

CIAIAC

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

Informe técnico IN-045/2013

Incidente ocurrido a la aeronave
A320-200, matrícula D-AICE,
operada por la compañía
Condor Flugdienst GmbH,
el día 11 de diciembre de 2013,
en las proximidades del aeropuerto
de Tenerife Sur (Tenerife-España)



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

Informe técnico

IN-045/2013

**Incidente ocurrido a la aeronave A320-200,
matrícula D-AICE, operado por la compañía Condor
Flugdienst GmbH, el 11 de diciembre de 2013,
en las proximidades del aeropuerto
de Tenerife Sur (Tenerife-España)**



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES E INCIDENTES
DE AVIACIÓN CIVIL

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

NIPO: 161-15-003-X

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
<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

Abreviaturas	vii
Sinopsis	ix
1. Información factual	1
1.1. Antecedentes del vuelo	1
1.2. Lesiones personales	1
1.3. Daños a la aeronave	1
1.4. Otros daños	2
1.5. Información sobre el personal	2
1.6. Información sobre la aeronave	2
1.6.1. Información sobre los modos de guiado automático del A320	2
1.6.2. Información sobre los instrumentos de vuelo y navegación	3
1.6.3. El EGPWS	5
1.7. Información meteorológica	6
1.8. Ayudas para la navegación	8
1.8.1. Información sobre ayudas visuales	8
1.8.2. Información de radio ayudas a la navegación	8
1.8.3. NOTAM	10
1.9. Comunicaciones	10
1.9.1. El ATIS	13
1.10. Información del aeropuerto	14
1.11. Registradores de vuelo	14
1.11.1. El equipo GPWS	17
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto	17
1.13. Información médica y patológica	17
1.14. Incendio	17
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia	17
1.16. Ensayos e investigaciones	18
1.16.1. Testimonio de la tripulación de vuelo	18
1.16.1.1. Comandante	18
1.16.1.2. Copiloto	19
1.16.1.3. Testimonio de otras tripulaciones	22
1.16.2. Testimonio de los controladores	22
1.16.2.1. Controladora local	22
1.16.2.2. Supervisora	23
1.16.2.3. Controlador de aproximación	24
1.16.2.4. Otro personal de la torre	24
1.16.2.5. Controladores del ACC	25
1.16.3. Personal de mantenimiento CNS	25
1.16.4. Personal de mantenimiento del balizamiento	26
1.17. Información sobre organización y gestión	27

1.18. Información adicional	27
1.18.1. La aproximación LOC Z RWY 08 y su carta	27
1.18.2. Los procedimientos operacionales de la compañía	29
1.18.2.1. Las aproximaciones de no precisión (NPA) basadas en localizador	29
1.18.2.2. <i>Call-outs</i> en aproximación	30
1.18.2.3. Radio-ayudas requeridas en las aproximaciones	31
1.18.2.4. La maniobra de <i>Go-around</i> y las maniobras de evasión tras un mensaje «PULL UP» del EGPWS	31
1.18.3. Procedimientos ATC	32
1.18.4. Los sistemas de alarma en ATC (MSAW)	33
1.18.5. Medidas tomadas por la compañía aérea	34
1.18.6. Medidas tomadas por AENA	36
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces	36
2. Análisis	37
2.1. Reconstrucción del escenario en cabina	37
2.2. Los factores humanos en la cabina	41
2.3. Las cartas de aproximación y su interpretación	43
2.4. Las averías en las ayudas y el flujo de información al respecto	44
2.5. La monitorización del descenso por parte de ATC	46
2.6. Consideración de las medidas tomadas tras el incidente	47
3. Conclusiones	49
3.1. Constataciones	49
3.2. Causas/Factores contribuyentes	49
4. Recomendaciones de seguridad operacional	51
Anexos	53
Anexo I. Cartas de navegación	55
Anexo II. Información de seguridad de vuelo de Condor	61

Abreviaturas

00°	Grado(s)
00 °C	Grado(s) centígrado(s)
ACC	Centro de control de área
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AENA	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
ADF	Equipo radiogoniométrico automático
AIP	Publicaciones de Información Aeronáutica
APM	Vigilancia de senda de aproximación
APP	Dependencia de control de aproximación
ATC	Control del tráfico aéreo
ATIS	Servicio automático de información terminal
ATPL(A)	Piloto de transporte de línea aérea de avión
ATS	Servicio de tránsito aéreo
CFIT	Vuelo controlado contra el terreno
CNS	Equipo de comunicación, navegación y vigilancia
CPL(A)	Licencia de piloto comercial de avión
CTA	Área de control
CVR	Registrador de voces en cabina
DH	Altura de decisión
DME	Equipo de medición de distancia
E	Este
EFIS	Sistema de instrumentos de vuelo electrónico
EGCC	Código OACI para el aeropuerto de Mánchester (UK)
EGWPS	Sistema de alerta de proximidad al terreno mejorado
FAF	Fijo de aproximación final
FAP	Punto de aproximación final
FCOM	Manual de Operación de la tripulación de vuelo
FCU	Unidad de control de vuelo
FD	Director de vuelo
FDR	Registrador de datos de vuelo
FL	Nivel de vuelo
FMGCS	Sistema de gestión y control de vuelo
FMS	Sistema de gestión de vuelo
FPA	Ángulo de senda de vuelo
F-PLN	Plan de vuelo
ft	Pie(s)
g	Aceleración de la gravedad
GA	Motor y al aire
GCI	Gestión centralizada de incidencias
GCTS	Código OACI para el aeropuerto de Tenerife Sur
GND	Posición de control de movimientos en tierra
GP	Senda de planeo
GPS	Sistema global de posicionamiento
h	Hora(s)
IFR	Reglas de vuelo por instrumentos
ILS	Sistema de aterrizaje por instrumentos
IR	Reglas de vuelo instrumental
IR	Habilitación de vuelo instrumental
km	Kilómetro(s)
kt	Nudo(s)
LCL	Posición de controlador local
LOC	Localizador
m	Metro(s)
MCDU	Unidad de pantalla de control multifunción
MDA/MDH	Altitud/Altura mínima de decisión

Abreviaturas

METAR	Informe meteorológico ordinario de aeródromo
MHz	Megahercio
min	minuto
MSAW	Alerta de altitud mínima de seguridad
MTTO	Mantenimiento
N	Norte
ND	Pantalla de navegación
NDB	Radiofaro no direccional
NM	Milla(s) náutica(s)
NOTAM	Aviso distribuido por medios de telecomunicaciones que contiene información relativa al establecimiento, condición o modificación de cualquier instalación aeronáutica, servicio, procedimiento o peligro, cuyo conocimiento oportuno es esencial para el personal encargado de las operaciones de vuelo
NPA	Aproximación de no precisión
NW	Noroeste
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PF	Piloto a los mandos
PFD	Pantalla principal de vuelo
PNF	Piloto no a los mandos (que no vuela)
RCA	Reglamento de Circulación Aérea
s	Segundo(s)
S	Sur
SACTA	Sistema automatizado de control de tránsito aéreo
SE	Sureste
SMP	Sistema de mando y presentación
SW	Suroeste
STAR	Llegada normalizada por instrumentos
SRS	Sistema de referencia de velocidad
TAD	Presentación y alerta de terreno
TAF	Informe meteorológico sobre pronóstico de aeródromo
TFS	Código IATA para el aeropuerto de Tenerife Sur
Ton	Tonelada
TWR	Torre de control
UTC	Tiempo universal coordinado
VHF	Muy alta frecuencia
VOR	Radiofaro omnidireccional en VHF
W	Oeste
WPT	Puntos de ruta

Sinopsis

Propietario y operador:	Condor Flugdienst GmbH
Aeronave:	Airbus 320-200
Fecha y hora del accidente:	11 de diciembre de 2013; a las 11:34 UTC ¹
Lugar del accidente:	Aeropuerto de Tenerife Sur
Personas a bordo:	121 pasajeros y 6 tripulantes; ilesos
Tipo de vuelo:	Transporte aéreo comercial – Regular-Internacional – De pasajeros
Fase de vuelo:	Aproximación
Fecha de aprobación:	29 abril de 2015

Resumen del accidente

La aeronave Airbus 320-200, con indicativo CFG3228, entró en el FIR de Canarias a las 10:21 tras unas 5 h de vuelo proveniente del aeropuerto de Hamburgo.

La aeronave se desvió de la ruta STAR TERTO 6H inicialmente asignada para rodear un foco tormentoso por el Sur y continuó su aproximación con el objetivo de capturar el localizador de la pista en servicio. ATC les comunicó que la senda de planeo del ILS de la pista 08 había quedado inoperativa por lo que la tripulación se preparó para una aproximación de no precisión (LOC DME) a la pista 08 del aeropuerto de Tenerife Sur.

La tripulación erróneamente tomó como referencia de distancia al punto de contacto el DME del VOR con indicativo TFS situado 5,7 NM antes de la pista y próximo a la línea de costa. Con esa referencia de distancia, la tripulación inició el descenso final de forma anticipada sin que ni ellos ni los controladores ATC detectaran la desviación vertical de la trayectoria.

En la última fase de la aproximación el equipo EGPWS emitió un aviso de conflicto con el terreno. La tripulación reaccionó abortando la aproximación y, considerando la mala climatología existente, se desvió al aeropuerto de Fuerteventura, aterrizando sin novedad.

¹ La referencia horaria en el informe es la hora UTC y coincide con la hora local (LT).

1. Información factual

1.1. Antecedentes del vuelo

La aeronave, con indicativo CFG3228, provenía de Hamburgo y entró en el FIR de Canarias a las 10:21 tras unas 5 h de vuelo. ATC asignó a la aeronave la ruta de llegada instrumental (STAR) TERTO6H, prevista para los aterrizajes en la pista 26 de Tenerife Sur. Poco después y a causa de las condiciones meteorológicas en el entorno del aeropuerto con viento cambiante y tormentas con fuerte aparato eléctrico, la torre cambió la pista en uso de la pista 26 a la pista 08. Al hacerlo se detectaron problemas en la monitorización de los equipos del ILS. También un tráfico que se encontraba en final, informó al controlador de problemas en la recepción de la señal de la senda (GP) de la nueva pista. Los técnicos de mantenimiento que se desplazaron hasta al emplazamiento de los equipos, confirmaron que la senda y el DME del ILS no estaban emitiendo.

La aeronave se desvió de la ruta STAR inicialmente asignada para rodear un foco tormentoso por el Sur y continuó su aproximación con el objetivo de capturar el localizador de la nueva pista. ATC le comunicó entonces que la senda de planeo del ILS de la pista 08 había quedado inoperativa por lo que la tripulación modificó sus planes iniciales que consistían en hacer una aproximación ILS y se prepararon para una aproximación de no precisión (LOC DME) a la pista 08.

La tripulación, que no fue informada de que el DME del ILS que sirve a la pista también había quedado inoperativo, erróneamente tomó como referencia de distancia al punto de contacto el DME del VOR con indicativo TFS situado 5,7 NM antes de la pista, próximo la línea de costa. Con esa referencia de distancia, la tripulación inició el descenso final anticipadamente sin que ni ellos ni los controladores ATC detectaran la desviación vertical de la trayectoria.

Ya en la última fase de la aproximación a unos 435 ft de indicación radio-altimétrica y a unas 6 NM de la pista, el equipo EGPWS emitió un aviso de conflicto con el terreno. La tripulación reaccionó abortando la aproximación y a la vista de la mala climatología optaron por desviarse a Fuerteventura, donde aterrizaron sin novedad.

1.2. Lesiones personales

No se produjeron daños personales a consecuencia del incidente.

1.3. Daños a la aeronave

La aeronave no tuvo daños a consecuencia del incidente.

1.4. Otros daños

No aplicable.

1.5. Información sobre el personal

El comandante de la aeronave tenía licencia de Piloto de Transporte de Línea Aérea de Avión ATPL (A) emitida por la autoridad de aviación civil alemana con validez hasta el 30-03-2015. Asimismo disponía una habilitación tipo de A320 y de vuelo instrumental IR válidas hasta el 07-01-2015.

Había volado por última vez, después de cuatro días de descanso, el día 9 desde Hamburgo (su base y lugar de residencia) a Hurgada (Egipto) y desde allí a Frankfurt con un tiempo total de vuelo de 9:55 h. Al día siguiente se trasladó a Hamburgo en un vuelo de otra compañía que duró 1:15 h, disfrutando de un tiempo total de descanso de 17:50 h antes del *check-in* del día 11.

Su tiempo total de vuelo en diciembre al finalizar el vuelo del incidente era de 22:04 h.

Superó satisfactoriamente una verificación de competencia el 14 de octubre del 2013.

El copiloto de la aeronave tenía licencia de Piloto Comercial de Avión CPL (A) emitida por la autoridad de aviación civil alemana con validez hasta el 22-02-2016. Asimismo disponía de una habilitación tipo de A320 y de vuelo instrumental IR válidas hasta el 30-09-2014.

Por su parte el copiloto se había desplazado por sus propios medios desde Hannover a Hamburgo el día anterior. El traslado duró 3:30 h y descansó 11:57 h antes del vuelo. Era su primer vuelo en diciembre, mes en el que había estado libre a excepción de dos días en los que había asistido a dos sesiones de formación en Frankfurt.

Superó satisfactoriamente una verificación de competencia el 5 de octubre del 2013.

Dentro de los ejercicios obligatorios en las verificaciones se encuentra la realización de una aproximación de no-precisión (NPA).

1.6. Información sobre la aeronave

Los registros de mantenimiento de la aeronave no contenían información alguna relativa a averías o defectos en los sistemas de guiado y navegación.

1.6.1. Información sobre los modos de guiado automático del A320

El sistema de gestión y control de vuelo (FMGCS) determina continuamente la posición de la aeronave y permite guiarla a través de una ruta preestablecida tanto en el perfil horizontal como en el vertical. Este es el modo de guiado conocido como «managed».

Si la tripulación por cualquier motivo (desvío de la ruta planificada por ejemplo) quiere modificar cualquier parámetro de la trayectoria (velocidad, altura etc.) puede hacerlo mediante los selectores de la unidad de control de vuelo (FCU)². El sistema de guiado dirigirá al avión hacia el valor objetivo seleccionado por la tripulación. Este modo de operación se conoce como «selected».

La tripulación puede elegir entre seguir manualmente las indicaciones de guiado proporcionadas por el director de vuelo o activar alguno de los dos pilotos automáticos para que el avión vuele autónomamente.

El guiado horizontal, basado en la señal de un localizador, se arma actuando sobre la pastilla «LOC» situado en el FCU. Toda vez que el avión se encuentre dentro del área de cobertura del localizador y la tripulación haya seleccionado el procedimiento de aproximación en la base de datos de navegación, el piloto automático, una vez adquirida la señal, alineará al avión con el eje de la señal

Entre los modos tipo «selected» de guiado vertical, el A320 cuenta con el modo FPA (flight path angle), que capacita al avión para trazar un descenso a un ángulo constante. La tripulación selecciona el ángulo de descenso y activa el guiado mediante el selector correspondiente situado en el FCU.

En caso de un motor y al aire (*go-around*) durante una aproximación, el sistema activa el modo correspondiente (modo GA) que combina el modo vertical (SRS o «Speed Reference System») que garantiza el ascenso con unas velocidades seguras y el modo horizontal (GA-TRK) que mantiene la derrota que tuviera la trayectoria en el momento de iniciar la maniobra. El modo SRS se desactiva a una altitud preestablecida en el procedimiento de frustrada o al activar otro modo vertical. El modo GA-TRK se desactiva al activar otro modo horizontal.

1.6.2. Información sobre los instrumentos de vuelo y navegación

Las dos pantallas, PFD («Primary Flight Display») (figura 1) y ND («Navigation Display») (figura 2)³, y proporcionan a cada miembro de la tripulación información permanente de guiado y navegación.

Las PFD combinan varias indicaciones de instrumentos de navegación convencionales y las presentan en una pantalla de forma centralizada. En el caso de una aproximación

² El FCU situado en el panel frontal. Es el interfaz a corto plazo entre la tripulación y el sistema de guiado y control. Permite seleccionar los diferentes modos del piloto automático y cambiar los «targets» (velocidad, rumbo, altitud, velocidad vertical, etc.).

³ Ambas imágenes corresponden a fotografías obtenidas durante la simulación del caso realizada por Airbus. Se utilizó la base de datos de navegación que usaba la tripulación el día del incidente. La simulación no incluye ecos del radar meteorológico que sí estaba activo el día en cuestión.



Figura 1. Simulación de la pantalla del PFD durante la aproximación. Cedida por Airbus



Figura 2. Simulación de la pantalla del ND en modo arco durante la aproximación. Cedida por Airbus

ILS (o LOC), con un DME asociado al localizador, la distancia a la estación DME en tierra es presentada en el margen inferior izquierdo de la pantalla (figura 1) junto con la información de su frecuencia e indicativo.

El ND representa gráficamente y en planta la posición de la aeronave con respecto a la ruta a seguir, los puntos de paso (*waypoints*), aeropuertos y radio-ayudas próximas. En la esquina superior derecha aparece la distancia y marcación al siguiente waypoint de la ruta. El último waypoint es el aeropuerto elegido como destino final (figura 2, ítem 1). Para fondos de escala por debajo de 40 NM la pista se presenta gráficamente mediante un símbolo (figura 2, ítem 2).

A través del panel de control del EFIS («Electronic Flight Instrument») (figura 3) cada miembro de la tripulación puede configurar la manera en que el ND presenta la información de entre 5 modos diferentes (Arco, Mapa, Rosa ILS/VOR/NAV) y en diferentes escalas (fondo de escala entre 10 NM y 320 NM).

Los paneles de control del EFIS cuentan con dos selectores que permiten la presentación en el ND de las flechas de marcación a dos radio-ayudas (de tipo VOR/DME o ADF a elegir por la tripulación). La frecuencia de las estaciones pueden ser sintonizadas de forma automática por el avión o elegidas manualmente a través del MCDU⁴. Para cada

⁴ Cada tripulante interactúa con el computador de guiado y control (FMGC) a través de las diferentes páginas y menús de la MCDU (Multipurpose Control and Display Unit). La página RAD NAV del MCDU es utilizada por la tripulación bien para configurar manualmente las radio-ayudas o bien para verificar cuáles están activas en caso de que sintonización automática por parte del sistema de gestión de vuelo.

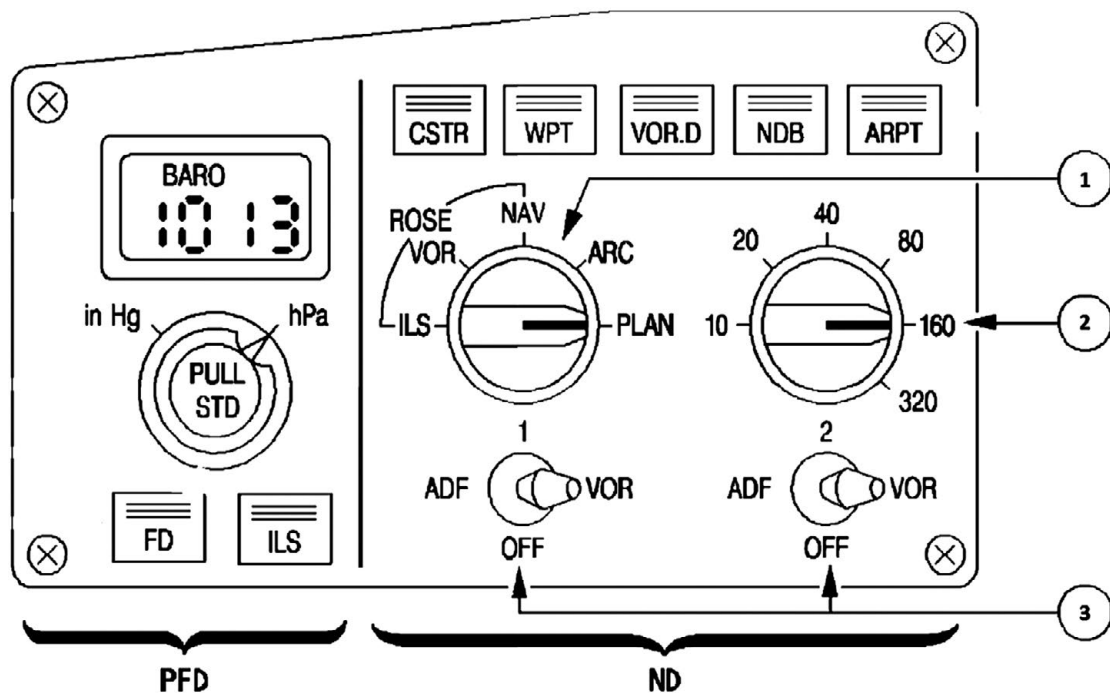


Figura 3. Esquema del panel de control de EFIS

una de las radio-ayudas seleccionadas, además de la flecha de marcación, se presenta la frecuencia, modo de selección, indicativo y si son del tipo VOR/DME la distancia a cada una de ellas en las esquinas laterales inferiores izquierda y derecha de la pantalla (figura 2, ítem 3).

El ND también puede ser usado para monitorizar los ecos detectados por el radar meteorológico o una representación del terreno calculada por el EGPWS (presionando la pastilla con la etiqueta «TERR ON ND» situada junto a la pantalla).

La tripulación puede validar y comprobar la precisión de la navegación del FMS a través del MCDU (en la página PROG). Para ello se introduce el indicativo de un aeropuerto o una radio-ayuda de manera que la pantalla devolverá la distancia y marcación de la aeronave relativas a la posición del punto introducido, calculadas por el FMGC.

1.6.3. El EGPWS

El EGPWS instalado en el avión contaba con la función conocida como TAD (Terrain Awareness Display) que predice los posibles conflictos con el terreno y los presenta en el ND. Esta funcionalidad calcula dos volúmenes (de precaución y de alarma) por delante de la aeronave cuyas dimensiones dependen de factores como la altitud y distancia al umbral de la pista más cercana, velocidad con respecto al suelo y régimen de giro (figura 4).

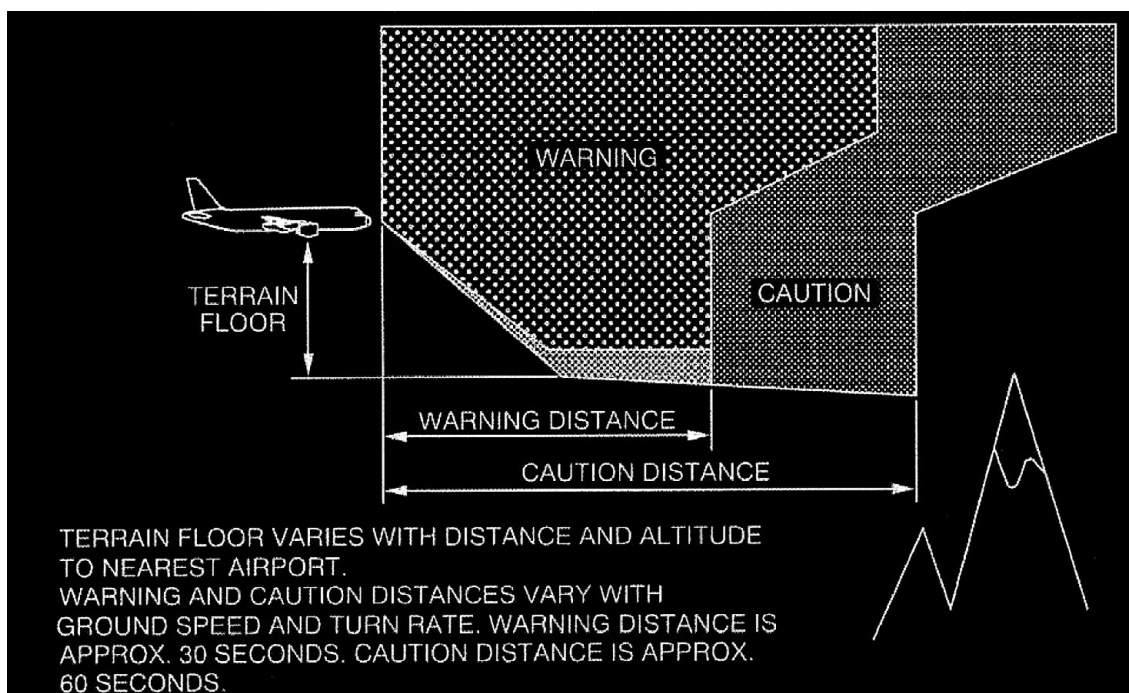


Figura 4. Representación del perfil de los volúmenes de control de la función TAD del EGPWS

Cuando los límites de alguno de estos volúmenes entran en conflicto con el terreno, el sistema genera una alerta sonora y presenta visualmente el terreno en el ND marcando en color rojo las áreas conflictivas. El mensaje sonoro generado en caso de alarma es: «TERRAIN AHEAD PULL UP». De acuerdo con la información proporcionada por el fabricante del equipo, el valor de la dimensión vertical (TERRAIN FLOOR) en este caso serían 400 ft, de manera que cuando el avión llegando a la línea de costa descendió por debajo de los 500 ft, el terreno ascendente por delante de la aeronave, con elevaciones en torno a los 100 ft, invadió el área de protección.

La tripulación puede optar por presentar continuamente la información del terreno en el ND (presionando sobre la pastilla con la etiqueta «TERR ON ND» situada junto a la pantalla del ND), en cuyo caso se presenta la orografía circundante con distintos colores (verde, amarillo o rojo) dependiendo del peligro. En caso de que la tripulación no elija esta opción la información sobre el terreno será presentada en cualquier caso en el momento de producirse el conflicto (desapareciendo los ecos del radar si este estuviera activo en el ND).

1.7. Información meteorológica

En la zona del suceso y en el entorno temporal del mismo había una gran actividad convectiva con una masa nubosa muy compacta entre las islas de Tenerife y Gran Canaria junto con núcleos tormentosos muy activos en la zona sur de Tenerife donde

se encuentra el aeropuerto. La imagen de la figura 5 de las 11h muestra gráficamente la posición de la actividad convectiva más «severa» en el extremo S-SW de la isla de Tenerife, con una línea de turbonada desplazándose en dirección NW-SE y barriendo las vertientes Oeste y Sur de la isla de Tenerife.

Los pronóstico de aeródromo (informe tipo TAF) de esa mañana predecían la situación⁵.

Los informes de observación del aeródromo (METAR) emitidos en el entorno temporal del incidente confirmaban la complicada situación, informando de visibilidades reducidas (en el entorno de los 1.500 a 3.000 m, presencia de tormentas y formaciones nubosas de tipo cumulonimbos)⁶.

El sistema de detección de rayos AEMET registró la caída de 1.136 rayos entre las 9 h y las 11 h. La figura 6 representa los rayos caídos ese día en el entorno del aeropuerto (104 rayos en un círculo de 5 km alrededor del aeródromo). La práctica totalidad de estos rayos se produjeron entre las 9:15 y las 10:15. Puede observarse una mayor concentración de rayos en el entorno de la cabecera 08, algunos de ellos muy próximos a la caseta donde se encuentran los equipos de la senda y el DME afectados por la tormenta.

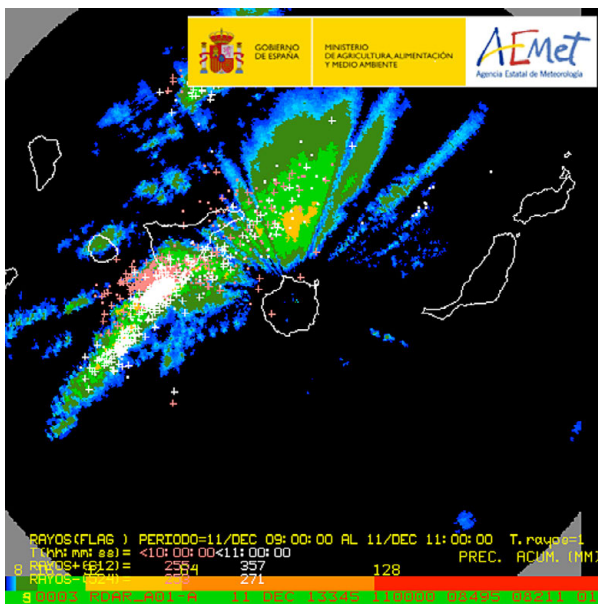


Figura 5. Imagen radar. Cedida por AEMET

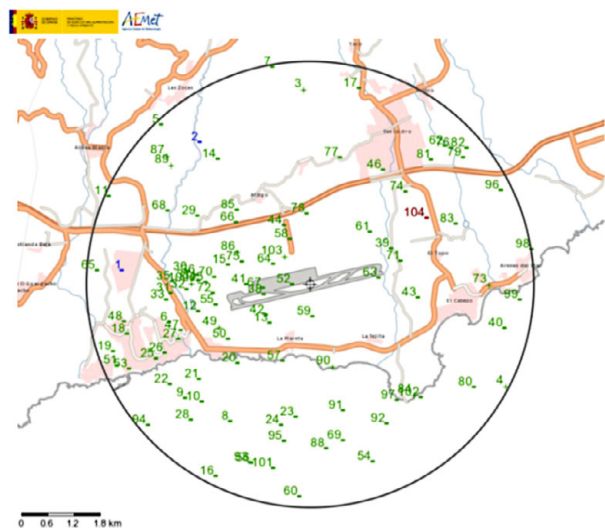


Figura 6. Estimación de la posición de los rayos caídos en las inmediaciones del aeropuerto

⁵ TAF AMD GCTS 110939Z 1109/1206 18013KT 9999 BKN090 TX21/1113Z TN17/1206Z TEMPO 1109/1112 VRB05KT TEMPO 1109/1112 29011KT TEMPO 1109/1206 1500 SHRA BKN020TCU TEMPO 1109/1206 1500 +TSRA BKN012CB TEMPO 1109/1112 0500 +TSRA BKN012CB TEMPO 1109/1123 34025G42KT=

⁶ METAR GCTS 111100Z 05011KT 1500-TSRA BKN015CB 18/16 Q1019 NOSIG=
METAR GCTS 111130Z 05013KT 020V080 3000-TSRA BKN015CB 18/16 Q1018 NOSIG=

Según el testimonio recabado del jefe de la oficina de Meteorología del aeropuerto, en los 9 años que llevaba destinado en Tenerife no recordaba una tormenta con semejante desarrollo de aparato eléctrico tan cerca del aeropuerto.

1.8. Ayudas para la navegación

1.8.1. Información sobre ayudas visuales

La pista 08 cuenta con luces de aproximación del tipo CAT I⁷ (900 m), luces de umbral, de eje y borde de pista. El sistema de luces de aproximación incluye luces de alta intensidad de descarga de condensador, también conocida como luz secuencial cuya instalación no es obligatoria⁸. La zona de toma de contacto no cuenta con iluminación específica ni es requerida por la normativa⁹.

El balizamiento del campo de vuelos se gestiona mediante un sistema conocido como SMP (Sistema de Mando y Presentación) que permite configurar y monitorizar remotamente la iluminación tanto desde la torre de control como desde la central eléctrica. La consola de mando del sistema dispone de un panel táctil, cuya función es la de recoger los comandos del usuario y de un monitor de presentación, que muestra un gráfico que representa el aeropuerto y los sistemas de ayuda visual a cada una de las cuales se le asigna un color. Los sistemas alarmados se presentan de manera intermitente.

Según la configuración de balizamiento elegida en el panel del SMP, unos elementos de control denominados PLC, energizan los relés adecuados que a su vez accionan los reguladores de corriente que suministran energía a los elementos del balizamiento.

Tanto estos PLC como sus relés asociados están situados en dos emplazamientos diferentes dentro de la plataforma (conocidos como cámaras). Desde cada una de estas cámaras se gestiona el 50% de las balizas del campo de manera que ante un problema en una de las cámaras se asegure un nivel mínimo de balizamiento.

1.8.2. Información de radio ayudas a la navegación

Para soportar las aproximaciones de precisión a la pista 08 el aeropuerto cuenta un equipo ILS (senda (GP) y localizador (LOC)) suplementado con un DME. La frecuencia de

⁷ Según el Anexo 14 de OACI el sistema de iluminación de aproximaciones de precisión categoría I debe consistir en una fila de luces blancas que se extienda 900 m en la prolongación del eje de la pista y una línea de luces transversal de 30 m de ancho a 300 m del umbral.

⁸ El Anexo 14 recomienda el uso de estas luces en determinados casos. Ha de emitir destellos con una frecuencia de 2 destellos por segundo.

⁹ Según el Anexo 14 de la OACI sólo en caso de aproximaciones de precisión CAT II y III es necesario instalar luces de toma de contacto.

sintonización de esta radio-ayuda es 109.7 MHz y le corresponde la identificación radio «TRS»¹⁰.

El aeropuerto cuenta también un equipo VOR/DME (frecuencia de sintonización 116.4 MHz e identificación radio «TFS») cuya posición coincide con el punto significativo «TENERIFE SUR» utilizado en los procedimientos de salida, llegada, espera y aproximación al aeropuerto y cuyo designador clave es el mismo que el de la radio-ayuda.¹¹ El VOR/DME está situado en la prolongación del eje de pista a 5,8 NM de la zona de contacto de la cabecera de la pista 08 (esto es del DME del ILS) cercano a la línea de costa.

Los equipos que generan la señal de la senda y el DME así como sus antenas se encuentran situados en el margen derecho de la pista, a la altura de la zona de contacto, mientras que el localizador se emplaza en la cabecera opuesta. Para asegurar la integridad de la señal cada equipo cuenta con dos receptores que evalúan autónomamente la calidad de la señal. En caso de que la calidad de la misma no supere unos valores mínimos preestablecidos, el emisor correspondiente deja de emitir.

El equipo ILS cuenta con un sistema de monitorización que permite visualizar el estado de cada uno de sus componentes (senda, localizador y DME). Esta información se presenta en una pantalla situada en el propio equipo y que presenta los posibles estados: normal indicado con una luz verde, aviso (luz ámbar) y alarma (luz roja). En este último caso el equipo no emite.

La información es enviada a su vez a la torre a través del enlace de fibra óptica del aeropuerto y se presenta finalmente tanto en la sala de equipos, donde se encuentra al personal de mantenimiento, como en el fanal, donde los controladores tienen varios terminales para visualizar el estado de las radio-ayudas. Se trata de un sistema de presentación que también enciende un piloto verde si el equipo está operativo y roja en caso contrario.

Cuando se cambia de pista, la conmutación remota entre los equipos ILS de ambas pistas se hace mediante un sistema conocido como Inter-lock que utiliza la línea de fibra óptica para transmitir sus señales. Este equipo es el encargado de ordenar a la senda, localizador y DME de la nueva pista que comiencen a emitir al tiempo que los equipos de la cabecera opuesta pasan a standby. En este caso concreto, la orden de emisión al DME se canaliza a través del equipo de la senda, de manera que si la senda se encuentra apagada o inoperativa por alguna razón, el DME de la pista opuesta no comienza a radiar tras una conmutación y habrá que proceder a su encendido manual desplazándose

¹⁰ De Acuerdo con el documento EUR Doc 011 de la OACI, los indicativos de los DME asociados aun LOC o a un VOR han de ser idénticos a los de la radio-ayuda a la que se asocian. En ambos casos (LOC y VOR) el designador estará compuesto por 2 o 3 letras que en el caso del LOC pueden ir precedidas por la letra «I» si es necesario distinguir el ILS de otras ayudas. El ILS de la pista opuesta (26) se identifica por «ISUR».

¹¹ Según el Anexo 11 de la OACI el designador en clave del punto significativo será el mismo que la identificación de radio de la radio-ayuda para la navegación. De ser posible, estará compuesto de tal forma que facilite la asociación mental con el nombre del punto en lenguaje claro.

físicamente a la caseta del equipo. Según la empresa instaladora, esta arquitectura evita duplicidad de líneas.

1.8.3. NOTAM

La publicación de los NOTAM que atañen a las radio-ayudas de los aeropuertos del FIR de Canarias se canalizan a través del Centro de Control (ACC). El personal del centro evalúa la información recibida del aeropuerto y en su caso envía el texto del NOTAM correspondiente al servicio AIS para que este proceda a su publicación.

A las 11:36 del día del incidente se publicó un NOTAM que informaba de que las luces secuenciales de la pista 08 estaban fuera de servicio¹². A las 11:58¹³ y 12:01¹⁴ se publicaron sendos NOTAM informando de que el DME y el GP estaban inoperativos. A las 15:55¹⁵ se publicó un nuevo NOTAM dando de alta el DME.

1.9. Comunicaciones

Desde su entrada en el FIR de Canarias la aeronave estuvo en comunicación con los diferentes sectores de ruta, aproximación y finalmente la torre de control. Además de las comunicaciones aire-tierra también se analizaron las comunicaciones entre la torre y el centro de control y el personal de mantenimiento de los equipos del aeropuerto. Este apartado presenta un compendio de las comunicaciones más relevantes.

A las 10:17 La torre llama a la oficina de meteorología para informar de problemas con los indicadores de viento de la pista 08, mencionando que el viento está rolando y es probable que tengan que cambiar a esa pista.

A las 10:19 El avión (indicativo CFG3228) contacta con el primer sector de ruta dentro del FIR Canarias comunicando su posición próxima al punto de entrada en el FIR. El controlador responde asignando la arribada estándar TERTO6H e informando de que la pista en servicio en ese momento es la 26.

A las 10:38 un tráfico solicita aterrizar por la pista 08 y poco después solicita la activación del ILS de la pista 08.

A las 10:44 el controlador local, una vez autorizado el rodaje del último tráfico que ha aterrizado por la pista 26, habla con la central eléctrica para que activen la configuración

¹² (B8624/13 NOTAMN A)GCTS B)1312111136 C)1312312359 EST E)SEQUENCE FLASHING LIGHTS RWY08 U/S).

¹³ E5439/13 NOTAMN A)GCTS B)1312111158 C)1312131500 EST E)DME ASSOCIATED WITH ILS RWY08 U/S).

¹⁴ (E5440/13 NOTAMN A)GCTS B)1312111201 C)1312131500 EST E)RWY08 ILS GP U/S).

¹⁵ (E5450/13 NOTAMC E5439/13 A)GCTS B)1312111555 E)DME ASSOCIATED WITH ILS RWY08 RESUMED NORMAL OPERATION).

de la pista 08. El tráfico en aproximación comunica que reciben la señal del localizador pero no así de la senda. El controlador de aproximación autoriza la aproximación VOR («VOR approach runway 08») y condicionalmente la aproximación basada el localizador («Localizer approach runway 08») si reciben la señal del localizador.

A las 10:45 la central eléctrica recibe una llamada de la torre solicitando que activen la luz secuencial de la pista 08, pues ellos tienen problemas con el sistema de control remoto. Desde la central contestan que hay problemas de comunicación y sin que se den más explicaciones el controlador responde: «O sea que está la 08 y el secuencial, Perfecto» a lo que la central contesta con la frase «Aunque la pantalla aparece... las luces parpadeando (está todo bien) Si... de la 26 sí tenemos señal pero de la 08 no tenemos». El controlador se despide con la frase:» No está, pero está encendido. Déjalo. Vale. Hasta luego».

A las 10:47 el tráfico en aproximación es autorizado a aterrizar. La tripulación vuelve a pedir que encienda el ILS de la pista 08 a lo que el controlador responde que está encendido pero que puede que no lo reciban por los problemas eléctricos ocasionados por la tormenta. El avión aterriza y es autorizado a abandonar la pista.

A las 10:49 la torre notifica el cambio de pista a un sector de ruta. El CFG3228 es transferido a este nuevo sector que le comunica que la pista será la 08.

A las 10:50 el controlador de aproximación habla con un compañero de un sector en ruta colateral al suyo que le pregunta sobre el estado del ILS. Le responde que están haciendo comprobaciones y confirma que el CFG3228 entrará por la pista 08.

A las 10:52 el CFG3228 solicita mantener rumbo 200 durante al menos 60 NM. Es autorizado a mantener rumbo a descender a FL110 y es transferido a control de aproximación. El avión establece contacto con aproximación que le autoriza a descender a FL80 y le solicita que comunique cuando pueda virar rumbo norte hacia el localizador.

A las 10:57 un sector de ruta pregunta a la torre sobre el ILS. Desde la torre le comunican que mantenimiento dice que está operativo aunque ellos no tienen indicación positiva. Repiten que un tráfico precedente informó de problemas en la senda.

A las 11:01 el CFG3228 insiste en que debe mantener rumbo SW hasta librar el frente tormentoso. El controlador acusa recibo y confirma que puede ver la línea de nubes en el radar.

A las 11:05 el controlador de aproximación proporciona vectores radar a otro tráfico al tiempo que le indica que espere aproximación basada en localizador. La tripulación pregunta sobre la senda y el controlador contesta que no están seguros de que esté operativa.

A las 11:12 llaman a la torre desde la central eléctrica informando de que: «el secuencial de la 08 está fuera de servicio».

A las 11:13 el controlador de aproximación autoriza a un tráfico a iniciar la aproximación ILS: («Cleared for ILS Z approach Runway 08»).

A las 11:14 la torre recibe una llamada desde la sala de equipos informando de que la senda está inoperativa: («senda fuera de servicio... el localizador sí funciona»). No hay mención alguna al DME. A continuación el controlador de aproximación informa al tráfico autorizado de que las luces de aproximación están apagadas («The approach lights are switched off because of lighting») y comunica el fallo en la senda enmendando su autorización anterior («glide path is not on service. So approach will be localizer Z runway 08»).

A las 11:17 un nuevo tráfico es autorizado a iniciar la aproximación basada en el localizador («localizer Z approach runway 08. Glide path out of service»).

A las 11:19 el CFG3228 es autorizado a proceder rumbo 010° para interceptar el localizador, avisándole de que será una aproximación basada en localizador.

A las 11:21 y 11:25, tras haber sido autorizados por el controlador local, aterrizan los dos tráficos que habían iniciado la aproximación. En las comunicaciones mantenidas con la torre estos aviones no informaron de ningún problema con la señal del DME.

A las 11:26 el controlador de aproximación autoriza al CFG3228 a descender a 3.000 ft y a virar con rumbo 050 para interceptar el localizador.

A las 11:28 el controlador de aproximación autoriza a otro tráfico a iniciar la aproximación basada en el localizador y a 8 NM en final lo transfiere a la torre que le autoriza a aterrizar. Tampoco en este caso la aeronave informa de problema alguno con el DME.

A las 11:31 el CFG3228 notifica que está establecido en el localizador a 10 millas de la pista («established on the localizer, ten miles out»). El controlador responde con un valor de distancia de 16 NM («eh... roger one six miles») y lo transfiere a la torre. La tripulación colaciona el valor de la frecuencia de torre y se despide («one one nine, adiós»). El CFG3228 contacta con la torre que le autoriza a continuar la aproximación.

A las 11:34 es autorizado a aterrizar por la torre. Simultáneamente otra aeronave es autorizada a iniciar la aproximación («localizer Z approach runway 08»).

A las 11:35 la tripulación del CFG3228 comunica que frustra la aproximación («we are going around») y el avión es transferido al sector de aproximación que le autoriza a mantener rumbo y ascender a FL80.

A las 11:37 otro tráfico de la misma compañía que está en la misma frecuencia a unas 50NM del aeropuerto, solicita información sobre el motivo de la frustrada a lo que la tripulación responde que el motivo ha sido la falta de contacto visual con el terreno («no visual contact with the ground»).

El controlador informa al tráfico que seguía al CFG3228 en la secuencia de aproximación sobre el motivo del go-around, al tiempo que lo transfiere a torre a 8NM de la pista. Sin cambiar de frecuencia, la tripulación de este tráfico notifica que debe interrumpir la aproximación por que no reciben señal del DME («we have to discontinue the approach, we don't have the navaid available, we still don't have the DME for the approach»). El controlador le pide confirmación de si se trata del DME TFS y el tráfico contesta: «we can't read the DME TR» (sin completar el indicativo). El avión aborta la aproximación y es incorporado de nuevo a la secuencia de aproximación.

El CFG3228 solicita información sobre si otras aeronaves han aterrizado con normalidad después de ellos a lo que control responde que no y que el tráfico que les seguía ha frustrado también. Poco después comunica a control su intención de desviarse a Fuerteventura.

Entre las 11:44 y las 11:51 dos nuevos tráficos, entre ellos el otro de la misma compañía que el CFG3228, son autorizados a la aproximación y aterrizar sin que las comunicaciones reflejen problemas adicionales con el DME.

A las 12:00 aterriza el tráfico que reportó el problema con el DME. No se detectan nuevas menciones al DME en su segunda aproximación.

Entre tanto en el centro de control se recibió una llamada de la sala de equipos del aeropuerto informando de la publicación de un NOTAM que daba inoperativos tanto la senda como el DME de la pista 08.

A las 12:17 a unas 25 NM de Fuerteventura, el CFG3228 pide prioridad por combustible. ATC le recorta la maniobra y toma sin incidencias por la pista 19 a las 12:35.

1.9.1. *El ATIS*¹⁶

La información meteorológica se procesa automáticamente mientras que el resto de información es introducida manualmente por los controladores de torre. Para ello cuentan con un terminal en el fanal.

¹⁶ La finalidad del ATIS (Aerodrome Terminal Information Service) es la de facilitar información a las aeronaves que llegan y salen del aeródromo de una manera automática, vía señales de radio en VHF, evitando así la sobrecarga de comunicaciones a los Controladores de Tráfico Aéreo.

Se revisó el contenido de los ATIS del aeropuerto radiados desde las 10:10 («información C») y hasta que se dio de alta el DME a las 15:55 a través de un NOTAM.

A las 10:47 (información «H») coincidiendo con el cambio de pista, se modificó la información sobre la aproximación que pasó de ser la «ILS Y RWY26» a la «ILS Z RWY 08».

A las 12:22 (información «T») se actualizó su contenido con la nueva aproximación «LOCALIZER Z RWY 08» e inmediatamente después se vuelve a modificar («información U») añadiendo la información sobre el estado de la senda («GLIDE PATH OUT OF SERVICE»).

En ningún momento el ATIS informó de problema alguno en el equipo DME asociado al ILS.

1.10. Información del aeropuerto

El aeropuerto de Tenerife Sur cuenta con una pista (08/26) paralela a la línea de costa. Las aproximaciones a la pista 08 transcurren por encima del mar hasta unas 6 NM antes del umbral donde comienza la tierra firme. Ambas pistas permiten aproximaciones de precisión hasta CAT I. La elevación del aeropuerto es de 209 ft.

1.11. Registradores de vuelo

Se descargaron los datos almacenados en el registrador de datos de vuelo (FDR¹⁷). Los datos obtenidos se utilizaron para reconstruir la trayectoria de aproximación, los modos del sistema de vuelo automático y la configuración de los instrumentos de vuelo en cabina (figura 8).

No fue posible preservar la grabación del CVR, dado que después del incidente la aeronave continuó volando durante el tiempo transcurrido hasta que la notificación fue recibida, el día después del incidente.

Los datos descargados del FDR confirmaron que la frecuencia de las ayudas seleccionadas para su presentación en el ND correspondía a la del VOR/DME TFS (116,40 MHz). La distancia a esta radio-ayuda también fue registrada y su evolución era congruente con la trayectoria de la aeronave. La frecuencia sintonizada en el equipo ILS correspondía al ILS de la pista 08 (109,7 MHz). El registrador no almacena la distancia al DME asociado al ILS de la aproximación seleccionada con lo que no fue posible confirmar la ausencia de señal a través del FDR.

¹⁷ Modelo ALLIED SIGNAL SSFDR PN 980-4120-xxx.

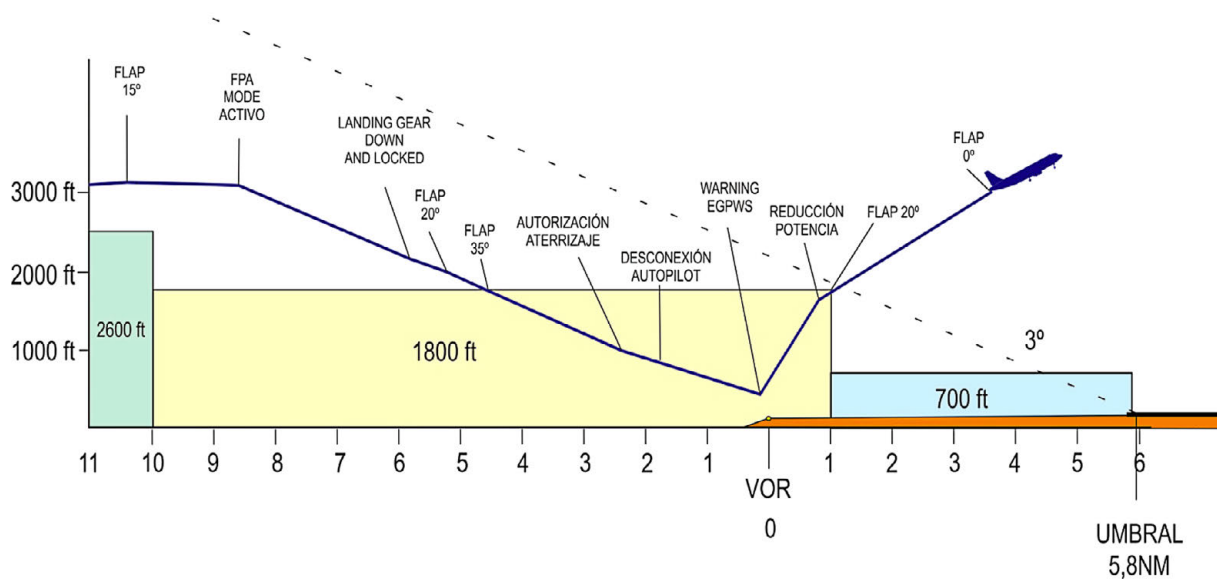


Figura 7. Reconstrucción de la trayectoria de descenso y motor y al aire. Se indican los eventos significativos

Ambos tripulantes volaron la aproximación con el ND en modo Arco y con la representación del radar meteorológico activa. Los fondos de escala elegidas fueron coherentes con la evolución de la distancia al destino, reduciéndose conforme se acercaban al aeropuerto para mejorar la resolución. La correlación entre fondo de escala elegido y distancia a la pista en las últimas 40 NM ha permitido estimar en qué intervalos de tiempo el símbolo de la pista aparecería en la pantalla.

En la pantalla del comandante la reducción de la escala dejaría a la pista fuera de alcance entre la milla 27 (cuando la escala pasó de 40 NM a 20 NM) y la milla 20 así como entre la milla 12 (cuando la escala pasó de 20 NM a 10 NM) y la milla 10, siendo visible el resto del tiempo.

En la pantalla del copiloto sería visible la práctica totalidad del tiempo quedando fuera de alcance sólo entre la milla 21 (cuando la escala pasó de 40 NM a 20 NM) y la milla 20.

Los datos del sistema de guiado, rumbo y altimetría confirmaron la captura del localizador a unas 20 NM del VOR así como el descenso y la captura de los 3.000 ft seleccionados a unas 15 NM todo ello en modo automático. Los directores de vuelo estuvieron activos durante toda la aproximación.

A unas 8,5 NM del VOR (14 NM de la pista) se seleccionó el modo FPA en el FCU con un ángulo de descenso que osciló entre los -4° y los -3° y el avión siguió volando en automático.

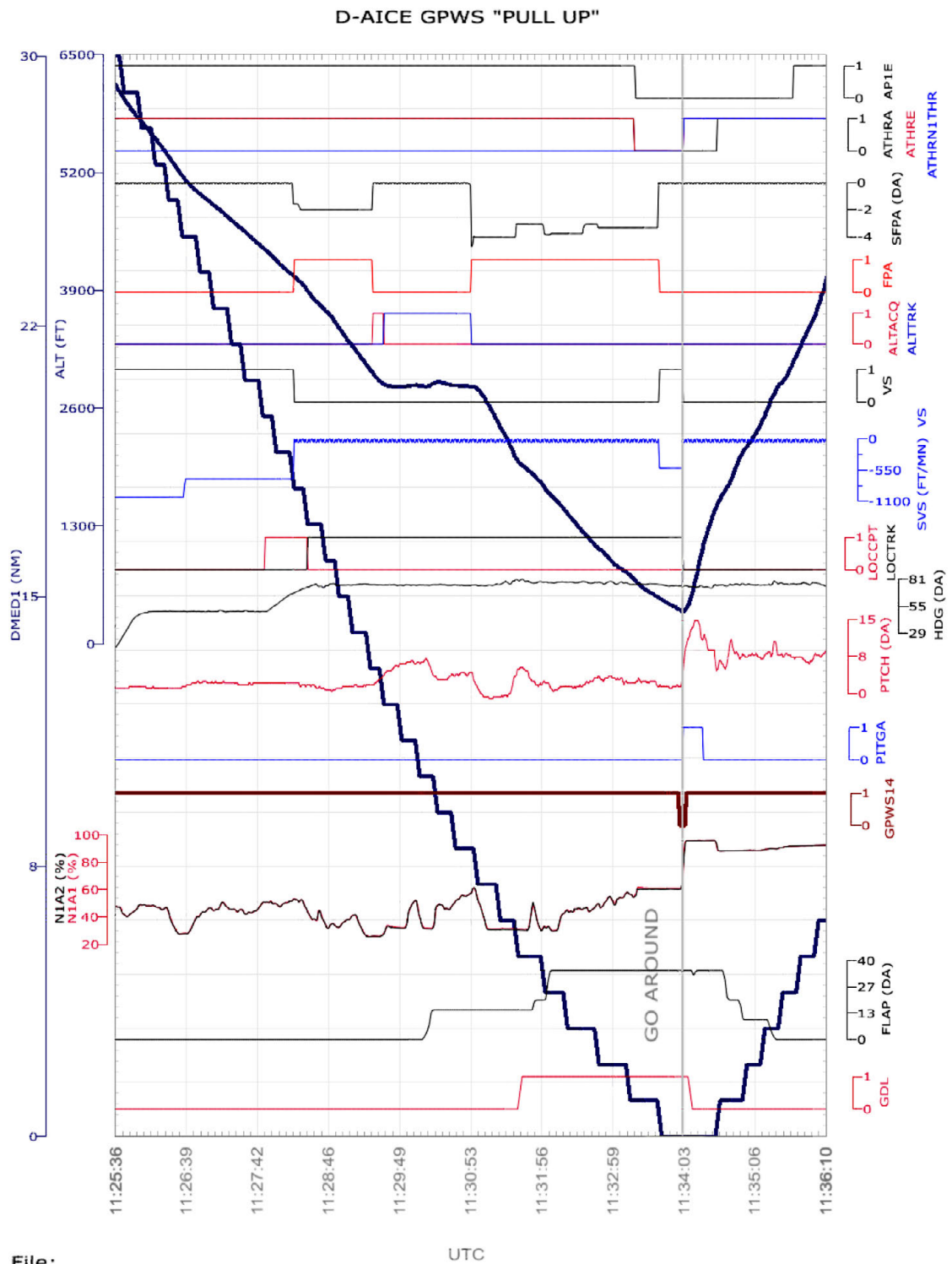


Figura 8. Evolución de los parámetros de vuelo relevantes durante la aproximación y el motor y al aire

La primera extensión de flaps (15°) se inició a 10 NM del VOR en vuelo horizontal. La tripulación completó la configuración para el aterrizaje durante el descenso final (tren abajo y flaps 35°) a 4.5 NM del VOR a una altitud de 1.800 ft.

Con un valor radioaltimétrico de 845 ft el piloto automático y el sistema de empuje automático fueron desconectados de manera que el avión voló en modo manual durante el resto del descenso y el ascenso posterior hasta superar los 3.000 ft.

A 435 ft de altura se inició el aviso del EGPWS. Inmediatamente se tiró de la columna de control y se adelantaron las palancas de empuje de manera que el avión activo los modos de guiado vertical (SRS) y horizontal (GA-TRK) correspondientes a una maniobra de go-around. El ángulo de cabeceo subió paulatinamente a lo largo de 12 s hasta un valor máximo de 14,8°.

La altura mínima registrada por el radio-altímetro fue de 410 ft. Inmediatamente después de la aplicación de potencia el tren de aterrizaje fue retraído. La configuración de flaps se mantuvo hasta superados los 1.800 ft de altitud, tras una reducción de potencia.

En el perfil de vuelo se identificó el posterior aterrizaje en Fuerteventura y el vuelo de retorno a Tenerife, donde aterrizó a las 14:22.

1.11.1. El equipo EGPWS

Los datos descargados del equipo EGPWS fueron analizados por el fabricante del equipo. Confirmaron que la alarma fue activada por la función predictiva TAD. Los datos indicaron asimismo que ni piloto ni copiloto activaron la representación EGPWS del terreno en la pantalla de su ND (la pastilla «TERR ON ND» se mantuvo en off).

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

No aplicable.

1.13. Información médica y patológica

No aplicable.

1.14. Incendio

No aplicable

1.15. Aspectos relativos a supervivencia

No aplicable.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Testimonio de la tripulación de vuelo

1.16.1.1. Comandante

Debido a las previsiones de mal tiempo en el destino cargaron 2,5 Ton de combustible adicional. Control del FIR Canarias les asignó la llegada estándar Terto6H que enlaza con las aproximaciones a la pista 26. Ya entonces comenzaron a vigilar la complicada meteorología y optaron por establecer Fuerteventura como mejor alternativo. A su llegada a Gran Canaria, en vista de los ecos del frente en el radar meteorológico y de que según el ATIS la pista en servicio había cambiado a la 08, optaron por solicitar a control abandonar la ruta asignada y desviarse hacia el Sur. El objetivo era rodear la línea de tormenta por el Sur para a continuación tomar rumbo Norte hasta interceptar el rumbo de pista. Realizaron el briefing acorde a estos planes esperando una aproximación ILS tal como anunciaba el ATIS. Escucharon por la radio como los tráficos aterrizaban sin aparente problema. Tuvieron que cambiar su rumbo en varias ocasiones para rodear los ecos del radar meteorológico para la que contaron con la total colaboración de ATC. Ya en curso Norte para interceptar el rumbo final a pista, ATC informó de que la senda del ILS estaba inoperativa y que serían autorizados una aproximación LOC. Hicieron un nuevo briefing, teniendo en cuenta las diferencias en el tipo aproximación (incluyendo la introducción de nuevos mínimos en el MCDU), al tiempo que vigilaban los ecos del radar que aparecían en las inmediaciones de la trayectoria de aproximación y en el propio aeropuerto. Alcanzaron el punto de inicio del descenso final que según habían calculado estaba situado a 8,5 NM de distancia del DME para los 3.000 ft a los que ATC les había autorizado. Configuraron el avión con tiempo en previsión de rachas de viento pues ya entonces estaban sintiendo vientos de cola de hasta 20 kt.

A unos 1300 ft de altitud tuvieron contacto visual con el terreno y entonces escuchó al copiloto la expresión «in sight» que el interpretó como que su compañero tenía la pista a la vista por lo que le respondió con la voz «continue» esperando que él la vería inmediatamente. Buscó la pista y se extrañó de no ser capaz de reconocerla claramente, Cuando se activó el aviso «Terrain Ahead Pull UP» del EGPWS respondió inmediatamente, aunque prefirió no dar un tirón brusco sobre la columna de control al encontrarse en condiciones visuales y sin conflicto con el terreno por delante. Optaron por desviarse a Fuerteventura al oír por la radio que otras aeronaves estaban frustrando también la aproximación. Pidieron vectores con 3,3 Ton de combustible remanente y aterrizaron en Fuerteventura sin novedad. Aprovecharon la parada en Fuerteventura para preparar la aproximación en base al perfil de distancia/altura del DME del VOR TFS que proporciona la carta de aproximación VOR. No llegaron a hacer uso de estos datos porque durante la segunda aproximación si recibieron correctamente la señal del DME del ILS.

Preguntado sobre la configuración elegida para el ND, indicó que habían seleccionado manualmente el VOR de TFS a efectos de presentación en el ND. En su caso era la única

ayuda que seleccionó en el panel del EFIS. Recordaba haber visto el indicativo de TRS en el PFD pero sin lectura de distancia. Utilizó la distancia al DME presentada en el ND para vigilar el descenso y asumió que al no haber objeción por parte del copiloto aquél hizo lo mismo. Afirmó también que recordaba tener el F-PLN desplegado en el ND con los diferentes WPT's de la ruta pero que no recordaba expresamente ver el símbolo del VOR/DME TFS y que el gran número de ecos del radar meteorológico probablemente dificultara la visión del símbolo de pista.

Preguntado sobre la posible influencia de la similitud en los indicativos utilizados para ambos DME (TRS y TFS) indicó que en un día «normal» no debería haber supuesto un problema, pero que pudo ser un factor contribuyente debido a la ausencia de lectura del DME TRS.

Preguntado sobre los procedimientos en cabina para la monitorización de la separación con el terreno, creía recordar que el Manual de Operaciones hacía un comentario general referente a combinar radar meteorológico y la altura sobre el terreno proporcionada por el EGPWS en cada una de las pantallas de los ND's durante el descenso, pero no recordaba que obligara a usar una configuración concreta para las aproximaciones en general y las de no precisión en particular.

No recordaba que ATC les hubiera dado información expresa sobre el estado del DME del ILS, refiriendo que su compañero mencionó algo sobre algún NOTAM que informaba al respecto.

Tras el motor y al aire, enseguida se dieron cuenta de su error en la utilización del DME equivocado que en su opinión vino originado por los sucesivos cambios de planes sobre la aproximación, la preocupación por vigilar los frentes de tormenta y las frecuentes comunicaciones con ATC para coordinar los numerosos cambios de rumbo e informarles de los problemas que iban surgiendo con los equipos del aeropuerto. Todo ello pudo contribuir a aumentar la carga de trabajo y a que el error pasara desapercibido para ambos tripulantes.

Durante la segunda aproximación a Tenerife, era obvio para ellos que el DME asociado al ILS tenía algún problema. Decidieron referenciar el descenso al DME del VOR (TFS) aun cuando en este caso sí recibían lectura correcta del DME TRS.

Afirmó no haber tenido sensación de fatiga o cansancio durante el vuelo.

1.16.1.2. Copiloto

Confirmó la versión del comandante respecto del combustible adicional en previsión del mal tiempo en el destino.

Según recordaba, los NOTAM que consultó antes de la salida contenían información sobre algún problema en el ILS de la pista 08¹⁸.

En un primer momento el controlador de ruta les comunicó que la pista en servicio sería la 26, con lo que iniciaron los preparativos para aterrizar en ella, aunque después control aproximación les notificó que sería la 08. La información meteorológica suministrada por el ATIS era cambiante lo que le mantuvo ocupado introduciendo los datos meteorológicos en la página de aproximación del FMS en al menos dos ocasiones.

Pudieron escuchar por frecuencia a otro tráfico preguntando a ATC sobre el estado de la senda y poco después el controlador les indicó que la senda estaba inoperativa y que sería una aproximación LOC, por lo que de nuevo tuvo que manipular el FMS con el objetivo de introducir los nuevos mínimos.

Ambos llevaban el radar meteorológico activo en las pantallas de sus ND's para poder sortear los núcleos tormentosos, lo que les obligó a realizar cambios de rumbo siempre coordinados con ATC.

No tenían indicación de distancia al DME del ILS (aunque sí el indicativo TRS) en el PFD, lo que achacó a que el equipo de tierra estaba inoperativo tal como él recordaba haber leído en alguno de los NOTAMS de los que disponían. Basaron por ello la navegación en la distancia al DME/VOR TFS que habían seleccionado manualmente como ayuda adicional. Utilizaron erróneamente la tabla de distancias al otro DME.

Cuando libraron las nubes y establecieron contacto con el terreno no pudieron ver las luces de aproximación y comentaron que resultaba extraño que no estuvieran encendidas en esas condiciones.

Preguntado sobre el call-out que utilizó al salir de las nubes no pudo precisarlo aunque estaba seguro de que no fue «ground contact» que juzgaba como apropiado para informar de que veía algo que entonces interpretó era la zona despejada de obstáculos previa a la pista. Luego ambos comprobaron que realmente se trataba de unos invernaderos (figura 9).

Como estaban en contacto visual con el terreno y centrados en el eje de la pista y sin terreno ascendente por delante, la maniobra consistió en seguir el director de vuelo en lugar de un brusco tirón a la columna de control, típico de una maniobra evasiva.

Escucharon por radio como otro tráfico también frustraba detrás de ellos, por lo que decidieron desviarse a Fuerteventura.

Confirmó el testimonio del comandante en cuanto a que prepararon la segunda aproximación con una tabla de distancia/altura al VOR/DME TFS.

¹⁸ El único NOTAM referente a alguna ayuda en las inmediaciones de su ruta hacía referencia a al VOR/DME con indicativo LZR situado en la isla de Lanzarote y que sí estaba fuera de servicio.



Figura 9. Fotografía cedida por la compañía obtenida durante otra aproximación con buena visibilidad a GCTS. Se observan los invernaderos existentes antes del aeropuerto

Preguntado sobre la configuración elegida para el ND, indicó que era probable que lo fuertes ecos del radar meteorológico dificultara la visualización de los símbolos del VOR y de la pista sobre todo teniendo en cuenta que el rango elegido sería superior al normal para tener una visión más amplia de las nubes en el entorno de la aproximación. Durante la segunda aproximación recordaba que uno de ellos llevaba activada la representación de altura GPWS sobre el terreno en la pantalla de su ND, mientras el otro controlaba los ecos del radar meteorológico, si bien puntualizaron que el estado del tiempo había mejorado ostensiblemente.

Respecto a la distinción de indicativos TRS y TFS, indicó que las pantallas del avión, de rayos catódicos, proporcionan imágenes de menor calidad que a las pantallas de cristal líquido de última generación, lo que sí puede dificultar en cierta manera la lectura de identificativos tan parecidos.

Afirmó no haber tenido sensación de fatiga o cansancio durante el vuelo.

Ambos tripulantes coincidieron en manifestar que hacen aproximaciones de no precisión regularmente pues la compañía vuela asiduamente a destinos como Grecia y Turquía donde este tipo de aproximaciones son habituales. La mayoría suelen ser aproximaciones

VOR aunque eventualmente (dos o tres veces al año) también hacen aproximaciones LOC/DME. Las practican también tanto en las verificaciones semestrales como en el entrenamiento anual.

1.16.1.3. Testimonio de otras tripulaciones

Aunque se investigó la posibilidad de que otras tripulaciones de las aeronaves que llegaban al aeropuerto en el entorno temporal del incidente, hubieran informado de problemas similares con el DME, únicamente se recabó el informe del comandante de la otra aeronave de la misma compañía que aterrizó 15 min después de que del CFG3228, frustrase la aproximación. De acuerdo con su declaración, una vez autorizados a la aproximación basada en el localizador se dieron cuenta de que el DME del ILS no daba indicación, por lo que basaron su perfil de descenso en la distancia a la pista que proporciona el FMS. Según la propia compañía esta forma de operar utilizando la distancia a la pista calculada por el FMS no es conforme a sus procedimientos operativos.

1.16.2. Testimonio de los controladores

Los tres controladores en servicio a la hora del incidente tenían sus licencias en vigor.

Todos ellos contaban con las habilitaciones de control de aeródromo instrumental (ADI) con anotaciones de unidad (GCTS) monoposición y control aéreo con asistencia de radar (GCTS-ADI/TWR/RAD y GCTS-ADI/AIR/RAD) así como control de movimiento de superficie (GCTS-ADI/GMC). Además, dada la doble naturaleza de la dependencia (control de aeródromo y de aproximación) también contaban con la habilitación de control de vigilancia de aproximación con anotación radar (GCTS-APS/RAD).

En general los controladores de la torre recordaban bien la tormenta de ese día pero no así los detalles del tráfico CFG3228 pues no fueron conscientes de que hubiera habido ningún incidente, más allá de la aproximación frustrada, que todos ellos calificaron como normal teniendo en cuenta las complicadas condiciones meteorológicas.

No fue posible contactar con ellos hasta más de un mes y medio después del evento lo que pudo afectar a sus recuerdos de lo sucedido.

1.16.2.1. Controladora local

Tenía 25 años de experiencia como CTA, 12 de ellos en la torre de GCTS.

Recordaba lo excepcional del aparato eléctrico y la violencia de la tormenta cuya proximidad al aeropuerto pudo comprobar a través del radar. Tuvieron varios problemas

con los equipos. Entre ellos mencionó el fallo en los indicadores de viento de la pista 08 que solamente funcionaban desde la posición de aproximación por lo que tenía que pedir a su compañero en esa posición que le diera los datos de viento al autorizar los aterrizajes. También recordaba que la pantalla del ATIS quedó inoperativa y que entró agua al fanal por el techo de la torre. Según ella habían tenido problemas con los paneles de monitorización de la radio-ayudas desde hacía tiempo que ese día indicaban que el ILS de la pista 08 no estaba operativo.

Recordaba que mantenimiento les notificó que la senda de la pista 08 quedó inoperativa pero no supo nada del DME.

Preguntada sobre cómo se informan de los NOTAM dijo que se revisan en el briefing al entrar a trabajar pero que durante el turno de trabajo no se hace ninguna consulta periódica.

Preguntada sobre la monitorización del descenso de los aviones mediante el radar, comentó que el radar no lo utilizan con ese objetivo. Su uso se restringe a servir de ayuda para manejar la secuencia de aterrizajes y despegues. La monitorización de la trayectoria en su caso depende de muchas circunstancias como la meteorología o la asiduidad con la que la compañía a la que pertenece el tráfico opera en el aeropuerto. Con tormentas suelen tolerar desviaciones mayores sobre las trayectorias nominales para permitir que las aeronaves sorteen las nubes. Tráficos pertenecientes a compañías que vuelan habitualmente en el aeropuerto (como era el caso del CFG3228) probablemente sean objeto de una atención menor que los que vuelan por primera vez.

No recordaba haber vigilado el descenso en este caso pero comentó que si hubiera observado una desviación tan significativa como la del incidente probablemente sí le hubiera llamado la atención. Remarcó que las circunstancias de carga de trabajo ese día hacían si cabe más difícil que siguiera el descenso en el radar.

1.16.2.2. Supervisora

Tenía 19 años de experiencia como CTA. Llevaba destinada en la torre de GCTS desde el año 2000 y era supervisora desde hacía 7 años.

Confirmó que hubo fallos en el equipo del ATIS aunque recordaba que en algún momento se incorporó el fallo en la senda. Confirmó que la práctica habitual es consultar los NOTAM únicamente al entrar en el turno.

Tampoco tuvo conocimiento de que hubiera habido problemas con el DME.

Insistió en lo anormal de la situación en la torre como consecuencia de los numerosos problemas ocasionados por la tormenta.

1.16.2.3. Controlador de aproximación

Es controlador desde el año 2007. A excepción de 6 meses durante el año 2008 ha estado siempre destinado en GCTS. En 2010, con carácter provisional fue nombrado instructor y supervisor.

Finalizó su turno ese día sin saber que el DME estaba inoperativo.

Recordaba que un tráfico mencionó que no recibía el DME pero lo achacó a un problema en los equipos del avión. Una persona de mantenimiento subió al fanal para conocer de primera mano los problemas con los equipos y creía recordar que le confirmó que el DME funcionaba correctamente.

Al igual que sus compañeros remarcó que tuvieron varios problemas con los equipos y que incluso llegó a salir humo de una de las consolas. También mencionó que el equipo de monitorización de las radio-ayudas daba problemas desde hacía tiempo.

1.16.2.4. Otro personal de la torre

Según los testimonios recabados de otros controladores que trabajan en la torre y del departamento de seguridad, no se monitoriza de manera sistemática el perfil de descenso de las aeronaves que se aproximan según un procedimiento instrumental, una vez están establecidas en el localizador. Puede que en determinadas ocasiones se haga pero dado que no es una práctica estándar no se puede garantizar una vigilancia continua del descenso por parte de ATC.

Las personas entrevistadas coincidieron en explicar que el controlador se apoya en el radar para monitorizar la posición de la aeronaves y ayudar a mantener las separaciones de unas aeronaves con otras, pero no entra dentro de su responsabilidad comprobar en la pantalla radar que el descenso se realice de una manera determinada, máxime teniendo en cuenta que el contacto visual es la base de su trabajo.

Por otro lado manifestaron sus dudas respecto a que el controlador de aproximación o local puedan realizar esa comprobación sin desatender la vigilancia de las separaciones en situaciones de carga de trabajo elevada

Se recabaron asimismo varios testimonios de deficiencias en el sistema de presentación del estado de las radio-ayudas, aparentemente el sistema había estado dando problemas desde hacía meses.

El diario de novedades de la torre reflejaba la pérdida de la senda del ILS de la pista 08 y de la luz secuencial de la misma pista. No había referencia alguna al DME.

1.16.2.5. Controladores del ACC

En general coincidieron en describir la situación complicada consecuencia del frente tormentoso con muchos desvíos, aproximaciones frustradas y configuraciones no habituales en varios aeropuertos. Alguno de ellos recordaba como el CGF3228 tuvo que desviarse hacia el sur para evitar la tormenta. Algún controlador recordaba que hubo problemas con las ayudas en Tenerife sin poder concretar el tipo de problema.

El diario de novedades del centro reflejaba la pérdida tanto de la senda como del DME asociado al ILS de la pista 08.

1.16.3. Personal de mantenimiento CNS

El mantenimiento de los sistemas de comunicaciones y navegación del aeropuerto es atendido por un Jefe de mantenimiento, dos técnicos de diario en jornada de mañana y 6 técnicos de supervisión que trabajan por turnos (una persona en cada uno).

Los técnicos de diario son los encargados de trabajar in situ con los equipos en caso de que haya que resolver alguna avería o acometer alguna tarea de mantenimiento.

Por su parte los técnicos de supervisión trabajan por turnos en la sala de equipos monitorizando el estado de los mismos. El técnico de supervisión es el encargado de transmitir la información referente al estado de las ayudas tanto a los controladores de la torre (para lo que cuentan con una línea dedicada con el fanal) como al personal del centro de control ya sea telefónicamente o vía fax dependiendo del caso¹⁹. Trabajan en turnos de 12 h.

El jefe de mantenimiento lleva en ese puesto desde 2013. Desde 2007 ha trabajado en distintos puestos relacionados con el mantenimiento de equipos CNS. Estaba de baja por paternidad el día del incidente. Según declaró en su ausencia sus atribuciones eran ejercidas por el jefe de Mantenimiento del Sector Occidental de la Región de Canarias que trabaja en el aeropuerto de Tenerife Norte.

Preguntado al respecto, declaró que no hay establecido ningún mecanismo de reuniones periódicas entre el personal de mantenimiento y control donde se planteen cuestiones que puedan mejorar la coordinación y comunicación entre unos y otros. Durante la

¹⁹ La notificación de incidencias se hace telefónicamente al centro de Gestión Centralizada de Incidencias (GCI). En caso de que se requiera la publicación de un NOTAM se enviará también un FAX a la Oficina de Información Aeronáutica existente en el ACC, para que esta tramite su publicación con la Oficina NOTAM Internacional, emplazada en Madrid. Este proceso está contemplado en el documento: PROCEDIMIENTO DE COMUNICACIÓN EN CASO DE INCIDENCIA TÉCNICA/OPERATIVA S42-12-PES-026-1.2.

investigación Enaire informó de la existencia de un procedimiento escrito para la gestión de la información referente a incidencias técnicas de servicios²⁰.

El técnico que se desplazó a la caseta de la senda y el DME de la pista 08 ese día llevaba 3 años en el puesto. Afirmó que al llegar se encontró la senda completamente apagada y el DME en estado de alarma (sin emitir por tanto). Tras unos 15 min evaluando la avería, llamó al técnico de supervisión para confirmar la baja de ambos equipos, alrededor de las 11:00. Una inspección más detallada del estado de los equipos reveló que la senda estaba dañada mientras que el DME, que no presentaba daños, no estaba encendido al no recibir la señal de puesta en marcha del interlock por quedar ésta bloqueada como consecuencia de la avería de la senda.

En el transcurso de la mañana se recuperó manualmente del DME si bien la senda quedó inoperativa en espera de un repuesto. No pudo confirmar la hora a la que el DME comenzó a emitir de nuevo aunque dijo que era probable que el reencendido se produjera relativamente pronto, si bien el alta definitiva del equipo (y la posterior emisión del NOTAM de alta) no se produjo hasta bastante después una vez que se validó la señal.

El técnico de supervisión de turno esa mañana llevaba más de 15 años en ese puesto. Había comenzado su turno a las 8:00. Tras el cambio de cabecera detectó un fallo en la monitorización remota del ILS, por lo que envió al técnico de radio-ayudas a la caseta correspondiente. Inmediatamente le confirmó la existencia del fallo y poco después le llamó otra vez para comunicarle que la reparación llevaría tiempo. Fue entonces cuando llamó al fanal para, según él, comunicar que senda y DME estaban fuera de servicio. A continuación envió un fax al ACC para que se publicara el NOTAM correspondiente²¹. Llamó también telefónicamente al ACC (GCI) para transmitir la misma información.

Preguntado sobre la utilidad de cada uno de los equipos del ILS (Localizador, senda y DME) conocía las funciones de cada uno individualmente y del DME como medidor de distancias en particular, pero no pudo aclarar las consecuencias operativas del fallo de cada equipo por separado en cuanto a la posibilidad o no de acometer la aproximación.

Según esta persona él no tenía conocimiento de los problemas preexistentes en los paneles de presentación del estado de las ayudas que los controladores sí pusieron de manifiesto.

1.16.4. *Personal de mantenimiento del balizamiento*

El mantenimiento del sistema de balizamiento es responsabilidad de la Sección de Energía y Balizamiento adscrita al departamento de mantenimiento dentro de la División

²⁰ PROCEDIMIENTOS DE COORDINACIÓN ENTRE LAS UNIDADES DE EXPLOTACIÓN TÉCNICA Y DE CONTROL DE TRANSITO AÉREO S4-10-PES-002-2.3.

²¹ El contenido literal del FAX era: «GP/DME TRS (PISTA 08): FUERA DE SERVICIO. ESTIMADA ALTA VIERNES 13 DE DICIEMBRE 15:00 H».

de Ingeniería y Mantenimiento. La sección la componen dos coordinadores y una plantilla de técnicos de mantenimiento aeroportuario que trabajan por turnos.

Según los testimonios del jefe de la división, del coordinador que gestionó los problemas del balizamiento y de los datos recabados de las órdenes técnicas aquel día, el personal de la central eléctrica detectó el problema en el sistema de gestión del balizamiento por la activación de la alarma del SMP.

Personal técnico comprobó que el fallo se había originado en una de las cámaras del balizamiento de la plataforma y que actúa como repetidor de la señal de encendido de la luz secuencial de la cabecera 08. Los técnicos comprobaron que no era posible reparar la avería con lo que se hacía necesario el control manual de varios sistemas de balizamiento, entre ellos el secuencial de la cabecera 08. Para ello se desplazaron al centro de transformación que alimenta el secuencial situado en la cabecera 26 y consiguieron reactivar la luz si bien con una frecuencia inferior a la estándar (1 destello por segundo). Desde el departamento de mantenimiento se informó tanto al fanal como al departamento de operaciones para que se publicara el NOTAM que informara de que el sistema estaba inoperativo.

El personal de este departamento de mantenimiento participa en varias reuniones periódicas de coordinación con el personal ATC (Briefing de primeros de mes, comité local de seguridad en pista, comité local de seguridad en plataforma, reuniones trimestrales operaciones-torre o reunión anual del comité de seguridad operacional).

1.17. Información sobre organización y gestión

No aplicable.

1.18. Información adicional

1.18.1. *La aproximación LOC Z RWY 08 y su carta*

Las aproximaciones tipo LOC son aproximaciones de no precisión que se basan en el guiado proporcionado por el localizador de una instalación ILS pero no facilitan información de guiado vertical que permita su monitorización en cabina. Así el conocimiento que la tripulación tiene de la posición vertical de la aeronave con respecto al perfil de referencia es limitado. Estudios han demostrado que el riesgo de vuelo controlado contra el terreno (CFIT) en las aproximaciones de no precisión es muy superior al de las de precisión²².

²² Extracto de OACI doc. 8168. Aircraft operations, vol. I Flight procedures. Section 4. Arrival and approach procedures 1.7 1.7 Vertical path control on non-precision approach procedures. También el manual de operaciones de la compañía indica que el riesgo de vuelo controlado contra el terreno (CFIT) en este tipo de aproximaciones es 5,2 veces superior que en las de precisión.

El sistema tradicional de volar estas aproximaciones (conocido como *step-down*) exigía cambios en la actitud del avión a lo largo del descenso que impedían estabilizar la aeronave y dificultaban la adquisición de referencias visuales estables. El resultado eran aproximaciones desestabilizadas que en muchos casos acababan en aterrizajes cortos de pista, salidas de pista o tailstrikes.

Una técnica más segura es la conocida como de ángulo de descenso constante. Esa técnica hace uso de la capacidad del piloto automático de mantener un ángulo constante en la senda de descenso. La operativa del descenso se asimila así a la de una aproximación de precisión. A partir de un tramo de vuelo horizontal, la tripulación ha de comandar el inicio del descenso con ángulo constante en el punto donde la senda nominal interseque la altura de vuelo, de manera análoga a la captura de la senda en una aproximación ILS y en cualquier caso no más tarde del FAF²³. A partir de ahí el avión mantiene una senda predeterminada por el ángulo seleccionado en el piloto automático y la tripulación sólo tiene que monitorizar el descenso utilizando las tablas de altura/distancia DME (si están disponibles) o ajustar velocidad vertical a la indicada en la carta²⁴.

A diferencia de la aproximación ILS en la que el guiado vertical asegura el adecuado posicionamiento de la aeronave sobre el umbral, el acuerdo entre la trayectoria real y nominal con esta técnica dependerá de dónde se inicie el descenso. Si el descenso comienza antes de tiempo, su trayectoria discurrirá por debajo de la senda nominal, en caso contrario lo hará por encima. Al no disponer de una presentación en cabina sobre la desviación vertical, siempre que las cartas proporcionen la información necesaria, es crucial que la tripulación verifique el descenso mediante la comprobación periódica de que las alturas y distancias DME son coherentes con las cartas. El ILS de la pista 08 cuenta con un DME para proporcionar información de distancia a la pista y la carta permite por tanto hacer esa comprobación durante una aproximación tipo LOC a esa pista. De hecho la carta indica explícitamente que el DME es requerido para la aproximación (figura 10, Anexo I).

Con el objetivo de que una avería o baja temporal en el DME del ILS no impidiera volar las aproximaciones ILS o LOC a esa pista, en el año 2012 AENA decidió modificar las cartas de aproximación para proporcionar una doble referencia DME de los puntos significativos tanto en esta como en otras aproximaciones a varios aeropuertos de la región de Canarias donde la existencia de un equipo DME adicional al del ILS lo

²³ El FAF (Final Approach Fix) marca el comienzo del segmento de aproximación final en el que el avión, ya alineado con la pista, completa el descenso para el aterrizaje. Típicamente está situado en el entorno de las 5 NM del umbral de pista.

²⁴ El Anexo 4 de la OACI (Cartas Aeronáuticas) recomienda que las cartas de aproximación proporcionen los valores de velocidad vertical (ft/min) en el tramo final. En caso de que un DME sea requerido para el descenso final, es obligado incluir una tabla de altitud/distancia DME. En aquellos procedimientos en los que el DME no sea requerido pero exista un DME que proporcione información adicional para el descenso, la inclusión de la tabla es recomendable.

permitiera²⁵. Las nuevas cartas que incluían doble referencia DME entraron en vigor en febrero de 2013. Aunque se valoró la posibilidad, finalmente no incluyó la tabla de altitud-distancia al DME alternativo por considerar que complicaría su diseño²⁶.

AENA utiliza la codificación «DME ILS» para indicar las distancias al DME asociado al ILS y DME XXX para referirse a las distancias al DME asociado al VOR XXX (siendo XXX el indicativo radio asignado al VOR/DME, «TFS» en el caso de Tenerife Sur). Las cartas utilizadas por la compañía utilizan diferente color y en algunos puntos identifican como «D TRS» o «D TFS» cada una de las distancias (figura 11 y figura 12, Anexo I).

La inclusión de esta doble designación DME en la carta de aproximación permite por tanto ejecutar dicho procedimiento de aproximación aunque el DME asociado al ILS («TRS») esté inoperativo siempre y cuando el DME asociado al VOR («TFS») continúe en servicio. Eso sí, en caso de utilizar el segundo DME, las aeronaves no cuentan con las referencias de altitud/distancia y no pueden por tanto comprobar la desviación de la trayectoria.

Se ha comprobado que hay otros aeropuertos donde se proporciona esta doble referencia DME. A modo de ejemplo el Anexo I (figura 13) contiene una carta de aproximación a Manchester (EGCC). En este caso la carta duplica la tabla de distancias DME/altitud de manera que en caso de fallo del DME del ILS las tripulaciones sí puedan monitorizar el descenso con referencia al DME de reserva²⁷.

1.18.2. *Los procedimientos operacionales de la compañía*

1.18.2.1. Las aproximaciones de no precisión (NPA) basadas en localizador

Según el manual de operaciones (basado en el FCOM de Airbus) la tripulación ha de configurar el FMS para la aproximación antes de iniciar el descenso. En esta fase la tripulación introduce en el mismo el valor de DH o MDA/MDH (según se trate de una aproximación de precisión o de no precisión) de la aproximación programada.

Además a través de la página RAD/NAV del MCDU se seleccionan las radio-ayudas que se monitorizarán en el ND (VOR /ADF). El piloto que monitoriza el vuelo (PNF) ha de comprobar que los indicativos de la radio-ayudas concuerdan con los que aparecen en las cartas de navegación.

²⁵ Documento IATM-12-DTC-003-1.0 del 27/09/2012. DOBLE MARCACIÓN DME EN LAS IAC DE LOS AEROPUERTOS DE FUERTEVENTURA, GRAN CANARIA, LANZAROTE Y TENERIFE SUR.

²⁶ A este respecto conviene indicar que el Anexo 10 de OACI dedicado a radio-ayudas establece que el DME asociado a un ILS debería emplazarse de manera que la indicación de distancia cero corresponda a un punto próximo a la pista.

²⁷ La carta indica además explícitamente mediante una nota, que el DME alternativo no asociado al ILS (MCT) puede utilizarse en caso de que el primero (I-MM) se encuentra inoperativo.

También ha de introducir los valores de viento en superficie en el aeropuerto de destino para optimizar la velocidad de aproximación final.

En general en los descensos y aproximaciones, siempre que la precisión de la navegación lo permita (error inferior a 1 NM)²⁸ se recomienda activar la representación del terreno en la pantalla del ND (pastilla «TERR-ON ND» pulsada). En caso de que sea necesario el uso del radar es recomendable presentar éste en la pantalla del PF, mientras el PNF mantiene la imagen del EGPWS en su ND.

El Manual establece cómo utilizar los automatismos en las aproximaciones basadas en la señal de un localizador (tipo LOC). El piloto automático deberá utilizarse en el modo LOC (captura del localizador) para el guiado horizontal y FPA (flight path angle) para el descenso no más tarde del fijo de aproximación final FAF

Para el caso de otras aproximaciones de no precisión (VOR o NDB) el modo vertical recomendado es el mismo (FPA). El manual remarca que independientemente del modo elegido para el guiado horizontal («managed» o «selected») la referencia primaria de navegación es la radio-ayuda asociada al procedimiento que debe ser permanentemente monitorizada por la tripulación en el ND. Al contrario que en una aproximación tipo LOC, en las aproximaciones tipo VOR el PFD no proporciona una escala con la desviación respecto al radial a seguir en la aproximación ni información de la distancia al DME asociado al VOR.

Una vez superado el FAF se seleccionará en el FCU la altitud correspondiente al procedimiento de frustrada.

Una vez alcanzada la MDA se desconecta el piloto automático y se continúa manualmente la aproximación si se han establecido referencias visuales. En caso contrario se iniciará una maniobra de aproximación frustrada.

1.18.2.2. *Call-outs* en aproximación

El Manual de Operaciones, en el apartado de procedimientos normales, especifica los call-out que son mandatorios durante la aproximación. La adquisición de referencias visuales (luces de aproximación o pista) por parte del piloto que monitoriza la aproximación (PNF) se comunicará con la expresión «approach lights ahead» o «runway ahead». El piloto a los mandos (PF) confirmará que también tiene referencias visuales de la pista con la expresión «in sight».

²⁸ El FMS indica a la tripulación la precisión estimada en la navegación en cada momento. En determinadas circunstancias (pérdida de la función GPS PRIMARY durante la aproximación) la tripulación ha de verificar la precisión de la posición calculada por el FMS mediante referencia a las marcaciones y distancias a alguna radio-ayuda VOR/DME.

1.18.2.3. Radio-ayudas requeridas en las aproximaciones

El Manual de Operaciones en su parte A especifica que las instalaciones de navegación que aparecen junto al designador de la carta han de estar operativas. La distancia DME podrá ser sustituida por «otro medio de navegación» si así está publicado en las cartas.

Responsables del departamento de seguridad de la compañía, informaron de que basándose en esta información del manual, en ausencia del DME del ILS su interpretación era que no era posible acometer la aproximación autorizada por ATC (LOC Z RWY 08). Más tarde rectificaron esta afirmación admitiendo que la aproximación sí podía ser volada utilizando el DME del VOR como ayuda alternativa. No obstante y aceptando que la doble marcación DME aporta flexibilidad operativa, según ellos su utilización en la operativa real puede resultar confusa. Consideran más seguro restringir la aproximación tipo LOC al caso de que el DME del ILS estuviera operativo y si éste falla recurrir a la aproximación VOR (figura 12, Anexo I) cuyos mínimos calificaron como «ligeramente superiores» (MDA de 950 ft en lugar de 700 ft y visibilidad 2.400 m en lugar de 1.600 m).

1.18.2.4. La maniobra de *Go-around* y las maniobras de evasión tras un mensaje «PULL UP» del EGPWS

La maniobra de motor y al aire (*go-around*) ha de iniciarse, entre otros motivos, para evitar descender por debajo de la altura/altitud mínima de descenso (MDA/MDH) si no ha sido posible establecer referencia visuales.

La maniobra comienza adelantando las palancas de potencia lo que activa los modos correspondientes en el FD. El PF deberá tirar de la columna de mando para seguir las indicaciones del modo vertical (SRS) buscando una actitud de 15° de encabritado mientras el PNF retrae un punto de flaps a la voz del PF. Una vez confirmada la reacción de los motores y la pendiente de ascenso positiva el PNF retraerá el tren de aterrizaje y se continúa al ascenso hasta la altura de primera reducción de empuje. A partir de entonces se continuará retrayendo los flaps conforme se acelere el avión.

En el caso de un aviso sonoro del EGPWS del tipo «PULL UP» sólo se continuará con el perfil de vuelo en caso de que haya condiciones de vuelo visual y confirmación inmediata de ausencia de peligro por parte de la tripulación. En caso contrario el piloto ha de reaccionar con un tirón contundente de la columna de control y la aplicación de empuje, obviando la información del FD que activará el modo SRS correspondiente al *go-around*. La configuración de la aeronave no se modificará durante la maniobra hasta que cese la alarma o se confirme por contacto visual que no hay peligro de colisión.

Se recomienda mantener el avión nivelado durante la maniobra para maximizar el ascenso aunque en el caso de un aviso de la función TAD «TERRAIN AHEAD PULL UP», la tripulación deberá valorar la idoneidad de iniciar un viraje para evitar la colisión.

1.18.3. Procedimientos ATC

Dentro de las disposiciones generales aplicables a los servicios para la navegación aérea el reglamento de circulación aérea (en adelante RCA) estipula:

4.2.1.2. *Entre los objetivos del control de tránsito aéreo previstos en el Libro Tercero, no se incluye la prevención de colisiones con el terreno. Por lo tanto, los procedimientos prescritos en este Libro no eximen al piloto de su responsabilidad de cerciorarse de que todas las autorizaciones expedidas por las dependencias de control de tránsito aéreo ofrecen seguridad a este respecto, excepto cuando un vuelo IFR es guiado por vectores radar.*

El RCA establece con respecto al empleo del radar por el servicio de control de aproximación:

4.6.9.2.1. *La información expuesta en una presentación radar puede usarse para llevar a cabo las siguientes funciones adicionales:*

...

e) *proporcionar asistencia radar en otras aproximaciones interpretadas por el piloto*

...

Por su parte en el apartado de empleo del radar en el servicio de control de aeródromo expone:

4.6.10.1.1. *Cuando lo autorice la autoridad ATS competente y a reserva de las condiciones prescritas por la misma autoridad, podrá utilizarse el radar de vigilancia en el suministro del servicio de control de aeródromo para ejecutar las siguientes funciones:*

- a) *asistencia radar a aeronaves en aproximación final;*
- ...

Definiendo la asistencia radar como:

El empleo del radar para proporcionar a las aeronaves información y asesoramiento sobre desviaciones significativas respecto a la trayectoria nominal de vuelo, incluidas las desviaciones respecto a los términos de las autorizaciones del control de tránsito aéreo otorgadas.

La torre de control de Tenerife Sur tiene delegada el control de aproximación por parte del centro de control (ACC). Además los controladores de torre están autorizados a la utilización de los datos radar para dar asistencia radar dentro del servicio de control de aeródromo.

El número de posiciones y las diferentes posibilidades de apertura en la torre dependen de la demanda de tráfico así como del número de controladores de servicio. Lo más habitual es que se encuentren de servicio tres controladores ocupando dos de ellos las posiciones de torre (TWR) y aproximación (APP) y el tercero realizando actividades de supervisión. En las horas del día de mayor actividad la posición de torre se suele desdoblar en local (LCL) y control de movimientos en tierra (GND). Esta era la situación en el momento del incidente.

Según el manual de la dependencia cuando está operativa la pista 08, la transferencia de control desde aproximación a torre se hará siempre antes del VOR TFS.

1.18.4. *Los sistemas de alarma en ATC (MSAW)*

Los sistemas conocidos como MSAW (Minimum Safety Altitude Warning) utilizan la señal radar para supervisar los niveles notificados de las aeronaves con capacidad de notificación de la altitud de presión comparándolos con las altitudes mínimas de seguridad definidas. Cuando se detecta que el nivel de una aeronave o el previsto es inferior a la altitud mínima de seguridad aplicable, se genera un aviso sonoro y visual para el controlador a cuya jurisdicción corresponde el área en que la aeronave esté volando.

Este sistema está pensado como una barrera adicional en la prevención de vuelos controlados contra el terreno (CFIT) que se superpongan a los sistemas embarcados EGPWS.

El Sistema Automatizado de Control del Tránsito Aéreo (conocido por sus siglas SACTA) implantado por AENA dispone de una funcionalidad del tipo MSAW. Aunque a día de hoy no se encuentra operativa, los responsables de AENA han informado que se va a iniciar en breve la fase de pruebas.

A este respecto hay que indicar que a raíz de la investigación de un incidente ocurrido en agosto del 2011 en el que una aeronave descendió por debajo de las altitudes mínimas establecidas en el procedimiento de llegada normalizada, la mínima de guía vectorial radar así como la mínima de sector, la CIAIAC emitió la siguiente recomendación:

REC 02/13. *Se recomienda a AENA, que establezca las medidas necesarias para poner en funcionamiento la función de alerta de altitud del SACTA, al menos en aquellas posiciones en la que la separación de la aeronave con el terreno pueda ser crítica (como es el caso de Madrid/Barajas cuando está en configuración Sur).*

AENA contestó a la recomendación indicando que estaba previsto iniciar su implementación a finales del año 2013. Por su parte la CIAIAC ha calificado como satisfactoria la respuesta de AENA manteniendo la recomendación abierta en tanto en cuanto el sistema no esté operativo.

El sistema previsto cuenta además con la posibilidad de modelar unos «túneles» de forma que no se presenta alerta de mínimo de altitud mientras el sistema constate que el vuelo está dentro de ese «túnel» definido. Esta funcionalidad consigue un efecto equivalente al concepto conocido como APM (Approach Path Monitor)²⁹ y puede extender la zona vigilada a lo largo de las trayectorias de aproximación final.

Los técnicos de AENA informaron de que la fiabilidad del sistema en la monitorización de las aproximaciones es limitada debido a los tiempos de respuesta necesarios para adquirir la señal radar y su posterior procesado y a los márgenes con lo que ha de trabajar un sistema de tipo predictivo como es éste, con el objetivo de evitar alarmas falsas. No obstante confirmaron que en aquellos casos en los que el avión inicie el descenso prematuramente el sistema resulta útil y según sus estimaciones en este caso particular habría detectado el error y alertado a los controladores.

Si los resultados de la fase de pruebas son satisfactorios, AENA tiene previsto que una primera versión la funcionalidad MSAW esté operativa en el año 2016 para todas las dependencias donde el control de aproximación se realice desde un centro de control (ACC). Por razones técnicas su implementación en las zonas del espacio aéreo donde el control de aproximación se realice desde una torre (como es el caso de Tenerife Sur) resulta más complicada. Por ello la implantación en todas esas dependencias se desarrollará progresivamente en 2016 y 2017.

1.18.5. *Medidas tomadas por la compañía aérea*

Como medida inmediata tras el incidente la compañía publicó un boletín de seguridad advirtiendo del riesgo de confusión en la selección de estas dos radio-ayudas en el aeropuerto de Tenerife Sur (ver anexo II).

Además y como consecuencia de la investigación interna, el departamento de seguridad de la compañía emitió las siguientes recomendaciones de seguridad³⁰:

- **SAFREC 2014-01.** Dado el elevado riesgo del incidente, el departamento de formación y el jefe de flota deben garantizar un mayor nivel de conciencia de las tripulaciones en el uso de las ayudas de navegación correctas para los diferentes tipos de aproximación.

En respuesta a esta recomendación, el manual de operaciones ha sido modificado incluyendo un nuevo paso en la preparación de la aproximación. Además de verificar los

²⁹ La guía publicada por Eurocontrol (EUROCONTROL-GUID-129) define el concepto APM como: una red de seguridad basada en tierra cuyo objetivo es alertar al controlador acerca del incremento del riesgo de que se produzca vuelo controlado contra el terreno mediante la generación, en el tiempo adecuado, de alertas de proximidad contra el terreno u obstáculos durante la aproximación final.

³⁰ Traducidas al español del documento original en inglés.

indicativos de la radio-ayudas seleccionadas en la página RAD NAV, si hay un VOR/DME en la inmediaciones del aeropuerto, se ha de introducir su indicativo en la página PROG del MCDU con el objetivo de chequear que la distancia y marcación calculadas por el FMS son congruentes con la posición esperada de la aeronave. El departamento de formación ha informado de que incluirá esta modificación en los entrenamientos.

La compañía informó también de que, en su última versión, el FCOM ha incluido un nuevo «callout» en aproximación en el que el piloto que monitoriza la aproximación ha de anunciar el paso por el FAF pronunciando en voz alta el paso por el fijo, su indicativo y la altitud.

- **SAFREC 2014-02.** Dado el elevado riesgo del incidente, el departamento de formación y el jefe de flota deben tomar medidas para garantizar una adecuada conciencia situacional de las tripulaciones a la hora de tomar la decisión de continuar o interrumpir la aproximación por debajo de los mínimos.

En respuesta a esta recomendación en enero de 2014, se publicó un nuevo boletín de seguridad con el objetivo de exponer el caso a sus tripulaciones. El documento discutía los errores cometidos por la tripulación, los posibles factores contribuyentes, y recordaba el contenido del manual de operaciones en lo que a las referencias visuales mínimas requeridas para continuar la aproximación por debajo de la MDA/MDH en las aproximaciones de no precisión y CAT I. Adicionalmente la compañía informó de que de acuerdo con el nuevo manual de operaciones es obligatorio introducir los mínimos de cada aproximación en el FMS (página APPR del MCDU). El departamento de formación informó de que intensificaría el entrenamiento y la práctica de estos aspectos.

- **SAFREC-2014-03.** Las cartas LIDO de aproximación pueden ser malinterpretadas en lo referente a las distancias DME que definen el FAP/DP. Se sugiere revisar la carta para eliminar la confusión.

El informe discutía la idoneidad de la nomenclatura utilizada en las cartas de su proveedor «DME TRS» y «DME TFS» que podía resultar más confusa que la empleada en la cartas del AIP: «DME ILS» y «DME TFS». Esta recomendación iba dirigida a su proveedor de cartas³¹ que, según la compañía, no la aceptó.

- **SAFREC 2014-04.** La tripulación no ejecutó la maniobra de escape adecuada. Cuando se produzca un mensaje de «PULL-UP» las tripulaciones deben responder con una maniobra de escape completa. El departamento de formación y el jefe de flota deben tomar medidas para asegurar la ejecución de las medidas correctas ante la aparición de un mensaje del tipo «PULL-UP».

³¹ LIDO es el acrónimo de Lufhansa «Integrated Dispatch Operation». Se trata de un sistema integrado para la gestión de las operaciones de vuelo desarrollado por Lufhansa Systems AG.

Los destinatarios no aceptaron la recomendación argumentando que la tripulación volaba sobre el mar con contacto visual con el terreno y dadas las circunstancias (contacto visual con el terreno y confirmación inmediata de que no había peligro inminente) juzgaban adecuada la reacción de la tripulación optando por una maniobra menos agresiva y con menos peligro de pérdida de velocidad. De acuerdo con el jefe de flota, y para reforzar la práctica de las maniobras de motor y al aire, el departamento de formación ha modificado el programa de refrescos periódicos en simulador, introduciendo un ejercicio de frustrada a la pista 06 del aeropuerto de Mallorca que consideran especialmente exigente.

1.18.6. *Medidas tomadas por AENA*

El departamento de seguridad de AENA abrió una investigación interna a raíz del incidente. Fruto de la investigación se emitió un informe de seguridad que contenía las siguientes recomendaciones:

- Formar/informar a los técnicos de MTTO en TWRs sobre el funcionamiento de los equipos desde el punto de vista operativo (CTA-piloto).
- Explorar la posibilidad de modificar el indicativo de uno de los dos DME en que se apoya la aproximación a GCTS, para mitigar el riesgo de selección errónea por similitud de indicativos.
- En aquellos aeropuertos donde existe doble referencia DME, se instruya a los CTAs de aproximación para detectar posibles errores de selección de DME incorrecta, prestando especial atención a informes de posición/distancia al umbral reportados por la tripulación (colaciones-escucha activa) y contrastando con la posición/distancia ofrecida por los datos radar.
- Instalación de alarmas del tipo APM en el entorno ATM de Canarias.
- Emitir circular o SOP donde se informe a los CTAs de los recursos que quedan disponibles cuando algún equipo (Comunicaciones/Vigilancia/Navegación) queda inoperativo, así como las limitaciones de dichos recursos, y de la información que a su vez conviene proporcionar a los TFCOs para una mayor conciencia situacional de todos los implicados.

1.19. **Técnicas de investigación útiles o eficaces**

No se aplican.

2. ANÁLISIS

2.1. Reconstrucción del escenario en cabina

A la vista de las predicciones la tripulación contaba con que las condiciones meteorológicas serían complicadas a la llegada al destino, razón por la que decidieron cargar combustible adicional.

Tras 5 h de vuelo entraron en el FIR de Canarias y ATC les asignó una ruta de arribada estándar adecuada para aterrizar en la pista 26 que estaba entonces en servicio en Tenerife Sur.

El cambio de pista posterior obligó a la tripulación a modificar sus planes iniciales, modificando los datos en el FMS, y a seleccionar la nueva aproximación que anunciaba el ATIS («ILS Z a la pista 08»).

La complicada situación meteorológica a la llegada al archipiélago hizo que ambos tripulantes optaran por seleccionar la imagen del radar meteorológico en sus respectivos ND para monitorizar la evolución de los núcleos tormentosos durante el descenso y la aproximación. Ninguna de las pantallas del EFIS mostraba la información de distancia al terreno que puede proporcionar el equipo EGPWS. No es descartable que de contar con este recurso la tripulación hubiera detectado lo prematuro del descenso.

El manual de operaciones de la compañía recomienda de manera general que durante el descenso y las aproximaciones, al menos el piloto que monitoriza seleccione la presentación del terreno en su ND.

La vigilancia de la separación con el terreno en condiciones de baja visibilidad, es especialmente crítica durante las aproximaciones de no precisión donde la aeronave no cuenta con una señal desde tierra que le guíe en el descenso. Más allá de la recomendación general contenida en el manual, sería deseable que la compañía sensibilice a sus pilotos sobre la especial utilidad de este recurso en las aproximaciones de no precisión.

A la vista de la magnitud del frente, tras obtener autorización por parte de los servicios ATS, optaron por desviarse de la ruta prevista y circunvalar la masa de nubes por el Sur. La magnitud del frente les obligó a prolongar el desvío más allá de lo previsto hasta en dos ocasiones, lo que hicieron en coordinación con los servicios ATS. Durante su desvío, ya en la frecuencia de aproximación, la tripulación pudo escuchar cómo la torre informaba a otro tráfico que las luces de aproximación estaban apagadas, como consecuencia de los rayos caídos en el aeropuerto. Esta información no era correcta puesto que lo que el personal de la central eléctrica transmitió a la torre no era que las luces de aproximación estuvieran apagadas sino que únicamente la luz secuencial (no obligatoria para aproximaciones CAT I) estaba fuera de servicio.

Finalmente a unas 65 NM al S del aeropuerto la aeronave tomó rumbo 010 para iniciar la aproximación. El controlador, al que mantenimiento ya había informado de que la senda del ILS estaba inoperativa, autorizó a la aeronave a la aproximación de no precisión basada únicamente en el localizador («LOC Z Approach runway 08») al igual que a dos tráficos que le precedían en la secuencia, en contra de lo que el ATIS anunciaba en ese momento que seguía informando de que la aproximación era ILS.

La tripulación colacionó la autorización y modificó los mínimos de aproximación en el FMS como consecuencia del nuevo cambio en el tipo de aproximación.

Como parte del procedimiento habían seleccionado el VOR/DME TFS a través de la página correspondiente del MCDU y optaron por presentarla en los ND (mediante el panel de control del EFIS), pues esta radio-ayuda es la referencia para el procedimiento de frustrada. Además les proporcionaba una referencia adicional para la navegación durante la aproximación.

A unas 25 NM del aeropuerto y una vez establecidos en el localizador, la tripulación niveló el avión a 3.000 ft conforme a la autorización recibida.

En algún momento repararon en la ausencia de la indicación de distancia al DME del ILS (indicativo TRS) que el copiloto se explicó al recordar haber leído algo al respecto de la disponibilidad de esta ayuda en los NOTAM disponibles para la preparación del vuelo. Tal NOTAM no existía. Tampoco ATC proporcionó información sobre la avería en el DME del ILS, lo que pudo inducir una sensación de normalidad en la tripulación. No se puede descartar que una alusión explícita a la avería del DME desde tierra hubiera hecho recapacitar a la tripulación sobre la manera de ejecutar la aproximación y las ayudas a utilizar.

En ausencia de indicación de distancia al DME del ILS de la pista, ambos pilotos usaron erróneamente como referencia de distancia a la pista la distancia al DME asociado al VOR TFS, situado también en la trayectoria de aproximación y que se presentaba en el ND.

En el error de los pilotos pudo influir el hecho de que la mayoría de las aproximaciones de no precisión reales que realizan son de tipo VOR y en ellas no aparece indicación de la distancia al DME en el PFD, por lo que se utiliza el ND para monitorizar la distancia a la radio-ayuda y controlar el perfil de descenso. Las aproximaciones tipo LOC son menos habituales pues en la mayoría de los casos vienen forzadas por que la senda del ILS está inoperativa ya sea por avería (como era el caso) o por tareas de mantenimiento.

Aunque la parecida nomenclatura de ambas ayudas (TRS y TFS) no se ha identificado como factor desencadenante del error, probablemente tampoco ayudó a identificarlo. Más allá de que las tripulaciones deban verificar los indicativos de las ayudas seleccionadas, la existencia de dos ayudas tan cercanas, alineadas con la pista y con indicativos tan similares puede ser considerada como una fuente objetiva de errores y así ha sido identificado por la compañía en su comunicación interna.

La OACI proporciona ya una alternativa que consiste en añadir la letra «I» al indicativo del ILS como la manera más adecuada de distinguir el ILS del resto de las radio-ayudas en las inmediaciones de los aeropuertos. Esta opción ha sido utilizada en la pista opuesta (26) del mismo aeropuerto cuyo ILS se identifica como «ISUR».

Los numerosos ecos del radar meteorológico en la trayectoria de aproximación se superpondrían al resto de los símbolos de la pantalla del ND dificultando en alguna medida la identificación de la pista, del VOR y de la distancia a la que cada uno de ellos se encontraba.

No repararon en la información de distancia a la pista que el ND debería estar proporcionando en su esquina superior derecha, que aunque basada en el cálculo de posición del FMS, y con una fiabilidad menor que la calculada procesando la señal DME, daría una distancia más de 5 NM superior a la que ellos estaban utilizando lo que les podría haber dado una pista sobre el error que estaban cometiendo.

El error se puso de manifiesto también cuando en su última comunicación con el controlador de aproximación antes de ser transferidos a la torre, el copiloto informó de que se encontraban a 10 NM («Ten miles out») cuando en realidad se encontraban a 16 NM. El controlador confirmó la recepción de la comunicación («Roger») y sin corregir el dato, notificó a la aeronave su verdadera posición tal y como la veía en la pantalla radar («one six miles») y les transfirió a la torre. Ni uno ni otro realizaron una escucha activa, perdiendo una nueva oportunidad de detectar el error.

De acuerdo con la práctica habitual para este tipo de aproximaciones, retomaron el descenso utilizando el piloto automático en modo FPA (flight path angle) con un ángulo de descenso de 3°. Desde 3.000 ft el descenso debía comenzar a 8,5 NM del DME del ILS de la pista. En realidad el comandante había activado el modo de descenso 5,7 NM antes, esto es a unas 14 NM del umbral de la pista. La posterior comprobación del perfil de descenso a través de la tabla distancia-altura resultaría satisfactoria para la tripulación al no detectar el error en el DME utilizado.

Tampoco el controlador de aproximación ni su compañero de la torre (que también contaba con pantalla radar) detectaron el prematuro descenso.

Según la tripulación a unos 1.300 ft de altura adquirieron contacto visual con el terreno lo que resulta congruente con el METAR emitido a esa hora que indicaba la presencia de una capa de nubes a unos 1.500 ft.

A unas 8 NM de la pista y escasamente 1.000 ft de altura recibieron autorización para aterrizar. ATC no les informó de desviación alguna en su trayectoria por lo que todo parecía normal.

Librada la capa de nubes, la visibilidad debía ser todavía bastante reducida por la intensa lluvia (3.000 m según el último METAR). Aunque comentaron que era extraño no ver

las luces de aproximación el comandante recordó que ATC había informado a otro tráfico respecto de un problema con las mismas lo que le hizo pensar que ese podía ser el motivo de no verlas. Pudieron distinguir algo que asimilaron la franja de la pista y que más tarde reconocieron como unos invernaderos que están emplazados junto a la instalación del VOR TFS (a casi 6 NM antes del umbral de la pista 08).

En algún momento, en respuesta a la visión de la supuesta franja de pista el copiloto pronunció una expresión que él no recordaba exactamente y que según el comandante fue «in sight» y que este último interpretó como que su compañero tenía la pista a la vista (la expresión correcta completa hubiera sido «runway in sight»). Aunque ninguno de los dos tripulantes había reconocido la pista con certeza, el *call-out* de su compañero incitó al comandante a continuar con la aproximación esperando que él también sería capaz de identificar la pista enseguida.

La utilización de los «call-outs» previstos para cada situación mejora la coordinación entre piloto y copiloto y su conciencia situacional. Su estandarización permite que la información sea transferida con las mínimas palabras y que éstas tengan exactamente el mismo significado para piloto y copiloto. Por el contrario un uso inapropiado de los mismos puede llegar a ser contraproducente, como ocurrió en este caso. La compañía debe tomar medidas para evitar que una situación semejante se vuelva a producir, en especial en una situación tan crítica como es la decisión de continuar o no una aproximación más allá de los mínimos.

En ausencia de datos del CVR la investigación no ha podido determinar la cronología exacta de estas conversaciones ni ponerlas en relación con el descenso por debajo de la altitud de decisión del procedimiento de aproximación (700 ft) que se prolongó hasta los 530 ft (436 ft del radio-altímetro) momento en que se activó la alarma del EGPWS.

Al oír la alarma el comandante adelantó la palanca de gases a la posición de empuje de go-around y subió el morro del avión con la intención de ejecutar un motor y al aire y no una maniobra de escape (que exige un tirón de la palanca sin cambio de configuración) al considerar que no había peligro de colisión. Si bien el departamento de seguridad de la compañía consideró que habría sido más apropiado ejecutar una maniobra de escape, lo cierto es que el Manual de operaciones deja abierta la posibilidad a continuar con el perfil de vuelo si, a juicio de la tripulación no hay peligro inminente de colisión, como ocurrió en este caso. Cuestión distinta es que la maniobra ejecutada no cumpliera estrictamente la secuencia establecida en el manual de operaciones para un motor y al aire que requiere un repliegue inmediato de un punto de flap previo a la retracción del tren. En este caso la tripulación no respetó esa secuencia retrayendo el tren y demorando la acción sobre los flaps hasta alcanzar los 1.800 ft. La compañía sí ha identificado esta deficiencia en la ejecución del procedimiento y ha tomado medidas para reforzar el entrenamiento de esta tipo de maniobras.

Aunque contaban con combustible suficiente para intentar una nueva aproximación, tras informarse de que otra aeronave tras ellos también había interrumpido la aproximación, optaron por desviarse a Fuerteventura (con una meteorología favorable), repostar y volver a intentar el aterrizaje en Tenerife una vez que el tiempo hubiera mejorado.

Durante la parada en Fuerteventura no confirmaron con ATC o por otro medio alternativo la baja del DME. Para suplir la ausencia de esta radio-ayuda pensaban basar la monitorización del descenso final de la aproximación en la tabla de distancias-alturas que proporciona la carta de aproximación VOR, basada en el DME TFS que sabían estaba operativo.

Durante la segunda aproximación aunque sí recibían señal del DME TRS, a la vista de los problemas que habían tenido basaron la aproximación en el DME del VOR (TFS). No consultaron explícitamente la disponibilidad del DME TRS. La tripulación no hizo uso adecuado de la información pre-vuelo disponible. No conocían la información publicada sobre estado del DME ni en la primera ocasión cuando el copiloto creía haber leído que estaba inoperativo ni lo confirmaron en este segundo caso donde una consulta de los NOTAM de aplicación podía haber suplido el desconocimiento de los controladores de la torre.

2.2. Los factores humanos en la cabina

Al no disponer de los datos del CVR no ha sido posible analizar en detalle el comportamiento de la tripulación durante el vuelo. No obstante, el estudio desde el punto de vista de factores humanos del escenario en el que operaba la tripulación, permite identificar algunas posibles causas de lo acontecido.

El cambio de pista, el desvío de 60 NM para evitar la tormenta y en última instancia la indisponibilidad de la senda, supusieron continuos cambios de planes para la tripulación.

Un plan de acción elaborado es costoso de replantear. Se trata de una actividad costosa y que en este caso se realizó en la fase de aproximación donde se acumula el trabajo.

Los recursos necesarios para la reconstrucción de un plan de acción, son empleados en detrimento de otras actividades a veces, también prioritarias. La programación de los parámetros del vuelo permite ganar tiempo y mejora en la seguridad, solamente cuando el desarrollo del vuelo permanece inalterado, con respecto a la programación inicial. La programación consume considerable tiempo y recursos del piloto en todos los demás casos. Estas dificultades de reprogramación en tiempo real pueden producir un sesgo de comprensión de la situación³².

³² (Woods 1993, la lógica opaca de los sistemas).

Todos estos cambios llevarían aparejados manipulaciones en el FMS (selección de la aproximación, altitud de decisión, actualizaciones de los valores del viento reportado en el aeropuerto...). En situaciones tan cambiantes, los pilotos se pueden saturar por el exceso de actividades que exigen recursos debido a las interrupciones de sus actuaciones durante el vuelo. La reiteración de los cambios probablemente favoreció la pérdida de la conciencia de la situación y la disminución del campo de atención.

Además la complicada situación meteorológica sin duda demandó la atención de la tripulación especialmente durante las últimas fases del vuelo. Prueba de ello es que ambos pilotos decidieron priorizar el radar meteorológico frente otra información (la representación del terreno proporcionada por el EGPWS). La atención es el resultante de la aplicación voluntaria de los recursos cognitivos en un objeto de interés del momento.

Las expectativas del esquema trazado mentalmente por la tripulación para poder evitar los núcleos tormentosos, guiaron su atención. Sería muy difícil captar la atención de los pilotos durante esa fase con informaciones que, no formen parte de esas expectativas. Durante las fases sobrecargadas de un vuelo, se reduce grandemente la disponibilidad mental, puesto que determinada información, aun siendo importante (en este caso la verificación del indicativo de la ayuda o la distancia a la pista que proporcionaba el ND), puede pasar desapercibida. La atención se «tuneliza» y se pierden perspectivas, lo que significa perder la conciencia de la situación.

El hombre tiene tendencia a tratar de mantenerse fiel a la decisión adoptada. Intenta buscar las informaciones que confirmen su decisión y tiende a ignorar aquellas que se opongan; es el prejuicio de confirmación. Al recibir informaciones contrarias a su decisión, trata de minimizar tales informaciones incluso negarlas³³. En esta característica del comportamiento se puede enmarcar la decisión de la tripulación de continuar la aproximación cuando detectaron la ausencia de señal DME en el PFD y para la que el copiloto buscó una explicación en un hipotético NOTAM en realidad inexistente (aunque su existencia no hubiera cambiado las cosas). De forma similar el piloto utilizó la información sobre las luces de aproximación que, aún precaria y no confirmada con ATC, reforzaba la situación preestablecida en la estructura mental de ambos pilotos dirigida a completar la aproximación. El engañoso «call-out» del copiloto y la posterior autorización para aterrizar por ATC no harían sino realimentar esta tendencia natural.

En definitiva, la selección errónea de la ayuda (TRS por TFS), pudo deberse a la carga de trabajo, al estrés por los cambios producidos en el plan establecido debido a la meteorología y llegó a convertirse en un error de representación. Estos se producen debido a la estabilización de una representación mental del medio que, no corresponde con la realidad. Cuando se produce esta discrepancia entre la teoría individual de la situación y la realidad, se pierde la conciencia de la situación y puede iniciar la cadena

³³ Teoría de la disonancia cognitiva.

de error. Esta estabilización hace que no tengamos en cuenta la representación errónea en nuestro plan de acción. Más aun la representación errónea orienta totalmente el filtro que constituye nuestra percepción. Por lo tanto, estos errores se autoalimentan y persisten como en este caso donde ni piloto y copiloto detectaron el error.

Por otra parte la continuación de la aproximación puede explicarse por la manera en que trabaja el cerebro humano que, no interpreta directamente las informaciones del medio ambiente para construir una comprensión de la situación, sino que trabaja sobre una representación de la misma, un sistema de expectativas construido con anterioridad a la acción que, le permite deducir la información que espera (y a veces esa solamente) y medir una desviación. Esta tendencia puede romperse mediante una correcta retroalimentación (*feedback*) que en este caso no existió (ni entre los tripulantes ni desde ATC).

2.3. Las cartas de aproximación y su interpretación

La doble referencia de distancias DME proporciona flexibilidad y robustez operativa pues en ausencia de señal del DME del ILS la carta publicada en el AIP, permite mantener la aproximación basada en el localizador usando el DME del VOR (TFS) como alternativa.

Sin embargo ni la tripulación del CFG3228 en su segunda aproximación a Tenerife ni el otro tráfico de la misma compañía, que sí reportó los problemas con el DME, optó por utilizar el DME alternativo con la información que proporciona la carta sin más.

En el primer caso la tripulación pretendía recurrir a la carta de aproximación VOR para suplir la ausencia de la tabla de altitud/distancia al DME/VOR TFS.

En el segundo caso, aparentemente la tripulación tampoco usó el DME del VOR para monitorizar el descenso, sino la distancia a la pista calculada por el FMS, opción no contemplada en los procedimientos de la compañía y que no se corresponde con ningún procedimiento de aproximación aprobado.

El DME del ILS está emplazado de acuerdo con las recomendaciones internacionales para dar indicación de distancia cero en la pista y es por tanto es el más apropiado para estas aproximaciones. Tras la modificación en 2013 las cartas AIP han incluido los valores de distancia al otro DME, sin indicar explícitamente su carácter de ayuda alternativa o de reserva. Además al no proporcionar la tabla de distancias /alturas para el segundo DME, tal como también establece la normativa, se penaliza la capacidad de las tripulaciones de monitorizar los descensos basados en este equipo con respecto a los basados en la distancia al DME del ILS. No hay razón aparente para que si lo que se pretende es que el DME TFS sustituya al DME TRS las cartas correspondientes no proporcionen la tabla para ambos DME de manera que las tripulaciones cuenten con la misma información independientemente del DME utilizado.

La ausencia de la tabla en la carta del AIP se traslada a las cartas de la compañía. La tripulación de CFG2338, acostumbrada a contar con esa información (habitualmente disponible también en las aproximaciones VOR/DME), pudo echarla en falta y quiso paliar este déficit recurriendo a la carta de la aproximación VOR.

Se han encontrado cartas de aproximación a otros aeropuertos con doble referencia DME donde se indica explícitamente la posibilidad de usar el DME alternativo en caso de fallo del asociado al ILS y donde se publican las tablas de distancias/altitudes para ambos DME sin que ello haya ido en detrimento de la claridad de la carta.

A la vista de lo anterior cabe plantearse si el tratamiento que las cartas del AIP dan a la duplicidad de distancias DME es mejorable.

Aunque el manual de la compañía menciona la posibilidad de sustituir la distancia DME por «otro medio de navegación» si así lo permiten la cartas, no habla explícitamente del caso en que un DME alternativo pueda sustituir al DME del ILS.

Aunque después matizaron su respuesta, la primera interpretación de responsables del departamento de seguridad de la compañía fue que la autorización emitida por ATC fue incorrecta. Esta interpretación fue errónea. Si bien es cierto que los controladores no eran conscientes de que el DME del ILS no funcionaba, el haberlo sabido no hubiera impedido que autorizaran la misma aproximación, pues podía volarse con referencia al otro DME. Por otro lado, tampoco ninguna de las dos aeronaves de la compañía comunicó a control la imposibilidad de continuar la aproximación, ni solicitó la aproximación VOR como alternativa.

El comportamiento de las tripulaciones y la información recibida desde la propia compañía denotan la falta de un criterio claro y homogéneo en lo que a la interpretación de la información sobre segundo DME se refiere. La compañía debe garantizar que sus tripulaciones conocen la posibilidad de usar del segundo DME en estos casos y están familiarizadas con la operativa a seguir.

Aunque hasta las 15:55 el DME no fue dado de alta formalmente, es muy posible que se recuperara la señal antes (como demuestra que el CFG3228 pudiera apoyarse en él para la segunda aproximación a las 14:20). Puesto que los controladores de la torre desconocían que estaba apagado, posiblemente otros tráficos esa mañana usarían el DME del ILS para su aproximación sin percibir problema alguno.

2.4. Las averías en las ayudas y el flujo de información al respecto

Al cambiar de pista se detectaron varios problemas ocasionados por la tormenta tanto en el sistema de balizamiento como en el ILS que daba servicio a la nueva pista.

En uno y otro caso el personal de mantenimiento fue movilizado y dado que el problema parecía relacionado con el mando y comunicación, los técnicos se desplazaron al campo de vuelo para intentar evaluar el estado de los equipos *in situ*.

El balizamiento pudo mantenerse operativo en su totalidad de manera manual a excepción de la luz secuencial que operaba a la mitad de la frecuencia recomendada.

Por su parte en lo que al ILS se refiere, se comprobó que ni la senda ni el DME radiaban.

El técnico comunicó a su compañero de la sala de equipos que quedarían inoperativos en tanto en cuanto evaluaba la naturaleza exacta del problema. Un análisis más pormenorizado del problema reveló que la avería de la senda era seria y quedaría inoperativa hasta que se recibieran los repuestos necesarios. En el caso del DME no estaba afectado y podía ser arrancado manualmente. Tras el cambio de pista no se llegó a encender porque no recibió la señal de arranque del *interlock* al llegarle ésta a través de la senda.

Según la información recopilada, no hay razones de tipo operativo para mantener esta configuración que menoscaba la capacidad de encendido automático del DME asociado al ILS tras un cambio de pista. Por ello, en línea con el contenido del informe del departamento de seguridad de AENA, se emite una recomendación de seguridad para que AENA evalúe la posibilidad de modificar la configuración del ILS con el objetivo de independizar la operación remota del DME del estado de la senda.

La información sobre el estado de las ayudas recabada a pie de pista fue transferida incorrecta e incompleta.

Por una parte desde la central eléctrica se informó a la torre de que la luz secuencial estaba inoperativa (también quedó así reflejado en el NOTAM correspondiente) cuando en realidad esta estaba funcionando aunque a mitad de su frecuencia nominal. Además el controlador transmitió una información aún más imprecisa, al anunciar que eran las luces de aproximación en general («*approach lights*») y no específicamente el secuencial las afectadas por la avería.

Aunque esta información no iba dirigida al CGF3228, sí fue escuchada por su tripulación y pudo influir por tanto en su decisión de continuar el descenso cuando, tras superar la capa de nubes, no pudieron identificar las luces de aproximación que en realidad sí estaban operativas aunque casi 6 NM por delante de donde ellos las suponían emplazadas. La visibilidad imperante, aunque algo limitada, no justificaba la demora en la adquisición visual de un sistema de luces de aproximación (aún sin secuencial) a no ser que éste estuviera apagado. Esta pudo ser la construcción mental que se hizo la tripulación y que justificaba sus dificultades para ver la pista.

Desde la sala de equipos tampoco la transmisión de la información de la que se disponía fue adecuada. Según las comunicaciones registradas y el testimonio de los controladores

el supervisor nunca informó al personal de la torre de que además de la senda, el DME hubiera fallado, si bien él creía recordar que sí lo hizo. Su aparente desconocimiento de la operativa asociada al fallo de alguno de los equipos, pudo inducirle a considerar la senda y el DME como un todo y a dar por hecho que una senda inoperativa inutilizaba también DME. La manera en que redactó el fax enviado al ACC «GP/DME inoperativo» proporciona un indicio en este sentido.

Además de la comunicación deficiente entre mantenimiento y control de ese día en concreto, durante la investigación se evidenciaron discrepancias respecto del estado del sistema de monitorización de las radio-ayudas. Según los controladores el sistema fallaba desde hacía tiempo, mientras el técnico supervisor afirmaba lo contrario.

Una comunicación continua entre el personal de mantenimiento CNS y el personal de control es esencial para que aquellos conozcan de primera mano las necesidades de aquellos y puedan responder a ellas de manera eficiente en particular en lo que a la transmisión de información que sea relevante y oportuna para la operación.

Según los testimonios recabados no hay establecido ningún sistema de reuniones periódicas entre los responsables de mantenimiento de los sistemas CNS del aeropuerto y los responsables ATC, como si ocurre en el caso de la central eléctrica. Sería deseable por tanto establecer algún cauce formal que permita una comunicación regular entre ambas partes que mejore la coordinación.

2.5. La monitorización del descenso por parte de ATC

En este caso ni en el lado aire ni en el lado tierra se siguieron los principios de colación y escucha activa, cuando la tripulación reportó su posición al controlador de aproximación. El controlador respondió a la llamada con la distancia correcta pero sin corregir explícitamente, bien porque no escuchó el valor de 10 NM, bien porque no usó la fraseología adecuada. La tripulación por su parte tampoco reaccionó al mensaje del controlador, que rectificaba el valor de la distancia calculada por ellos.

Con el avión establecido en el localizador, autorizado a la aproximación y bajo control radar, aparentemente el informe de posición no parecía imprescindible. Es probable que ello junto con las complicadas circunstancias en la torre (reiterados fallos en los equipos, incluso con humo en uno de ellos, entrada de agua en el fanal, etc.) redujera la atención de controlador. De igual manera la tripulación, concentrada en la meteorología, considerara la respuesta como un mero trámite y no prestó atención al contenido del mensaje.

Este caso pone en valor la utilidad de los informes de posición, en particular en aproximaciones de no precisión con doble referencia de distancias DME que posibiliten una toma de referencias errónea por las tripulaciones. Para el caso de Tenerife sur, una

discrepancia en el entorno de 6 NM, debería alertar a los controladores de que es probable que se esté usando el DME TFS en lugar de TRS.

Sería recomendable por tanto, de nuevo en línea con lo recomendado por el departamento de seguridad de AENA, sensibilizar a los controladores sobre la especial relevancia de los informes de posición cuando operen en estas circunstancias.

Perdida la oportunidad de detectar el error en el informe de posición transmitido por la tripulación, el controlador de aproximación transfirió las comunicaciones a su compañera de la torre que autorizó a continuar con la aproximación. Hasta ese momento la traza radar no indicaría una altura anormal ya que el descenso comenzó poco después, a unas 14 NM de la pista.

Fue a partir de entonces cuando la pérdida de altura prematura sería visible en las pantallas radar de ambos controladores. Desde la milla diez el avión había rebasado la altura mínima autorizada de 1.800 ft (no franqueable antes del FAF). De hecho la autorización para el aterrizaje fue emitida con el avión a unas 8 NM y a tan sólo 1.000 ft de altitud (800 ft por debajo de los mínimos).

La desviación alcanzó tal magnitud (más de 1500 ft por debajo del perfil típico de 3º) que si alguno de los dos controladores (aproximación o torre) hubiera reparado en la altura a la que volaba la aeronave, muy probablemente habrían advertido a la tripulación haciendo uso de la facultad que el RCA otorga a los controladores que dan asistencia radar. Sin embargo, ninguno de ellos detectó el problema

Si bien la información radar puede ser utilizada para asistir a las aeronaves en las aproximaciones instrumentales, la separación con el terreno no es responsabilidad de los controladores por lo que no forma parte de sus prácticas estándar, vigilar la altura de las aeronaves en esta fase del vuelo. No hay una vigilancia continua por parte de ATC que garantice la detección de pérdidas de separación con el terreno durante una aproximación instrumental. La implementación prevista de un sistema de alarma tipo MSAW será de gran ayuda a la hora de asistir al controlador y prevenir este tipo de eventos.

2.6. Consideración de las medidas tomadas tras el incidente

Tanto el operador de la aeronave como el proveedor de los servicios de navegación han abierto investigaciones internas sobre este incidente. Hay que valorar positivamente el hecho de que gran parte de las recomendaciones derivadas de las investigaciones abiertas en ambos casos son coherentes con las conclusiones de esta investigación.

En el caso de AENA las recomendaciones internas estaban pendientes de implementación al tiempo de redactar este informe. Por este motivo, aunque las recomendaciones

contenidas en el último apartado de este informe coinciden en gran parte con las resultantes de la investigación interna AENA se ha considerado útil su inclusión. Ello garantizará un doble seguimiento y reforzará las garantías de su implementación.

En el caso del operador, ha implementado acciones dirigidas a mejorar varios aspectos. Se refuerzan las medidas para una correcta selección e identificación de las radio-ayudas durante la aproximación así como la conciencia situacional de la tripulación respecto de la posición del punto de inicio del descenso final, se ha concretado una acción para alertar a las tripulaciones sobre el riesgo de continuar una aproximación por debajo de mínimos sin referencias visuales claras y se ha actualizado el programa de refresco para reforzar el entrenamiento de las maniobras de motor y al aire.

Aunque son consistentes con una mejora de la seguridad operacional, estas medidas no abordan algunos de los aspectos con incidencia negativa en la seguridad que han sido detectados en la investigación como el uso del EGPWS, la estricta adherencia a los call-outs estándar en las aproximaciones con baja visibilidad o la interpretación de la información de las cartas. Se proponen tres recomendaciones adicionales que cubran estos aspectos.

3. CONCLUSIONES Y CAUSAS

3.1. Constataciones

- Las condiciones meteorológicas en el entorno del aeropuerto a la llegada de la aeronave eran de gran inestabilidad y fuerte aparato eléctrico. Con el objetivo de sortear el frente tormentoso la aeronave se desvió de la ruta prevista y rodeó la tormenta por el Sur.
- Tras el cambio de pista se detectaron problemas en el ILS y la luz secuencial de la pista 08 originados por los rayos caídos. El personal de mantenimiento confirmó la avería de la senda y el DME del ILS de la pista 08 y restituyó la luz secuencial a la mitad de su frecuencia nominal.
- Se comunicó a los controladores de la torre que la luz secuencial de la pista 08 estaba inoperativa.
- Se informó a los controladores de la torre de la avería de la senda.
- El controlador de aproximación comunicó a una aeronave en aproximación que las luces de aproximación estaban inoperativas, sin precisar que se trataba sólo del secuencial.
- La información sobre la avería en el DME se publicó en un NOTAM pero no llegó a los controladores de la torre.
- El controlador de aproximación autorizó a la aeronave a una aproximación LOC informando a la tripulación de la avería en la senda. No les informó de la avería en el DME al no tener conocimiento de ello.
- La tripulación no contaba con información de distancia a la pista en el PFD.
- Piloto y copiloto utilizaron erróneamente la distancia al VOR/DME «TFS» proporcionada por el ND, como referencia de distancia a la pista.
- Como consecuencia su error, la tripulación comandó el inicio del descenso final a 14 NM de la pista en lugar de a los 8,5 NM que habían calculado.
- Establecieron contacto visual con el terreno antes de alcanzar los mínimos.
- Continuaron la aproximación por debajo de la altura mínima de descenso (700 ft), sin tener referencias visuales de la pista claras.
- Ni el controlador de torre ni el de aproximación detectaron la desviación de altura en el descenso.
- A una altura de 435 ft sobre el terreno se activó el aviso del EGPWS.
- En respuesta al aviso del EGPWS el comandante interrumpió el descenso e inició una maniobra de motor y al aire. El avión se desvió a Fuerteventura.
- Otro avión de la misma compañía completó la aproximación sin disponer de señal del DME del ILS, basando su navegación en la distancia a pista calculada por el FMS.
- Tras la parada en Fuerteventura el avión se dirigió nuevamente a Tenerife donde aterrizó tras repetir la aproximación LOC con referencia de distancia al otro DME (TFS).

3.2. Causas/Factores contribuyentes

La causa del incidente fue el uso erróneo de la distancia al VOR/DME TFS como referencia de distancia a la pista y la continuación de la aproximación por debajo de la altitud mínima de descenso sin haber adquirido referencias visuales de la pista claras.

Se consideran factores contribuyentes:

- La deficiente transmisión de la información respecto del estado del DME del ILS de la pista 08 lo que llevó a que en última instancia la tripulación no fuera informada de la avería en el equipo.
- La deficiente transmisión de información respecto del estado de las luces de aproximación que llevó a que la tripulación sospechara que estaban inoperativas cuando en realidad no era así.
- La falta de escucha activa tanto por parte de la tripulación como por parte del controlador ATC que impidió detectar el error de navegación cometido por la tripulación cuando esta transmitió su posición.
- La ausencia de la presentación EGPWS del terreno en los dos ND. La superposición de los ecos del radar dificultaría además la visión del símbolo de pista.
- La deficiente comunicación entre piloto y copiloto que no usaron correctamente la fraseología estándar prevista por los procedimientos durante la aproximación (*call-outs*) para reportar el contacto visual con el terreno

En el marco de esta investigación se han evaluado otros aspectos relacionados con las cartas de navegación que no influyeron en el incidente propiamente dicho pero que se han considerado relevantes desde el punto de vista de la seguridad operacional.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

- REC 19/15.** Se recomienda al operador Condor Flugdienst GmbH que establezca las medidas para, en línea con el contenido de su manual de operaciones, concienciar a sus tripulaciones sobre la utilidad de la representación del terreno proporcionada por el EGPWS como recurso adicional para mejorar la conciencia situacional respecto de la proximidad al terreno especialmente durante las aproximaciones de no precisión.
- REC 20/15.** Se recomienda al operador Condor Flugdienst GmbH que establezca las medidas para sensibilizar a sus tripulaciones sobre la extrema importancia del uso de los call-outs estándar previstos para comunicar la adquisición de referencia visuales durante las aproximaciones con baja visibilidad.
- REC 21/15.** Se recomienda al operador Condor Flugdienst GmbH que tome las medidas necesarias para clarificar el tratamiento que sus cartas de aproximación dan a la doble referencia DME de distancia a la pista, instruyendo a sus tripulaciones sobre la operativa a seguir en caso de que la señal distancia al DME principal no esté disponible y el procedimiento permita el uso del DME alternativo.
- REC 22/15.** Se recomienda a ENAIRE³⁴ que revise el indicativo del ILS de la pista 08 del aeropuerto de Tenerife Sur, evaluando la posibilidad de sustituir el indicativo actual «TRS» por otro que resulte más fácilmente distinguible del indicativo «TFS» asignado al VOR/DME empzado en las inmediaciones del aeropuerto.
- REC 23/15.** Se recomienda a ENAIRE que revise la configuración de sus instalaciones ILS con el objetivo de independizar la operativa de encendido remoto del DME del estado de la senda.
- REC 24/15.** Se recomienda a ENAIRE que refuerce los mecanismos de comunicación entre el personal ATC y el personal de mantenimiento que aseguren la coordinación y el intercambio de información relevante, específicamente en relación con averías de los equipos de navegación y balizamiento y el estado de los mismos.
- REC 25/15.** Se recomienda a ENAIRE que instruya a los controladores de aproximación y torre en aquellas dependencias donde exista doble referencia DME para detectar posibles errores en la selección del DME correcto, prestando especial atención a los informes de posición reportados por la tripulación y contrastando la información recibida con la ofrecida por los datos radar durante las aproximaciones de no precisión.

³⁴ AENA pasó a denominarse ENAIRE en julio de 2014.

ANEXOS

ANEXO I

Cartas de navegación

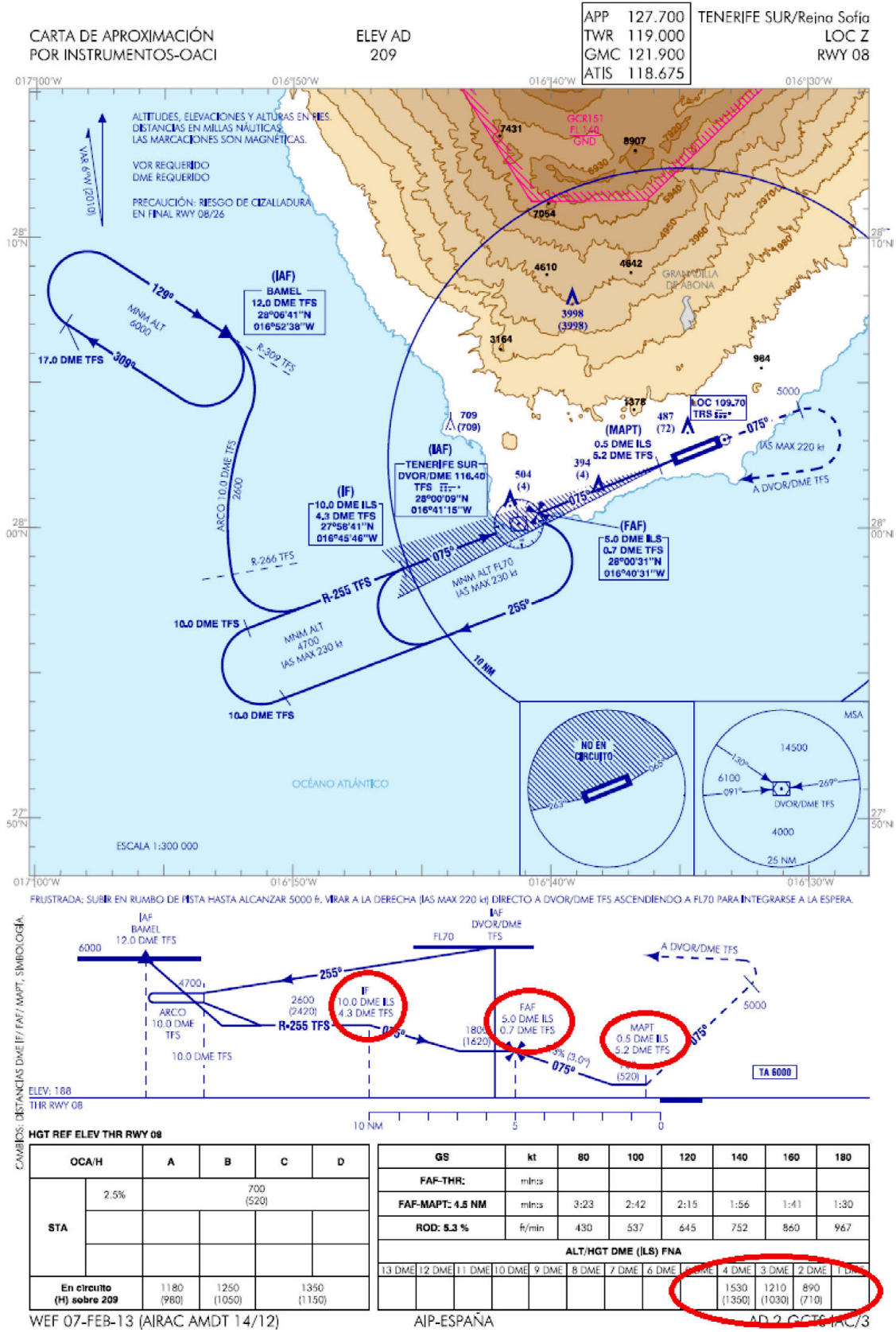


Figura 10. Carta de aproximación LOC Z RWY 08 publicada en el AIP

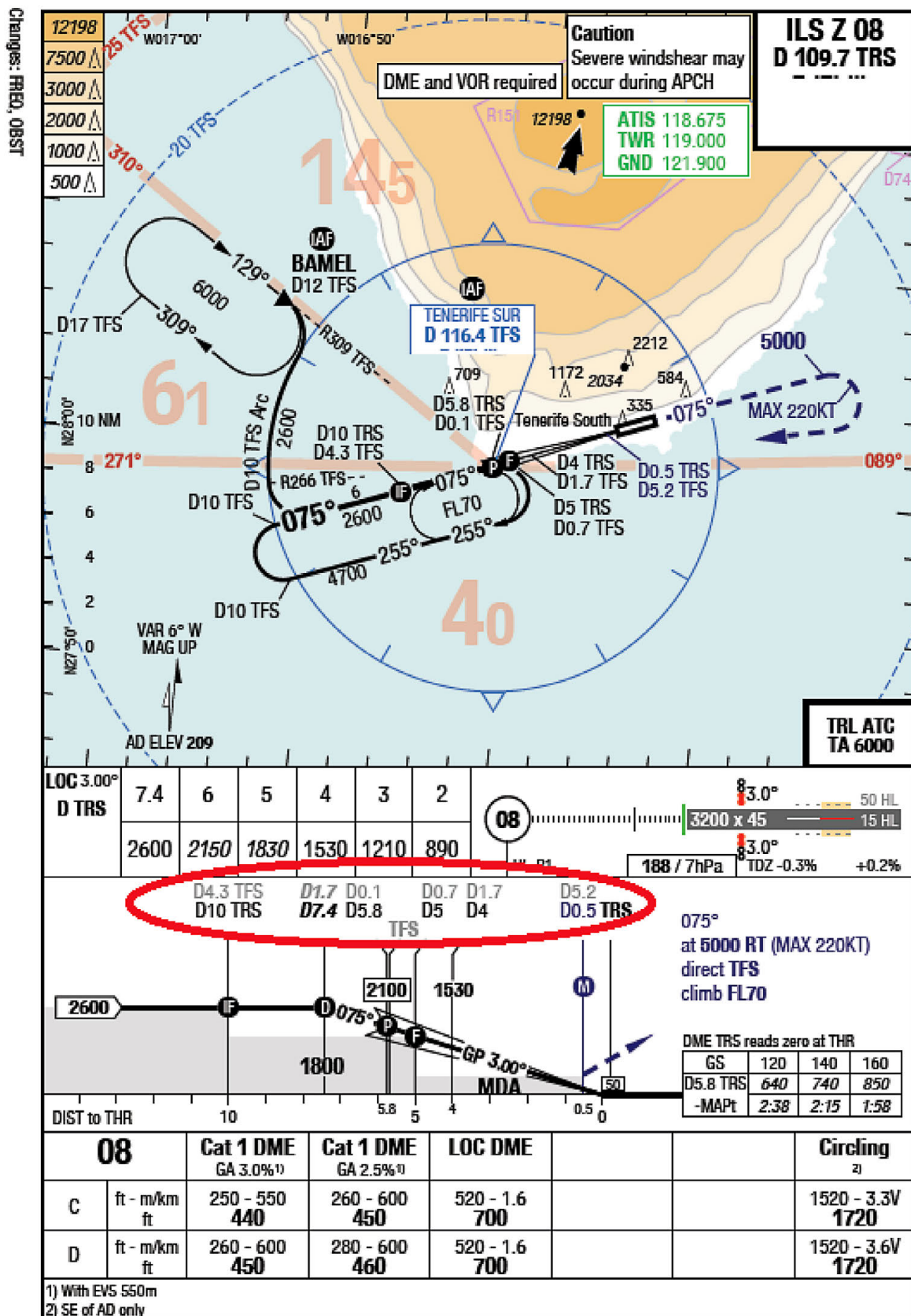


Figura 11. Carta de aproximación ILS/LOC Z RWY 08, usada por la compañía

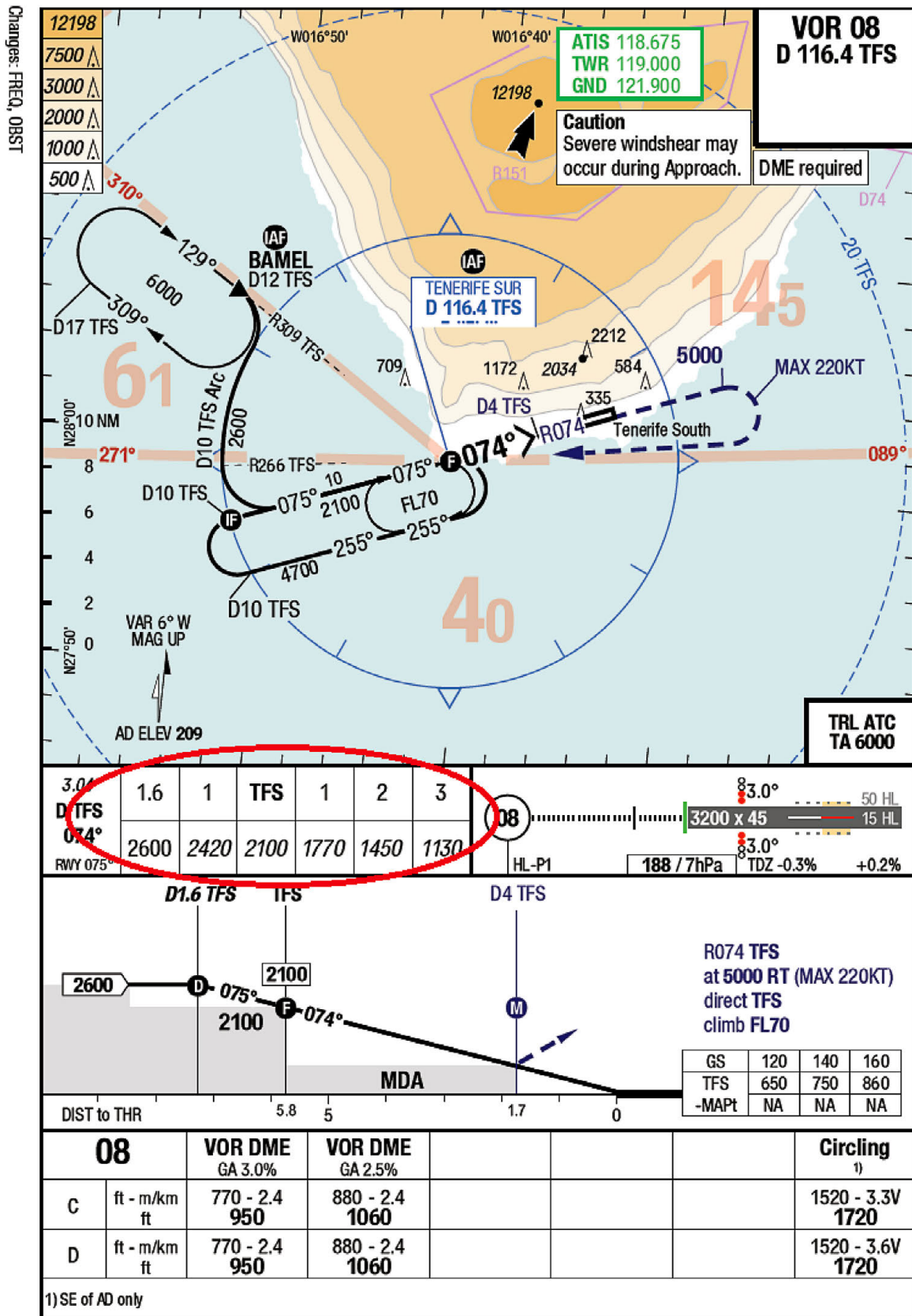


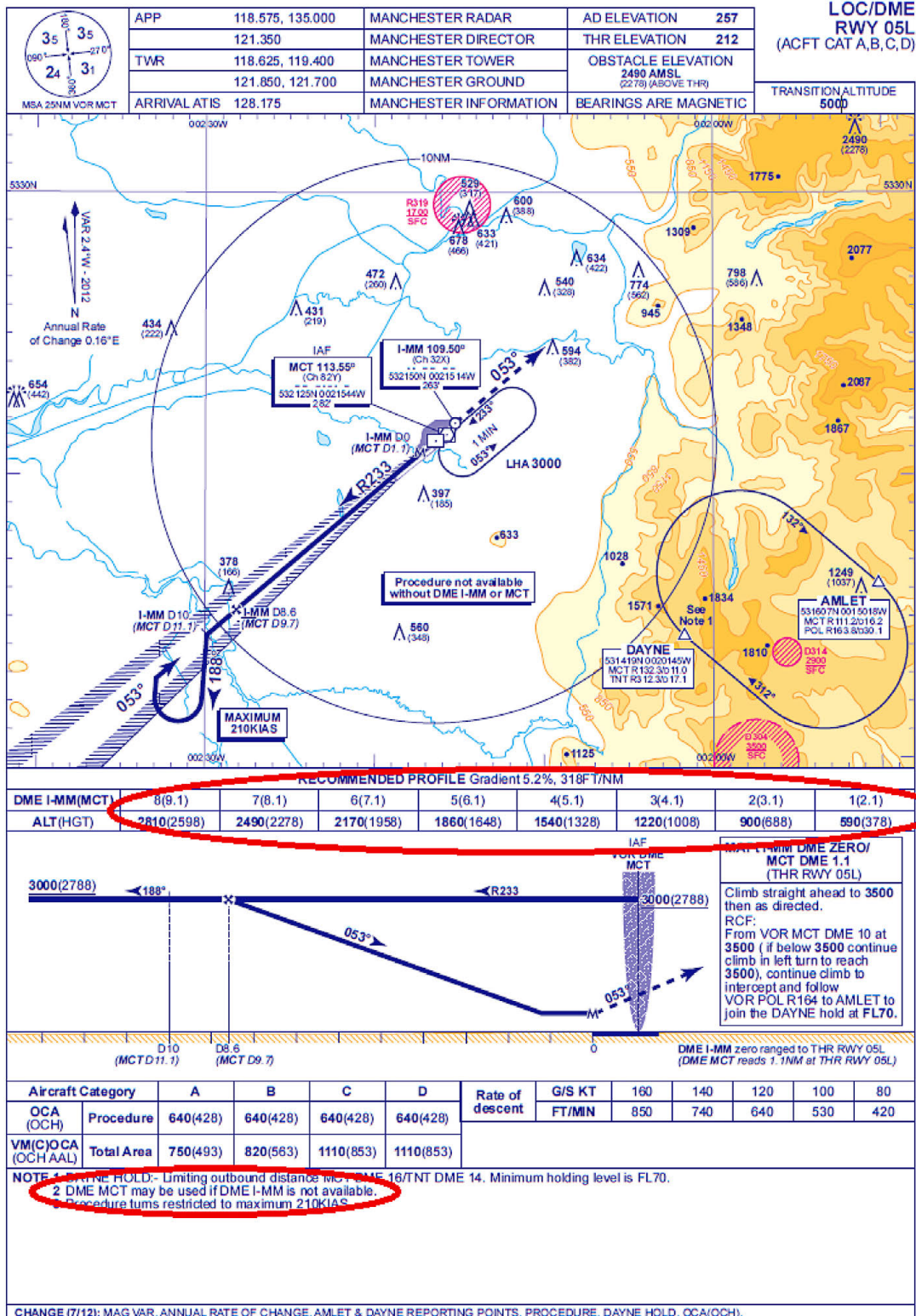
Figura 12. Carta de aproximación VOR RWY 08 usada por la compañía

UK AIP

(28 Jun 12) AD 2-EGCC-8-7

INSTRUMENT APPROACH CHART - ICAO

MANCHESTER
LOC/DME
RWY 05L
(ACFT CAT A,B,C,D)



Civil Aviation Authority

AMDT AIRAC 7/12

Figura 13. Carta de aproximación LOC/DME a la pista 05L de Manchester, con doble referencia DME

ANEXO II
Información de seguridad de vuelo
de Condor



TCG Flight Safety Info

No.: 24/2013

Title: LOC Approaches in GCTS

Event: n/a

Aircraft Type: n/a

Company: Condor

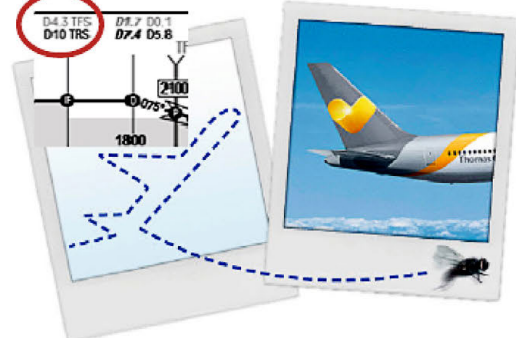
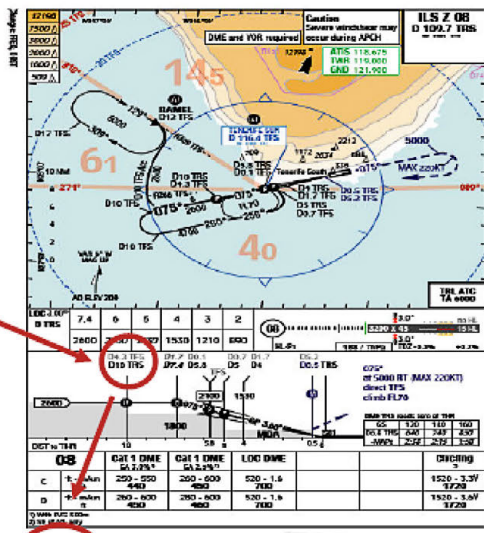
Route: n/a

Dear colleagues,

Due to reports and events in different airlines, we would like to point out a danger for the LOC Z 08 and LOC Y 26 approach in GCTS. For the LOC Z 08 there are two DME Indications that we can use for the approach:

- 1) TRS the ILS DME
- 2) TFS, DME of the VOR.

The LOC Approach (GS inop) usually begins at 3000ft at approximately 8,5 miles from TRS. When accidentally using TFS as a reference the descent begins 7 miles earlier and you come way under the prescribed Glideslope. This danger also applies to the LOC Y 26 GCTS.



Your Flight Safety Team

For internal use only - Information for Crewmembers of the ThomasCook-Goup. Not to be copied onwards to outside agencies without the express permission of the Director Goup Aviation Safety, Compliance and Security.



