occidental.

### 1.7.1. Informes de aeródromo METAR y TAF

- METAR 10:00 h: Viento de 170°/11 kt con rachas de 22 kt, visibilidad 3.000 m, tormentas y lluvias, 1 a 2 octavos de cumulonimbos a 1.500 ft y nuboso a 2.000 ft, temperatura 15° y QNH 1.001.
- METAR 10:30 h: Viento de 240°/11 kt con rachas de 22 kt, visibilidad 3.000 m, tormentas y lluvias fuertes, nubes dispersas a 800 ft, 1 a 2 octavos de cumulonimbos a 1.500 ft y nuboso a 2.000 ft, temperatura 14° y QNH 1.001.
- METAR 11:00 h: Viento de 170°/05 kt con rachas de 16 kt y variación de la dirección entre 140° y 240°, visibilidad 3.000 m, tormentas y lluvias, nubes dispersas a 800 ft, 1 a 2 octavos de cumulonimbos a 1.500 ft y nuboso a 2.000 ft, temperatura 13° y QNH 1.001.
- TAF previsto a las 05:00 h para el periodo de 08:00 a 17:00 h UTC: Viento de 160/12 kt, visibilidad 10 km o más, nuboso con nubes a 3.500 ft, temporalmente de 07:00 a 16:00 UTC: 210°/14 kt con rachas de 28 kt, visibilidad 3.000 m, tormentas y lluvia, cumulonimbos a 1.500 ft nuboso a 2.500 ft.

Las imágenes de radar meteorológico muestran tormentas con aparato eléctrico desde las primeras horas del día sobre la provincia de Sevilla. (Ver Apéndice B)

### 1.7.2. Situación meteorológica en el aeropuerto de Sevilla

El tiempo más probable en el aeropuerto de Sevilla el 18 de marzo de 2006 entre las 10:00 y 10:45 h, era de cielo muy nuboso o cubierto de nubes bajas y medias con alturas entre los 800 y 2.000 ft. Tormentas con aparato eléctrico, lluvias, y probables movimientos verticales fuertes de vientos asociados a los cumulonimbos presentes, cuyos toques alcanzaron en algunos puntos los 8 km. La intensidad de la lluvia alcanzó su máximo a las 10:20 h con 31.8 mm/h. El viento pasó del WSW 10 a 15 kt a las 10:30 UTC a SSE 8 a 12 kt a las 10:45 UTC. Visibilidad 3.000 m y temperaturas entre 14 y 15 °C.

En torno a las 10:30 los registros de viento de las cabeceras evidencian el paso de una perturbación atmosférica que hizo rotar los vientos, que eran generales del sur de unos 10 ó 12 kt, y que en el transcurso de unos pocos minutos se hicieron primero del oeste con fuerza de hasta 17 kt y después del SE con fuerza de 2 a 12 kt. El tipo de registro gráfico, de trazas con plumilla sobre papel pautado, permite un análisis cualitativo, pero no ofrece precisión para realizar un análisis numérico consistente.

### 1.7.3. *Información meteorológica de que disponía la tripulación*

La información meteorológica, impresa a las 08:00 h, de la que disponía la tripulación en el despacho del vuelo y que se recogió de la cabina de vuelo, incluía el mismo informe TAF descrito en 1.7.1 y un mapa significativo válido para las 13:00 h de ese día con información muy similar a la proporcionada en el Apéndice C. En particular se aprecia en ese mapa el paso de un frente frío y un área sobre el golfo de Cádiz incluyendo Sevilla con símbolos de tormenta y chubascos fuertes, y nubes de tipo cumulonimbo, ocasionales o bien separadas, que se encontrarían entre los niveles de 2.000 ft y 27.000 ft.

La tripulación siguió posteriormente la evolución del tiempo a través de las emisiones ATIS. En una nota recogida en la cabina de vuelo se encuentra el apunte de un ATIS de las 10:00 en el que la tripulación anotaba: Un TL (nivel de transición) 75, viento de 160°/12 kt, visibilidad 5.000 m, nubes dispersas a 1.500 ft, nuboso a 3.000 ft, temperaturas ambiente y de rocío 15°/15° y QNH 1.000 mb. En el CVR a las 10:22, 12 minutos antes de la toma, se registra también la recepción del ATIS en el que anuncia tormentas con lluvia.

En las comunicaciones con ATC según las grabaciones de CVR, la tripulación recibe información de la situación de tormentas. En cuanto al viento TWR le comunica tres minutos antes de la toma que es de 240°/10 kt. A los 51 segundos antes de la toma confirma el viento de 240°/15 kt.

### 1.7.4. *Avisos de tormentas*

El Instituto Nacional de Meteorología (actualmente, la Agencia Estatal de Meteorología - AEMET) tiene implantada una aplicación para la emisión de avisos de tormentas a muy corto plazo en distintos aeródromos, como apoyo a las actividades de repostaje de combustible en aeronaves.

Este sistema activó la alerta de avisos de rayos en el aeropuerto de Sevilla a las 10:28 h. A las 10:38 h avisó el comienzo del estado de alerta máxima.

Se ha recogido también de una empresa de red eléctrica que dispone de un sistema de detección de núcleos tormentosos, información sobre la caída de rayos en la zona de Sevilla y en particular la de un rayo a las 10:28:01 en un punto distante unos 5 km al oeste del punto de referencia del aeropuerto de Sevilla.

## 1.8. **Ayudas para la navegación**

El aeropuerto de Sevilla disponía en la fecha del accidente de ayudas para la navegación y el aterrizaje tipo VOR, NDB y una instalación de precisión ILS CAT I para la pista 27.

La senda de planeo, GP, del ILS tiene pendiente de 3° y su antena estaba emplazada en un lugar a la derecha de la pista, en el sentido de la aproximación, distante 409 m desde el umbral y 119 m desde el eje de la pista. Asociado al ILS se dispone de una estación DME.

Como ayuda visual de senda de planeo, complementaria al ILS, se encuentra una instalación PAPI, también de 3° de pendiente de senda.

No se comunicó ninguna avería o malfuncionamiento de los sistemas de ayudas e iluminación, que se supone funcionaron normalmente.

## **1.9. Comunicaciones**

La tripulación de la aeronave mantuvo comunicaciones con la dependencia de control de área (ACC) de Sevilla, y con las de aproximación (APP) y torre (TWR) del aeropuerto de Sevilla.

Las comunicaciones iniciales fueron las habituales en este tipo de vuelos. Así, en contacto con dependencia de control de área, a las 10:11:25 h, la tripulación solicitó descenso y se le autorizó al nivel 250; a las 10:15:25 h, se le autorizó para descender al nivel 190 y proceder directo al punto ROTEX, de referencia para el inicio de la aproximación final (IAF); a las 10:17:27 h fue autorizada para descender al nivel 170, a las 10:19:33 h al nivel 150 y, a las 10:22:08 h, al nivel 130 y fue transferida a dependencia de control de aproximación.

En contacto con APP, a las 10:23:00 h se le informó de que estaba en contacto radar y se le autorizó para descender al nivel de vuelo 90; pocos segundos después en el ATIS se informa de la presencia de tormenta con lluvia y cumulonimbos dispersos en la zona de la toma y, poco después de esto, se oye cómo APP autoriza a otra aeronave en despegue para desviarse y así evitar la tormenta. A las 10:23:58 h se le autoriza para descender a 4.000 ft; a las 10:25:07 h se le informa de que está autorizada para realizar una aproximación ILS a la pista 27, dirigirse a ROTEX a su discreción y, desde este punto, continuar de acuerdo con sus procedimientos ILS. En los tres minutos siguientes la tripulación solicita y recibe autorización en dos ocasiones para desviarse a su discreción, con el objeto de evitar la tormenta.

A las 10:30:02 h la aeronave es transferida a la dependencia de torre de control y esta le autoriza para aterrizar a las 10:30:49 h, en la que sería su última comunicación en este evento.

Poco después de la toma de contacto, a las 10:34:13 h, la tripulación de otra aeronave, situada en el punto de espera 27, informó a la torre de control de que, aquella, había sufrido daños en el tren al aterrizar.

## **1.10. Información de aeródromo**

El aeropuerto de Sevilla, con indicativo LEZL se encuentra al SE de la ciudad, a 10 km de distancia y rodeada de terreno llano. La elevación de la pista en el umbral 27 es de 111 ft. A unos 20 km al este del campo, sobrevolados por la aeronave durante su aproximación a la pista 27, se encuentran algunos cerros o alcores con elevaciones de hasta 750 ft, en la zona donde están enclavadas las poblaciones de El Viso del Alcor y Mairena del Alcor.

La pista 09-27, de hormigón y asfalto, posee una longitud de 3.360 m y anchura de 45 m. Su orientación, en el sentido 27, es de 273° magnéticos y su pendiente en la zona de contacto es de 0,64%. La pista está iluminada con balizas de umbral, eje de pista, borde de pista y extremo de pista. La zona de contacto o zona de visada está señalizada mediante la pintura de dos rectángulos grandes sobre el pavimento a ambos lados del eje de pista a 300 m del umbral.

El espacio aéreo alrededor del campo comprende una zona de control CTR (círculo de 6,5 NM centrado en el punto de referencia del aeropuerto, ARP) y una zona de tránsito del aeródromo (círculo de 8 km centrado en el ARP o bien de radio menor, acorde con la visibilidad existente).

Hay publicados procedimientos especiales de visibilidad reducida cuando el alcance visual RVR o la visibilidad sean inferiores a 600 m.

En el Apéndice C se reproducen las cartas del aeropuerto y de la aproximación ILS a la pista 27 vigentes en la fecha del accidente.

## **1.11. Registradores de vuelo**

La aeronave disponía de un Registrador Digital de Datos de Vuelo (DFDR) y de un Registrador de Voces en Cabina (CVR), situados en la zona posterior del fuselaje. Se recuperaron los dos equipos sin daños.

### **1.11.1. Registrador digital de datos de vuelo (DFDR)**

La aeronave tenía instalado un Registrador Digital de Datos de Vuelo, con memoria de estado sólido, de la marca HONEYWELL, P/N 980-4700-042 y S/N 08701.

El DFDR se leyó en el laboratorio de registradores de la Compañía Iberia (STAR) y el análisis de la información obtenida se realizó en la CIAIAC.

Se comprobó que la información grabada correspondía a una grabación correcta y se estudió la evolución de diversos parámetros con relación al suceso.

A lo largo de todo el vuelo se produjeron registros normales hasta que la aeronave llegó a la fase de la aproximación, por lo que el análisis detallado de los datos se ha concentrado en esa fase y sus resultados se presentan a continuación.

Todos los tiempos se refieren a los segundos que faltan hasta la primera toma de contacto con la pista, que se ha identificado como el segundo en el que aparece una alta aceleración vertical de 5,3 g, o bien, los segundos transcurridos a partir de ese instante.

### Coordenadas geográficas

En este caso se han considerado la sucesión completa de las grabaciones de los parámetros de latitud y longitud de los puntos por los que transcurrió el vuelo para ofrecer las trayectorias de la aeronave, cuya representación gráfica se presenta en el Apéndice A.

### Desviaciones respecto a la senda de aproximación en LOC y GP

La captura del localizador se produce con normalidad cuatro minutos y medio antes de la llegada a Sevilla, volando a 4.000 ft de altitud barométrica. Desde la captura, en todo

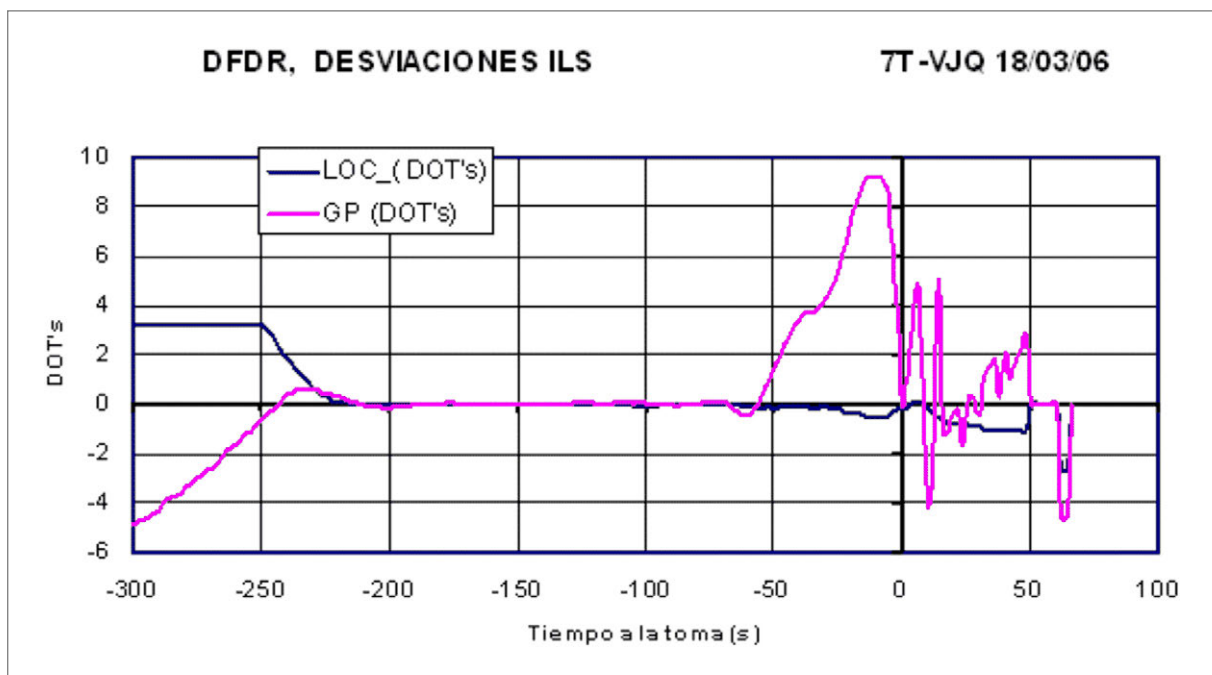


Figura 4. Desviaciones ILS

momento se sigue el localizador LOC y la senda GP, pero, unos sesenta segundos antes de la toma, la aeronave se empieza a elevar respecto de la senda de planeo, GP.

### Radioaltura RA, altura barométrica y senda de planeo

En función a la velocidad grabada respecto del terreno GS («Ground Speed») se ha calculado la altura de la senda del ILS en cada segundo. Con línea de puntos se ha representado la senda y, junto a ella, la altura RA de la aeronave. Como referencias se incluyen en el gráfico el de la distancia de la aeronave a la zona de contacto, TDZ y la altitud barométrica. Se observa, al igual que en la gráfica anterior de desviaciones del ILS que la aeronave abandona por arriba la senda de planeo GP a partir del segundo.

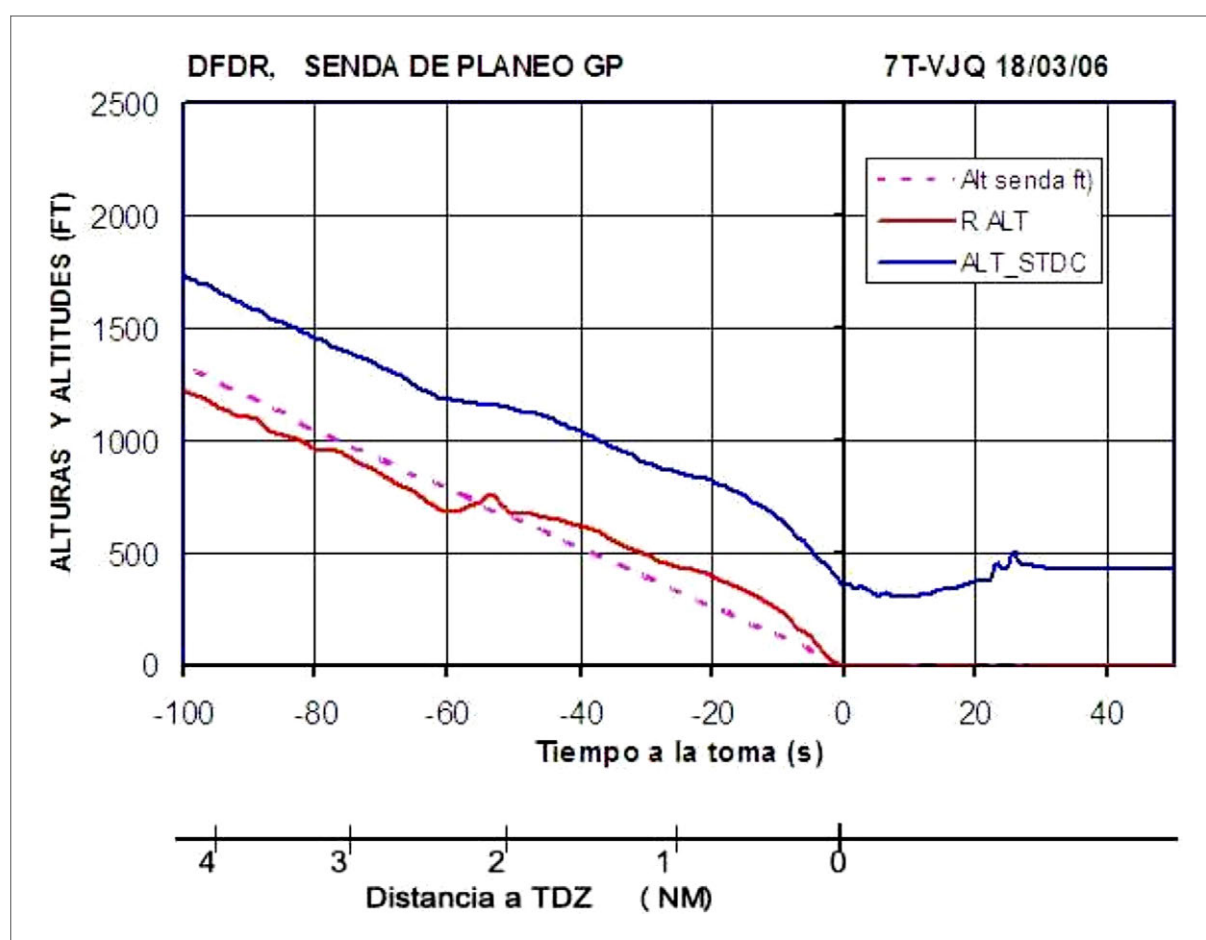


Figura 5. Senda de planeo

### Avisos de GPWS

El sistema GPWS grabó en el DFDR los avisos siguientes:

| Tiempo | Aviso     |
|--------|-----------|
| -7     | SINK RATE |
| -6     | PULL UP   |
| -5     | PULL UP   |
| -4     | PULL UP   |
| -3     | PULL UP   |
| -2     | PULL UP   |
| -1     | PULL UP   |
| 0      | SINK RATE |
| 1      | SINK RATE |

### Regímenes de descenso

Se representan gráficamente los parámetros de RoD directamente grabados, como el IVV («Inertial Vertical Velocity»), como los calculados a partir de la evolución de la RA y de la altitud de presión.

Se aprecia que en los diez segundos previos a la toma se alcanzaron regímenes de descenso entre 1.500 ft/min y 2.000 ft/min.

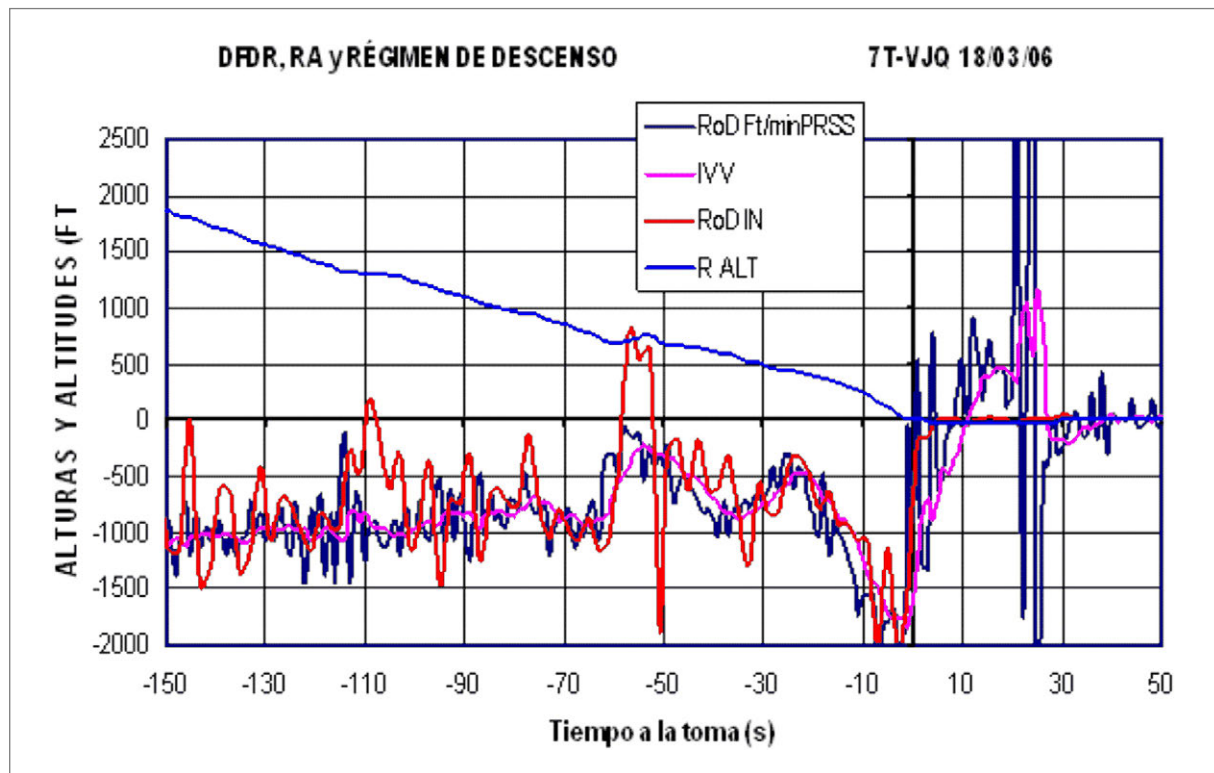


Figura 6. Régimen de descenso

## Evolución de ángulos de asiento, ataque y del timón de profundidad izquierdo

No se representa el parámetro de deflexión del timón de profundidad derecho por ser similar al izquierdo. Una segunda serie, grabada en el DFDR, de valores de ángulo de ataque, AOA, se deja también de representar por idéntica razón. En general se observan ángulos pequeños en todo momento. El timón de profundidad tiene capacidad para moverse hasta  $\pm 19$  grados y mandar una recogida más enérgica. El ángulo de asiento («pitch»), es negativo antes de la toma y se hace cero en el instante de la toma.

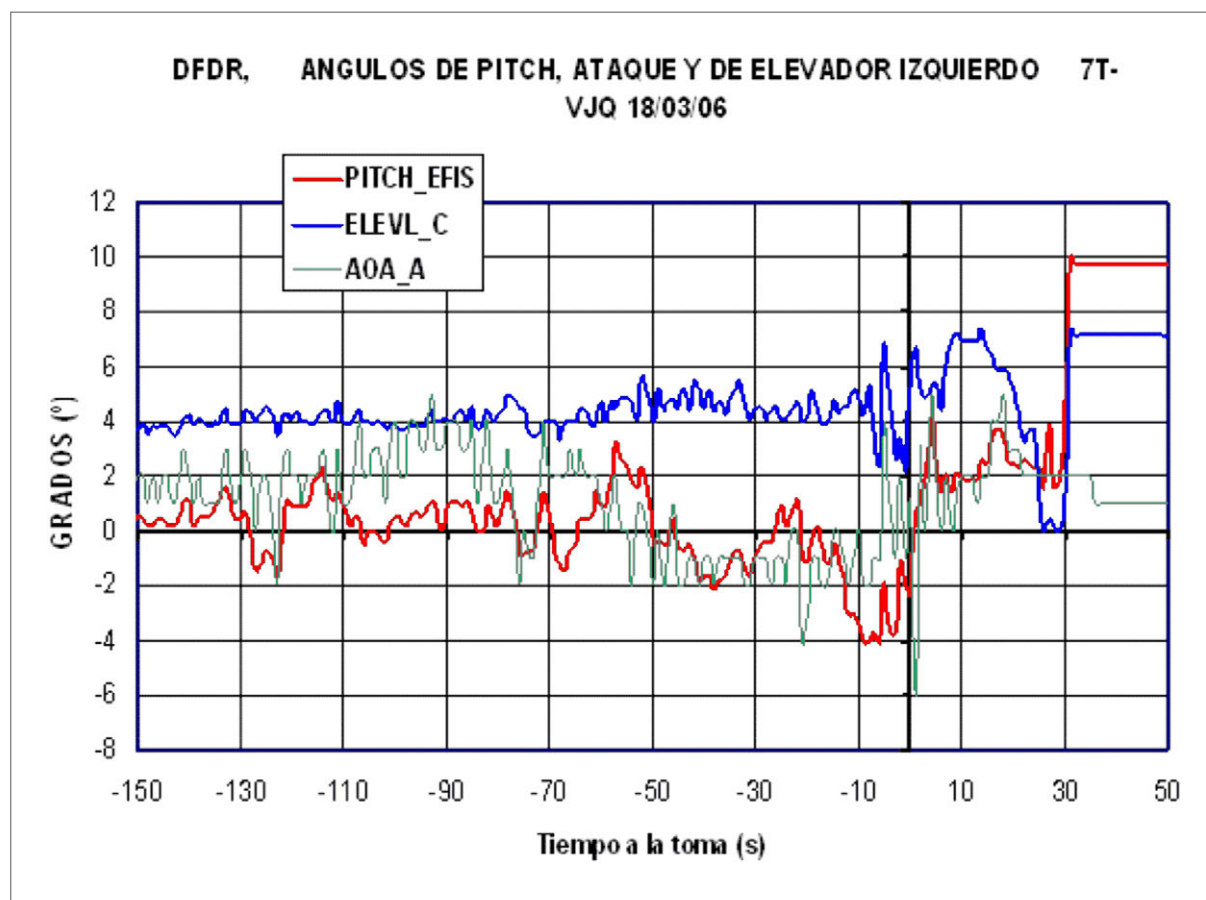


Figura 7. Ángulos de asiento, ataque y del timón de profundidad izquierdo

## Evolución de parámetros de motor

Se presentan los parámetros de posición de palanca de gases de los motores, revoluciones N 1.1 y N 1.2 de los carretes de baja y consumo de combustible de ambos reactores. Se observa cierta actividad de variaciones en los mandos y potencias de los motores antes de la captura del ILS. La primera parte de la aproximación se mantiene una potencia relativamente estable y baja en ambos motores. Sesenta segundos antes de la toma se aprecia un aumento considerable de la potencia.

Pocos segundos tras la toma se incrementa la potencia de los motores en reversa. Otros parámetros no representados muestran el despliegue de las reversas.

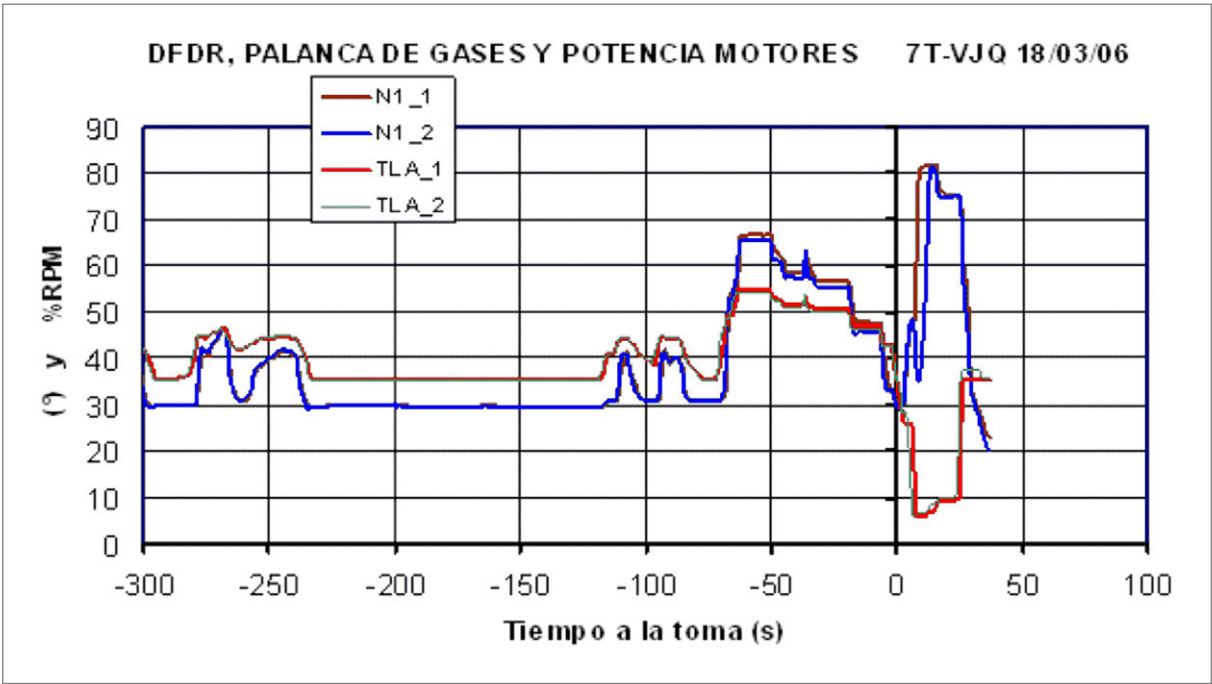


Figura 8. Potencia de los motores

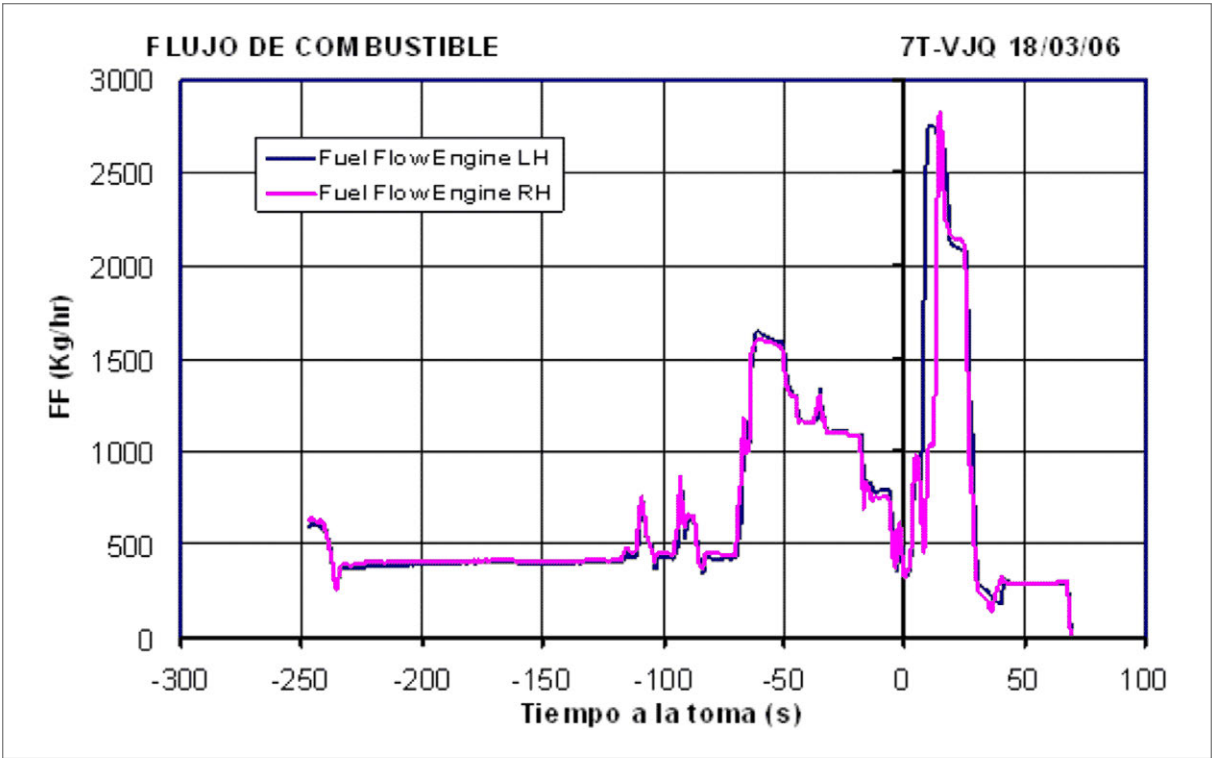


Figura 9. Flujo de combustible

## Evolución del rumbo magnético de la aeronave

En el planeo final el rumbo de la aeronave oscila alrededor de los 273° magnéticos del rumbo de la pista. Diez segundos antes de la toma el avión se orienta unos 6° a la izquierda con respecto a la pista. Durante la carrera de frenada en un instante se gira de repente la aeronave diez grados a la derecha. El parámetro no representado de actuación de los pedales confirma que se mandó a fondo con ellos la corrección de la orientación. En la posición final la aeronave adopta un rumbo de 267°, es decir unos 6° a la izquierda del rumbo de pista.

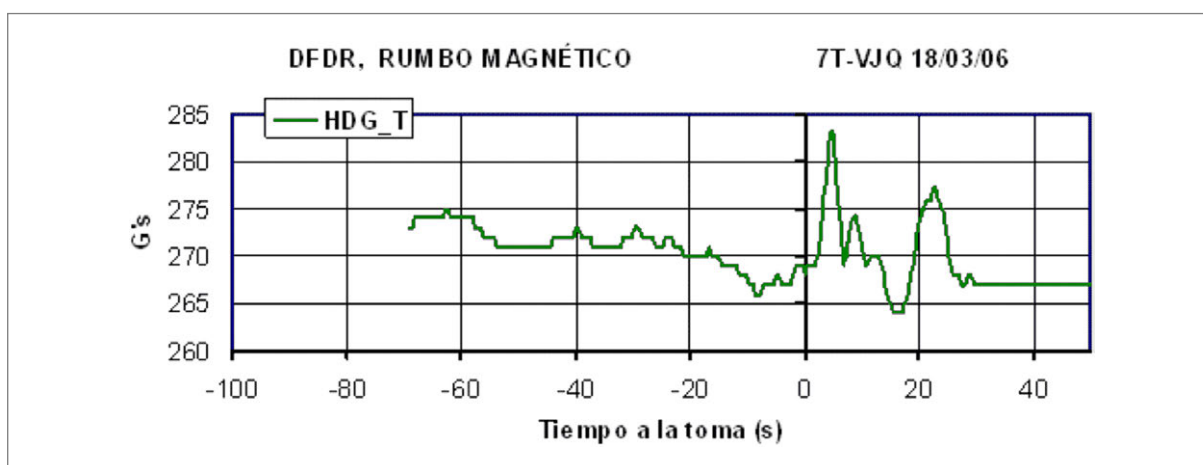


Figura 10. Rumbo magnético del avión

## Velocidades CAS y GROUND SPEED

Se mantuvieron en aproximación velocidades próximas a 160 kt y de 143 kt en el preciso momento de la toma. La velocidad respecto a tierra era varió entre 140 kt y 150 kt, pero se mantuvo en 140 durante los últimos 10 segundos antes de la toma de tierra.

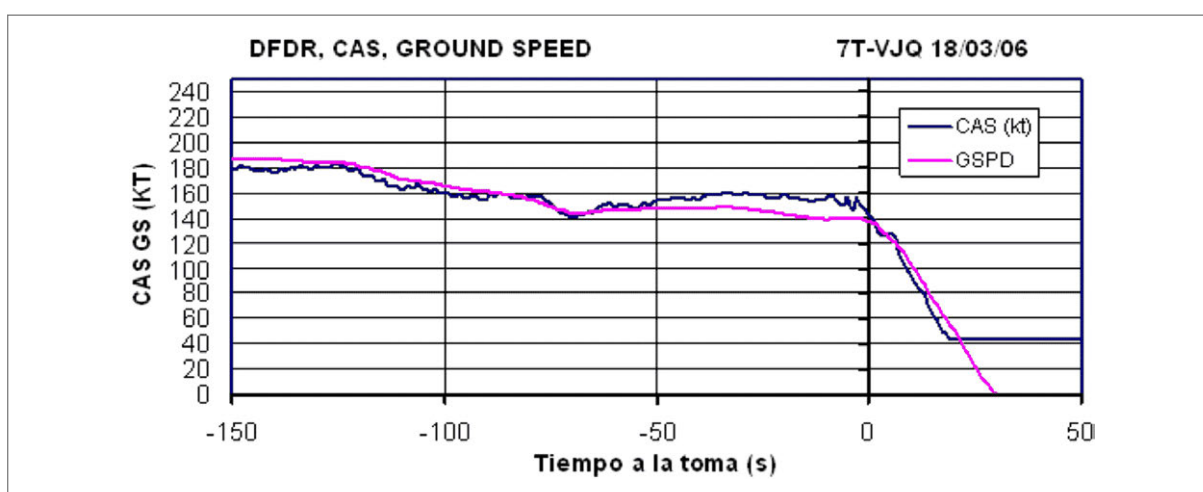


Figura 11. Velocidades del avión

Intensidad y dirección del viento sentido por la aeronave

Se representan gráficamente los dos canales de registros de viento sentido por el avión en relación con las referencias de navegación, FMS y las inerciales IR. Los vientos del S rolan al SE en el último minuto de la aproximación, tomando una intensidad de hasta 20 kt. Ambos canales de parámetros de viento muestran gran similitud.

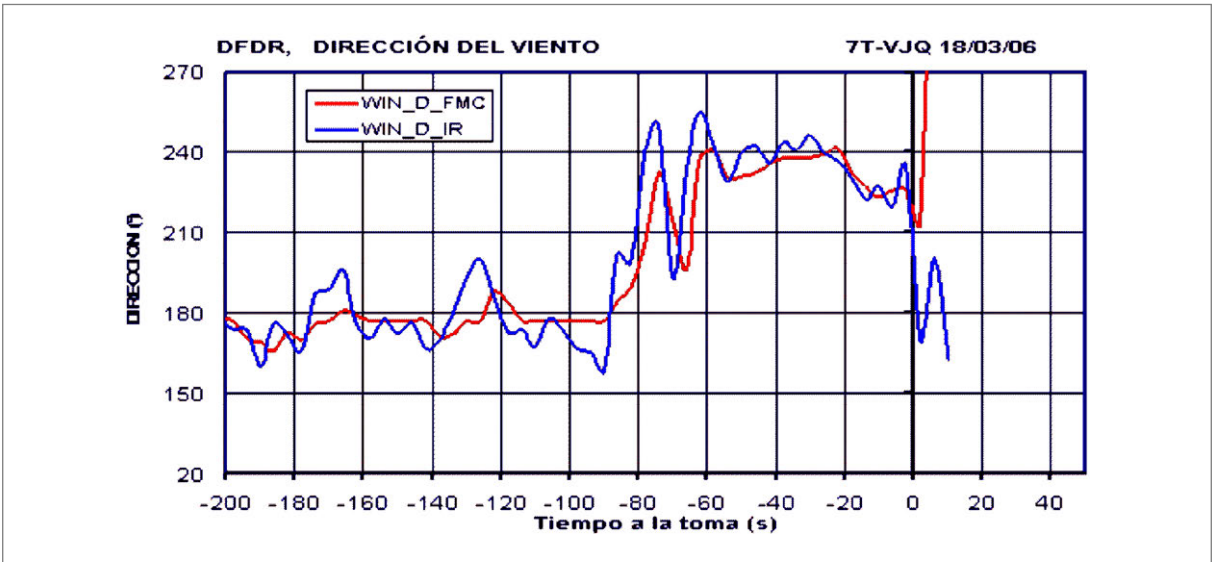


Figura 12. Dirección del viento

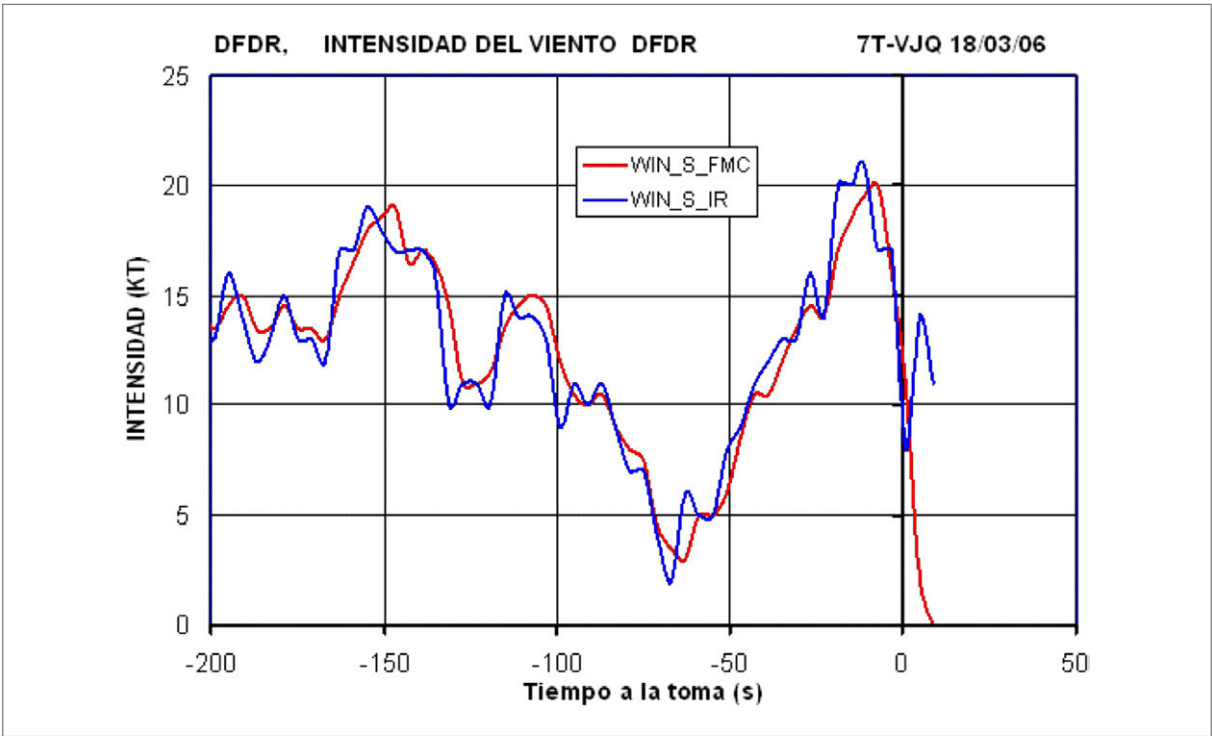


Figura 13. Intensidad del viento

## Aceleraciones verticales, laterales y longitudinales

La gráfica de aceleración vertical muestra valores en vuelo entre 0,8 g y 1,2 g.

En el momento de la toma se alcanzan valores altos que se presentan a continuación con mayor detalle: Los mayores vaivenes en vuelo se dan 5 segundos antes de la toma.

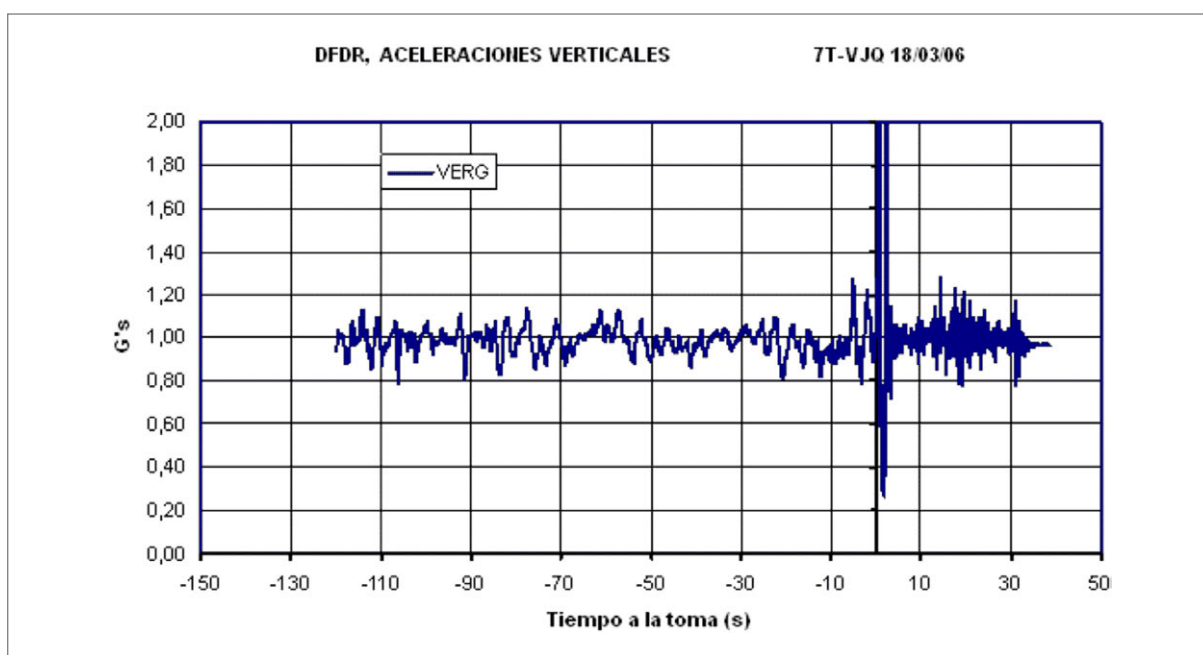


Figura 14. Aceleraciones verticales durante la aproximación

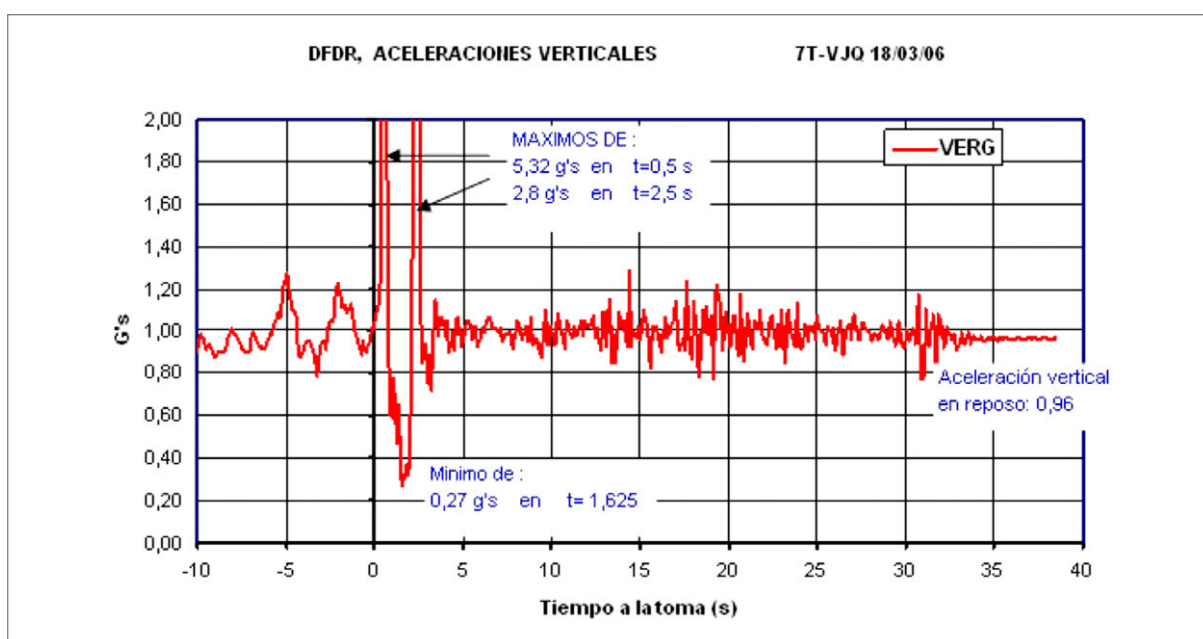


Figura 15. Aceleraciones verticales durante la carrera de aterrizaje

Después de ella la aceleración alcanza un pico de 5,32 g, una disminución hasta 0,27 g y un subsiguiente pico de 2,8 g en el segundo 2,5.

La aceleración lateral solo alcanza valores algo elevados tras la toma.

A los dos segundos y medio de la toma la aceleración longitudinal toma el valor momentáneo de  $-0,47$  g; después de cinco segundos sube de nuevo a un buen nivel de desaceleración de  $-0,3$  g hasta que el avión queda parado.

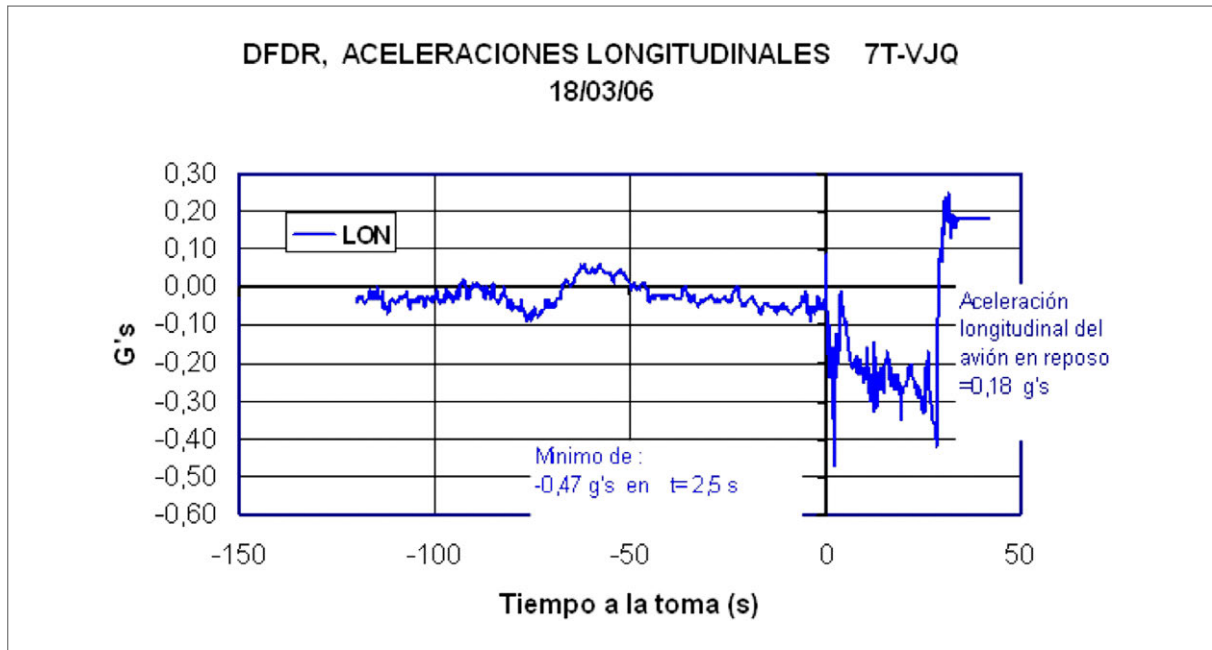


Figura 16. Aceleraciones longitudinales

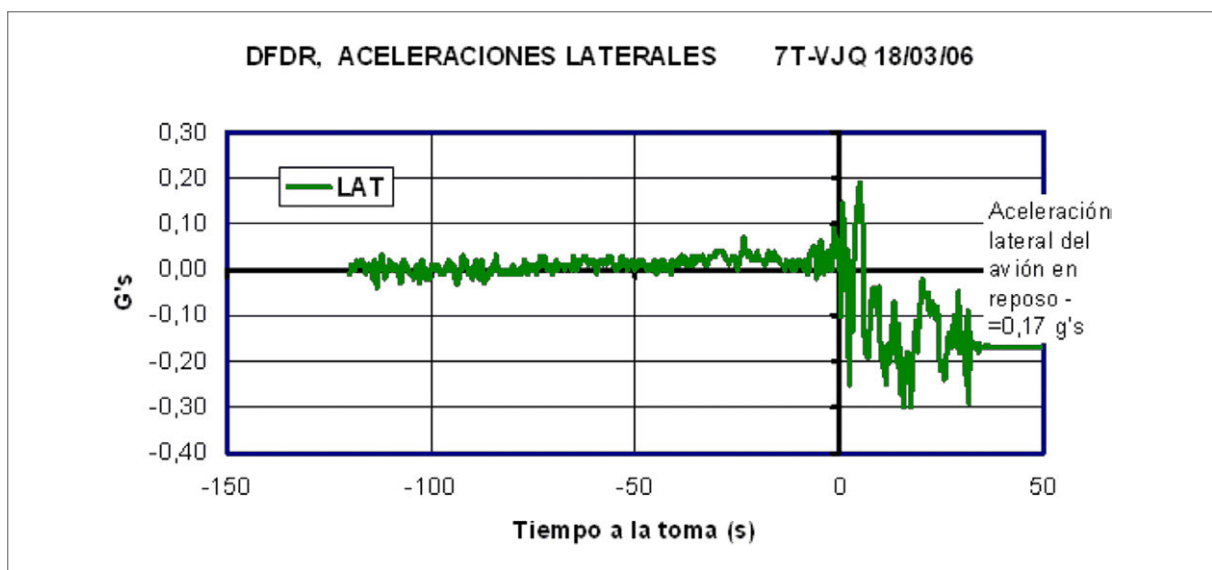


Figura 17. Aceleraciones laterales

Cuando la aeronave ya reposa inerte las aceleraciones que se muestran son de 0,96 g en el eje vertical, -0,17 g en eje lateral y 0,18 g en el longitudinal.

### **Informaciones sobre los sensores de tierra de las tres patas del tren y paneles de GROUND SPOILERS**

La primera evidencia de que el avión ha tocado tierra surge por la activación del microinterruptor de la pata izquierda en el instante 0. El DFDR registra esos parámetros cada cuarto de segundo.

Un cuarto de segundo después del registro de la pata izquierda aparecen las señales de toque simultáneo de las patas derecha y de morro.

La pata de morro se va de nuevo al aire en el segundo 1½ y la pata derecha en el 1¾.

| Tiempo | UTC     | LDG_LH | LDG_NOSE | LDG_RH |
|--------|---------|--------|----------|--------|
| -0,75  |         | —      | —        | —      |
| -0,5   |         | —      | —        | —      |
| -0,25  |         | —      | —        | —      |
| 0      | 9:34:06 | GND    | —        | —      |
| 0,25   |         | GND    | GND      | GND    |
| 0,5    |         | GND    | GND      | GND    |
| 0,75   |         | GND    | GND      | GND    |
| 1      | 9:34:07 | GND    | GND      | GND    |
| 1,25   |         | GND    | GND      | GND    |
| 1,5    |         | GND    | —        | GND    |
| 1,75   |         | —      | —        | GND    |
| 2      | 9:34:08 | GND    | GND      | GND    |
| 2,25   |         | GND    | GND      | GND    |
| 2,5    |         | GND    | GND      | GND    |
| 2,75   |         | GND    | GND      | GND    |
| 3      | 9:34:09 | GND    | GND      | GND    |
| 3,25   |         | GND    | GND      | —      |
| 3,5    |         | GND    | —        | —      |
| 3,75   |         | GND    | —        | —      |
| 4      | 9:34:10 | GND    | —        | —      |
| 4,25   |         | GND    | —        | —      |
| 4,5    |         | GND    | —        | —      |
| 4,75   | 6       | GND    | —        | —      |

Vuelven al suelo ambas inmediatamente en el segundo 2 y de allí la pata izquierda ya no se despegue. Desde entonces y hasta la parada del avión se registran activaciones esporádicas del micro de la pata de morro, mientras que la pata derecha pierde su señal en el segundo  $3\frac{3}{4}$  y no vuelve a recuperarla.

| Tiempo | Ground spoiler int | Ground spoiler ext |
|--------|--------------------|--------------------|
| -1     | DOWN               | DOWN               |
| 0      | DOWN               | DOWN               |
| 1      | UP                 | UP                 |
| 2      | UP                 | DOWN               |
| 3      | DOWN               | DOWN               |

Los «Ground Spoilers» se despliegan en el momento de la toma. Un segundo después se retraen los exteriores y en el siguiente segundo los interiores.

### Registros de presión de frenos e hidráulico

Empezó a crecer la presión de frenos en cuanto el avión tocó la pista y enseguida empezó a perder presión de hidráulico comenzando por el sistema A.

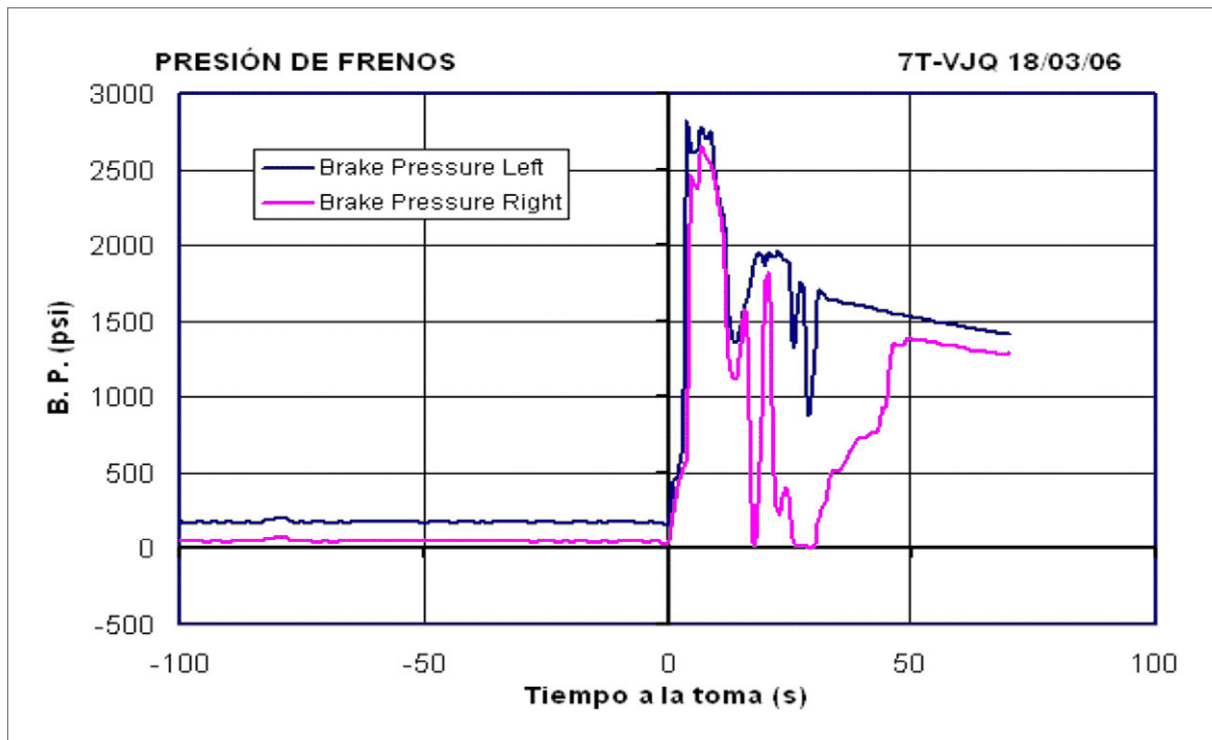


Figura 18. Presión de frenos

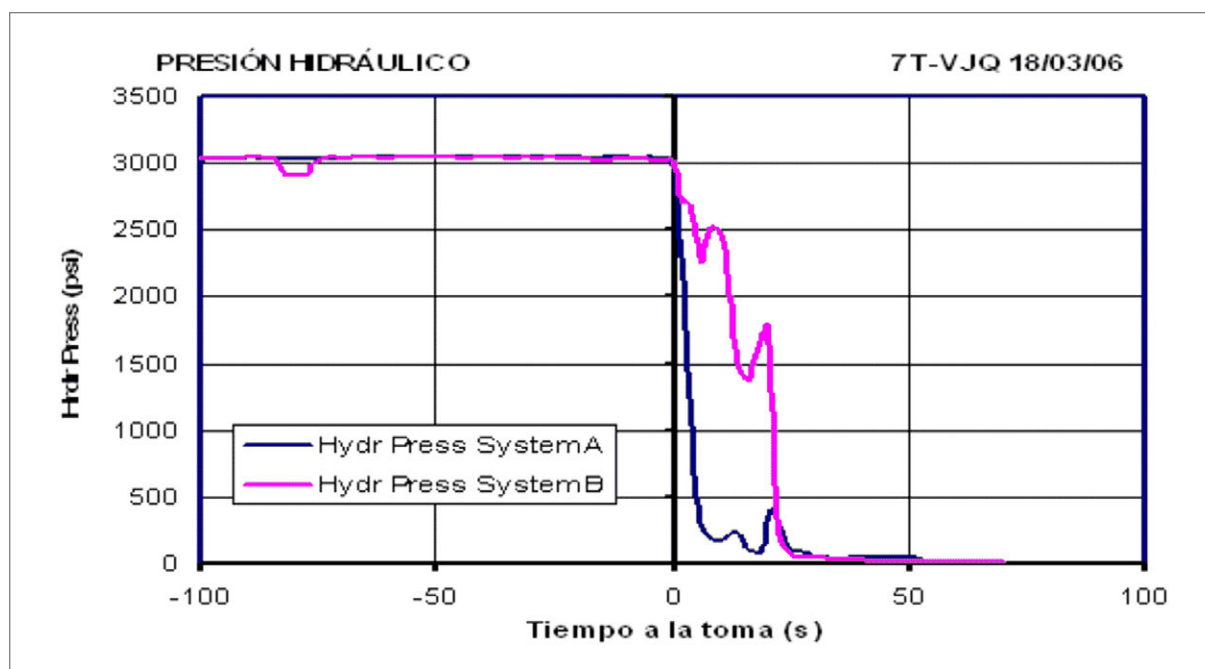


Figura 19. Presión de hidráulico

### Registros de *windshear*

El sistema DFDR no registró ninguna ocurrencia de windshear durante el vuelo.

### Registros de ángulo de alabeo

No se necesita ofrecer la variación de este parámetro que fue normal hasta el final de la grabación cuando el avión tomó una inclinación lateral de 9,3°.

#### 1.11.2. Registrador de voces en cabina (CVR)

La aeronave tenía instalado un Registrador Digital de Voces en cabina, con memoria de estado sólido, de la marca HONEYWELL, P/N 980-6022-001 y S/N 05035. En él se grabaron seis pistas; cuatro de ellas, con 30 minutos de duración cada una, tenían las grabaciones correspondientes al puesto del Comandante, al del Copiloto, al sistema de aviso al pasaje y al micrófono de ambiente; las otras dos, con 120 minutos de duración cada una, tenían las grabaciones correspondientes al micrófono de ambiente y a la mezcla del resto de los canales.

Se leyó en el departamento de seguridad en vuelo de la compañía Iberia, obteniéndose una grabación correcta en todos los canales.

Las voces grabadas se expresaban en los idiomas árabe, francés e inglés, este último utilizado en las comunicaciones con ATC y otros servicios automáticos como el AIS. La

transcripción de las mismas se realizó en dependencias de la CIAIAC, con el apoyo de personal del operador de la aeronave, disponiéndose de una versión en francés y otra en inglés de la misma.

Estas grabaciones se han sincronizado con los datos obtenidos del DFDR en los momentos de activación de las comunicaciones VHS.

De la transcripción del CVR se desprende que:

- El vuelo fue normal hasta el inicio de la aproximación a Sevilla.
- La tripulación era consciente de la situación meteorológica y de la presencia de tormenta sobre Sevilla. Siguió las emisiones del ATIS de Sevilla y colacionó la información recibida de control.
- Repasaron los procedimientos de aproximación y frustrada. Determinaron las velocidades de referencia en la aproximación y de go-around en 127 kt y 132 kt respectivamente.
- El comandante se dio cuenta de que la tormenta, a la vista y observada en la pantalla del radar meteorológico, y el avión, iban a llegar a Sevilla al mismo tiempo.
- Unos dos minutos antes de la toma y a unos 1.500 ft de altura establecieron contacto visual con la pista.
- Por debajo de 1.000 ft desconectaron el piloto automático y continuaron en manual. Armaron los spoilers.
- El controlador de APP no disponía de información meteorológica en su pantalla.
- La tripulación manifestó en sus conversaciones la preocupación por el viento.
- El viento comunicado por TWR fue de 240°/10 kt cuando faltaban unos tres minutos para la toma, y de 240°/15 kt a 51 segundos antes de la toma.
- El sistema de EGPWS dio los avisos de 2.500 ft, 1.000 ft, 500 ft, 200 ft, MINIMUMS, SINK RATE Y PULL-UP.
- 24 segundos antes de la toma, después del aviso de EGPWS de 500 ft, el Comandante requería la atención del copiloto con las palabras, «No mires allí por favor... estate conmigo... quédate conmigo O.K».
- El sonido ambiental se grabó registrando el ruido de impacto que se producía en el instante de la toma.
- Siete segundos después de la toma se graba el aviso, que otro piloto en espera para el despegue, daba de los daños en el 737 que aterrizaba.
- 34 segundos después del primer contacto con la pista se da la orden de evacuación.

En el Apéndice D se recoge un extracto de las transcripciones realizadas.

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

La aeronave entró en contacto con la pista en el inicio de la zona de visada, con un régimen de descenso y una velocidad elevados, alcanzando una aceleración vertical de

5,3 g en la toma; la pata derecha del tren de aterrizaje principal colapsó y quedó parcialmente separada de su estructura de soporte. A partir de ese punto, mantuvo una actitud nivelada y siguió una trayectoria prácticamente rectilínea a lo largo de la pista, con la góndola del motor derecho desplazándose sobre la vertical de la línea del borde derecho de la misma; después de haber recorrido unos 750 m, el ala derecha empezó a caer y la góndola del motor de ese lado se apoyó en la superficie de la pista, deteniéndose la aeronave en el lado derecho de la pista, apoyada en la cola y dicha góndola, después de un recorrido en el suelo de de 900 m, aproximadamente.

A lo largo del recorrido de la aeronave sobre la pista se encontraron restos de elementos procedentes de la pata derecha del tren principal de aterrizaje y de la parte interior del ala derecha de la aeronave; en particular, se identificaron restos de puertas, paneles y carenas.

Los primeros restos se encontraron al inicio de la zona de visada, de donde se recogió una tapa de tren. A partir de ese punto y en un área de unos 400 m a lo largo de la pista se encontraron diversos materiales y trozos de paneles de spoilers, flaps y elementos de la pata derecha del tren de aterrizaje principal. A unos 750 m y en el borde marginal derecho de la pista se descubrieron dos luces de balizas de pista rotas por impacto; en el interior de la góndola del motor derecho se encontraron cristales rotos, procedentes de una de ellas.

El punto de la posición en el que se detuvo la aeronave se sitúa en el borde derecho de la pista una vez rebasada la calle de rodaje C-2. La distancia recorrida desde la zona de visada fue de unos 900 m. Todo el aparato quedó sobre la superficie pavimentada a excepción de unos dos metros de la punta del plano derecho que apoyaba en el terreno compactado de la franja de pista.

El avión quedó apoyado en el suelo sobre el motor derecho, las ruedas de la pata izquierda del tren de aterrizaje principal y sobre la cola o fuselaje trasero; su eje longitudinal formaba un ángulo de  $8,46^\circ$  respecto del eje de la pista y uno de  $9,6^\circ$  respecto del plano horizontal de la misma. El fuselaje conservaba su integridad y el morro se levantaba poco más o menos 1,5 m sobre el suelo. Debido a la actitud anormal en que quedó la aeronave, las puertas delanteras quedaron situadas a una altura superior a la normal.

### **1.13. Información médica y patológica**

Un número indeterminado de ocupantes de la aeronave fueron atendidos por los servicios médicos, por haber sufrido heridas y contusiones de carácter leve.

### **1.14. Incendios**

No se produjo incendio.

## 1.15. Aspectos de supervivencia

El exterior de la aeronave sufrió daños localizados en la pata derecha del tren de aterrizaje principal y en el ala derecha, en la zona próxima a su unión al fuselaje.

En lo que al interior se refiere, se desprendieron tres paneles superiores con monitores de vídeo incorporados, situados en el lado derecho de las filas 1, 5 y 12. El pasajero sentado en el asiento situado más a la derecha de la fila 1, sufrió un golpe en la cabeza al desprenderse este.

Una vez que se hubo detenido la aeronave, la tripulación hizo el procedimiento de emergencia correspondiente y ordenó su evacuación, en medio de un fuerte aguacero. Para ello, se utilizaron las puertas delanteras y traseras, de los dos lados, con las correspondientes rampas inflables desplegadas; no se utilizaron las salidas de emergencia situadas sobre las alas. Debido a que las puertas delanteras quedaron situadas a una altura superior a la normal, las rampas de evacuación correspondientes tenían una inclinación mayor que lo habitual; esto no impidió que apoyaran de manera firme en el suelo y pudiera evacuarse por ellas.

Por otra parte, la torre de control fue informada por la tripulación de otra aeronave, situada en el punto de espera 27, de que esta había sufrido daños en el tren al aterrizar; además, el controlador de servicio la vio ladeada a la derecha y con el motor derecho desprendiendo chispas. Debido a esto, la alarma de incendios se activó desde la torre de control antes de que el avión se hubiera detenido y los servicios de emergencia llegaron a la aeronave prácticamente cuando estaba empezando la evacuación; en consecuencia, los pasajeros fueron atendidos a medida que iban saliendo de ella.

## 1.16 Ensayos e investigación

### 1.16.1. *Inspección de los restos de la aeronave*

Con vistas a la recuperación y reparación de la aeronave para su puesta de nuevo en vuelo, personal de la compañía Boeing realizó una inspección de la misma y emitió un informe detallado de evaluación de daños.

A continuación se relacionan, con carácter general, los principales daños encontrados:

- Colapso de la pata derecha del tren de aterrizaje principal, con separación parcial de la estructura del avión. Líneas de hidráulico e instalaciones eléctricas con daños importantes.
- Viga principal de tren («Main landing gear beam») con daños importantes.
- Alojamiento del cojinete del muñón o gozne («trunnion») delantero en el larguero posterior partido.

- Eje de las ruedas de morro doblado y neumáticos de esas ruedas rozados.
- La pata izquierda del tren de aterrizaje principal no presenta daños aparentes.
- Diversos revestimientos de fuselaje, larguerillos y conexiones de cortadura («shear ties») arrugados y dañados en las secciones 41 y 46, de la estructura del fuselaje.
- Conjunto de flaps interior del lado derecho destruido, incluidas sus guías, carenas, transmisiones, y elementos de fijación.
- El motor derecho, había sufrido ingestión de objetos extraños (FOD) y presentaba numerosos álabes de fan dañados y con muescas. Asimismo, los capós y las reversas soportaron daños que obligaban a su sustitución.
- En el motor izquierdo se apreciaron deformaciones en un capó.
- En el interior del avión se produjo el desprendimiento de tres paneles superiores con monitores de vídeo incorporados y un panel de revestimiento interior quedó agrietado.

#### 1.16.2. *Estudio de los daños estructurales*

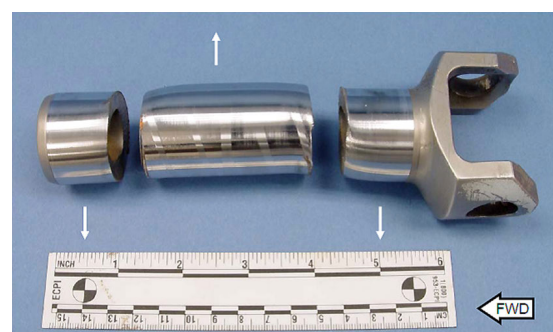
Se envió al NTSB (National Transportation Safety Board, organismo de investigación de accidentes e incidentes de aviación civil de los Estados Unidos) un conjunto de elementos de la estructura soporte de la pata derecha del tren de aterrizaje principal, para realizar en sus laboratorios un estudio en profundidad de la forma en la que se produjeron las roturas y deformaciones que presentaban.

A continuación se relacionan los elementos enviados:

- Alojamiento del cojinete del muñón («trunnion») delantero, y sus cuatro pines de sujeción («cap-fuse»).
- Bulón fracturado en tres trozos de la unión de la viga del tren (LGB - «Landing Gear Beam») al larguero posterior del ala.
- Los cuatro bulones de unión de los montantes estabilizadores de la LGB diseñados como fusibles y que no rompieron.
- Eslabón («Link Assy»), de unión de la riostra lateral («Side strut»), al fuselaje, con su orejeta partida.

Del resultado del estudio realizado se desprende:

- El bulón, fusible, de la unión LGB al larguero posterior falló bajo sobrecargas puras de cortadura de dirección vertical. Se comprobó que la dureza del material respondía a las especificaciones de diseño.
- El soporte del muñón o «trunnion» delantero presentaba deformaciones y la



**Figura 20.** Bulón de la unión LGB al larguero posterior del ala

rotura de la pista exterior del cojinete, coherente con un desplazamiento relativo, hacia atrás, de la pista interior del mismo.

- El eslabón, «side strut link», presentaba deformaciones y rotura, por flexión hacia atrás, de la orejeta de la unión inferior. El aspecto de las superficies de la fractura era acorde con una sollicitación de sobrecargas. La dureza del material, comprobada en el análisis, respondía a las especificaciones.

### **1.17. Información sobre organización y gestión**

No aplicable.

### **1.18. Información adicional**

#### **1.18.1. *Declaraciones de la tripulación***

El mismo día en que ocurrió el accidente se entrevistó a los dos pilotos de la aeronave. A continuación se exponen los aspectos más relevantes de las mismas.

#### **Comandante**

Era la primera vez que volaba a Sevilla. Antes había operado en numerosas ocasiones en Madrid y Alicante, pero no en Sevilla.

Esa mañana se había presentado en el aeropuerto de Orán a las 09:00 h, ya que el vuelo tenía previsto salir a las 09:30 h. Revisó la información meteorológica (METAR, SPECI, TAF...), los NOTAM, etc., que había revisado también la noche anterior; como detalle de los TAF, recordaba que se preveía una visibilidad de más de 10 km y nubes dispersas.

El vuelo se realizó a un nivel 310 de crucero. Escucharon el ATIS de Alicante y Málaga por si tenían que desviarse; todo estaba bien. Hicieron el briefing previo al descenso; él iba a los mandos.

Cuando estaban a 4.000 ft, la información era de 3.000 m de visibilidad con lluvia sobre Sevilla. Se les autorizó para la aproximación, configuraron el avión y, en larga final, torre les dio un viento de 240°/15 Kt. Esquivaron una nube de desarrollo vertical, no encontraron «wind-shear» y vieron la pista a 1.500 ft.

En la recogida encontraron una precipitación muy fuerte que les impidió distinguir bien el eje de la pista; decidió no hacer un «go-around» porque veía que la situación hacia el final de la pista era peor, más oscuro por la tormenta, con lo cual complicaría la

maniobra de frustrada. El avión se fue a la derecha e hicieron una toma muy dura; hubo un bote y pensaron en el posible reventón de una rueda, pero no en la rotura de una pata del tren de aterrizaje. En su opinión, todo se debió a la lluvia intensa en el último momento.

### Copiloto

También era la primera vez que volaba a Sevilla y esa mañana se había presentado en el aeropuerto de Orán a las 08:30 h.

El avión venía de Tinduf con otra tripulación, por lo que se lo encontraron ya preparado para el vuelo.

El vuelo, en el que actuaba como «pilot monitoring» (PNF – Piloto no a los mandos) resultó normal.

Respecto a las últimas fases del vuelo, recuerda que el último ATIS indicaba 3.500 m de visibilidad y que se les autorizó para la aproximación.

En corta final le dijo al Comandante que venía un poco a la derecha, y este colacionó y corrigió. El régimen de descenso era un poco alto, él recuerda 1.000 ft/min, y sonó el aviso «Sink Rate» del GPWS. La velocidad en la toma fue unos 10 kt mayor que la de referencia ( $V_{ref} + 10$  kt). Él realizó los «call-outs» estándar.

Antes del contacto con el terreno se encontraron con una lluvia muy fuerte, el Comandante levantó el morro e hicieron una toma muy dura; el avión botó y cayó a la derecha del eje de la pista. Nunca tuvo la sensación de que se había roto el tren de aterrizaje, sólo de que había sido una toma muy dura.

No encontraron «wind-shear» y consideraba que estaban muy cerca del suelo para hacer un «go-around» cuando se encontraron con las condiciones de lluvia fuerte; además, consideraba que no tenía por qué haber problemas en el aterrizaje con una pista tan larga.

### 1.18.2. *Declaraciones del controlador de servicio en TWR*

Se había «sentado en frecuencia», a las 9:50 h. Recuerda que en ese momento el viento era de 180° y que cuando aterrizó la aeronave accidentada era de 240° y 10 a 15 kt.

Cuando la aeronave se encontraba en corta final había otra en espera. La visibilidad hacia la cabecera 27 no era nítida, caía una cortina de agua y también había rayos; el RVR fue siempre superior a 2.000 m, antes y después de la lluvia intensa.

El avión entró ladeado hacia la derecha; él vio una luz fuerte en el motor, como si se hubiera incendiado, y luego comprobó que no, que no fue así.

El aviso al SEI se hizo pulsando la alarma antes de que se detuviera el avión. El aviso lo hizo una compañera que estaba de servicio.

El piloto había solicitado una segunda lectura de viento cuando se hallaba a 4NM para la toma. Cuando se autorizó el aterrizaje (que había sido un poco antes, a 2-3 minutos de la toma) se había proporcionado la primera lectura.

A las 9:50 h la intensidad de las luces de pista estaba seleccionada en 4. Antes de llegar el avión se subió al máximo (5).

Como apreciación personal, considera que la aproximación fue correcta, de acuerdo con lo que vio en el equipo Raster con que cuenta la torre de control.

Finalmente, informó que a la última salida previa al aterrizaje se le autorizó para ascender en rumbo de pista porque esta lo sugirió para evitar entrar en la tormenta.

### 1.18.3. *Criterios sobre la aproximación estabilizada*

En el manual de formación para aeronaves del tipo B-737 (FCTM – «Flight Crew Training Manual»), Boeing recomienda que todas las aproximaciones sean estabilizadas antes de alcanzar 1.000 ft AGL, en condiciones meteorológicas instrumentales (IMC), y en 500 ft AGL en condiciones meteorológicas visuales (VMC).

Asimismo, establece que una aproximación se considera estabilizada cuando reúne todos los criterios siguientes:

- El avión está en la trayectoria de vuelo correcta.
- Solo se requieren pequeñas correcciones de rumbo y/o de ángulo de asiento («pitch») para mantener la trayectoria de vuelo correcta.
- La velocidad del avión no es mayor que  $V_{ref} + 20$  kt, ni menor que  $V_{ref}$ .
- El avión está en la configuración correcta para el aterrizaje.
- El régimen de descenso no es mayor que 1.000 ft/min; si una aproximación requiere un régimen de descenso mayor que 1.000 ft/min, se realizará un *briefing* especial.
- El ajuste de potencia es el apropiado para la configuración del avión.
- Se han realizado todos los *briefings* y leído todas las listas de comprobación.
- Si la aproximación se realiza con ayudas ILS, no hay desviaciones mayores que 1 DOT en el localizador ni en la senda de planeo.

Procedimientos de aproximación excepcionales o condiciones anormales que requieran desviaciones respecto de estos criterios, requieren la realización de un *briefing* especial.

Una aproximación que se desestabilice por debajo de 1.000 ft AGL, en condiciones meteorológicas instrumentales (IMC), o de 500 ft AGL en condiciones meteorológicas visuales (VMC), debe frustrarse inmediatamente.

Para que una aproximación se considere estabilizada, estas condiciones se mantendrán durante el resto de la aproximación. Si los criterios anteriores no pueden establecerse o mantenerse a, y por debajo de, 500 ft AGL, iniciar una frustrada.

## **2. ANÁLISIS**

### **2.1. Despacho y desarrollo del vuelo**

El vuelo se despachó rutinariamente. La tripulación había llegado al aeropuerto de Orán con tiempo suficiente para analizar la situación, plan de vuelo y la hoja de carga del avión. Se preveía una ocupación plena de la aeronave por lo que el peso de operación sobre todo al aterrizaje sería elevado. Conocían de antemano el empeoramiento del tiempo en el destino.

Despegaron de Orán a las 09:36 h y poco menos de una hora después se encontraban haciendo la aproximación inicial a Sevilla. Habían seguido las informaciones ATIS de las 10:00 y 10:15 y conocían que les aguardaba una llegada entre tormentas y lluvias. En sus conversaciones manifestaron su preocupación por el viento. La visibilidad no era mala, en principio, con alcances RVR de 3.000 m, o por lo menos, siempre superiores a 2.000 m. Aunque había algunas nubes desde 800 ft el techo estaba a unos 2.000 ft.

Control autorizó, primero, un descenso a 4.000 ft y después aproximación directa al fijo inicial de aproximación, ROTEX, a discreción de los pilotos, para que pudieran mejor evitar las tormentas. Se produjo alguna confusión entre los tripulantes sobre si el descenso estaba autorizado por debajo de los 4.000 ft (en los procedimientos ILS a Sevilla RWY-27 se establece una altitud de 2.000 ft). Como en definitiva, la autorización era «a discreción y siguiendo sus procedimientos», decidieron capturar la senda ILS a 4.000 ft, lo que les daría un tiempo de planeo mayor para afinar la maniobra y preparar la llegada.

Durante el descenso en la senda de aterrizaje, una aeronave en despegue solicitaba autorización para desviarse del rumbo de salida hacia la izquierda con objeto de evitar la tormenta. El ruido fuerte de la lluvia contra los parabrisas se recogió en el CVR y vieron en el radar meteorológico que la tormenta se acercaba y que iba a llegar al aeropuerto al mismo tiempo que ellos.

Ya en comunicación con TWR, unos tres minutos antes de la toma y a 3.000 ft de altura recibieron información del controlador, exclusivamente del viento, cuantificado en 240°, 10 kt. En la pista caía una tromba de agua y podía estar encharcada por el fuerte aguacero de hasta 31 mm de intensidad.

En su curso de descenso siguiendo la guía del localizador, no hubo ninguna desviación a lo largo de toda la aproximación, como de observa en la trayectoria seguida, Apéndice A.

Habían hecho los tripulantes las listas de chequeo según los procedimientos y habían configurado el avión con tren abajo y flap 30°; determinaron que la velocidad de referencia era 127 kt. También repasaron los procedimientos de frustrada y de rodadura en tierra con baja visibilidad.

Con la pista a la vista a partir de 1.500 ft prosiguieron el descenso hasta que sonó el aviso de GPWS de 1.000 ft, desconectaron el vuelo automático y pidieron el último viento que era entonces 20°, 15 kt. En esos momentos, efectivamente, el viento, que era del costado izquierdo, comenzó a ponerse en cara y la aeronave se situaba ligeramente por debajo de la senda de planeo. El piloto a los mandos incrementó la potencia de los motores pasando las revoluciones N1 de ambos motores de un ajuste entre 30% y 40% a valores del 65%. La velocidad CAS se acercaba a los 160 kt. La aeronave detuvo el descenso momentáneamente y empezó a subir por encima de senda. Al pasar por los 500 ft el GPWS no dio el aviso pues sólo lo da si se vuela por debajo de la senda. El avión fue desviándose progresivamente de la senda de planeo de tal manera que al pasar por los mínimos estaba al doble de la altura teórica. Redujo motor y mantuvo con pequeñas variaciones el ángulo de asiento («pitch») y la alta velocidad con respecto a la de referencia. Su senda real era de unos 6°.

Una aeronave que desciende a 160 kt de velocidad respecto al terreno en senda de 6° de pendiente lleva un régimen de descenso de 1.700 ft/m. El GPWS funcionó correctamente; con esa velocidad de descenso en cuanto la aeronave bajó de mínimos sonó el aviso de SINK RATE y PULL-UP.

La tensión en cabina por la tormenta, el viento y la lluvia hizo desviarse de los procedimientos aplicables a los pilotos. Hasta en un momento ya por debajo de los 500 ft se le oye al comandante en el CVR pedirle al copiloto «no mires allí, ... estate conmigo, ... quédate conmigo». No se sabe con certeza el motivo de la admonición pero parece denotar una cierta descoordinación y tensión. De hecho la aproximación estaba desestabilizada: La barra de la senda totalmente fuera del Flight Director, un régimen de descenso doble del normal y una velocidad alta y fuera del margen de  $V_{ref} + 20$  que normalmente se usa. De todas formas, la posibilidad de que hubiera un windshear podía inducir a una elección de velocidad más alta, y, por otro lado, la gran longitud de la pista no la desaconsejaría. El régimen de motores era muy alto y cambiante.

No se aprecia una recogida clara antes de la toma. La aeronave que segundos antes del aterrizaje mantenía valores de ángulo de asiento («pitch») incluso negativos, tan solo llegó a nivelarse justo al hacer el primer contacto. Los ángulos del timón de profundidad de sólo 4° que se usaron, están muy por debajo de la capacidad que tiene el mando, de hasta 19°. Se podía haber empleado a fondo esa capacidad para adoptar, bastante antes de la toma, valores de ángulo de asiento de hasta 8°, sin arriesgarse a un posible golpe de cola.

La visibilidad siempre fue relativamente alta pero la nitidez o claridad de visión pudieron estar disminuidas y haber impedido a los pilotos reconocer atinadamente su condición de vuelo. En la última parte de la aproximación, casi encima de la pista y en senda de 6°, la aeronave mantuvo una pendiente directa, hacia el punto de visada, TDZ, en el que hizo el primer contacto. Si hubiera optado por seguir una senda normal de 3°

hubiera alargado el planeo en unos 1.000 m, pero habría disminuido su velocidad de descenso y todavía le quedarían unos 2.000 m para la carrera de frenada.

Después del contacto con tierra se controló la dirección del avión con los pedales a fondo y la aeronave deceleró con la reversa manteniéndose en la pista.

## **2.2. Consideraciones sobre las condiciones meteorológicas**

La tripulación estaba informada desde el inicio del vuelo de que podían encontrar tormentas a su llegada al aeropuerto de Sevilla; antes de iniciar la aproximación confirmaron que efectivamente había una tormenta en la zona del aeropuerto, más adelante la detectaron en el radar meteorológico y, finalmente, pudieron verla físicamente tras los parabrisas de la cabina.

En este caso, la situación a escala sinóptica pronosticaba la probabilidad de tormentas. A escala local, se dispone de sistemas de detección y alerta de rayos para actividades como el repostado de combustible de aviones.

De la información grabada de los anemómetros situados en las cabeceras de la pista, se puede estimar que la perturbación que se desplazó por el aeropuerto de Sevilla alcanzó primero la cabecera 09 y, después de unos minutos, la cabecera 27.

Toda la perturbación, cuyas dimensiones se estiman en unos 15 a 20 km, tardó en pasar sobre Sevilla más de una hora; parte de la zona ocupada por la perturbación se la encontró la aeronave en arribada, quizá volando en el frente de la tormenta. Como puede observarse en los datos de vientos registrados en DFDR, en la figura 10, ochenta segundos antes de la toma de tierra, cambió repentinamente el viento que sentía la aeronave, dejando de ser del rumbo 170° y 10 kt para ponerse del oeste, 230°, con intensidades crecientes, desde 5 a 20 kt, durante la aproximación.

Por otra parte, en la gráfica de velocidades CAS y GSPD se aprecia una cizalladura del viento («wind-shear») de cierta magnitud justo antes de la toma, cuando la TAS oscila entre  $\pm 6$  kt. También en los registros de intensidad del viento grabado en el DFDR se observa un decaimiento de este, hasta anularse en la toma. Unas decenas de segundo antes, la intensidad había llegado a ser de 20 kt, cuando la aeronave se encontraba en mitad de la aproximación. Esto indica que la tormenta pudo desestabilizar la aproximación a causa de las descendencias asociadas al fuerte aguacero, la turbulencia y la cizalladura del viento, pero no de una manera excepcional; esto se confirma con el hecho de que no se activó el aviso WINDSHEAR del sistema GPWS.

En consecuencia, se considera que los fenómenos asociados a la tormenta afectaron a la estabilidad de la aproximación, pero no justifican que la tripulación no la abortara al comprobar que no estaba siendo estabilizada.

### **2.3. Secuencia probable del accidente**

Después de una aproximación final desestabilizada por un viento en cara cambiante, el avión hizo una toma muy dura en actitud de ligero picado de  $-2,3^\circ$ . Tanto las ruedas principales como las de morro tocaron el suelo simultáneamente, alcanzándose aceleraciones verticales de 5,3 g. Durante el contacto inicial se dobló el eje de las ruedas de morro.

El sensor aire-tierra de la pata izquierda del tren de aterrizaje principal (MLG-LH) anticipó la señal de tierra un cuarto de segundo antes que las de las otras dos patas y la mantuvo hasta el final, salvo en la lectura de DFDR correspondiente al segundo 1,5. La señal de tierra de la pata derecha del tren de aterrizaje principal (MLG-RH) se mantuvo desde el momento de la toma hasta 3 segundos después de esta. La señal de tierra de la pata de morro se puso en modo aire en los segundos 1,5 y 1,75 tras la toma, y después alternó de forma intermitente entre el modo aire y el modo tierra desde el segundo 3,5 hasta que la aeronave paró su carrera totalmente.

Tras el primer contacto con la pista, el avión rebotó alcanzando un instante de práctica ingravidez con un valor de 0,27 g de aceleración vertical. Los spoilers de tierra se desplegaron desde el segundo 1 hasta el segundo 3 tras la toma; en esos instantes se disponía de presión de frenado en las dos patas de tren principal. En el segundo 2,5 tras la toma se registró un nuevo máximo de aceleración vertical de 2,8 g coincidente con un pico de aceleración longitudinal de  $-0,47$  g.

Se interpreta que, en el primer contacto del avión con las tres patas se activó la señal de tierra en el micro de la RH-MLG y en el micro de la NLG; al mismo tiempo se revolucionaban las cuatro ruedas principales. La señal de spin-up de las ruedas principales, estando armados los spoilers de tierra, permitió que estos se desplegaran inmediatamente. El avión, que rebotaba, perdió su sustentación sin haber despegado su rueda derecha del suelo y volvió a caer. En este segundo contacto con la pista, coincidieron en la pata derecha altas cargas verticales del avión no sustentado y cargas horizontales de fricción generadas por la acción de los frenos. Efectivamente, el piloto estaba pisando los frenos a fondo estando con el antiskid activado, como corresponde a un aterrizaje en pista mojada. En esas condiciones la acción de frenado sería fuerte.

La reacción en el apoyo posterior de la pata del tren a la carga vertical, en conjunción con la reacción al momento producido por la fricción del neumático, hizo que cediera la estructura de soporte del apoyo posterior en la viga del tren (LGB). En el segundo 3 después de la toma se separaría parcialmente la pata derecha, rompiendo la instalación del sensor aire-tierra, que a partir de ese momento daba indicación de "aire". A partir de ese momento se perdió la capacidad de frenada hasta que se actuó con toda decisión el empuje de reversas.

Por otra parte, es posible que, la toma extremadamente dura en el tren de morro, no solo doblara el eje de sus ruedas, sino que también afectara al funcionamiento de su sensor de «aire-tierra» haciendo que este fuera errático.

## 2.4. Mecanismo de rotura de la estructura soporte del tren MLG-RH

Como no se han apreciado defectos del material, ni desviaciones de sus características mecánicas, en las piezas fracturadas, se debe estimar que las roturas se produjeron por sobrecargas en los momentos del impacto del aterrizaje en los que se registraron altos valores generales de aceleraciones de la aeronave.

Bajo cargas de tierra verticales, transmitidas por la pata de tren derecho a la viga LGB, falló en primer lugar el bulón fusible, de su apoyo en el larguero posterior, como prevé el diseño. Al ceder el apoyo posterior, la pata se desplazó hacia atrás, saliéndose el muñón de articulación («trunnion») delantero de su alojamiento. Seguidamente, las fuerzas hacia atrás y laterales sobre las ruedas cargaron la riostra lateral («side strut») hasta su fractura. Toda la pata quedó entonces colgando de un único punto, el muñón de articulación («trunnion») posterior, y fue arrastrada por la aeronave hasta la parada final.

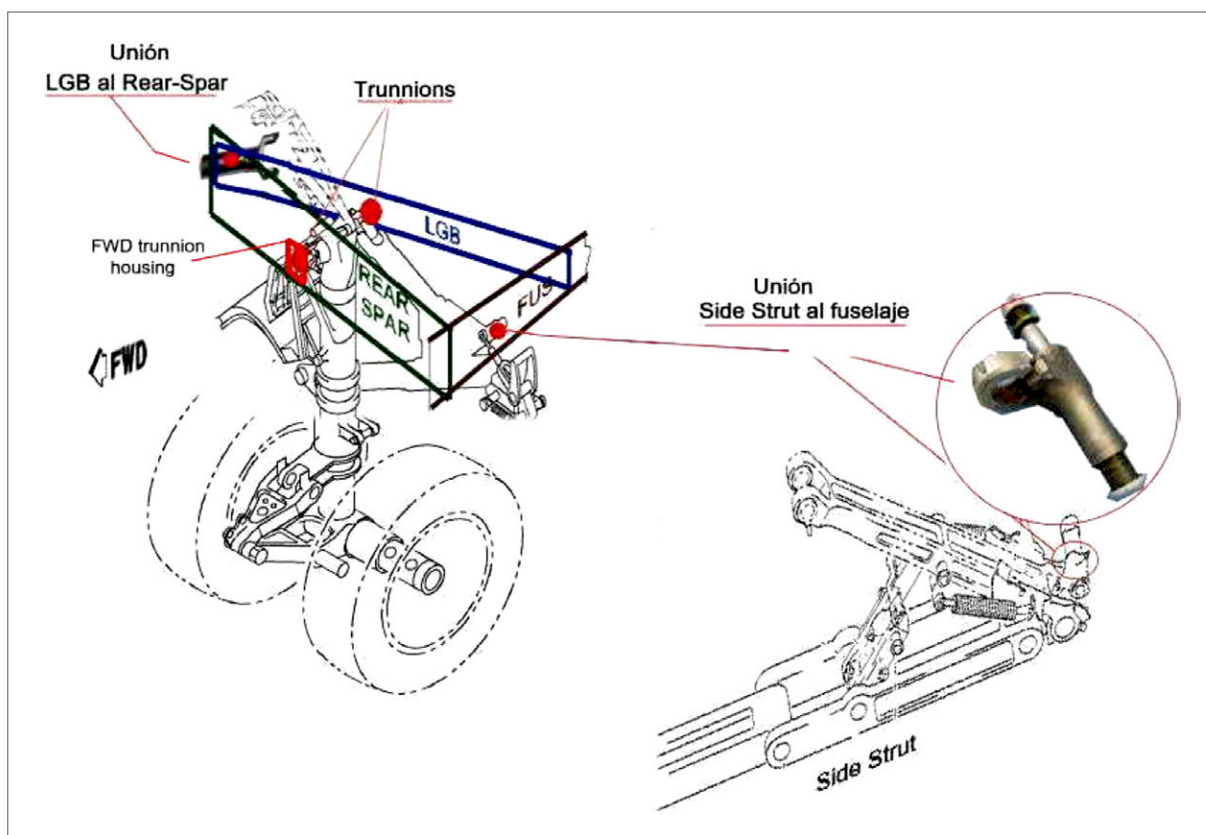


Figura 21. Principales roturas estructurales



### 3. CONCLUSIÓN

#### 3.1. Conclusiones

- La tripulación estaba cualificada para el vuelo.
- La aeronave tenía un certificado de aeronavegabilidad válido.
- Se hizo un despacho técnico del vuelo con toda normalidad en Orán.
- La aeronave con 101 pasajeros y seis tripulantes volaba con peso cercano al máximo de aterrizaje.
- Había previsión de riesgo de tormentas en el aeropuerto de destino, Sevilla.
- La tripulación estaba advertida de ese riesgo y se mantuvo informada en todo momento de la evolución de la situación meteorológica.
- Aunque la torre de control no informó explícitamente de la situación de tormentas con chubascos fuertes y aparato eléctrico, la tripulación observaba los núcleos tormentosos y apreció que llegaría a Sevilla en plena tormenta.
- La senda de planeo del ILS se capturó con bastante antelación, cuando la aeronave estaba a una altura aproximada de 4.000 ft.
- A pesar de la tormenta y la lluvia, la tripulación vio la pista cuando descendían a través de los 1.500 ft de altura.
- La velocidad de referencia era de 127 kt y la aeronave descendía a 157 kt aproximadamente.
- Establecidos en la senda de planeo del ILS la tripulación tuvo dificultades para mantener la altura correcta en la senda. El viento cambiante obligó a cambios de potencia del avión a partir de los 700 ft.
- Con un exceso de potencia y de velocidad, la aeronave se desvió verticalmente y hacia arriba de la senda de planeo, situándose en una senda con pendiente de unos 6° cuando atravesaban la altura de decisión, con la pista a la vista.
- Orientada a la pista y dirigiéndose al punto de visada, la aeronave adquirió velocidades de descenso muy elevadas, correspondientes a la velocidad de vuelo y pendiente de la senda que estaban siguiendo.
- El último viento reportado por la torre de control era de 240°, 15 kt.
- No sonaron avisos de WINDSHEAR en el GPWS, por lo que se estima que no hubo variaciones bruscas de viento.
- Sonaron los avisos de SINK RATE y PULL-UP pero el Comandante decidió continuar el aterrizaje. El Copiloto no advirtió de las desviaciones que se estaban produciendo respecto de la senda de planeo, de la velocidad de referencia y de los altos regímenes de descenso.
- El avión impactó con gran violencia contra la pista rompiéndose la pata derecha del tren de aterrizaje principal, que colapsó y giró hacia atrás separándose parcialmente del avión.
- Se consiguió controlar y frenar el avión hasta su parada empleando a fondo el empuje invertido.
- El avión se evacuó en emergencia en mitad de la pista y en medio de la tormenta.
- No se produjo incendio, ni lesiones graves entre los pasajeros y tripulantes.

- El avión resultó reparable aunque se observaron defectos producidos por los altos niveles de esfuerzos soportados.
- Las roturas primarias en la pata de tren afectaron a una unión prevista como eslabón débil o fusible, y a otra pieza, de unión de la riostra lateral o «side strut» del tren de aterrizaje al fuselaje.

### 3.2. Causas

El accidente se produjo por la realización de un aterrizaje muy duro, durante el que se rompió la pata derecha del tren de aterrizaje principal, como consecuencia de una aproximación no estabilizada.

La aeronave se desestabilizó durante la aproximación por realizarse ésta en condiciones meteorológicas de tormentas con chubascos fuertes y aparato eléctrico, y no seguir estrictamente la tripulación los procedimientos estándar aplicables.

#### **4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD**

No se han formulado recomendaciones de seguridad.



# **APÉNDICES**



## **APÉNDICE A**

### **Mapas de trayectorias**





Figura A-1. Trayectoria del vuelo realizado

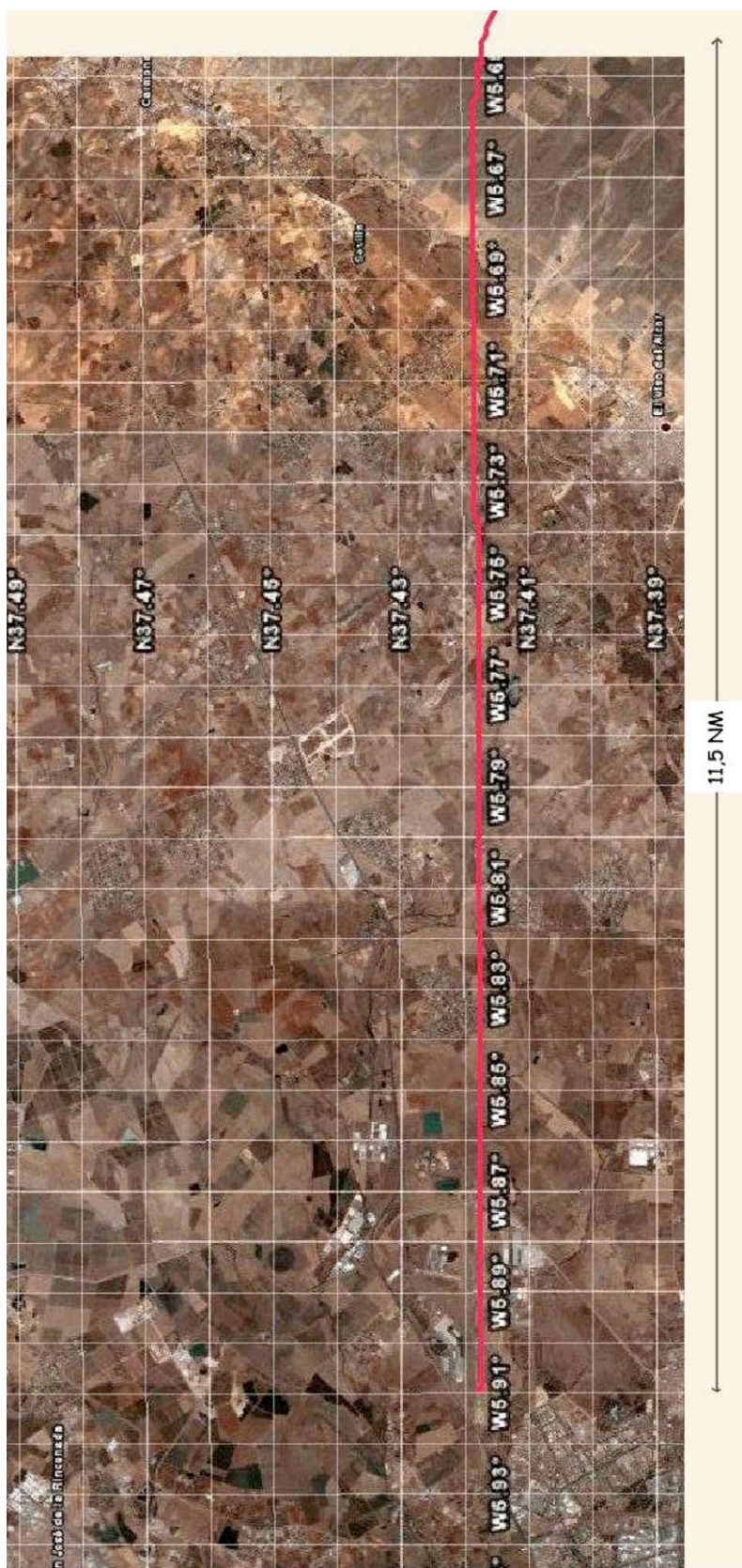


Figura A-2. Trayectoria en aproximación final

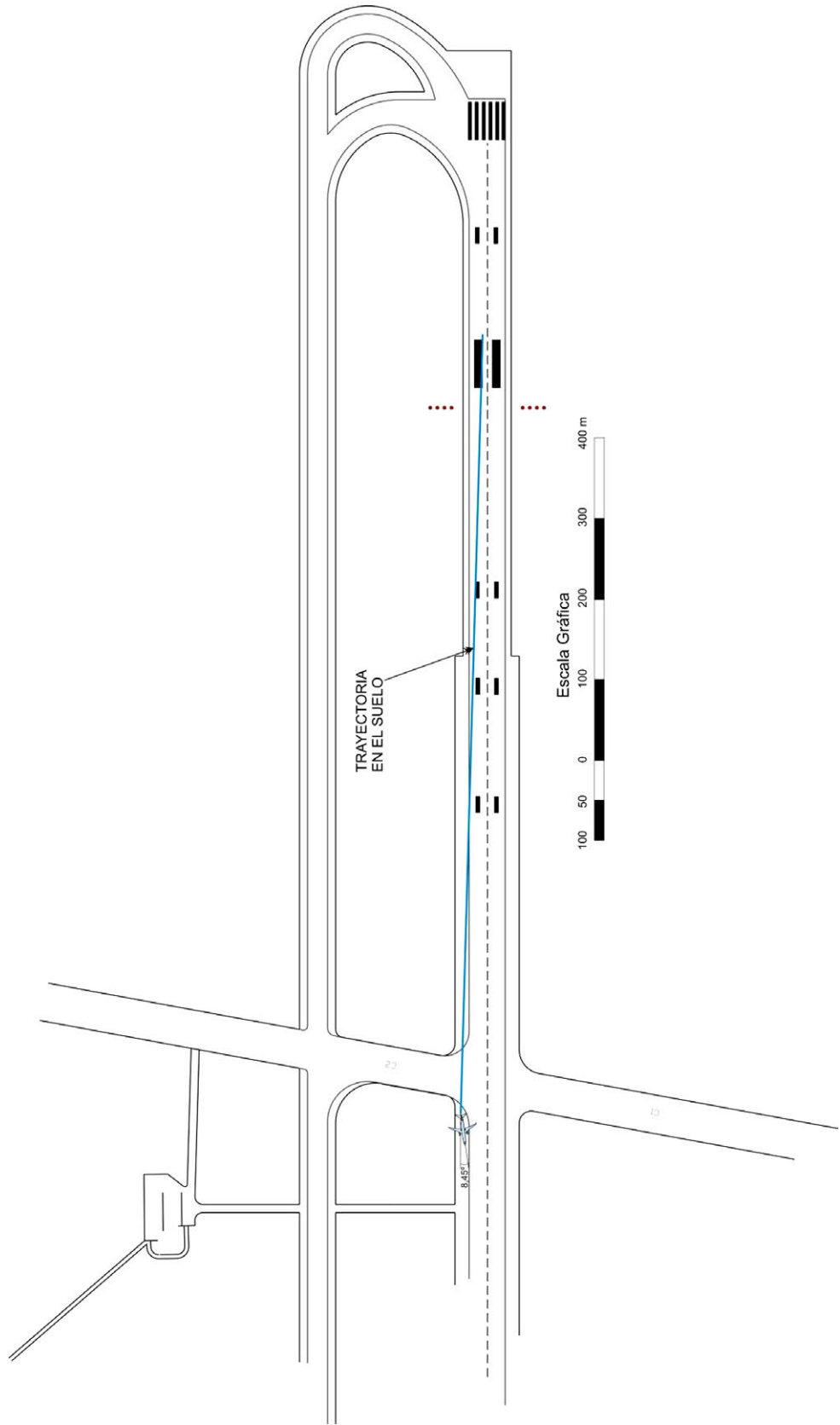


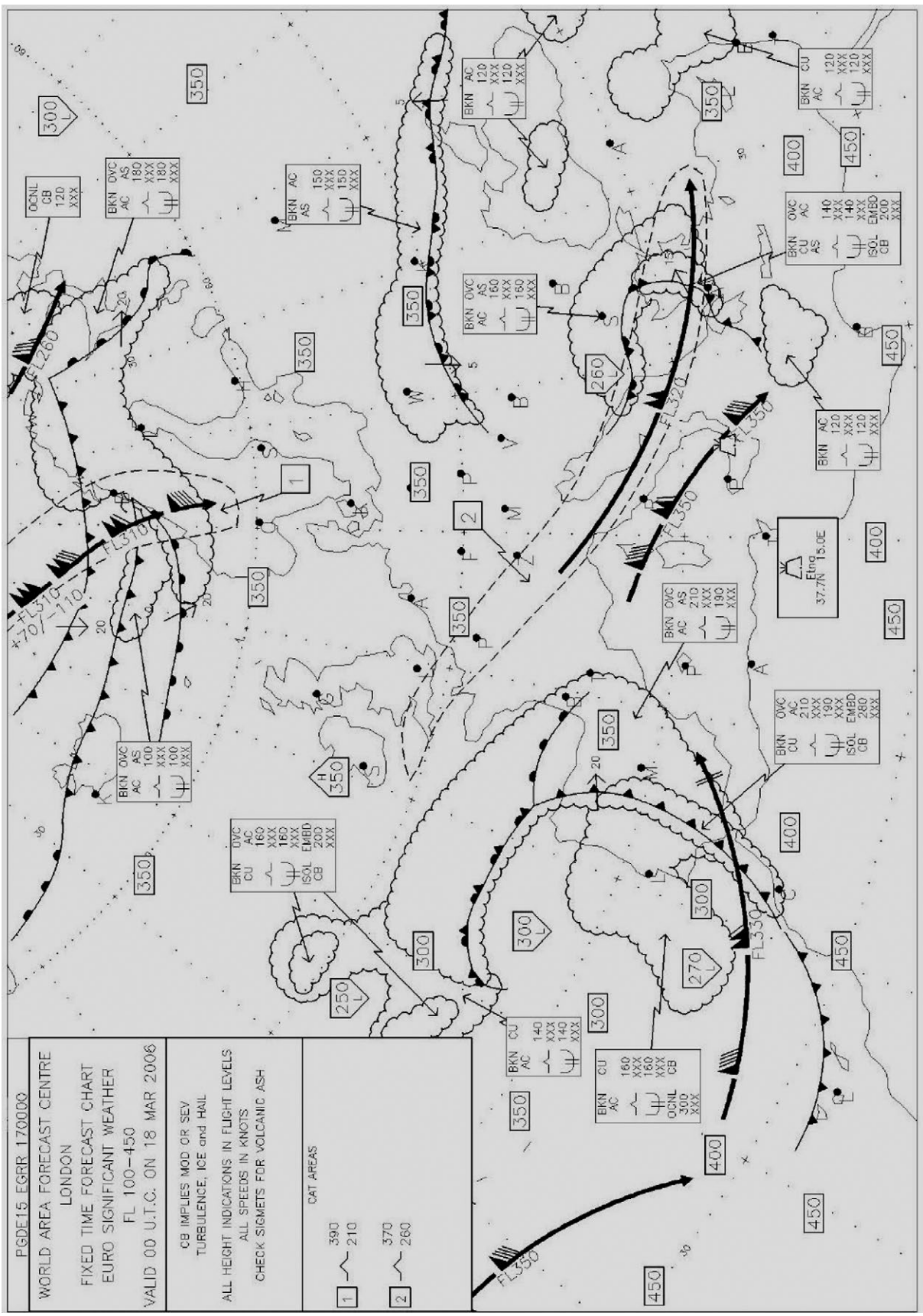
Figura A-3. Trayectoria en el suelo

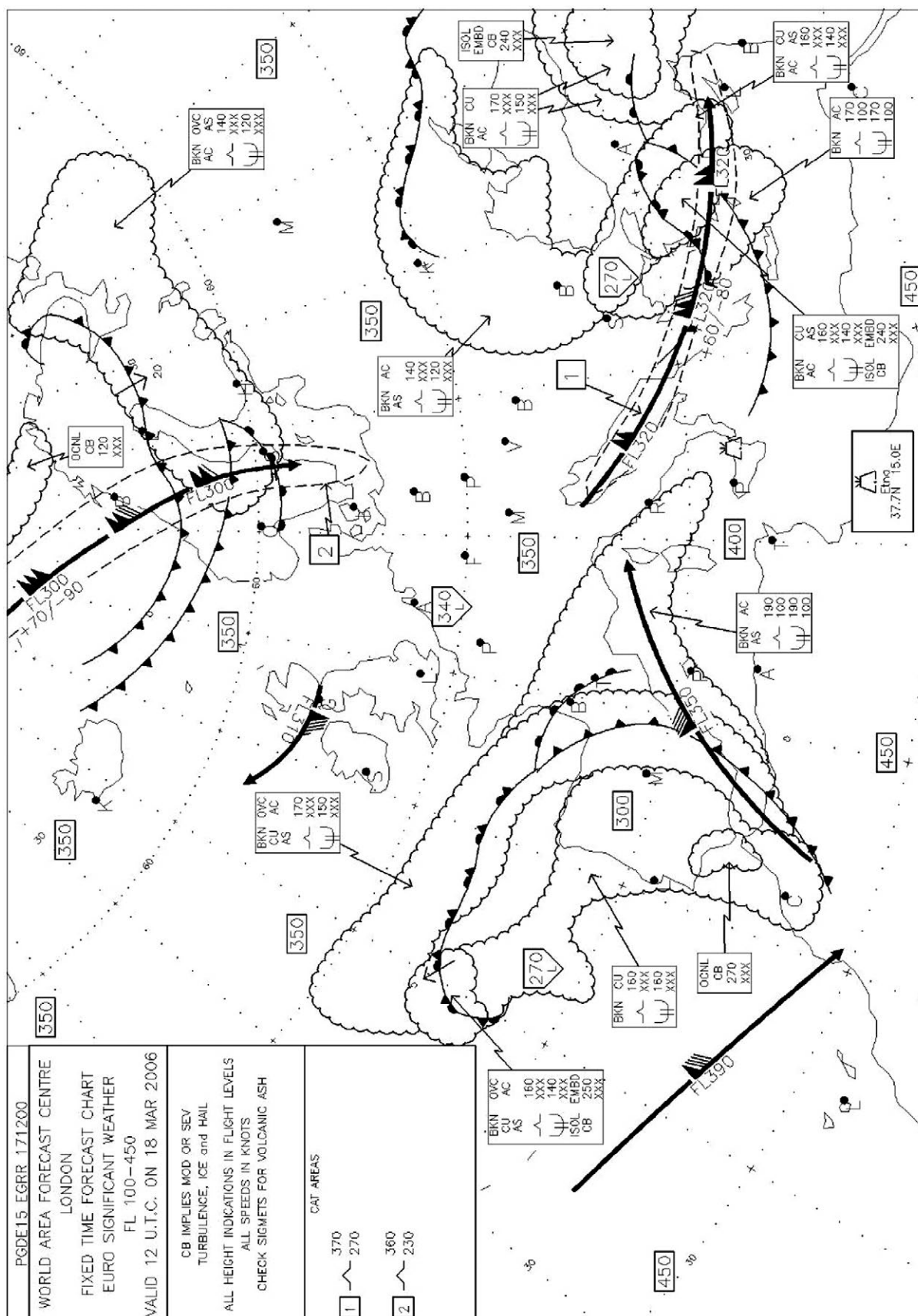


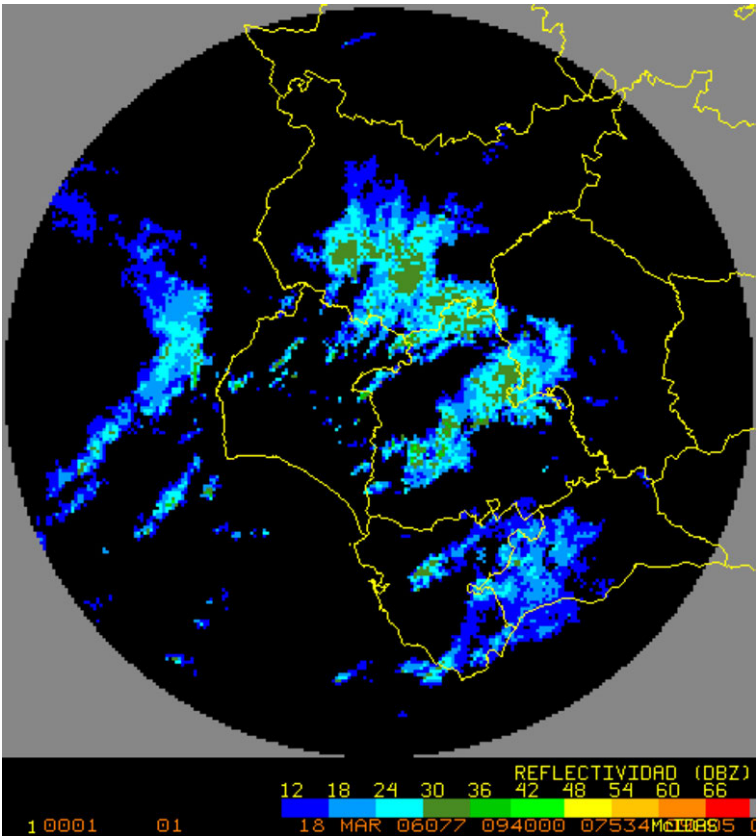
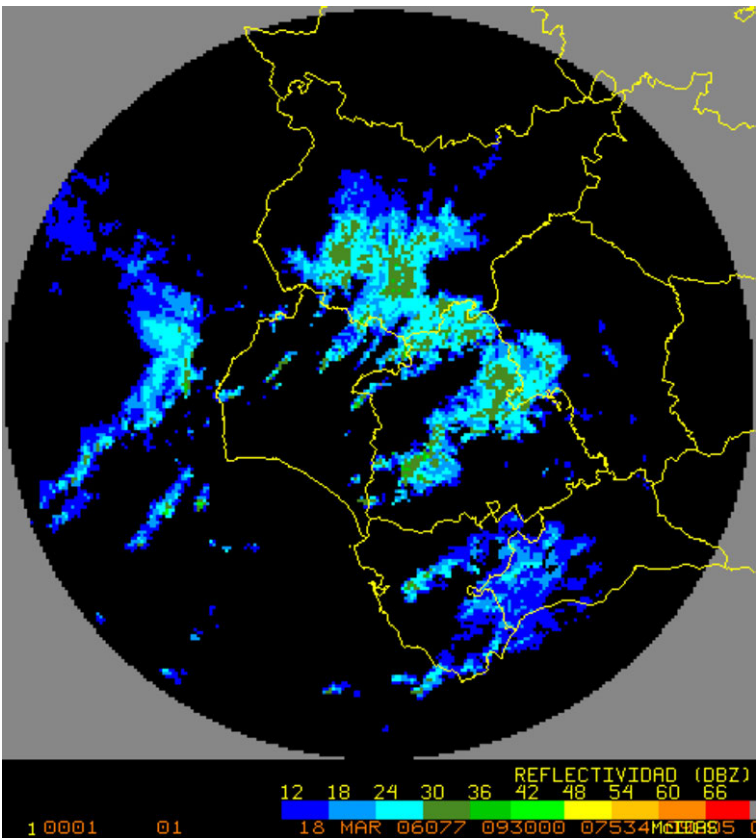
## **APÉNDICE B**

### **Meteorología**











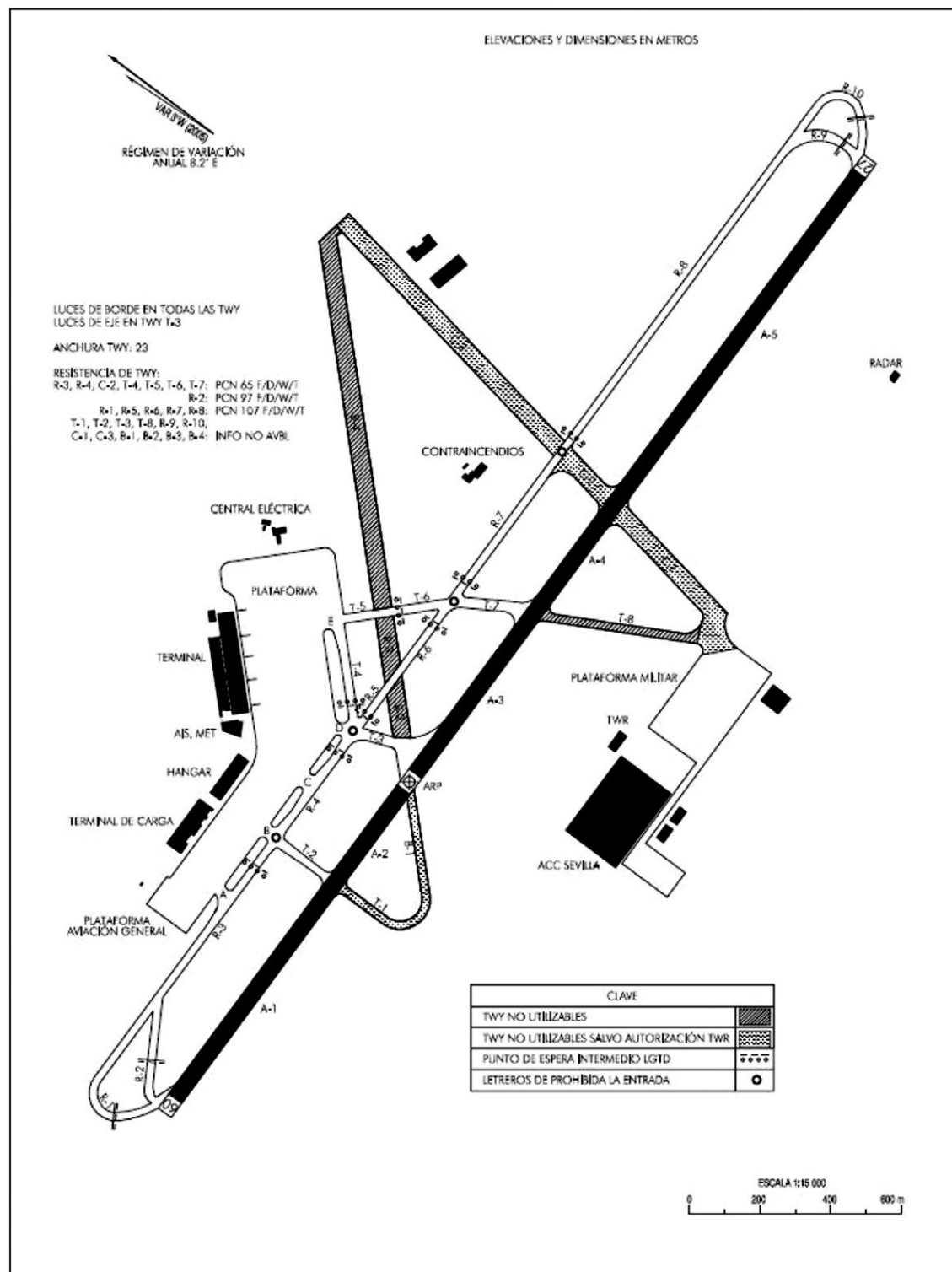
## **APÉNDICE C**

### **Información aeronáutica (AIP)**



AIP  
ESPAÑAAD 2-LEZL GMC  
WEF 12-MAY-05PLANO DE AERÓDROMO PARA  
MOVIMIENTOS EN TIERRA-OACIELEV  
PLATAFORMA  
26.2 mTWR 118.10  
GMC 121.70

SEVILLA



AIS-ESPAÑA

AIRAC AMDT 05/05

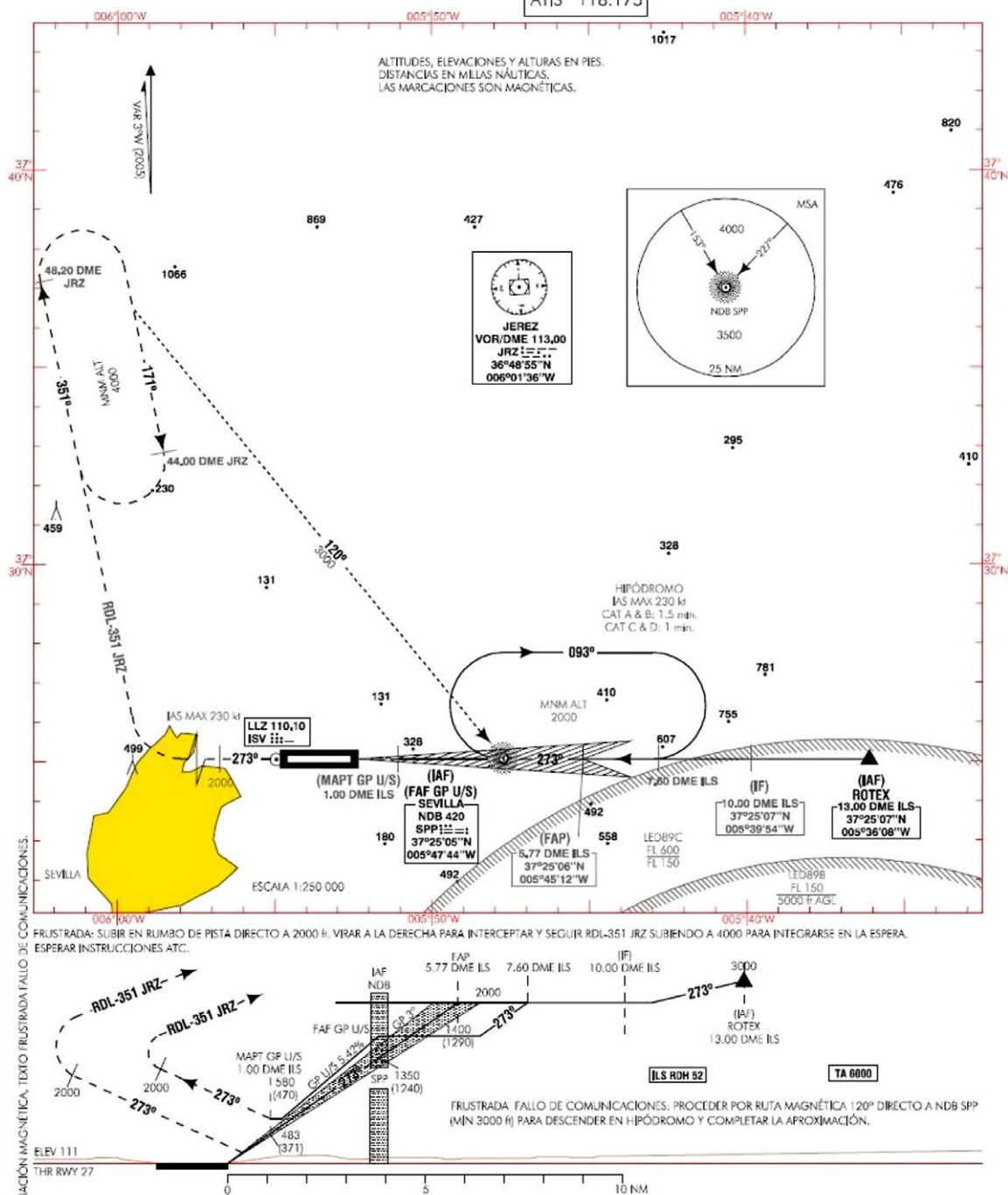
# Informe técnico A-011/2006

CARTA DE APROXIMACIÓN  
POR INSTRUMENTOS-OACI

ELEV AD  
111

APP 128.500  
TWR 118.100  
GMC 121.700  
ATIS 118.175

SEVILLA  
NDB-ILS/DME-VOR/DME  
RWY 27



HGT REF ELEV THR RWY 27

| OCA/H                        | A            | B            | C            | D            |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2.5%                         | 298<br>(187) | 310<br>(199) | 318<br>(207) | 329<br>(218) |
| GP U/S                       | 580<br>(470) |              |              |              |
| En circuito<br>(H) sobre 111 | 630<br>(520) | 630<br>(520) | 990<br>(880) | 990<br>(880) |

WEF 12-MAY-05 (AIRAC AMDT 05/05)

| GS                           | kt     | 80     | 100    | 120   | 140   | 160   | 180   |
|------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| FAP-THR: 5.77 NM             | mins   | 4:20   | 3:28   | 2:53  | 2:28  | 2:10  | 1:55  |
| FAF-MAPT: 2.76 NM            | mins   | 2:04   | 1:39   | 1:23  | 1:11  | 1:02  | 0:55  |
| ROD 5.24%                    | ft/min | 425    | 531    | 637   | 743   | 849   | 955   |
| ROD GP U/S: 5.42 %           | ft/min | 439    | 549    | 659   | 768   | 878   | 988   |
| ALT/HGT DME (ILS) FNA GP U/S |        |        |        |       |       |       |       |
| 13 DME                       | 12 DME | 11 DME | 10 DME | 9 DME | 8 DME | 7 DME | 6 DME |
| 5 DME                        | 4 DME  | 3 DME  | 2 DME  | 1 DME |       |       |       |
|                              |        |        |        |       |       |       |       |

AIP-ESPAÑA

AD 2-LEZL IAC/2

**APÉNDICE D**  
**«Cockpit Voice Recorder».**  
**Selección de la transcripción**  
**de las grabaciones**



| Hora UTC | Tiempo (s) | T hh:mm:ss | Estación | Contenido                                                                                                                                                                                                | Observación                                                                         |
|----------|------------|------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 9:05:05  | -1.741     | 0:29:01    |          |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                     |
| 9:05:25  | -1.721     | 0:28:41    | ATIS     |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                     |
| 9:06:00  | -1.686     | 0:28:06    | ATIS     | ... 160°/12 kt visibility 5000 m                                                                                                                                                                         |                                                                                     |
| 9:07:35  | -1.591     | 0:26:31    | Capt     | ...                                                                                                                                                                                                      | Repasa en alta voz el procedimiento ILS de aproximación a la rwy 27 y de frustrada. |
| 9:09:25  | -1.481     | 0:24:41    | Capt     | Lista de chequeo de descenso y aproximación                                                                                                                                                              |                                                                                     |
| 9:09:45  | -1.461     | 0:24:21    | Capt     | ... entonces 127 132 ...                                                                                                                                                                                 | Velocidades de referencia y go-around                                               |
| 9:10:05  | -1.441     | 0:24:01    | Capt     | ... descenso antes de dos minutos ... 15°                                                                                                                                                                | Posición de flaps                                                                   |
| 9:11:25  | -1.361     | 0:22:41    | Cop      | Sevilla de Air Algerie 2652 solicitamos descenso                                                                                                                                                         |                                                                                     |
| 9:11:32  | -1.354     | 0:22:34    | ATC      | 2675 Recibido. Stand-by                                                                                                                                                                                  |                                                                                     |
| 9:11:37  | -1.349     | 0:22:29    | Cop      | O.K.                                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
| 9:12:03  | -1.323     | 0:22:03    | ATC      | Air Algerie 2652 descienda nivel de vuelo 250                                                                                                                                                            |                                                                                     |
| 9:14:29  | -1.177     | 0:19:37    | Capt     | ...                                                                                                                                                                                                      | Repasan procedimiento en tierra y follow me                                         |
| 9:15:08  | -1.138     | 0:18:58    | ATC      | AirAlgerie 2652 para continuar descenso llame a Sevilla en 134 decimal 8                                                                                                                                 |                                                                                     |
| 9:15:20  | -1.126     | 0:18:46    | Cop      | ...                                                                                                                                                                                                      | Comunica con APP                                                                    |
| 9:15:25  | -1.121     | 0:18:41    | ATC      | Air Algerie 2652 ... identificado ... continúe descenso a 190 y proceda directo a ROTEX.                                                                                                                 |                                                                                     |
| 9:17:27  | -999       | 0:16:39    | ATC      | Air Algerie descienda a 170                                                                                                                                                                              |                                                                                     |
| 9:18:35  | -931       | 0:15:31    | Capt     | Se está poniendo tormentoso                                                                                                                                                                              |                                                                                     |
| 9:19:33  | -873       | 0:14:33    | ATC      | Air Algerie descienda a 150                                                                                                                                                                              |                                                                                     |
| 9:22:08  | -718       | 0:11:58    | ATC      | Air Algerie descienda a 130                                                                                                                                                                              |                                                                                     |
| 9:22:45  | -681       | 0:11:21    | ATC      | Air Algerie 2652 para continuar descenso llame a Sevilla APP en 120 decimal 8                                                                                                                            |                                                                                     |
| 9:23:00  | -666       | 0:11:06    | APP      | ... contacto radar continúe descenso a nivel de vuelo 90                                                                                                                                                 |                                                                                     |
| 9:23:05  | -661       | 0:11:01    | ATIS     | ... ATIS information kilo ... visibilidad 3.000 m RVR en la zona de toma mayor de 2.000 tormenta con lluvia nubes dispersas Cb 1.500 ft nuboso a 2.000 ft temperatura 14 punto de rocío 14 QNH 1.001 ... |                                                                                     |
| 9:23:35  | -631       | 0:10:31    | APP      | ... la tormenta está posicionada sobre el campo de vuelo y a mi parecer esta al noreste ... requiera ... 10 grados a la izquierda para evitar la tormenta                                                | APP responde a otro tráfico de salida de Sevilla                                    |
| 9:23:51  | -615       | 0:10:15    | Capt     | No ... escucha el informe meteo ... tendrás tormenta ...                                                                                                                                                 |                                                                                     |
| 9:23:58  | -608       | 0:10:08    | APP      | ... Air Algerie 2652 QNH en Sevilla 1.001 descienda a 4.000 ft nivel de transición 75                                                                                                                    |                                                                                     |
| 9:24:52  | -554       | 0:09:14    | Cop      | Sevilla Air Algerie ... tormenta ... nos puede precisar más los procedimientos.                                                                                                                          |                                                                                     |
| 9:25:07  | -539       | 0:08:59    | APP      | Air Algerie esta autorizado a aproximación ILS pista 27 en Sevilla QNH 1.001 ... a su discreción directo a ROTEX y sobre ROTEX por sus procedimientos ILS                                                |                                                                                     |

## Informe técnico A-011/2006

| Hora UTC | Tiempo (s) | T hh:mm:ss | Estación | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Observación                                                                                                                                          |
|----------|------------|------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9:25:15  | -531       | 0:08:51    | Cop      | O.K. abajo cuatro mil pies autorizado a ILS pista 27 Air Algerie                                                                                                                                                                                                                                    | Copiloto entiende que la autorización de descenso es hasta 4.000 ft                                                                                  |
| 9:25:25  | -521       | 0:08:41    | Capt     | ... nos dio 4000 .. si ... Si ... dijo a su discreción por lo tanto ... estamos a 29 estamos lejos todavía ... lo iremos alcanzando ... estamos por debajo de la senda ... es inútil ... para evitar esto ...                                                                                       |                                                                                                                                                      |
| 9:26:03  | -483       | 0:08:03    | Cop      | Podemos rodear por la izquierda? Air Algerie                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                      |
| 9:26:10  | -476       | 0:07:56    | APP      | Sí a su discreción                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                      |
| 9:26:13  | -473       | 0:07:53    | Capt     | 273 ejecuta ... gracias ... aquí estamos                                                                                                                                                                                                                                                            | Alcanzan el radial 273 ????                                                                                                                          |
| 9:26:23  | -463       | 0:07:43    | Capt     | Empezaré ... no todavía ... estamos lejos ... a 26 NM ... y 3.500 ...                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                      |
| 9:27:03  | -423       | 0:07:03    | Capt     | Vamos a identificarlos ... puedes poner ILS dual ...                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                      |
| 9:27:23  | -403       | 0:06:43    | Capt     | Identificado ... Me temo que esta/e llega hasta el campo ... hasta que esté «terminado»                                                                                                                                                                                                             | Posible alusión a una tormenta o nube en la que entran                                                                                               |
| 9:27:56  | -370       | 0:06:10    | Capt     | Así que, 2.000 ft interceptaremos la senda a 5,8 más 6 hacen 6 y 6 ... a 12 NM la senda a 4.000 ft ... lo ves se está poniendo serio ... pero este ...                                                                                                                                              | Parecen comentarios sobre el cálculo del punto en el que capturarán la senda, sobre ROTEX y a 4000 ft entremezclados con comentarios sobre el tiempo |
| 9:28:30  | -336       | 0:05:36    | APP      | Si señor usted puede volar a su discreción para interceptar el localizador teniendo en cuenta la tormenta ... a su discreción.                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                      |
| 9:28:41  | -325       | 0:05:25    | APP      | Air Algerie 2653 Sevilla no tengo información del tiempo en mi pantalla lo siento.                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                      |
| 9:28:52  | -314       | 0:05:14    | Capt     | Si ... dijiste ... No no tengo la senda aquí ... todo está bien ... Así que 15 NM podemos empezar a reducir porque aquella ... está en el camino acercándose ...                                                                                                                                    |                                                                                                                                                      |
| 9:29:10  | -296       | 0:04:56    | Capt     | Lo haremos así ... reduce el alcance ponlo en 10 ó en 20 ... en 10 estará bien ... llegaremos al mismo tiempo ... lo ves ... que podemos hacer ...                                                                                                                                                  | Parece que especulan con que la tormenta, que observan en el radar meteorológico, llegará al campo al mismo tiempo que el avión.                     |
| 9:30:02  | -244       | 0:04:04    | APP      | Air Algerie contacte Torre 118 decimal 1                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                      |
| 9:30:49  | -197       | 0:03:17    | TWR      | 2652 buenos días autorizado a aterrizar pista 27 el viento es 240 10 kt.                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                      |
| 9:31:05  | -181       | 0:03:01    | EGPWS    | Twenty five hundred                                                                                                                                                                                                                                                                                 | El sistema EGPWS anuncia el paso por 2.500 ft de altura                                                                                              |
| 9:31:13  | -173       | 0:02:53    | Capt     | Si aquí está ... está empezando a ...                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                      |
| 9:31:19  | -167       | 0:02:47    | Capt     | (Sonido de limpia parabrisas y de chaparrón de lluvia) ... 7 NM ves ... llegamos al mismo tiempo ... lo ves ... ves la otra ... espera ... espera un poco más de tiempo ... estamos lejos 7 NM vamos a arrastrar para nada ... tenemos que tener cuidado en final con el viento porque ... 1.700 ft |                                                                                                                                                      |
| 9:31:53  | -133       | 0:02:13    | Capt     | Llegaremos al mismo tiempo, ¿te das cuenta? ... 1.500 ft tren abajo                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                      |
| 9:32:07  | -119       | 0:01:59    | Capt     | Flaps 15 lista de chequeo de aterrizaje                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                      |

| Hora UTC | Tiempo (s) | T hh:mm:ss | Estación   | Contenido                                                                                                                                                                        | Observación |
|----------|------------|------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 9:32:16  | -110       | 0:01:50    | Capt y Cop | Altimeter 1001 1500, Speedbrakes armados, Tren de aterrizaje luces verdes, Flaps 15 luz verde, pista a la vista                                                                  |             |
| 9:32:35  | -91        | 0:01:31    | Capt       | Espera un segundo ... te daré ... 1.000 ft 30 ... (EGPWS one thousand) , completada la lista de aterrizaje ... 30 verde ... O.K. vuelo en manual reciclar «menos 10» ... gracias |             |
| 9:33:05  | -61        | 0:01:01    | Capt       | Es mejor continuar en manual que ... pide el último viento.                                                                                                                      |             |
| 9:33:15  | -51        | 0:00:51    | TWR        | El viento ahora 240 15 kt                                                                                                                                                        |             |
| 9:33:33  | -33        | 0:00:33    | Capt       | Aquí estamos, esto empieza a ... deberíamos estar bien advertidos de que ... el viento ... te preocupas por el viento ...                                                        |             |
| 9:33:37  | -29        | 0:00:29    | EGPWS      | five hundred                                                                                                                                                                     |             |
| 9:33:42  | -24        | 0:00:24    | Capt       | No mires allí por favor ... estate conmigo ... quédate conmigo O.K.                                                                                                              |             |
| 9:33:52  | -14        | 0:00:14    | EGPWS      | Two hundred                                                                                                                                                                      |             |
| 9:33:57  | -9         | 0:00:09    | EGPWS      | Minimums                                                                                                                                                                         |             |
| 9:33:59  | -7         | 0:00:07    | EGPWS      | Sink rate                                                                                                                                                                        |             |
| 9:34:00  | -6         | 0:00:06    | EGPWS      | Pull up                                                                                                                                                                          |             |
| 9:34:01  | -5         | 0:00:05    | EGPWS      | Pull up                                                                                                                                                                          |             |
| 9:34:02  | -4         | 0:00:04    | EGPWS      | Pull up                                                                                                                                                                          |             |
| 9:34:03  | -3         | 0:00:03    | EGPWS      | Pull up                                                                                                                                                                          |             |
| 9:34:04  | -2         | 0:00:02    | EGPWS      | Sink rate                                                                                                                                                                        |             |
| 9:34:05  | -1         | 0:00:01    | EGPWS      | Sink rate                                                                                                                                                                        |             |
| 9:34:06  | 0          | 0:00:00    |            | Ruido del impacto del tren de aterrizaje                                                                                                                                         |             |
| 9:34:13  | 7          | 0:00:07    | JKK6605    | Tripulación de una aeronave en el punto de espera 27. Informa a TWR que Air Algerie ha sufrido daños en el tren al aterrizar                                                     |             |
| 9:34:25  | 19         | 0:00:19    | Capt       | Cuidado                                                                                                                                                                          |             |
| 9:34:40  | 34         | 0:00:34    | Capt       | Cuidado con la tormenta                                                                                                                                                          |             |
|          |            |            | TCP        | ¿Abrimos las puertas?                                                                                                                                                            |             |
|          |            |            | Capt       | Hemos llegado ... Sí ... si abrir                                                                                                                                                |             |
|          |            |            | TCP        | ¿Las dos?                                                                                                                                                                        |             |
|          |            |            | Capt       | Abrir las dos ... abrir ambas ... por el momento no hay nada ... os pido que evacuéis tan pronto como ...                                                                        |             |
|          |            |            | TCP        | ¿ Hemos de evacuar?                                                                                                                                                              |             |
|          |            |            | —          | Evacuación, evacuación                                                                                                                                                           |             |
| 9:35:14  | 68         | 0:01:08    | Capt       | No, no ... espera todavía no hemos desconectado ...                                                                                                                              |             |
|          |            |            | —          | fin de la grabación                                                                                                                                                              |             |



## **APÉNDICE E**

### **Fotografías**





Foto 1. Vista general de la aeronave



Foto 2. Vista lateral derecha



Foto 3. Vista lateral izquierda. Parte delantera



Foto 4. Vista lateral izquierda. Parte trasera



Foto 5. Vista lateral izquierda. Detalle de la pata derecha del tren principal de aterrizaje



Foto 6. Cabina de pasajeros. Panel de sobrecabeza desprendido

