

RESUMEN DE DATOS
LOCALIZACIÓN

Fecha y hora	6 de enero de 2002; 13:18 h UTC
Lugar	Aeropuerto de Fuerteventura (Las Palmas)

AERONAVE

Matrícula	D-AHLJ
Tipo y modelo	BOEING 737-400
Explotador	Hapag Lloyd

Motores

Tipo y modelo	CFMI CFM56-3B/3C1
Número	2

TRIPULACIÓN
Piloto al mando

Edad	52 años
Licencia	Piloto de transporte de línea aérea – Avión
Total horas de vuelo	12.790 h
Horas de vuelo en el tipo	7.970 h

LESIONES

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			6
Pasajeros			82
Otras personas			

DAÑOS

Aeronave	Daños menores en el tren de aterrizaje
Otros daños	Ninguno

DATOS DEL VUELO

Tipo de operación	Trans. aéreo comercial – No regular inter. pasajeros
Fase del vuelo	Aproximación y aterrizaje

INFORME

Fecha de aprobación	29 de marzo de 2006
---------------------	----------------------------

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del vuelo

La aeronave D-AHLJ, un Boeing 737-400, realizaba el día 6 de enero de 2002, el vuelo HF-7291, en operación charter de transporte de pasajeros de Amsterdam a Fuerteventura. A bordo de la aeronave viajaban 82 pasajeros, con una tripulación compuesta por seis tripulantes, dos de los cuales eran tripulantes técnicos y cuatro tripulantes de cabina de pasajeros. Había despegado a las 09:16 h UTC¹ de Ámsterdam (EHAM), y después de unas cuatro horas de vuelo comenzaba la aproximación al aeropuerto de Fuerteventura pasadas las 13:00 h UTC. Las reglas con las que se conducía el vuelo eran instrumentales, IFR, y las condiciones meteorológicas también instrumentales, IMC.

Efectivamente, la situación atmosférica se caracterizaba por una tormenta de polvo del Sahara africano que afectaba decisivamente a la visibilidad tanto horizontal, 500 m, como vertical que se estimaba como indeterminada. Los vientos eran del Sureste con intensidad de unos 20 kt con rachas de 28 kt.

En esas condiciones la aeronave realizó una primera aproximación instrumental, de no-precisión, directa a la pista 19, con ayuda VOR-DME; la primera aproximación resultó fallida. En una segunda aproximación a esa pista, también con apoyo VOR-DME, la aeronave consiguió entrar pero reventaron dos ruedas y se produjeron daños y roturas en ambas patas del tren de aterrizaje. La aeronave derrapó por la pista hasta detenerse en el centro de ella y a 1.200 m del umbral sobrevolado.

El pasaje desembarcó por las escaleras del avión y fue conducido al edificio terminal en jardineras.

1.2. Lesiones a personas

Todos los ocupantes, tripulantes y pasajeros, resultaron ilesos.

1.3. Daños sufridos por la aeronave

La aeronave sufrió el reventón de dos neumáticos del tren principal, y roturas y daños en varios componentes de las dos patas del tren de aterrizaje.

1.4. Otros daños

La pista 01-19 permaneció cerrada desde las 13:20 del día del incidente hasta las 11:15 del día siguiente, 7 de enero, debido a las operaciones de retirada de la aeronave y limpieza de la pista.

¹ La hora UTC coincide con la hora local en Fuerteventura.

1.5. Información sobre la tripulación

1.5.1. *Piloto al mando*

En la fecha del incidente, el comandante tenía una edad de 52 años, una experiencia en el tipo de aeronave de 7.970 h y una experiencia total de 12.790 h. En los últimos 90 días había acumulado 142 h.

El tiempo de descanso previo al vuelo fue de 36 h.

Tenía licencia de Piloto de Línea Aérea y su último chequeo de capacitación lo realizó el 09-08-2001.

1.5.2. *Copiloto*

La edad del piloto en la fecha del incidente era 36 años. Tenía 3.800 h de vuelo totales, 480 h de ellas en el tipo de avión del incidente.

El tiempo de descanso previo al vuelo fue de 36 h.

Tenía licencia de Piloto de Línea Aérea y su último chequeo de capacitación lo realizó el 24-10-2001.



1.6. Información sobre la aeronave

El Boeing 737-400 es un birreactor de transporte de pasajeros con motores CFMI CFM56-3B/3C1 de 23.500 Lb de empuje, montados en soportes bajo las alas. Su peso máximo al despegue es de 68.000 kg.

1.7. Información meteorológica

1.7.1. Informes rutinarios

Los informes rutinarios de aeródromo METAR que se difundieron en los periodos anteriores y posteriores al aterrizaje del vuelo HF 7291 fueron:

CGFV 061300Z 12021KT 0500 DS VV/// 19/09 Q1015 NOSIG=
CGFV 061330Z 12018KT 0500 DS VV/// 20/10 Q1014 NOSIG=
CGFV 061400Z 12019KT 0500 DS VV/// 20/10 Q1014 NOSIG=

Esto es, vientos del SE con intensidad de 21 kt a las 13:00 h, y 18 kt-19 kt en los informes siguientes.

Había tormenta de polvo, DS (Dust storm). La visibilidad horizontal permaneció en esos periodos en 500 m y no se podía determinar la visibilidad vertical afectada por el oscurecimiento del cielo producido por el polvo en suspensión.

Las temperaturas exterior y de rocío eran de 19-20° y 9-10° respectivamente.

1.7.2. Imagen satélite

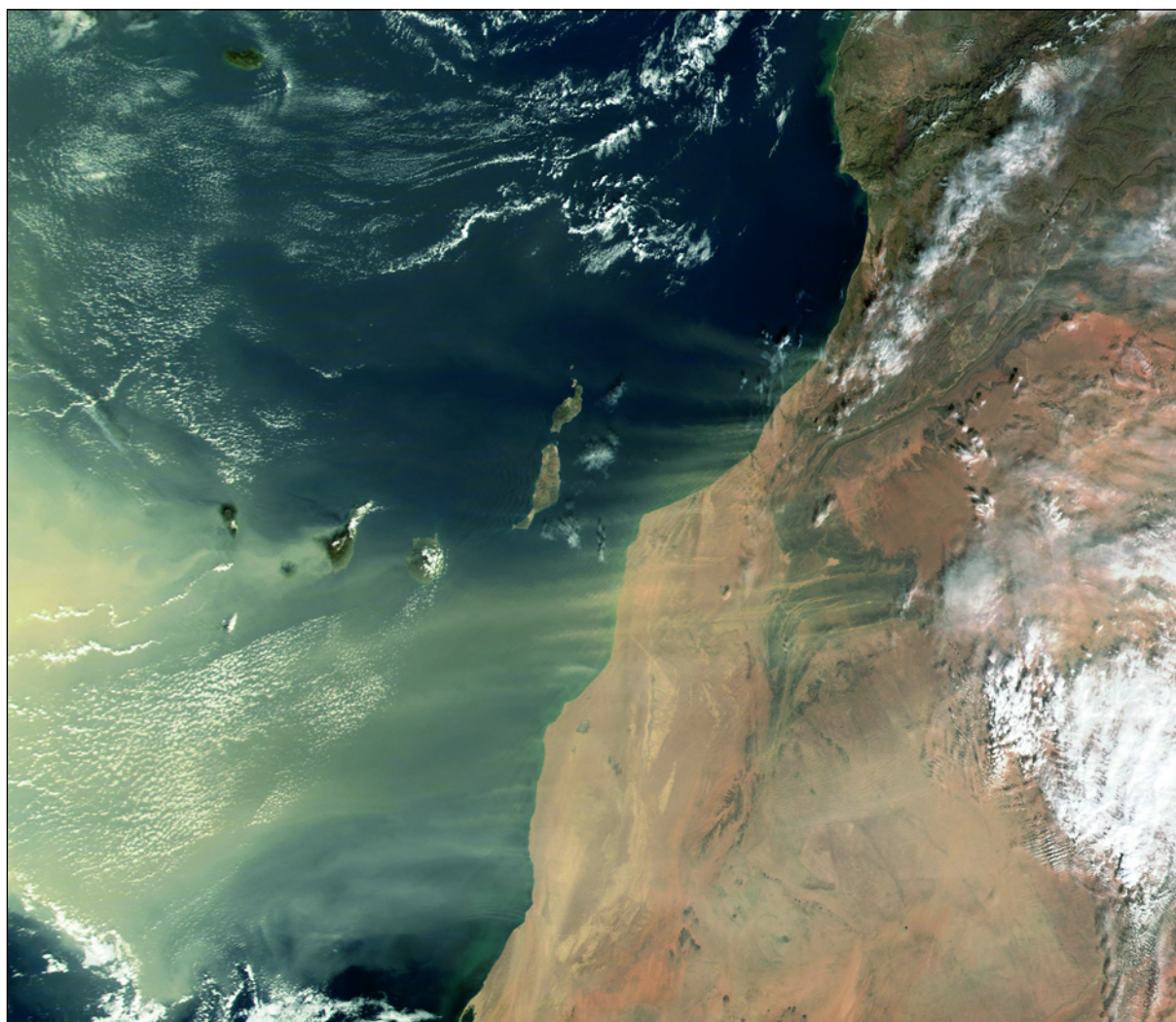
La imagen en color verdadero fue tomada por el Spectroradiometer (MODIS), a bordo del satélite Terra de la NASA, el 7 de enero de 2002.

El pie de la foto en los archivos de la NASA dice:

«Una espeso manto de arena y polvo sopló desde el desierto del Sahara sobre el océano Atlántico ayer (6 de enero, 2002), englobando las Islas Canarias, en lo que ha sido una de las peores tempestades de arena que se recuerda».

1.7.3. Otras informaciones

ATC en las comunicaciones de TWR comunicó a la aeronave los mismos vientos del METAR pero añadiendo información de rachas de 28 kt en la primera aproximación frustrada y 27 kt en la aproximación última.



<http://visibleearth.nasa.gov/>

El INM comunicó que el tiempo significativo era de tempestad de polvo y que las condiciones de viento y temperatura en distintos niveles eran:

Nivel de vuelo	Dirección viento	Intensidad viento	Temperatura
050	SE	35 kt	9 °C
100	SE	35 kt	-2 °C
180	SE	20 kt	-21 °C
240	SE	20 kt	-39 °C

1.8. Información sobre el aeródromo

El Aeropuerto de Fuerteventura, en la isla del mismo nombre, se sitúa en la costa oriental de la isla y dispone de una pista de orientación 01-19.

Los datos generales de la pista son:

- Pista: 19
- Orientación magnética: 188° (en la fecha del incidente)
- Dimensiones pista: 2.400 × 45
- Dimensiones franja: 2.520 × 150
- LDA: 2.400 m (longitud de pista disponible)
- Elevación del umbral: 75 ft
- Material: Asfalto
- Ayuda PAPI: 3,2°
- No dispone de ILS.

Existe ayuda VOR-DME.

Todas las instalaciones de Navegación Aérea estaban en correcto funcionamiento, a excepción del ILS de la pista 01, que estaba fuera de servicio por sustitución de los equipos LLZ y GP.

El sentido de pista 19 está en uso solamente unos diez días al año por ser dominantes los vientos de componente Norte.

El aeropuerto alternativo de Lanzarote con pista 03-21, se encuentra a unas 30 NM de distancia al NE de Fuerteventura.

1.9. Registradores de vuelo

La aeronave iba equipada con un Registrador Digital de Datos de Vuelo (DFDR) y con un Registrador de Voces en Cabina (CVR) cuya información relativa al vuelo fue extraída bajo la supervisión de la BFU (German Federal Bureau of Aircraft Accidents Investigation).

1.9.1. Registrador de voces en cabina (CVR)

Se ha facilitado una transcripción de las conversaciones en cabina de vuelo y de las transmisiones con APP y TWR. La referencia de tiempos se refiere al tiempo ajustado y coordinado con las grabaciones de TWR y del FDR. Las palabras en las conversaciones de cabina entre pilotos suelen estar en alemán con algunas palabras inglesas entremezcladas. Aquí se ofrece y reproduce una traducción solo de las frases más relevantes para la investigación.

1.9.1.1. Primera aproximación

De las conversaciones con APP se desprende que hacen una aproximación inicial directa por el radial 005 del VOR que interceptan con la ayuda de vectores radar de ATC.

- 12:58:45 Hacen la lista de chequeo y a la pregunta del FO acerca de las velocidades de aterrizaje responde el PIC 132, 147, 219².
- 13:03:07 Comunican a TWR el paso por el fijo FAF a 9 NM DME.
- 13:04:01 El FO sugiere que él mira hacia fuera mientras que el comandante contesta negativamente, que deben hacer una comprobación cruzada de todo.
- 13:04:43 PIC: «Nada todavía». No ven el suelo.
- 13:04:54 FO: «Ahora estás exactamente a la altitud correcta, así que aproximadamente la siguiente es 1.100 ó así». Parece que se refiere al MDA (1.050 ft).
- 13:05:01 PIC «Contacto con el terreno. Ahora miras tú hacia fuera».
- 13:05:03 FO: «Sí, miro afuera y al suelo».
- 13:05:04 PIC: «¿Qué es eso exactamente?».
- 13:05:17 FO: «Sí, tengo aquí el suelo, el desierto». Distinguen la ciudad de Puerto del Rosario y algunas casas.
- 13:06:33 El PIC solicita posición respecto del radial. El FO responde que están desviados 1,4 DOTs. El PIC pide aclaración si a la izquierda o a la derecha. FO. «tienes que ir a la izquierda, Ahí esta la vía³».
- 13:06:44 PIC: «Flap 40°, oh stop, 15°, go-around, tren arriba».

1.9.1.2. Segunda aproximación y aterrizaje

Decide el comandante hacer una aproximación manual apoyada en el VOR. «En esta ocasión, dice, lo haremos al revés, tu "trackeas", normal, y yo piloto y me pongo contigo, datos en bruto». Con «datos en bruto» se refiere el comandante a usar la instrumentación primaria del avión, no los datos elaborados por el FMS.

- 13:11:30 Mientras se dirigen con rumbo Norte hacia el punto de inicio de la aproximación se pregunta «Si supiera que QN, ¿ah como se llama QFF o cómo?, 188 ajá». Parece que se refiere al QFU o dirección del rumbo magnético de la pista, que era 188°, para seleccionar el radial VOR apropiado.
- 13:13:37 Se encuentran establecidos en el rumbo de la pista.
- 13:14:11 ATC: «HF-7291, no esta a la vista. Autorizado a aterrizar pista 19, viento 120 24».
- 13:15:17 FO: «5 millas».
- 13:15:29 PIC: «También veo el suelo ahora».
- 13:15:31 FO: «Okay».
- 13:15:32 PIC: «¿Tú también?».
- 13:15:33 FO: «Sí, exacto, Yo también pero sólo muy poco». Siguen listas de chequeo.
- 13:16:03 FO: «Entonces tienes que tener la vía a la izquierda, pero por supuesto con el viento cruzado, no a la derecha la vía».

² Se refieren a Vref 40°, Vref 15° y velocidad de maniobra con flap 0°. En 1.14.3 se hace una estimación de los valores que corresponderían a esas velocidades en el vuelo estudiado.

³ Emplean la palabra Bahn («vía», normalmente del tren), que se ha traducido así por «vía». Parece que se refieren a las luces y balizas que marcan el camino de la aproximación.

13:16:12 PIC: «Ahora estamos dos millas fuera,... pasado».
 13:16:33 PIC: «Flap 40».
 13:16:44 FO: «Ahora estamos aquí sobre la costa».
 13:16:51 PIC: «Yo miro afuera».
 13:16:55 GPWS: tres veces «SINK RATE».
 FO: «VELOCIDAD».
 GPWS: cuatro veces «PULL UP».
 GPWS: «SINK RATE».
 13:17:17 PIC: Exclamación.

No se han registrado avisos estándar de «alcanzando mínimos», «mínimos», «quinientos metros», mal funcionamiento de instrumentos y ayudas a la navegación y velocidades de descenso.

1.9.2. Registrador digital de datos de vuelo (DFDR)

Han llegado a la comisión los datos del FDR en papel y en formato de gráficos (véase Anexo B). Así como una animación que simula la aproximación frustrada y la segunda aproximación y aterrizaje.

Con referencia a la hora UTC se enumeran a continuación ciertos eventos y observaciones:

TABLA 1. Aproximación frustrada

Hora (hh:mm:ss)	ALT (ft)	RA (ft)	ROD (ft/min)	HDG (°)	IAS (kt)	GS (kt)	Viento (°/kt)	Flap (°)	PWR (%N1)	Observaciones
13:06:41	224	160	0	167	142	128	135/22	30	45	Corrección de rumbo
13:06:45	183	126	-643	162	140	126	131/21	33	55	Ligero incremento de potencia
13:06:48	160	108	-901	159	145	132	139/21	28	95	Potencia TOGA
13:06:52	224	143	143	158	158	141	147/18	15	95	
13:06:55	276	206	1.206	164	166	150	116/16	15	95	

En el gráfico Anexo B-1 se observa un cambio de rumbo de unos 18°, 10 segundos antes de frustrar, con alabeo de 20° a la izquierda, seguido de 12° a la derecha. Se observa el descenso de radioaltura hasta los 105 ft y el aumento de potencia en la frustrada. En el gráfico Anexo B-2 se aprecia el instante del «go-around» cuando se suben los flaps. Asimismo se observa el instante de la toma de tierra en horario UTC.

La aproximación se hizo inicialmente en vuelo automático acoplando el A/P al FMS en modo L-NAV.

TABLA 2. Segunda aproximación y aterrizaje

Hora (hh:mm:ss)	ALT (ft)	RA (ft)	ROD (ft/min)	HDG (°)	IAS (kt)	GS (kt)	Viento (°/kt)	Flap (°)	PWR (%N1)	Observación
13:16:53	493	541	-1.968	177	144	129	126/28	40	30	
13:17:00	257	298	-1.776	189	141	133	125/22	40	30	Vira a la derecha
13:17:02	192	168	-4.655	192	143	135	125/18	40	30	
13:17:04	131	92	-2.640	189	142	134	129/18	40	30	Vira a la izquierda
13:17:06	66	23	-1.795	179	137	131	129/20	40	30	Toca. Se va a la derecha
13:17:10	33	-4	-32	182	119	112	133/16	40	30	
13:17:12	64	-4	0	178	104	98	145/20	40	30	
13:17:14	64	-4	0	175	93	88	177/25	40	30	
13:17:18	64	-4	0	173	79	71	91/35	40	30	
13:17:23	64	-4	0	174	67	54	58/...	40	30	Cruza la línea central de la pista hacia la izquierda
13:17:30	64	-4	0	172	46	39	54/...	40	30	
13:17:35	64	-4	0	159	45	26		40	30	
13:17:40	64	-4	0	158	45	32		40	30	
13:17:43	64	-4	0	156	0	32		40	30	

En el gráfico Anexo B-3 se distingue claramente el instante de la toma de tierra en la que se alcanzó aceleración de 3 g. En los últimos 30 segundos de la senda de planeo se superaron los 1.000 ft/min de ROD, alcanzándose velocidades de descenso hasta de 2.200 ft/min.

En el gráfico Anexo B-4 se comprueba un cambio de rumbo de unos 12° a la derecha a 200 ft de radioaltura, cinco segundos antes de la toma, así como el brusco mando de alerón y el alabeo del avión en los segundos previos a la toma de tierra.

La aproximación se hizo acoplando inicialmente el A/P al VOR.

En el Anexo C-1 se muestra una reconstrucción de la trayectoria de la aeronave en las dos aproximaciones realizada por la BFU a partir de los datos del FDR.

1.10. Comunicaciones

Se mantuvieron comunicaciones con los servicios de ATC de APP y TWR.

De las comunicaciones con TWR se dispone de su transcripción. Las referencias horarias están ajustadas al reloj del FDR en las conversaciones que se reproducen.

A las 12:45 h UTC, antes de la primera aproximación y a las 13:10 h UTC antes de la segunda aproximación, en distintas conversaciones TWR, APP, METEO se comenta que

«... está bastante cerrado la visibilidad como quinientos horizontal». «... tempestad de polvo y arena, visibilidad vertical inapreciable».

13:14:11 Comunica TWR a HF-7291 que no le tiene a la vista.

1.11. Inspección del lugar del incidente y de la aeronave

1.11.1. Huellas y restos sobre la pista

La aeronave impactó en el primer tercio, en el lado derecho de la pista, con la pata derecha.

A unos 1.200 m del umbral de la pista 10 se detuvo la aeronave centrada en ella. El rumbo de su orientación final era de unos 145°, es decir unos 45° a la izquierda respecto del eje de pista y sentido de aterrizaje.

1.11.2. Inspección de la aeronave tras el incidente

La inspección del tren de la aeronave después del incidente mostró que dos neumáticos de las ruedas principales habían reventado. Las roturas de las tijeras (torque link) permitieron el pivotamiento de los amortiguadores de las dos patas quedando las ruedas atravesadas respecto del eje principal del avión. Se encontraron roturas y daños de otros elementos tales como líneas de hidráulico de frenos, válvula de drenaje del amortiguador derecho, etc.

En el resto de la aeronave se descubrieron daños por contacto debido a interferencia de los flaps y el carenado de las reversas del motor 2, y arrugas en fuselaje trasero, detrás de las alas, especialmente en lado izquierdo, las cuales no son extrañas en los casos de tomas duras.

Del avión parado en la pista se extrajeron 3.500 kg de combustible. Las labores de retirada de la aeronave y limpieza de la pista tras el accidente concluyeron a las 11:15 del día siguiente, 7 de enero.

Se hicieron reparaciones in-situ del avión que salió en vuelo ferry hacia su base de mantenimiento con permiso recibido de la LBA (Autoridad de Aviación Civil Alemana).

1.12. Incendio

Los bomberos acudieron inmediatamente y no se produjo incendio.

TWR avisó de la posición del avión después del aterrizaje: «pasado BRAVO», refiriéndose a la calle de rodadura.

A las 13:19:20 TWR comunicó a HF-7291 que los bomberos estaban llegando.

1.13. Supervivencia

Los ocupantes abandonaron la aeronave por sus escaleras y fueron llevados con tranquilidad al edificio terminal en jardineras.

1.14. Ensayos e investigaciones

1.14.1. *Ficha de Fuerteventura*

No se dispone de la ficha de aproximación instrumental a la pista 19 de Fuerteventura utilizada por la tripulación. Se ha analizado la carta de aproximación del AIP España en vigor en enero de 2002.

Una aproximación VOR-DME es una aproximación de no-precisión en la cual los instrumentos electrónicos no proporcionan guía vertical de la trayectoria o senda de planeo. Las señales de VOR se utilizan directamente en vuelo manual o bien en vuelo automático alimentando el A/P (autopilot), para dar guía horizontal o de desviación lateral respecto de la línea central de la pista. El A/P puede recibir las señales VOR directamente o a través del FMS (Flight Management System) en modo L-NAV (lateral navigation).

Según el procedimiento definido en la carta de aproximación de Fuerteventura que estaba vigente, conseguida la posición en un punto FAF (Final Approach Fix) en la prolongación del eje de pista 19 y a 9 NM DME (9 NM de la estación DME, Distance Measuring Equipment), se inicia el descenso pasando por un punto intermedio en la prolongación de la pista y a 5 NM-DME con una altitud de 1.500 ft. El descenso en final continúa hasta la altitud mínima de descenso (MDA), 1.050 ft, en la cual se tiene que hacer la decisión de aterrizar si el PIC ve, distingue e identifica la pista (o alguna de sus áreas y sistemas de balizas y luces), continuando el aterrizaje en visual, o bien, iniciar el procedimiento de frustrada y aborto de aterrizaje. El punto de frustrada MAPT (Missed Approach Point) se identifica en vuelo por su distancia DME de 1 NM.

Los procedimientos asumen que el avión ha de estar estabilizado en el tramo de final. Normalmente, antes de descender por debajo de los 1.000 ft en IMC (o 500 ft en VMC), debe estar el avión alineado con la pista; solamente se permiten correcciones pequeñas de orientación y de asiento. La velocidad debe estar comprendida entre V_{ref} y $V_{ref} + 20$. El avión debe estar en la configuración de aterrizaje y su ROD menor de 1.000 ft/min. Cuando en final, en IMC y por debajo de 1.000 ft, se desestabiliza el vuelo, se requiere un inmediato inicio del aborto de aterrizaje o Go-around.

Los procedimientos de compañía definen las listas de chequeo que se deben completar antes de cada uno de los fijos, las comprobaciones cruzadas de instrumentos, las tareas del piloto a los mandos (PIC Pilot in command) y del copiloto (FO first officer), así como

las llamadas o avisos estandar que se han de dar uno y otro piloto en caso de desviaciones o al alcanzar ciertas posiciones.

Los avisos de un piloto a otro de desestabilización del vuelo y los avisos del GPWS en IMC por debajo de 1.000 ft requieren una maniobra inmediata de aborto y subida.

Desde la fecha del incidente los procedimientos del AIP para la aproximación VOR-DME en Fuerteventura han sido modificados. En la actualidad el procedimiento publicado es acorde con una reubicación de la estación VOR-DME y se han redefinido los fijos IAF, IF y FAF.

1.14.2. *Estimación de gradiente de planeo y longitud de aterrizaje*

Por integración de la velocidad en la carrera de aterrizaje se ha estimado que el avión recorrió unos 900 m desde el primer toque de tierra hasta su parada.

La velocidad respecto al suelo, GS, durante la aproximación final fue bastante constante de unos 132 kt. En los diez últimos segundos la aeronave descendió desde los 400 ft de altitud y recorrió unos 680 m. El gradiente de descenso fue en promedio mayor del 16%.

1.14.3. *Estimación de velocidades de aterrizaje*

Se estima el peso del avión en condición de aterrizaje en:

— Peso operativo seco:	36.430 kg
— Combustible de reserva:	4.262 kg
— Carga de pago:	7.527 kg
Peso en el aterrizaje:	48.219 kg

No se dispone del manual aplicable al avión del incidente. Consultados otros manuales aplicables a otros aviones de la misma serie se han encontrado las siguientes velocidades para el peso anteriormente determinado:

— Vref 40°:	134 kt
— Vref 15°:	147 kt
— Vmaniobra 0°:	220 kt

A las velocidades de referencia se les debe añadir una corrección por viento en cara: 50% de la componente, (aproximadamente 6 kt) y valor de la ráfaga, (27 – 20 = 7), es decir, una corrección total 14 kt.

Las velocidades de aterrizaje deberían ser entonces:

- Vref 40° corr.: 147 kt
- Vref 15° corr.: 160 kt
- Vmaniobra 0°: 220 kt

y se debería volar la aproximación a velocidades entre Vref corr. y Vref corr. + 5, es decir, para 40° de flaps entre 147 kt y 152 kt.

1.15. Información orgánica y de dirección

1.15.1. Normas de aterrizaje de la compañía aérea

Según los procedimientos de la compañía (Manual de Operaciones, Parte A, Capítulo 08.01.03, página 4 de 10, de 13 de julio de 2001) un piloto no debe continuar una aproximación CAT I o de no-precisión por debajo de la altitud o altura de decisión (DA(H)) o la altitud o altura mínima de descenso (MDA(H)), si el avión no está en una posición desde la cual se pueda hacer una aproximación normal a la pista en la que se intenta aterrizar, o, al menos una de las siguientes referencias sea claramente visible e identificable para el piloto:

- Elementos del sistema de luces de aproximación;
- Ayuda visual de senda de planeo;
- Umbral, marcas de umbral, luces de umbral, luces de identificación de umbral;
- Zona de aterrizaje, luces de zona de aterrizaje, marcas de zona de aterrizaje;
- Luces de borde de pista;
- Otras referencias visuales aceptadas por la autoridad (sólo aproximaciones de no-precisión).

Procedimientos de llamadas o avisos estandarizados en la compañía establecen que: el piloto que no está a los mandos, PNF, debe hacer los siguientes avisos:

- Desviación respecto de la ruta;
- Desviaciones respecto de la debida configuración del avión;
- Desviaciones desde las altitudes especificadas por los procedimientos de la aproximación;
- Velocidades de descenso superiores a:
 - 3.000 ft/min por debajo de 3.000 ft AGL;
 - 2.000 ft/min por debajo de 2.000 ft AGL;
 - 1.000 ft/min por debajo de 1.000 ft AGL;
- Desviaciones del objetivo de velocidad de más 10 kt/menos 5 kt, junto con la tendencia del cambio (creciendo/decreciendo);

- Mal funcionamiento de instrumentos y ayudas a la navegación;
- Inclinaciones laterales mayores de 30°;
- 1.000 ft antes de alcanzar la asignada altitud/nivel: «MIL PIES».

Los siguientes son algunos de los avisos obligatorios en la aproximación de no-precisión:

Condición	Aviso estándar	CM
Cuando están a la vista referencias	Pista (luces de aproximación) por delante (izquierda/derecha)	PNF
Si el aterrizaje no es posible	Go around	PF/PNF
500 ft sobre la elevación de la zona de aterrizaje *	Quinientos	PNF
Alcanzando mínimos	Alcanzando mínimos	PNF
En mínimos	Mínimos	PNF

* El aviso de 500 ft se puede omitir cuando entra en conflicto con los avisos de mínimos o alcanzando mínimos.

1.16. Información adicional

1.16.1. Declaraciones de la tripulación

El comandante de la aeronave declaró que conocía la pista 19 en la que había aterrizado dos veces y que el fenómeno de arena del desierto (calima amarilla) no era desconocido para él.

En el primer intento de aterrizaje reconoció la pista y entendiendo que estaba muy desviado a la derecha inició una frustrada. La visibilidad era de 2 a 3 km.

En la segunda aproximación, al reconocer la pista, estaba algo desviado a la izquierda. Mientras desacoplaba el piloto automático recibió un fuerte impulso en el ala izquierda por alguna influencia meteorológica (ráfaga). Recuerda que redujo gases bastante pronto durante el aterrizaje.

En cuanto al copiloto, él no tenía experiencia de aterrizar por la pista 19, era su primera vez. Reconoce que no se dieron los avisos estándar de «alcanzando mínimos» o «mínimos». Afirma que si la pista no hubiera estado visible no habrían bajado de 1.000 ft.

No usaron las ayudas visuales PAPI (de 3,2°). Recuerda que indicó que la velocidad era demasiado baja en final

Por parte de la BFU se le hicieron a la tripulación preguntas sobre limitaciones en aproximaciones de no-precisión que no pudieron ser respondidas por la tripulación.

1.16.2. *Otras informaciones de ATC*

El diario de novedades de TWR recoge la información de que se desviaron a Lanzarote (GCRR) dos vuelos, uno a las 08:20 y otro a las 11:47 que previamente frustró. Al Aeropuerto de Las Palmas (CGLP) se desvió un vuelo después de haber frustrado a las 10:59 h UTC.

A las 13:08 h UTC aborta el aterrizaje el vuelo HF-7291. «... aterriza a las 13:18, pega un bote y empieza a salir humo por las ruedas». «... queda parado tras derrapar un buen rato».

Durante la mañana, a las 09:15 h y a las 10:10 h consiguieron entrar dos vuelos.

2. ANÁLISIS

2.1. Preparación del vuelo

El día 6 de enero de 2002 la meteorología era adversa en el aeropuerto de destino del vuelo HF-7291, Fuerteventura. El tiempo significativo, tormenta de arena, reducía drásticamente la visibilidad además de imponer el viento cruzado una deriva importante en el curso del avión, que estimamos en unos 8° de corrección de rumbo. No es habitual ni siquiera corriente que se den esas condiciones meteorológicas ni tampoco condiciones operativas comparables. Normalmente cuando hay condiciones de baja visibilidad por nieblas no suele haber viento y cuando hay viento suele estar la atmósfera limpia salvo los casos de ventisca de nieve y agua. El caso de tormenta de arena debe considerarse un caso poco frecuente salvo que se opere habitualmente en el desierto. El vuelo HF-7291 alcanzaba su destino con buena reserva de combustible: 4.262 kg lo que le permitía alcanzar los aeropuertos próximos alternativos.

2.2. Primera aproximación y frustrada

La tripulación estaba informada de las condiciones IMC, a causa de la reducción de visibilidad, y de la intensidad de viento de costado que incidía en la pista. El comandante había aterrizado en dos ocasiones por la pista 19 y conocía por lo tanto los procedimientos de esa pista instrumental de no-precisión.

Había ciertas complicaciones en esta ocasión porque el viento dificultaría mantener la derrota en la prolongación de la pista y dispondrían de menos claves visuales para reconocer el terreno en el día del incidente. Las balizas y luces de aproximación se podrían ver mejor por el lado derecho de la aeronave al llevar esta una deriva de unos 8° para compensar el viento de costado reinante.

Inicialmente la aproximación fue normal; leyeron las listas de chequeo y repasaron el procedimiento de frustrada. Cabe decir que en cuanto a las funciones de piloto y copiloto pudieron quedar, según los comentarios grabados en CVR, no plenamente definidas; así, cuando el comandante decía que habían de chequearlo todo cruzadamente, como al definir quien miraba fuera y quien atendía a los instrumentos. En la primera aproximación el avión se desvió al Oeste una distancia de un kilómetro (véase Anexo C-1) y voló paralelo a la línea de prolongación de pista hasta encontrarse a unos centenares de metros del umbral. En los últimos segundos volaron adentrados en tierra en vez de sobrevolar la línea de costa sin que lo advirtieran lo cual indica que la visibilidad era efectivamente muy baja. Solo unos seis segundos antes de frustrar reconoce el copiloto la desviación de 1,4 DOTs respecto al localizador y se ocasiona incluso un mal entendimiento entre los dos tripulantes sobre el sentido izquierda o derecha de la desviación. La aproximación se realizó acoplando A/P con FMS en modo L-NAV. La aproximación pudo haber sido más precisa si se hubieran empleado los datos en bruto de VOR-DME.

La aeronave había estado a una radioaltura de 124 ft a una distancia de DME 2,3 NM (aproximadamente 1,5 NM antes del umbral 19) sin tener contacto visual con la pista. En ese punto se seleccionó el modo de «ALT HOLD» en el Flight Director, aproximadamente 35 s antes de iniciar el go-around o aborto del aterrizaje.

La visibilidad pudo ser cambiante en cada segundo. Unas veces se vería mejor y otras peor, pero, al parecer, se permitió descender el avión a 105 ft de radioaltura, sin haber reconocido e identificado el aeropuerto o alguna de sus áreas, y en el descenso no se dieron los avisos de «mínimos» o «alcanzando mínimos».

Se realizaba la aproximación con 30° de flaps y en el mismo segundo antes de abortar se empieza a poner 40° de flaps, cambiando la configuración en final a poco más de 105 ft de altura.

En esta primera aproximación se llegó hasta la pista por su lado derecho y se sobrevoló el primer tercio de ella con un ángulo de derrota de unos 20° respecto a su rumbo, lo cual obligó a frustrar.

2.3. Segunda aproximación

En la segunda aproximación se acopló el A/P al VOR/LOC, se supone que para evitar posibles errores introducidos por el sistema de gestión de vuelo, FMS. En esta ocasión la derrota coincidía mejor con la línea de prolongación del eje de pista con un error mínimo, (véase Anexo C-1), pero este error o desviación no pudo ponerse de manifiesto hasta pocos cientos de metros antes del umbral. En las decenas de segundos anteriores a la toma se observa, igual que en la primera aproximación, el pequeño desconcierto en las funciones abordó: quien mira dentro y quien mira fuera. Al parecer los dos tripulantes miran fuera y reconocen la ciudad y la línea de la costa con dificultad.

La visibilidad era escasa y no identificaron la pista hasta los últimos segundos, lo que les obligó a tener que hacer cambios de rumbo del orden de 12° con agresivo uso se los mandos.

Puesto que el piloto a los mandos condujo la aproximación en el radial equivocado 188° —el radial 184° hubiera sido el correcto— la aproximación se realizaba paralelamente y desviada a la izquierda de la prolongación de pista. Una vez que el umbral apareció a la vista la aeronave tuvo que ser dirigida, primero a la derecha y luego a la izquierda, hacia la pista. Esto ocasionó un alto régimen de alabeo (18°/s) en la toma que, junto al elevado régimen de descenso, produjeron los daños del avión en el aterrizaje.

Antes, en los últimos segundos de vuelo, absortos con distinguir el exterior, no observaron el alto régimen de descenso de unos 2.000 ft/min por debajo de 1.000 ft, o al menos no lo cantaron como está prescrito. Tampoco dio, el copiloto, los avisos de mínimos y se ignoraron los avisos de los sistemas de «SINK RATE» y «PULL UP». El gradiente en el descenso había sido superior al 16% y por supuesto no usaron la ayuda visual PAPI de 3,2°, que probablemente no era visible en las condiciones de luminosidad y falta de visibilidad de ese ambiente.

La velocidad, 142 kt, en comparación con la de la primera aproximación era escasa, así como también es escasa comparada con la velocidad que debería llevar de 147 kt a 152 kt según lo estimado en el punto 1.14.3. El copiloto sí avisó en el último momento, sin decir si era alta o baja, la desviación de velocidad, según la grabación del CVR. También la potencia de los motores sería baja si así lo reconoció el comandante.

Las velocidades cantadas en el chequeo de la primera aproximación no incluían las correcciones por viento en cara y rachas aunque pudo tenerlo en cuenta la tripulación al colocar las pínulas (bugs), o índices recordatorios, en los anemómetros.

2.4. Aterrizaje

El avión alcanzó la pista mientras hacia las postreras correcciones de rumbo e inclinación lateral y sin haber absorbido completamente la velocidad vertical en la recogida, por lo que dio un bote fuerte, que se apreció desde la torre a 400 m de distancia.

Las lecturas del DFDR muestran que el ángulo de alabeo antes del de la toma de tierra no fue causado por una ráfaga de viento como declaró el comandante. Definitivamente la acción de control del piloto a los mandos fue la causa de la inclinación en alabeo.

Pudo coincidir una ráfaga en el instante de la toma, como declaró el comandante. La velocidad de vuelo escasa, la poca potencia de los motores y la menor maniobrabilidad en la configuración de flap 40° dificultaron el control en tierra. El primer impacto del tren del avión, con aceleraciones de 3 g, ligeramente orientado el avión al viento y

derrapando pudo ocasionar esfuerzos de torsión en los amortiguadores del tren principal que rompieron las articulaciones de las tijeras. Al pivotar los amortiguadores, las ruedas principales perpendiculares a la marcha derraparon, reventando dos de ellas. La aeronave recorrió unos 900 metros en contacto con la pista hasta su parada, a unos 1.200 m del umbral. Su orientación fue controlada con la rueda de morro; la proa de la aeronave al final de la carrera señalaba una dirección 45° a la izquierda de la dirección de la pista y los conjuntos de ruedas con sus amortiguadores estaban torcidos y atravesados.

Como no hubo incendio y la aeronave quedó dentro de la pista, la recogida de los pasajeros y sus equipajes no revistió ninguna dificultad.

2.5. Consideraciones sobre los procedimientos

Numerosas veces se ha puesto de manifiesto la importancia de la aproximación estabilizada para conseguir un buen aterrizaje. No sería ninguna novedad el insistir en la necesidad de adecuar los procedimientos de compañía y los procedimientos de vuelo en aproximación a las normas que distintas organizaciones internacionales han ido publicando.

En este caso, una escasa coordinación en cabina de mando cuando ambos pilotos se concentraban en divisar el aeropuerto, no realizando posiblemente una comprobación cruzada de los instrumentos, pudo contribuir al incidente.

3. CONCLUSIÓN

3.1. Conclusiones

- De acuerdo con la documentación de la que se dispone la tripulación poseía licencias válidas de piloto.
- El periodo de descanso de la tripulación anterior al día del incidente fue de 36 horas.
- La situación meteorológica se caracterizaba por una tormenta de polvo. Durante las aproximaciones la visibilidad horizontal se mantuvo en torno a los 500 m, mientras que la visibilidad vertical no pudo ser determinada.
- La aeronave en aproximación encontró condiciones de baja visibilidad por tempestad de polvo junto con viento cruzado y ráfagas.
- La aproximación no se realizó según los procedimientos de no-precisión VOR-DME publicados en el AIP de España.
- La aeronave hizo una primera aproximación en la que no se alcanzó a identificar y ver con claridad la pista hasta los últimos segundos y se descendió hasta una radioaltura de 105 ft. El vuelo no estaba en un rumbo estabilizado compatible con la toma y entonces se ejecutó un procedimiento de frustrada.

- En la segunda aproximación la aeronave alcanzó la pista con desviaciones menores en cuanto a rumbo pero con altos regímenes de descenso en los segundos anteriores a la toma. La poca visibilidad impidió realizar las correcciones de rumbo con la debida antelación.
- Las últimas maniobras bruscas para corregir desviaciones laterales y de velocidad vertical no impidieron que se hiciera un aterrizaje duro.
- En el aterrizaje se produjeron daños elevados en el tren de aterrizaje.
- El copiloto, como piloto no-a-los-mandos, no hizo correctamente las llamadas estándar según los procedimientos de la compañía durante la aproximación VOR-DME.
- El comandante descendió por debajo de la DMA en la aproximación VOR-DME estándar a la pista 19.
- El copiloto no hizo ningún intento de impedir la continuación de la aproximación por debajo de la DMA.
- Ninguno de los dos pilotos tuvieron contacto visual con la pista ni con las luces del sistema de aproximación, como prescriben los procedimientos de compañía. Por lo tanto no se observaron los requisitos para descender por debajo de la DMA y continuar la aproximación en visual.
- Los mínimos de visibilidad aplicables en la fecha del incidente para una aproximación estándar VOR-DME a la pista 19, para aeronaves de categorías C y D era de 2.000 DMA acuerdo con el AIP de España.
- La tripulación no corrigió apropiadamente la velocidad de vuelo en el aterrizaje.
- A una distancia aproximada de 1,5 NM del umbral de la pista 19 la aeronave estaba a una radioaltura de 124 ft sin contacto visual con la pista y se ignoraron los procedimientos de evasión del terreno.

3.2. Causas

Se atribuye el incidente al hecho de que la tripulación continuó el descenso, en condiciones meteorológicas instrumentales (IMC), por debajo de la MDA (altitud mínima de descenso) de la aproximación sin cumplir los requisitos necesarios.

4. ACCIONES DE SEGURIDAD

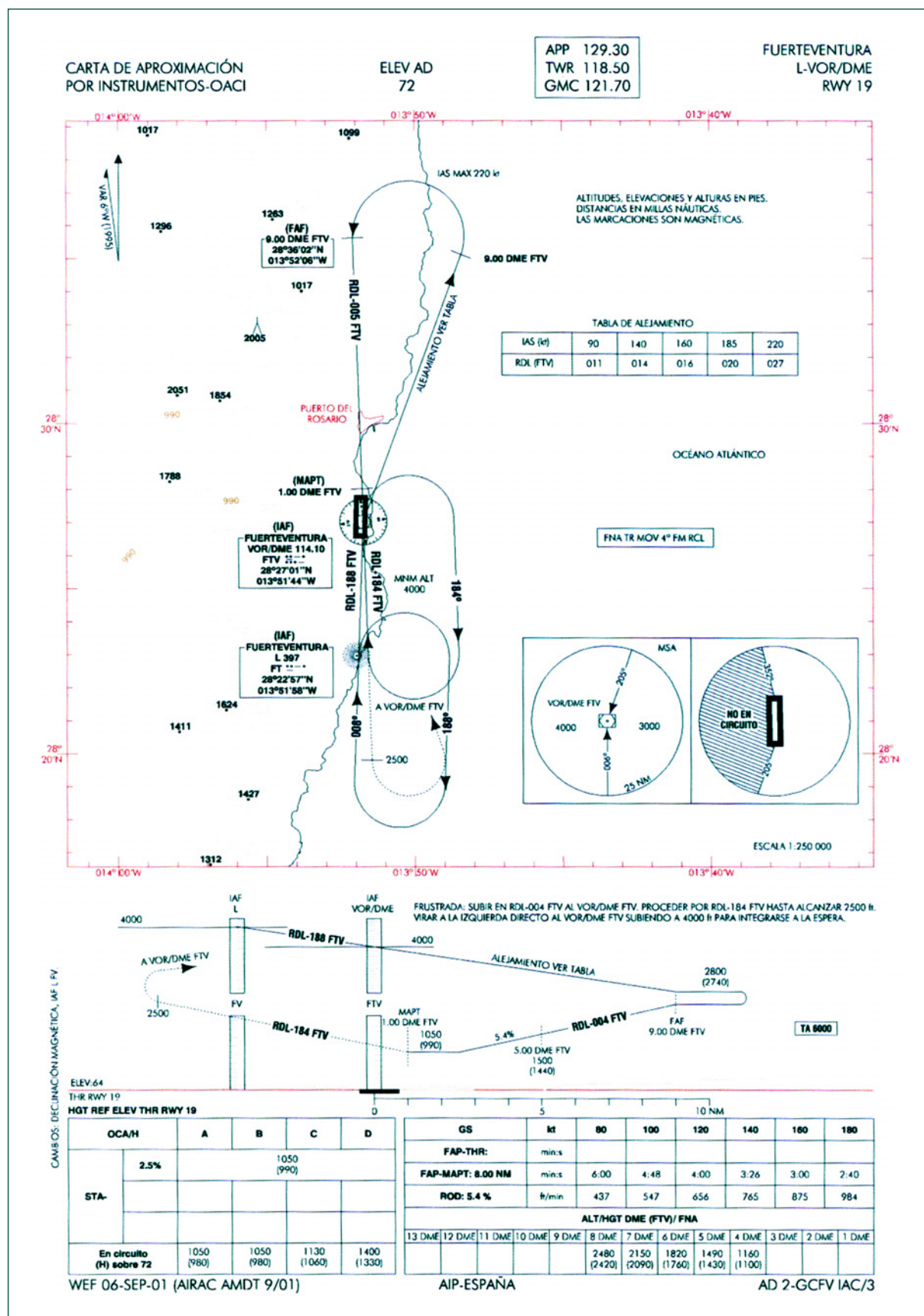
Después del incidente, la compañía Hapag Lloyd's analizó sus procedimientos de compañía para buscar deficiencias y posibles mejoras. Como consecuencia de este proceso, se decidió implementar en la compañía los aspectos que se citan a continuación:

1. Práctica de los procedimientos de aproximación de no precisión. Los puntos más importantes en que se debe incidir, son: Concepto de Coordinación en Cabina, Limitaciones y Callouts.
2. Adaptación de la formación en Gestión de Recursos en Cabina.

3. Mejora de la posición de los Copilotos en la compañía. En consecuencia, las medidas adoptadas previamente en este sentido, deben seguir aplicándose.
4. La formación de los tripulantes de vuelo, Comandantes y Copilotos, debe incluir formación específica en prevención de accidentes.

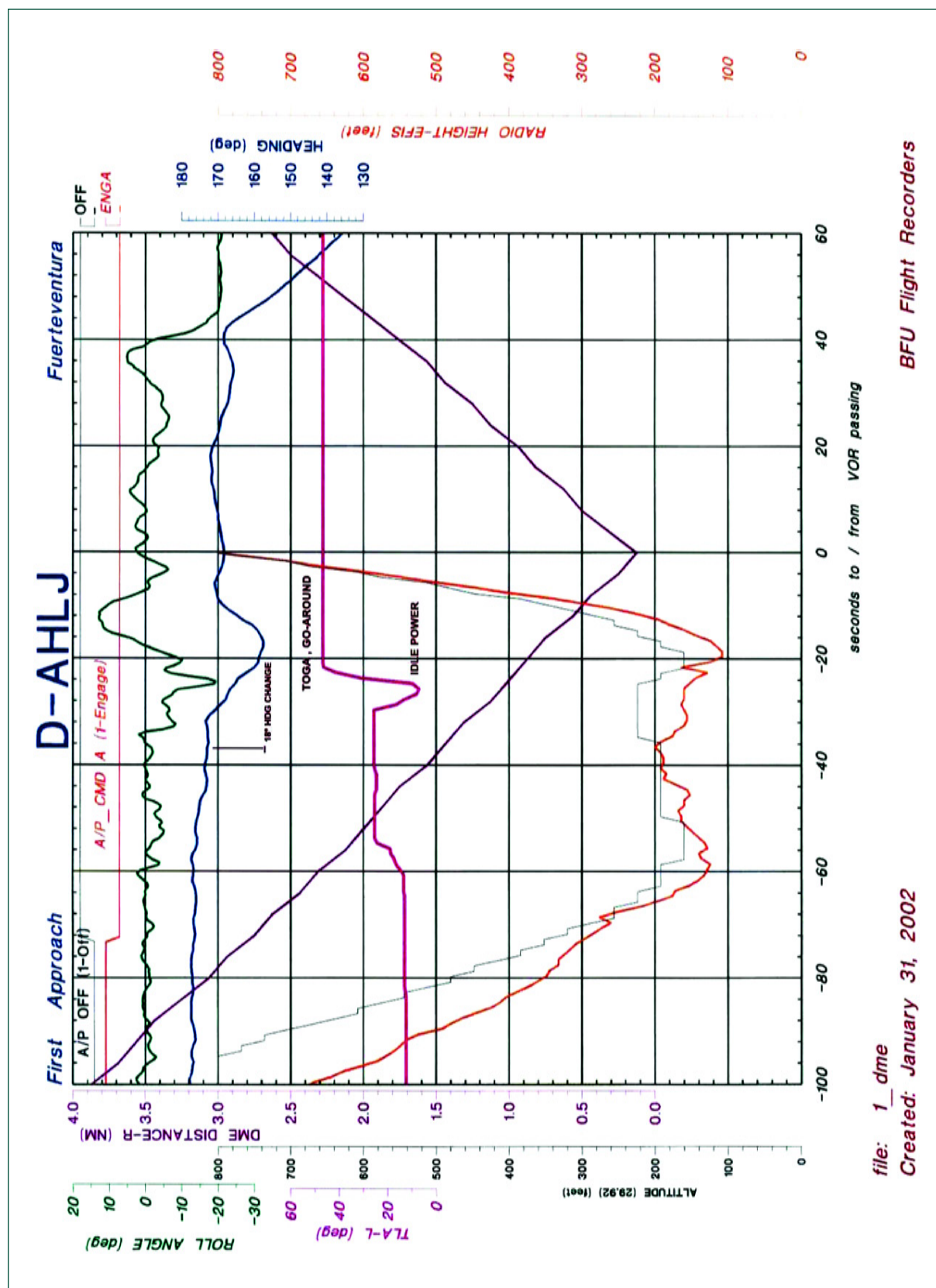
Debido a que las acciones de seguridad que pueden derivarse de la investigación de este incidente estarían incluidas entre estas medidas ya implementadas por el operador, no se han formulado recomendaciones de seguridad.

ANEXO A
Carta de aproximación VOR-DME
al Aeropuerto de Fuerteventura

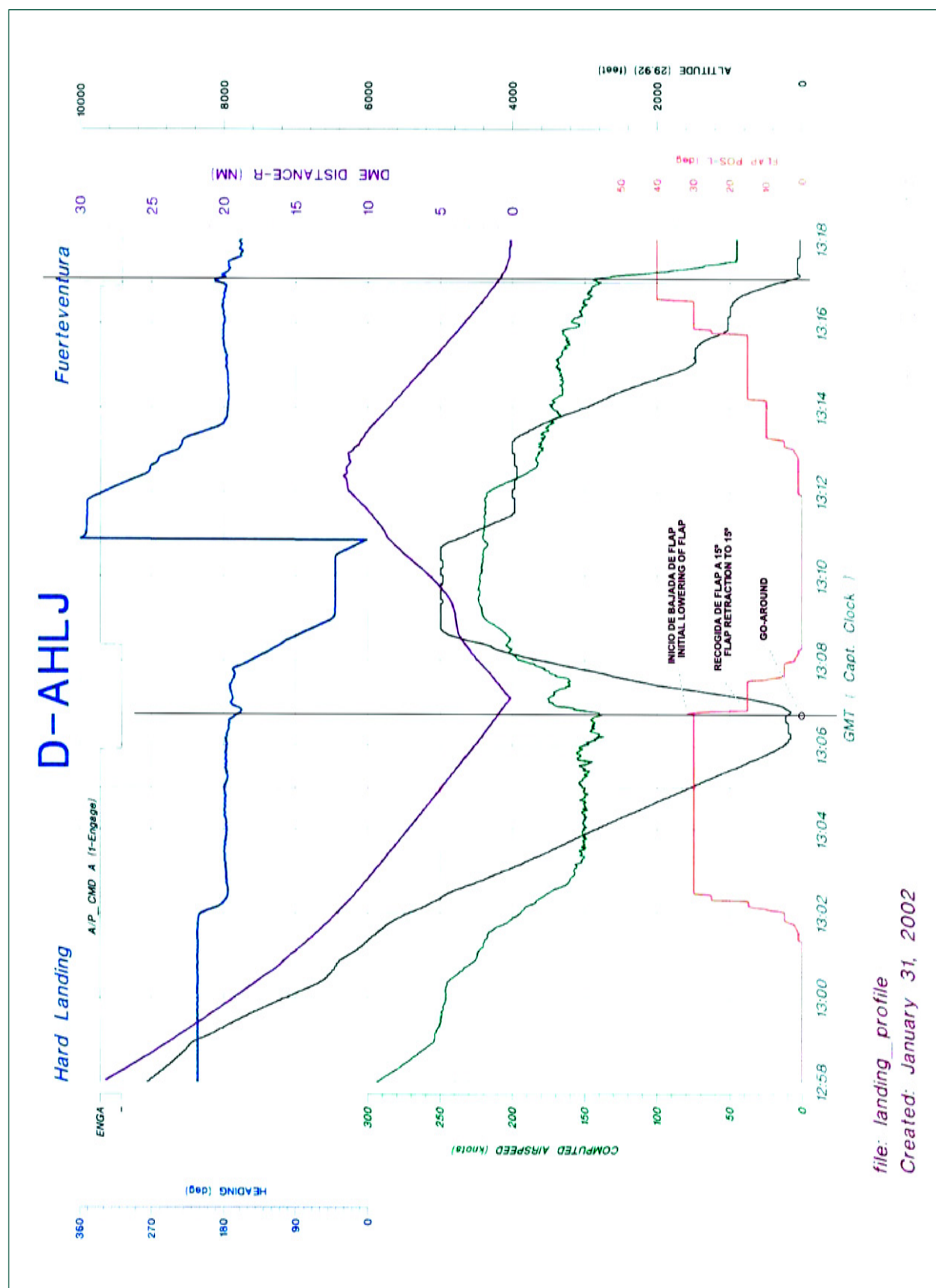


ANEXO B

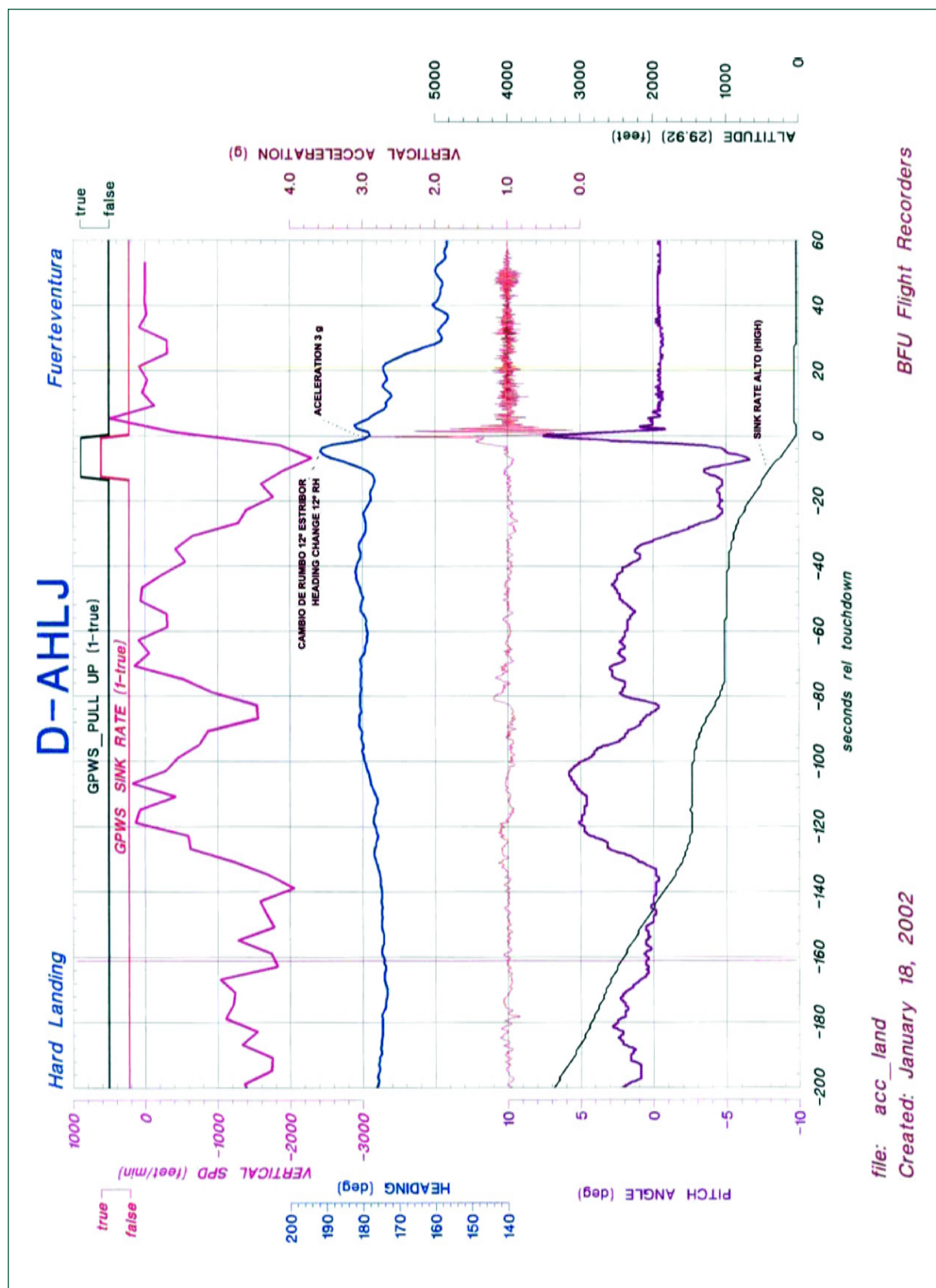
Gráficos del registrador de datos de vuelo



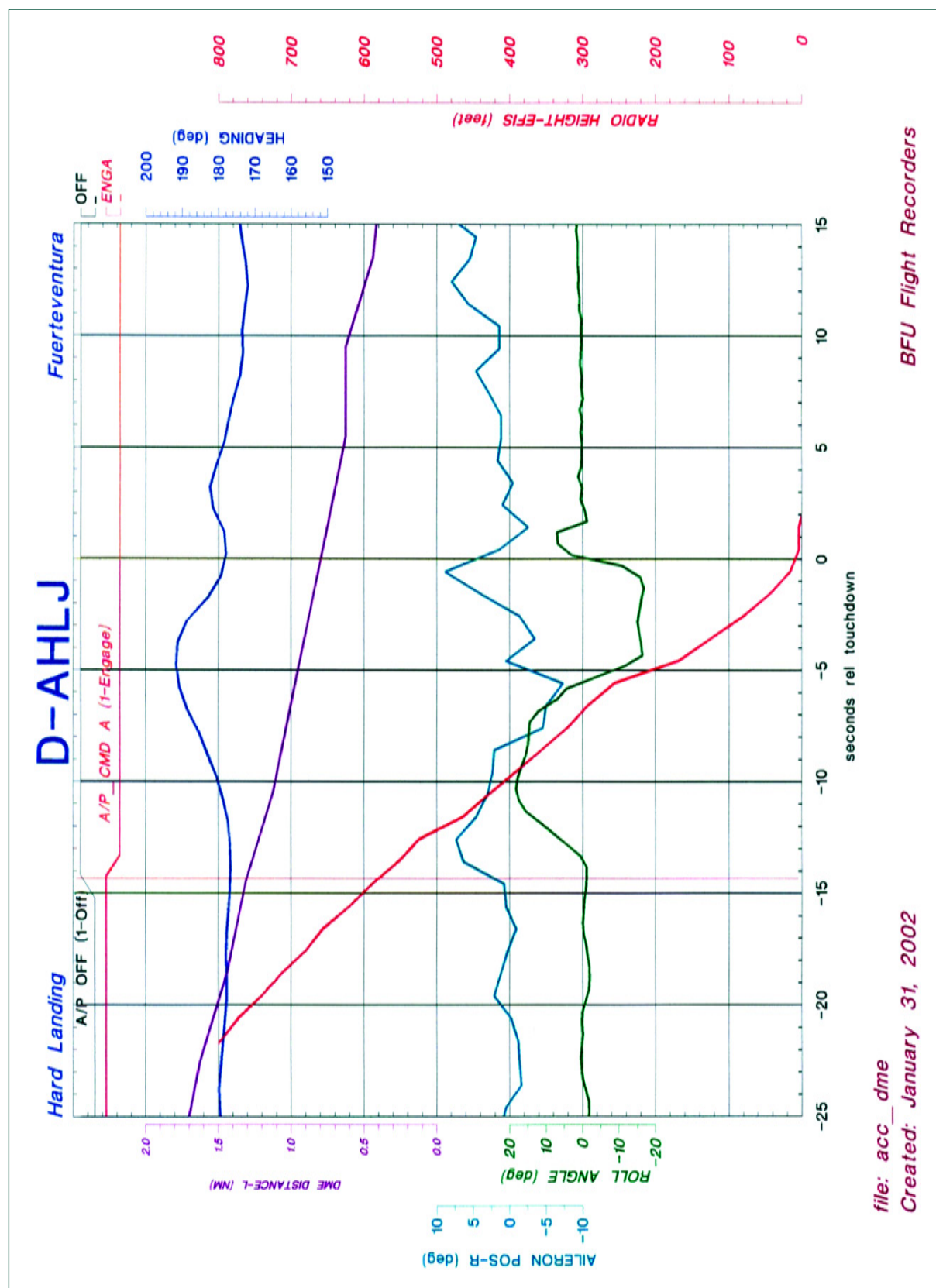
Anexo B-1. Paso por el VOR-DME. ALT, RA, Power, Heading and Roll angle



Anexo B-2. CAS, HDG, Flaps y ALT durante primera aproximación y segunda aproximación y aterrizaje



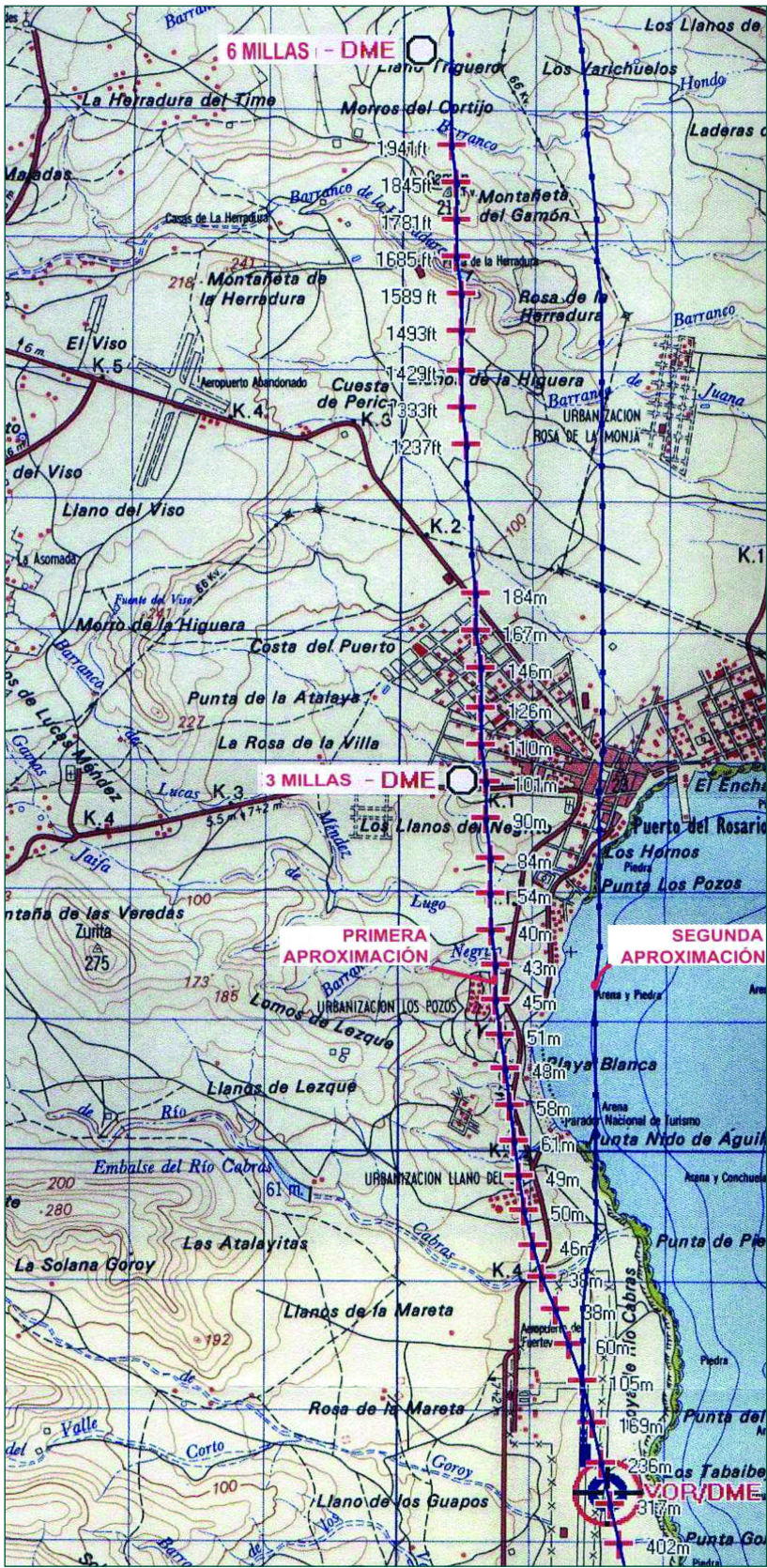
Anexo B-3. Segunda aproximación y aterrizaje



Anexo B-4. Últimos segundos antes de la toma de tierra

ANEXO C

Rutas seguidas en las dos aproximaciones



Mapa con representación de las trayectorias seguidas en las aproximaciones. Cuadrícula de 1 km