

CIAIAC

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

Informe técnico A-029/2011

Accidente ocurrido el día
30 de julio de 2011, a la
aeronave Bombardier
Canadair CL-600-2B19
(CRJ200), matrícula EC-ITU,
operada por Air Nostrum,
en el aeropuerto de Barcelona



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

Informe técnico

A-029/2011

**Accidente ocurrido el día 30 de julio de 2011,
a la aeronave Bombardier Canadair
CL-600-2B19 (CRJ200), matrícula EC-ITU, operada
por Air Nostrum en el aeropuerto de Barcelona**



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: 161-13-068-9

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 de personas	2
1.3. Daños a la aeronave	2
1.4. Otros daños	3
1.5. Información personal	3
1.5.1. Comandante	3
1.5.2. Copiloto	3
1.5.3. TCP	4
1.6. Información de aeronave	4
1.6.1. Registro de mantenimiento	5
1.6.2. Sistema de spoilers	5
1.6.3. Radar meteorológico	7
1.6.4. Sistema mejorado de aviso de proximidad al terreno (EGPWS)	7
1.7. Información meteorológica	8
1.7.1. Previsiones	8
1.7.2. Evolución de la situación meteorológica en el aeropuerto	9
1.7.3. Información meteorológica de que se dispone en las dependencias ATC	14
1.8. Ayudas para la navegación	14
1.9. Comunicaciones	14
1.9.1. Comunicaciones del ANE 8313	14
1.9.2. Comunicaciones del aeronave que seguía en secuencia al ANE 8313	16
1.10. Información de aeródromo	17
1.11. Registradores de vuelo	17
1.11.1. Registrador de voces en cabina (CVR)	17
1.11.2. Registrador digital de datos de vuelo (DFDR)	17
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto	25
1.13. Información médica y patológica	25
1.14. Incendios	25
1.15. Aspectos de supervivencia	25
1.16. Ensayos e investigación	25
1.16.1. Declaración del comandante	25
1.16.2. Declaración del copiloto	28
1.16.3. Declaración de la tripulante de cabina de pasajeros	30
1.17. Información sobre organización y gestión	31
1.17.1. Información en manuales	31
1.17.2. Organización de seguridad de vuelo	38
1.18. Información adicional	41
1.18.1. Información radar	41
1.18.2. Normativa	43

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces	43
2. Análisis	45
2.1. Situación meteorológica	45
2.2. Análisis de la operación	46
2.3. Análisis de la maniobra de aproximación frustrada	51
2.4. Organización del operador	54
2.4.1. Registradores de vuelo	54
2.4.2. FDM	55
2.4.3. Manuales	55
2.5. Factores humanos	59
2.5.1. Conciencia situacional	59
2.5.2. Comunicación	59
2.5.3. Trabajo en equipo	60
2.5.4. Omisiones	61
2.5.5. Gestión de amenazas y errores (TEM)	61
3. Conclusión	63
3.1. Conclusiones	63
3.2. Causas	64
4. Recomendaciones sobre seguridad	65
Anexo	67
Anexo A. Aproximación ILS a la pista 25R de Barcelona	69

Abreviaturas

00°	Grado(s) sexagesimal(es)
00 °C	Grado(s) centígrado(s)
ACCID/INCID	Accidente/Incidente
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AGL	Sobre el nivel del suelo
AIP	Publicación de información aeronáutica
ASIAS	Aviation Safety Information Analysis and Sharing Program
ATC	Control de tráfico aéreo
ATIS	Servicio automático de información terminal
ATPL(A)	Licencia de piloto de transporte (avión)
CAA	Civil Aviation Authority (Reino Unido)
CB/Cb	Cumulonimbos
CRM	Gestión de recursos de la tripulación
CVR	Registrador de voces en cabina
DFDR	Registrador digital de datos de vuelo
E	Este
EGPWS	Sistema mejorado de alerta de proximidad al terreno
EICAS	Sistema de alerta e indicación de motor
EU OPS	Reglamento de la Unión Europea sobre la armonización de normas técnicas y procedimientos administrativos aplicables a la aviación civil
F/O	Copiloto
FAA	Federal Aviation Administration (USA)
FDM	Programa de Análisis de datos de vuelo
FDR	Registrador de datos de vuelo
FL	Nivel de vuelo
FLT	Sistema de comunicación con la tripulación
FMS	Sistema de gestión de vuelo
FSF	Flight Safety Foundation (USA)
ft	Pie(s)
ft/min	Pie(s) por minuto
g	Aceleración de la gravedad
GLD	Disipación de sustentación en tierra
GMC SS	Control de movimientos en tierra, sector SS
GS	Velocidad respecto del suelo/Senda de planeo (subsistema del ILS)
h	Hora(s)
hPa	Hectopascal(es)
HRV	Visible, alta resolución
IAS	Velocidad indicada
IFR	Reglas de vuelo instrumental
ILS	Sistema instrumental de aterrizaje
IMC	Condiciones de vuelo instrumental
IR	Vuelo instrumental
kg	Kilogramo(s)
km	Kilómetro(s)
kt	Nudo(s)
LIH	Luz de gran intensidad
LOC	Localizador (subsistema del ILS)
LOSA	Auditoría de seguridad de operaciones en línea
m	Metro(s)
MDA/DH/DA	Mínima altura de decisión/altura de decisión
MEHT	Altura mínima de los ojos del piloto sobre el umbral (para sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación)
METAR	Informe meteorológico de aeródromo
MFD	Pantalla multifunción
MHz	Megaherzio(s)

Abreviaturas

min	Minuto(s)
MO A	Manual de operaciones, parte A
MO B	Manual de operaciones, parte B
MSA	Altitud mínima de sector
N	Norte
N1	Revoluciones del compresor de baja
NM	Milla(s) náutica(s)
NTSB	National Transportation Safety Board (USA)
OACI	Organización Internacional de Aviación Civil
P/N	Número de parte
PAPI	Indicador de trayectoria de aproximación de precisión
PF	Piloto a los mandos
PM	Piloto de monitorización
PPI	Indicador el plan de posición
PRM	Manual de referencia del piloto
QAR	Registrador de acceso rápido
QMS	Prolongación del eje de pista
QNH	Reglaje de la subescala del altímetro para obtener elevación estando en tierra
RA	Radioaltura
RGB	Rojo verde, azul
ROD	Régimen de descenso
S	Sur
s	Segundo(s)
S/N	Número de serie
SIGMET	Información relativa a fenómenos meteorológicos en ruta que puedan afectar la seguridad de las operaciones de las aeronaves
SOP	Procedimientos de operación estándar
SPECI	Informe meteorológico especial de aeródromo
TAD	Función de alerta y visualización del terreno
TAFOR/TAF	Pronóstico de aeródromo
TAWS	Sistema de aviso para evitar el terreno (forma parte del EGPWS)
TCAS	Sistema de alerta de tráfico y colisión
TCF	Función de aviso para evitar el terreno
TCP	Tripulante de cabina de pasajeros
TDZ	Zona de toma de contacto
TDZE	Elevación de la zona de contacto
TEM	Gestión de riesgos y amenazas
TO/GA	Despegue y frustrada
UTC	Tiempo Universal Coordinado
VFR	Reglas de vuelo visual
VMC	Condiciones de vuelo visual
VOR	Radiofaro omnidireccional de muy alta frecuencia
Vref	Velocidad de referencia
W	Oeste

Sinopsis

Propietario y operador:	Air Nostrum
Aeronave:	Bombardier Canadair CL-600-2B19 (CRJ200)
Fecha y hora del accidente:	Sábado, 30 de julio de 2011; 15:14:23 hora UTC
Lugar del accidente:	Aeropuerto de Barcelona
Personas a bordo:	Tripulación: 3, pasajeros: 35
Tipo de vuelo:	Transporte aéreo comercial – Regular – Nacional – Pasajeros
Fecha de aprobación:	30 de enero de 2013

Resumen del accidente

El sábado 30 de julio de 2011 la aeronave EC-ITU, modelo CRJ-200, estaba realizando el vuelo ANE 8313 entre los aeropuertos de Badajoz y Barcelona, con 35 pasajeros y 3 tripulantes a bordo.

Durante este vuelo el copiloto actuaba como PF y el comandante lo hacía como PM.

La situación meteorológica general existente en la zona del aeropuerto era de gran inestabilidad, que provocó el crecimiento de nubes convectivas de gran desarrollo vertical, que dieron lugar a chubascos y tormentas.

El controlador de final-25R informó a la tripulación de que la tormenta estaba llegando a la zona del localizador de la pista 25R, y les ofreció la posibilidad de realizar aproximación visual. La tripulación aceptó, y el controlador autorizó la aproximación en esas condiciones.

Durante la aproximación encontraron una capa de nubes. El PF optó por ascender para mantener las condiciones visuales, aunque debido a ello perdieron el contacto visual con la pista. Cuando lo recuperaron se encontraban 775 ft por encima de la senda teórica de aproximación.

Continuaron realizando la aproximación manteniendo regímenes de descenso normales, de forma que el exceso de altura no disminuía de forma notable. Cuando la aeronave se encontraba a unos 600 ft AGL el comandante decidió hacerse cargo del avión, pasando por tanto a ser el PF. Sacó los spoilers de vuelo (aerofrenos) y aumentó el régimen de descenso, que alcanzó valores superiores a 2.500 ft/min. El EGPWS comenzó a emitir avisos por excesivo régimen de descenso, que se mantuvieron durante 13 s,

hasta que la aeronave alcanzó el valor¹ de radioaltura, a partir del cual por diseño se inhiben estos avisos.

La aeronave sobrevoló el umbral de pista a una altura de 365 ft.

La aeronave contactó enérgicamente con la pista con dos de sus tres patas del tren de aterrizaje, morro y principal derecha, alcanzándose altos valores de aceleración vertical, con un máximo de 3,66 g.

La aeronave rebotó, se fue de nuevo al aire y seguidamente descendió y contactó de nuevo con la pista, registrándose otra vez altos valores de aceleración vertical.

Tras este segundo contacto ya no se produjo ningún rebote. La aeronave deceleró con normalidad, abandonó la pista y se dirigió al puesto de estacionamiento que le habían asignado.

La aeronave resultó con daños en las zonas de unión del tren de aterrizaje a la estructura.

La investigación ha determinado que la causa del accidente fue la decisión tomada por el comandante de intentar entrar con regímenes de descenso superiores a 2.500 ft/min y con los spoilers de vuelo desplegados desde los 600 ft hasta el suelo.

Asimismo, se han identificado los siguientes factores contribuyentes:

La ausencia de respuesta a los avisos del EGPWS y la falta de comunicación entre ambos pilotos.

Como resultado de la investigación se han emitido ocho recomendaciones sobre seguridad operacional, siete de ellas dirigidas al operador de la aeronave, Air Nostrum, y una a la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA).

¹ 10 ft si los datos de velocidad vertical proceden del sistema de referencia inercial o 30 ft en caso de que procedan del computador de datos de aire.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

La aeronave Bombardier Canadair CL-600-2B19 (CRJ200), matrícula EC-ITU, operada por Air Nostrum, realizaba el vuelo regular de pasajeros ANE 8313, entre los aeropuertos de Badajoz y Barcelona.

El avión despegó de Badajoz a las 13:55 con un retraso de 1 h sobre el horario previsto. Esta demora fue debida a la llegada tardía de la aeronave, procedente de otro vuelo, al aeropuerto de Barcelona.

El combustible con el que despegaron de Badajoz excedía en 250 kg el requerido en el plan de vuelo operacional con el que cubrían Reus como aeropuerto de alternativa.

El copiloto actuaba como piloto a los mandos. Las fases de despegue y crucero se desarrollaron con normalidad.

Teniendo previsto en la fase de descenso su entrada por Sabadell, al norte del aeropuerto, el controlador sugirió modificar la llegada y proceder por el sur vía RULOS, ya que los tráficos que llegaban por el norte se estaban desviando por la presencia de formaciones tormentosas.

A la tripulación este cambio le pareció adecuado, ya que el radar meteorológico no daba ningún eco en esa zona.



Figura 1. Fotografía de la aeronave

Una vez que habían pasado el punto «RULOS», el controlador les informó que les dirigiría a la milla 4, con objeto de agilizar el aterrizaje, ya que las nubes se estaban metiendo en la trayectoria de aproximación, y les facilitó vectores radar para interceptar el localizador.

Más tarde el controlador preguntó a la tripulación si aceptarían una aproximación visual, a lo que contestaron afirmativamente, por lo que fueron autorizados a realizar aproximación visual a la pista 25R.

La aeronave se alineó con la pista estando muy próxima a ella. Sobrevoló la cabecera 25R a una altitud de 365 ft y a una velocidad de 146 kt.

El alto régimen de descenso alcanzado en la fase final de la aproximación provocó una toma dura (3,66 g) que produjo daños materiales a la aeronave.

La tripulación informó sobre el suceso a mantenimiento de la compañía reportando dicha toma dura.

1.2. Lesiones de personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros
Muertos			
Graves			
Leves	1		No aplicable
llesos	2	35	No aplicable
TOTAL	3	35	

La tripulante de cabina de pasajeros sufrió lesiones musculares en el cuello, a consecuencia de las cuales estuvo de baja médica durante 1 mes.

1.3. Daños a la aeronave

En el mismo aeropuerto de Barcelona se sometió a la aeronave a la inspección por toma dura prevista en el manual de mantenimiento (AMM 05-51-01) apreciándose la existencia de daños en las zonas de unión del tren de aterrizaje a la estructura. Esta reparación tendría que hacerse en la base del operador, ubicada en el aeropuerto de Valencia, por lo que habría que llevar la aeronave hasta allí en vuelo de traslado «ferry».

El operador consultó con el fabricante de la aeronave acerca de la posibilidad de trasladarla hasta su base. Bombardier facilitó las instrucciones de ingeniería precisas para

llevar a cabo el vuelo, que requerían que previamente se reemplazasen determinados elementos del tren de aterrizaje. En base a estos requisitos, el operador solicitó a la AESA autorización para dicho vuelo de traslado, que fue concedida.

Una vez hechas esas reparaciones preliminares, el avión voló hasta el aeropuerto de Valencia para completar su reparación.

1.4. Otros daños

No hubo más daños.

1.5. Información personal

1.5.1. Comandante

Edad:	37 años
Nacionalidad:	Española
Licencia:	ATPL (avión), válida hasta 13/12/2013
Habilitaciones:	<ul style="list-style-type: none">• IR, válida hasta 25/04/2012• CRJ 100/200 válida hasta 25/04/2012
Certificado médico:	Clase 1, válido hasta 23/09/2011
Horas totales de vuelo:	7.331 h
Horas de vuelo en tipo de aeronave:	6.544 h
Actividad desarrollada:	<ul style="list-style-type: none">• Últimos 90 días: 192:43 h• Últimos 30 días: 46:21 h• Últimas 24 h: 00:00 h• Descanso previo al vuelo: 48:00 h

El día del accidente comenzó su actividad a las 6:55 h, y realizó en primer lugar un vuelo de posicionamiento entre Madrid y Barcelona. Posteriormente, ya como comandante, el trayecto Barcelona-Badajoz y el Badajoz-Barcelona, que fue el vuelo del suceso. Ese mismo día retornó a Madrid en vuelo de posicionamiento.

1.5.2. Copiloto

Edad:	32 años
Nacionalidad:	Española
Licencia:	ATPL (avión), válida hasta 18/12/2014

Informe técnico A-029/2011

Habilitaciones:	<ul style="list-style-type: none">• IR, válida hasta 30/11/2011• CRJ 100/200 válida hasta 30/11/2011
Certificado médico:	Clase 1, válido hasta 10/09/2011
Horas totales de vuelo:	3.030 h
Horas de vuelo en tipo de aeronave:	1.067 h
Actividad desarrollada:	<ul style="list-style-type: none">• Últimos 90 días: 164:31 h• Últimos 30 días: 70:25 h• Últimas 24 h: 06:07 h• Descanso previo al vuelo: 15:19 h

El día del accidente comenzó su actividad a las 4:25 h, realizando como copiloto los siguientes trayectos:

- Almería-Sevilla.
- Sevilla-Almería.
- Almería-Barcelona.
- Barcelona-Badajoz.
- Badajoz-Barcelona.

1.5.3. TCP

Edad:	24 años
Nacionalidad:	Española
Licencia:	TCP, válida hasta 26/04/2012
Habilitaciones:	<ul style="list-style-type: none">• ATR42/72• CRJ100• DHC8
Certificado médico:	Clase 2, válido hasta 5/04/2016

1.6. Información de aeronave

Marca:	Bombardier Inc.
Modelo:	Canadair CL-600-2B19 (CRJ 200)
Número de serie:	7866
Año de construcción:	2003
Certificado de aeronavegabilidad:	Válido hasta 15/01/2012

Motores, número/marca y modelo: Dos (2)/General Electric CF34-3B1
 Peso en vacío: 13.793 kg
 Máximo peso al despegue: 23.133 kg

1.6.1. *Registro de mantenimiento*

La última revisión que se le había hecho a la aeronave con anterioridad al accidente había sido realizada el 29 de julio de 2011, día anterior al del suceso.

Dicha inspección era del tipo 2500FH-CHECK-RJ2, contando la aeronave en ese momento con 19.594 h y 17.761 ciclos.

La aeronave estaba equipada con dos motores General Electric, modelo GE CF34-3B1, cuya información de mantenimiento es la siguiente:

S/N	Posición	Horas (30/07/11)	Ciclos (30/07/11)	Mantenimiento programado	Fecha	FH
872629	RH	29.160	24.786	Boroscópica zona caliente (Int: 3.000 FH)	24/12/2010	27.895
				Boroscópica zona fría (Int: 5.000 FH)	20/07/2011	29.154
873729	LH	20.674	18.391	Boroscópica zona caliente (Int: 3.000 FH)	07/02/2011	19.744
				Boroscópica zona fría (Int: 5.000 FH)	07/02/2011	19.744

1.6.2. *Sistema de spoilers*

El CRJ 200 está dotado de cuatro paneles de spoiler situados en la parte superior (extradós) de cada ala:

- Un spoileron (panel exterior).
- Un spoiler de vuelo (aerofreno).
- Dos spoilers de tierra (dos paneles interiores).

El despliegue asimétrico de los spoilerones tiene como misión auxiliar en el mando de alabeo mejorando el control lateral a bajas velocidades. Su nivel de despliegue depende de variables como mando en el volante de control, número de Mach y posición de los flaps.

Los spoilers de vuelo (aerofrenos) se despliegan simétricamente para aumentar la resistencia y disminuir la sustentación. Su extensión es relativa a la posición de la palanca

de control de spoiler. Se utilizan para el control de la velocidad y para estabilizar el avión en la senda de planeo o durante descensos rápidos. Su uso está limitado a altitudes superiores a 300 ft AGL. En el EICAS se enciende un aviso ámbar «FLT SPLR DEPLOY» siempre que los spoilers de vuelo se extiendan a altitudes inferiores a 800 ft AGL², que el manual de operaciones califica como no seguras.

Los spoilers de tierra se despliegan completamente durante la carrera de aterrizaje eliminando la sustentación y aumentando la resistencia aerodinámica para mejorar la parada del avión. Para conseguir el efecto de disipación de la sustentación se despliegan completamente y de forma simultánea los spoilerones, los spoiler de vuelo y los spoiler de tierra.

Para la activación del sistema de disipación de sustentación en tierra GLD («Ground Lift Dumping») es necesario que el sistema esté armado y que se cumpla:

- Para los spoilers de tierra y vuelo:
 - Las palancas de empuje izquierda y derecha deben estar en posición de ralentí (idle) o el valor de N1 de los motores izquierdo y derecho inferior al 40%. Además se cumplirán al menos dos de los siguientes tres parámetros:
 - Sensor de peso en ruedas de la pata derecha o izquierda activado.
 - Velocidad de las ruedas superior a 16 kt.
 - Radioaltura inferior a 5 ft.

Una vez que se cumplen al menos dos de las condiciones, el sistema asume que se mantendrán durante los siguientes 4 s, lo que implica que si las palancas de motor son llevadas a ralentí en cualquier momento dentro de ese lapso de tiempo, los spoilers de desplegarán, incluso en el caso de que hayan dejado de cumplirse las condiciones durante el lapso de 4 s.

- Para los spoilerones:
 - Las palancas de empuje izquierda y derecha deben estar en posición de ralentí (idle) o el valor de N1 de los motores izquierdo y derecho inferior al 40%.
 - Sensor de peso en ruedas de la pata derecha e izquierda activado junto con uno de los dos parámetros siguientes:
 - Velocidad de las ruedas superior a 16 kt.
 - Radioaltura inferior a 5 ft.

Al igual que con los spoilers de tierra y vuelo, una vez que se cumple la condición, el sistema considera que se mantiene cumplida durante los siguientes 4 s.

² 800 ft, en aeronaves certificadas JAA, 300 ft en aeronaves certificadas Transport Canada y FAA.

1.6.3. Radar meteorológico

El sistema de radar meteorológico que equipa al CRJ200 facilita a la tripulación información, presentada sobre una pantalla, acerca de la precipitación presente y una representación del terreno a lo largo de la trayectoria de vuelo del avión. El alcance del sistema es de 320 NM y hasta 60° de cobertura a cada lado de la trayectoria de vuelo. La presentación se muestra en la pantalla multifunción (MFD) siendo capaz de integrar esa información junto con los datos de navegación y los modos TCAS.

Los retornos se presentan en una escala de colores en función de la intensidad de la precipitación detectada según la siguiente tabla extraída del manual de operación de las tripulaciones.

Color en pantalla	Régimen de precipitación pulgadas/hora (mm/h)	Categorizaciones del procesador integrado de vídeo (VIP)		
		Categoría de tormenta	Nivel VIP	Régimen de precipitación pulgadas/hora (mm/h)
Morado	>2,1 (>52)	EXTREMA	6	>5,0 (>125)
		INTENSA	5	2,0-5,0 (50-125)
Rojo	0,5-2,1 (12-52)	MUY FUERTE	4	1-2 (25-50)
		FUERTE	3	0,5-1 (12-25)
Amarillo	0,17-0,5 (4-12)	MODERADO	2	0,1-0,5 (2,5-12)
Verde	0,04-0,17 (1-4)	DÉBIL	1	0,01-0,1 (0,25-2,5)
Negro	<0,04 (<1)			

1.6.4. Sistema mejorado de aviso de proximidad al terreno (EGPWS)

El EGPWS es un equipo cuya función principal es ayudar en la prevención de accidentes causados por maniobras de vuelo inseguras realizadas cerca del suelo o por cizalladura del viento severa.

Este sistema emite alertas acústicas, mensajes y anuncios visuales en el caso de que se excedan unos límites predefinidos.

Dispone de varios modos de trabajo. Concretamente el modo 1 «excesivo régimen de descenso» es usado durante la fase de aproximación y es independiente de la configuración del avión. En este modo las alertas son generadas cuando la aeronave, estando próxima al suelo, tiene un excesivo régimen de descenso.

El sistema tiene definidos dos límites. En el caso de que se sobrepase el límite exterior, se activan las luces de aviso «GND PROX» y se genera un aviso acústico «SINK RATE». En el supuesto de que se sobrepase el límite interior se activan las luces de aviso «PULL UP» y se genera un aviso acústico repetitivo de «WHOOOP, WHOOOP, PULL UP».

1.7. Información meteorológica

1.7.1. Previsiones

Previamente al inicio del vuelo, se suministró a la tripulación la información meteorológica sobre la ruta y aeropuerto de destino, que seguidamente se detalla. También les fue suministrada información sobre los aeropuertos de salida y alternativos, que no se incluye por no ser relevante.

El mapa de meteorología significativa entre los niveles de vuelo 100 y 450 disponible para las 12 UTC del día 30 de julio (figura 2) ofrecía información sobre una formación nubosa en el litoral mediterráneo que comprendía la posibilidad de encontrar cumulonimbos aislados embebidos en ella.

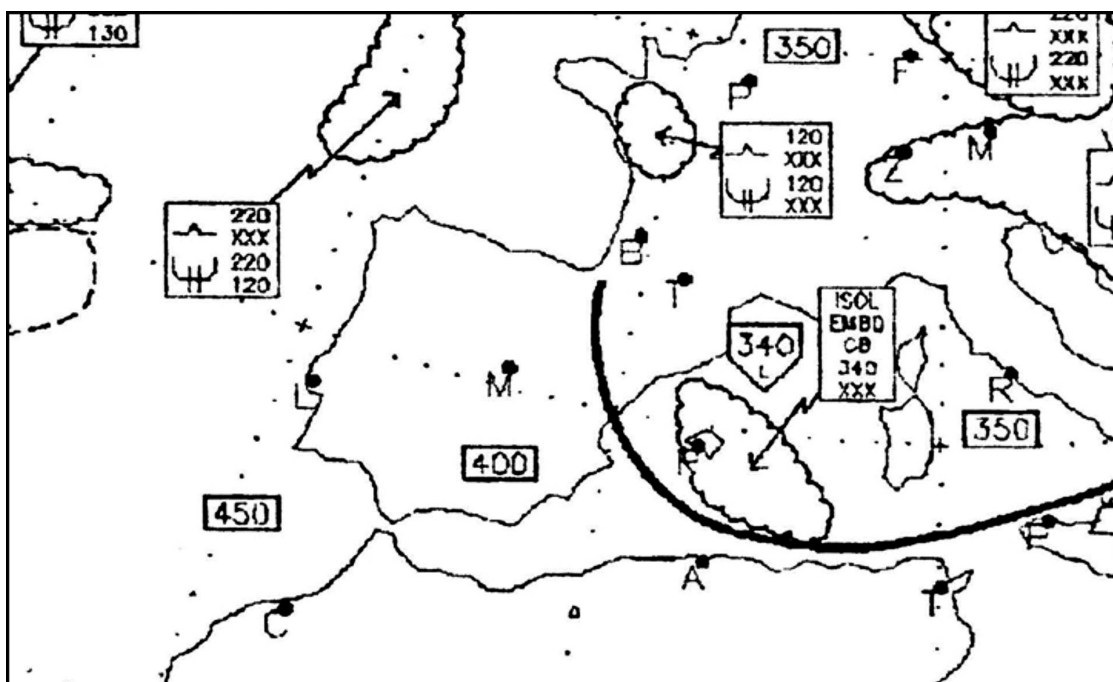


Figura 2. Mapa significativo de las 12:00 UTC del día 30 de julio de 2011

SIGMET:
LECB BARCELONA UIR
WS SIGMET 4 VALID 301045/301230 LEMM- LECB BARCELONA
FIR/UIR EMBD TS OBS BTN N3830/N4030 AND E OF E001 TOP
FL390 MOV E NC=

Significado: cuarto mensaje Sigmet, válido desde las 10:45 hasta las 12:30 hora UTC del día 30, se observaron tormentas inmersas entre los paralelos 38° 30' N y 40° 30' N y al Este del meridiano 01° 00' E, con cima de nubes a FL390, moviéndose hacia el Este, sin cambios.

METAR del aeropuerto de Barcelona de las 12:00 UTC:

17010KT 150V210 9999 SCT015 26/21 Q1015 NOSIG=

Significado: viento de dirección 170° y 10 kt de intensidad. Durante los 10 minutos precedentes a la observación la dirección del viento varió entre 150° y 210°. Visibilidad de 10 km o más. Nubes dispersas (de 3 a 4 octas) a 1.500 ft. Temperatura de 26 °C y punto de rocío 21 °C. QNH, 1.015 hPa. Sin cambios significativos.

TAF del aeropuerto de Barcelona:

3012/3112 17010KT 9999 SCT022 TX25/3015Z TN21/3104Z
PROB30 TEMPO 3012/3020 4000 SHRA BKN014 SCT018CB
BECMG 3018/3020 VRB04KT=

Significado: pronóstico válido desde las 12:00 h del día 30 hasta las 12:00 h del día 31. Viento en superficie de dirección 170° y 10 kt de intensidad. Visibilidad de 10 km o más. Nubes dispersas (de 3 a 4 octas) a 2.200 ft. Temperatura máxima de 25 °C a las 15:00 h del día 30 y temperatura mínima de 21 °C a las 04:00 h del día 31. Probabilidad del 30% de que temporalmente entre las 12:00 y las 20:00 h del día 30, reducción de visibilidad a 4.000 m a causa de chubascos de lluvia, muy nuboso (de 5 a 7 octas) con base de las nubes a 1.400 ft, nubes dispersas (de 3 a 4 octas) de cumulonimbos con base de las nubes a 1.800 ft. Evolución entre las 18:00 y las 20:00 h viento de dirección variable de 4 kt de intensidad.

1.7.2. Evolución de la situación meteorológica en el aeropuerto

Los METAR del periodo comprendido entre las 14:00 h y las 16:00 h (desde 1:15 horas antes del accidente hasta 45 min después), son los siguientes:

14:00 19014KT 9999 SCT015 26/21 Q1014 NOSIG=
14:30 18011KT 9999 SCT015 SCT040 25/20 Q1014 NOSIG=
15:00 17011KT 9999 SCT012CB SCT040 24/21 Q1014 TEMPO TSRA=

A las 15:16 h se emitió un informe especial por tormenta (SPECI):

```
15:16 36019G29KT 340V040 9000 TSRA SCT012CB SCT040 21/16 Q1016 NOSIG=  
15:30 01007KT 330V070 3000 1000 TSRA SCT012CB BKN040 19/14 Q1016 NOSIG=  
16:00 12019G30KT 090V150 9000 4000 TSRA SCT018CB BKN045 20/16 Q1015  
NOSIG=
```

A las 14:00 UTC se emitió el SIGMET que figura a continuación, que fue el quinto que se emitía ese día, con período de validez de 14:00 a 16:00 h, cuyo significado es: se observaron tormentas sobre Barcelona al Norte del paralelo 41° 30' N con la cima de los cumulonimbus en el nivel de vuelo 400, no se prevé movimiento de las tormentas.

```
WSEW32 LEMM 301400  
LECB SIGMET 5 VALID 301400/301600 LEMM-  
LECB BARCELONA FIR/UIR FRQ TS OBS BARCELONA N OF N4130 TOP FL400 STNR NC=
```

Por otra parte, existe un sistema que genera automáticamente avisos de descargas eléctricas que son enviados a los aeropuertos, que tienen tres grados de alerta en función de la distancia al aeropuerto a la que se ha detectado el rayo más próximo, además del aviso de situación normal. Así, el aviso de prealerta se emite cuando el rayo se ha detectado dentro de un círculo de 25 km de radio centrado en un punto del aeropuerto, el estado de alerta se emite cuando la detección se ha producido dentro de un círculo de 8 km y la alerta máxima se genera cuando se detecta el rayo dentro de un círculo de 5 km. El aviso de situación normal se emite cuando transcurren 10 minutos sin que se registre ningún rayo en las áreas anteriores.

El primer aviso que se emitió el día del accidente fue una prealerta a las 14:22 h. Entre las 14:38 h y las 16:02 se generaron 9 alertas, y entre las 15:24 h y las 15:54 h se emitieron 5 alertas máximas.

El aviso de «situación normal» se emitió a las 16:48 h.

Imágenes de radar meteorológico

En la figura siguiente se han representado las siluetas de las imágenes del radar meteorológico (PPI) tomadas cada 10 minutos, entre las 14:10 h y las 15:10 h, con objeto de visualizar la evolución y el movimiento de las tormentas en la zona de Barcelona.

Estas imágenes (PPI) representan la proyección de las reflectividades sobre un plano horizontal a nivel del radar, obtenidas en el barrido de la elevación más baja del radar (0,5° sobre la horizontal). La reflectividad está directamente relacionada con la precipitación, de forma que los ecos indican las zonas en las que está lloviendo y su color depende de su intensidad.

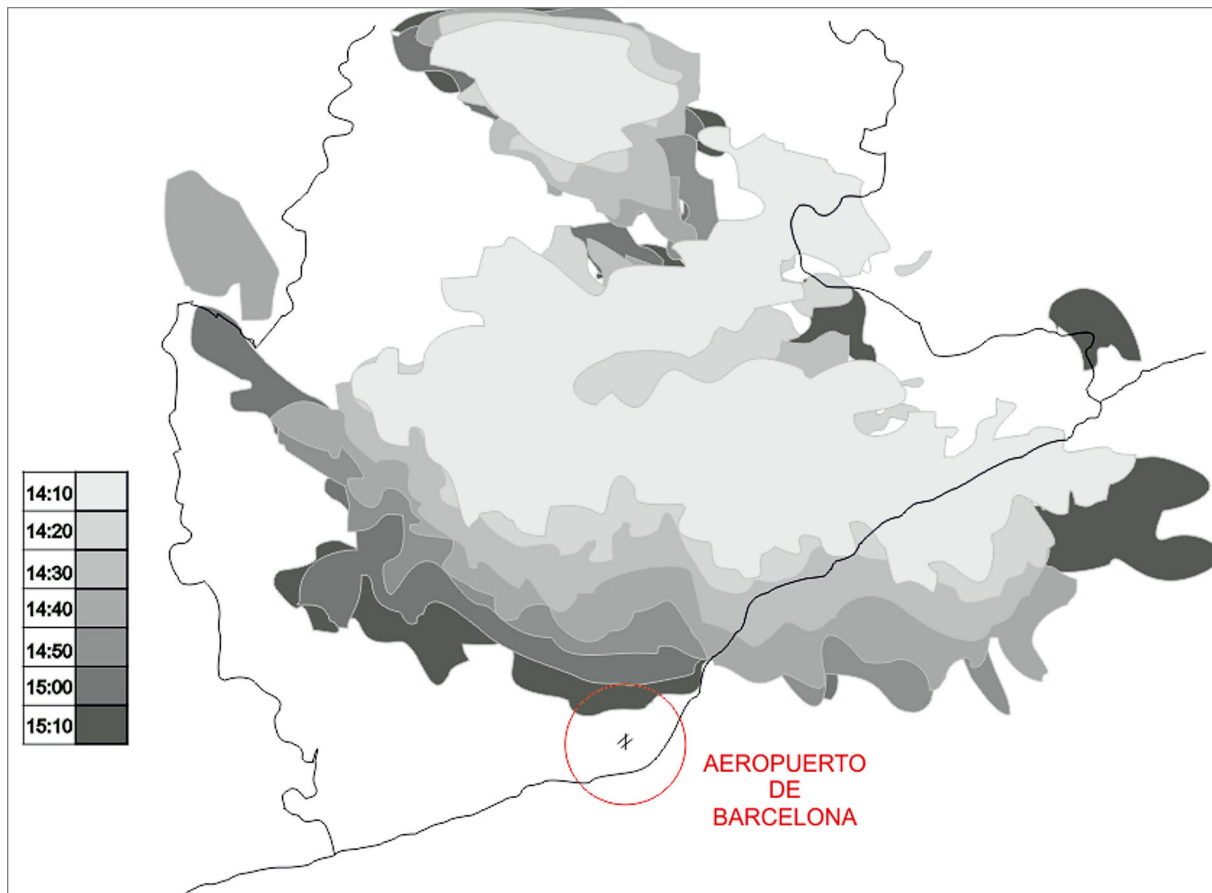


Figura 3. Evolución de las imágenes del radar meteorológico en el área del aeropuerto de Barcelona

Como puede apreciarse en la figura 3, durante este periodo de tiempo el área de proyección de reflectividad fue aumentando de extensión, a la par que se desplazaba en dirección Sureste. A las 15:10 h, aproximadamente 5 minutos antes de producirse el aterrizaje de la aeronave, la zona de proyección de la reflectividad no había alcanzado aún la zona del aeropuerto.

La figura 4 contiene la imagen del radar meteorológico de las 15:20 h, posterior al aterrizaje, en la que se aprecia que la zona de proyección de la reflectividad se encontraba tan próxima al aeropuerto que prácticamente lo habían alcanzado.

Hay otras imágenes de radar meteorológico, denominadas ECHO TOP (figura 5), que muestran la altura de los topes de las nubes, de acuerdo a un código de colores. Las zonas que están coloreadas en gris representan las zonas sobre las que no se dispone de datos.

Según se desprende de las imágenes siguientes, a las 15:10 UTC había una presencia notable de nubosidad en la zona del aeropuerto de Barcelona. En el área de aproximación a la cabecera 07 se observa la presencia de algunas zonas de color

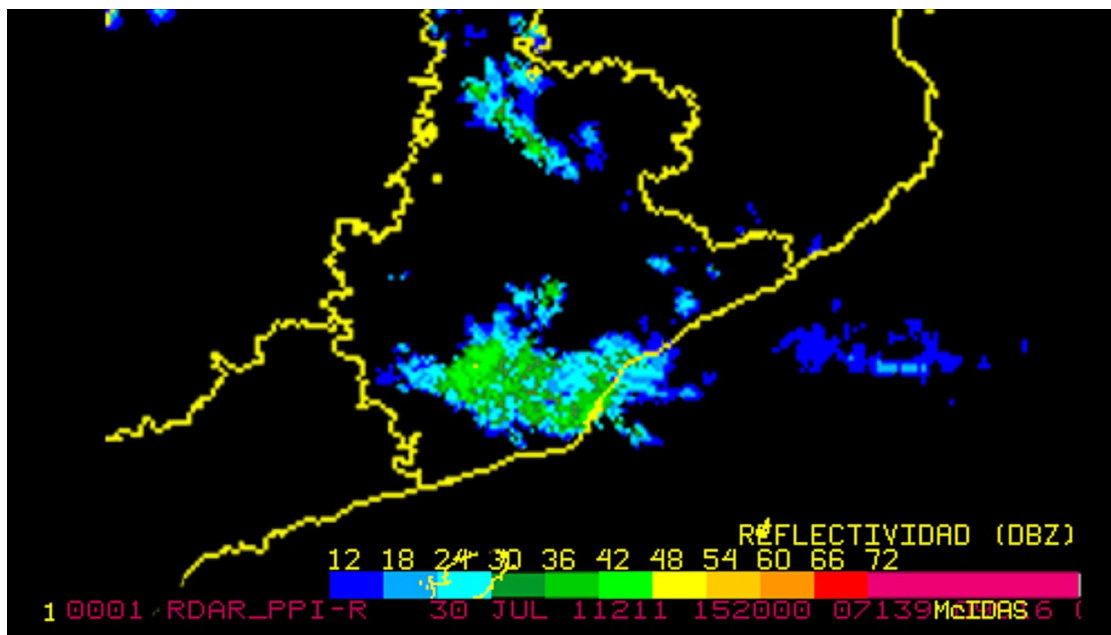


Figura 4. Imagen del radar meteorológico de las 15:20 UTC

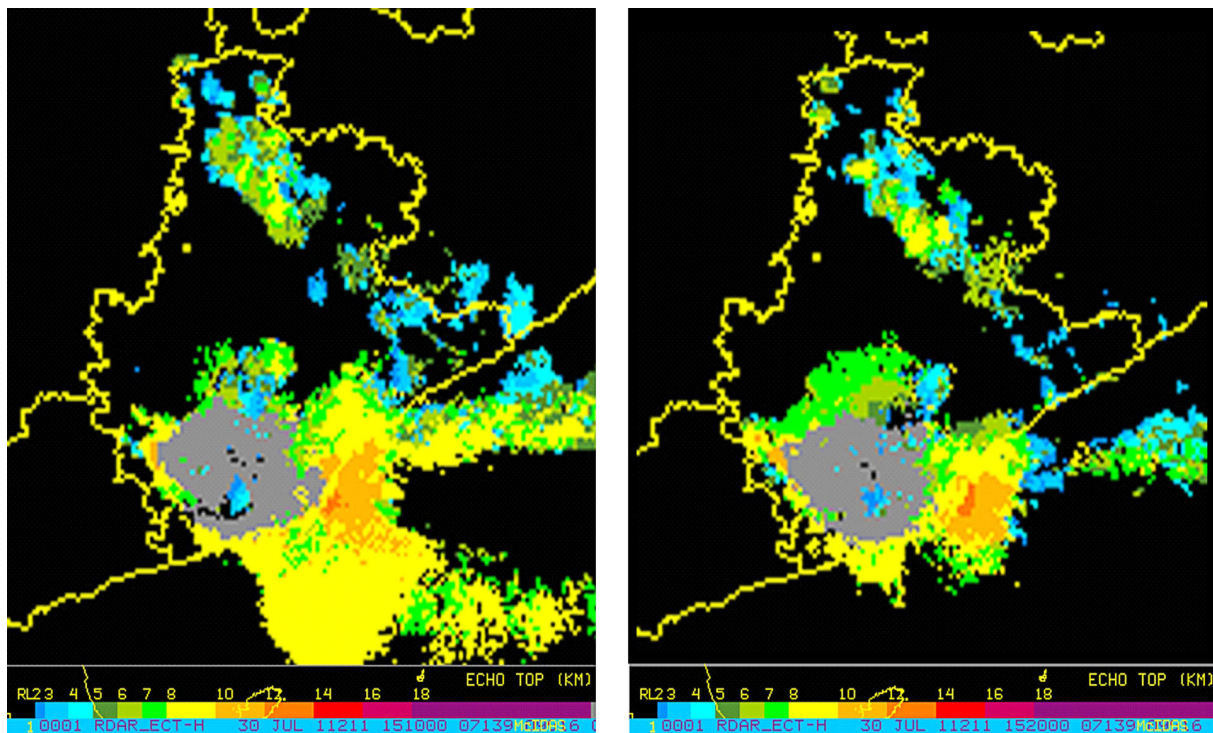


Figura 5. Imágenes de radar meteorológico, ECHO TOP, correspondientes a las 15:10 y 15:20 UTC

naranja, aunque bastante aisladas, dentro de una gran área de color amarillo. Por el contrario, la aproximación a la pista 25 se encontraría casi en su totalidad coloreada en marrón/naranja, que indicaría presencia de nubes con topes a alturas de hasta 14 km (46.000 ft, aproximadamente).

Entre las 15:10 h y las 15:20 h se produjo una notable disminución de la superficie coloreada en la zona de la aproximación a la pista 07, en tanto que el área de la aproximación a la pista 25 se mantuvo prácticamente sin cambios.

Imágenes de satélite

Se dispone de dos tipos de imágenes de satélite: RGB y HRV. Las primeras son imágenes coloreadas donde las zonas de nubosidad que aparecen en color azul indican la presencia de nubes con topes muy altos con formación de hielo. Las segundas son imágenes visibles de satélite de alta resolución, donde los pixeles están triplicados para mejorar la visualización. Muestran nubes de convección de gran desarrollo vertical con topes muy altos.

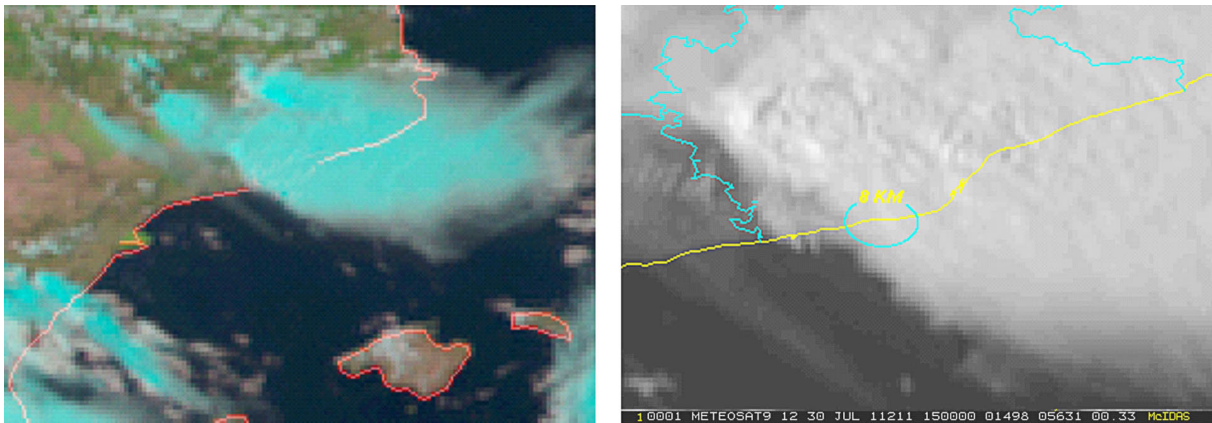


Figura 6. Imágenes satélite RGB (izquierda) y HRV (derecha) de las 15:00 UTC

Otros registros meteorológicos

Se han analizado los datos de viento grabados, en especial los correspondientes al viento instantáneo (velocidad y dirección), velocidad y dirección media del viento en 2 minutos, velocidad máxima del viento en 10 minutos, así como la altura de la primera, segunda y tercera capa de nubes, en el periodo de tiempo comprendido entre las 15:00:00 y las 15:15:10 h.

Hasta las 15:08:40 el viento procedió principalmente del Sur y su intensidad fue alrededor de 10 kt.

A partir de las 15:08:50 h la velocidad instantánea del viento comenzó a aumentar paulatinamente, siendo su dirección predominantemente Norte. Los valores más altos de intensidad se registraron a las 15:12:30 h cuando se alcanzó un valor de 29 kt. La intensidad del viento se mantuvo por encima de 20 kt hasta las 15:14:00 h, y entre 15 y 19 kt en el minuto posterior.

En el entorno del instante (15:12:26 h) en el que la aeronave se encontró con la capa de nubes que condicionó a la tripulación a ascender, sólo se detectó la presencia de una única capa de nubes, cuya base se mantuvo entre 2.000 y 3.350 ft.

1.7.3. Información meteorológica de que se dispone en las dependencias ATC

Las fuentes de información meteorológica de que disponen las dependencias ATC, con respecto a la existencia de núcleos tormentosos, son básicamente dos: información reportada por las tripulaciones de las aeronaves que vuelan bajo su control y observación visual.

Los controladores de aeródromo, que están ubicados físicamente en la torre de control del aeropuerto, obtienen la información meteorológica de ambas fuentes de información citadas anteriormente.

Los controladores de aproximación, que habitualmente están localizados en los centros de control, obtienen la información de las tripulaciones.

En el presente caso, las tripulaciones de las aeronaves que hicieron la aproximación a la pista 25R del aeropuerto, antes de hacerlo la aeronave del accidente, fueron reportando al controlador de final, que está en el centro de control, información sobre la posición de las tormentas. En base a ello, el controlador tenía conocimiento de que las tormentas estaban desplazándose desde el norte hacia el aeropuerto.

En este caso concreto, ninguna de las tripulaciones de los vuelos precedentes hizo indicación alguna sobre la presencia de un núcleo tormentoso en la prolongación del eje de la pista 25R.

1.8. Ayudas para la navegación

Información no relevante.

1.9. Comunicaciones

1.9.1. Comunicaciones del ANE 8313

Se han revisado las comunicaciones que mantuvo la aeronave con dependencias de control en la última parte del vuelo, que en este caso fueron cinco, pertenecientes al centro de control y a la torre de control del aeropuerto de Barcelona. Concretamente el vuelo ANE 8313 contactó con los sectores T3, T2, final 25R, TWR y GMC SS de Barcelona, en esa misma secuencia.

Sector T3

La primera comunicación con este sector del centro de control se produjo a las 15:01:39 h UTC. El controlador indicó a la tripulación que descendieran a nivel de vuelo 130.

A las 15:04:59, el controlador llamó a la aeronave para indicar a la tripulación que descendiesen a FL80.

A las 15:05:15 el controlador llamó nuevamente a la aeronave e indicó a la tripulación que virasen a la izquierda rumbo 090.

A las 15:07:05 el controlador instruyó a la tripulación que volasen directos a RULOS, y 5 s después les transfirió al sector T2 y les facilitó la nueva frecuencia de comunicaciones, 121,15 MHz.

Sector T2

La tripulación del ANE 8313 llamó al sector T2 a las 15:07:18, es decir, 8 s después de haber sido transferidos.

El controlador les indicó que descendieran a 4.000 ft, con 1.015 hPa (QNH), y 8 s después les comunicó que volasen a rumbo 045.

A las 15:07:53 el controlador llamó a la aeronave para que mantuviesen 210 kt.

A las 15:08:35 el controlador indicó a la tripulación que contactase con «final» en la frecuencia 119,10 MHz.

Final 25R

En la primera comunicación con esta dependencia de control el controlador les informó que tenía contacto radar y que volasen a rumbo 010.

A las 15:08:56 el controlador informó a la tripulación de que «les meteré seguramente a la... a la cuatro, en final... o... incluso si aceptaran visual, porque parece que las nubes se están echando encima de... del localizador». La tripulación contestó «entendido. Sin problema».

A las 15:09:09 el controlador llamó a la aeronave para indicar a la tripulación que continuaran el descenso a 2.300 ft, lo que fue colacionado por la tripulación.

A las 15:10:18 control informa a la tripulación que pueden continuar el descenso a discreción, rumbo norte.

Pocos segundos después el controlador preguntó a la tripulación si aceptarían visual a la 25 derecha, respondiendo la tripulación afirmativamente.

En consecuencia, a las 15:10:33 el controlador les autorizó aproximación visual base izquierda pista 25R, información que fue colacionada por la tripulación.

Finalmente a la 15:13:08 el controlador indicó a la tripulación que contactasen con la torre de control en la frecuencia 118,10 MHz, y les dio las gracias por su cooperación.

Torre de control del aeropuerto de Barcelona

A las 15:13:29 la tripulación llamó a la torre de control para informar que se encontraban en final a 2 millas.

El controlador les autorizó a aterrizar en la pista 25R, y les facilitó la información de viento, que era de 350° de dirección y 24 kt de intensidad, lo que fue correctamente colacionado por la tripulación.

A las 15:14:45 el controlador llamó a la aeronave indicando «por su izquierda pase con 22.22» (frecuencia de GMC SS).

GMC SS

La tripulación llamó a control de rodadura a las 15:15:11. El controlador les indicó que rodasen por las calles «E», «J» y «QS» hasta el aparcamiento 296.

1.9.2. Comunicaciones de la aeronave que seguía en secuencia al ANE 8313

Se han revisado también las comunicaciones que mantuvo el avión, un Airbus A-320, que volaba detrás de la aeronave del accidente, con el controlador de Final-25R.

La tripulación de esta aeronave llamó a las 15:12:00 al controlador de final para informarle que «vamos muy altos. Vamos a hacer un 360 por nuestra izquierda para bajar a 1.000 ft». El controlador colacionó la información y añadió «recibido».

A las 15:14:15 la tripulación llamó al controlador para informarle de que en caso de que frustraran tendrían que proceder por la izquierda.

A las 15:14:40 el controlador llamó a la aeronave para informar a la tripulación de que tenían parados los despegues, por lo que no habría problema alguno para virar por la izquierda. La tripulación añadió que en caso de frustrar procederían aproximadamente con rumbo 180.

A las 15:16:20 el controlador transfirió el control de la aeronave a la torre de control indicando al piloto que contactase con esta dependencia en la frecuencia 118,10 MHz.

1.10. Información de aeródromo

El aeropuerto de Barcelona dispone de 3 pistas de vuelo denominadas 02-20, 07R-25L y 07L-25R, siendo en esta última en la que aterrizó la aeronave. Sus características principales son:

- Longitud: 3.352 m
- Anchura: 60 m
- Aproximación: precisión CAT II/III, 690 m LIH
- PAPI (MEHT): 3° (13,86 m/45 ft)
- Luces:
 - Umbral: verdes
 - Zona de toma de contacto: 900 m blancas
 - Eje de pista: 3.352 m: 2.452 m blancas + 600 m blancas y rojas + 300 m rojas
 - Extremo de pista: rojas

En el AIP España hay publicados tres procedimientos de aterrizaje a esta pista: ILS, LOC y VOR, todos ellos instrumentales.

La maniobra de frustrada publicada en el AIP España para la aproximación a la pista 25R en la fecha del accidente era:

«Subir en R-246 BCN (rumbo de pista) hasta alcanzar 3.000 ft y esperar autorización ATC.»

1.11. Registradores de vuelo

1.11.1. Registrador de voces en cabina (CVR)

Este suceso fue notificado a la CIAIAC el día 5 de agosto, varios días después de producirse. Como no se preservó el registrador y durante esos días la aeronave fue varias veces energizada, el registrador estuvo grabando durante estos periodos, a consecuencia de lo cual se perdieron los registros del vuelo del accidente.

1.11.2. Registrador digital de datos de vuelo (DFDR)

La aeronave estaba equipada con un registrador de datos de vuelo (FDR), Fairchild modelo FA2100, con P/N: 2100-4043-00 y S/N: 000228102, que fue descargado en el laboratorio de la CIAIAC, comprobándose que contenía información del vuelo del suceso.

Se han analizado pormenorizadamente los datos de la última fase del vuelo. Concretamente el lapso de tiempo estudiado abarca desde las 15:09:09 h, momento en el que el controlador llamó a la aeronave para indicar a la tripulación que continuaran el descenso a 2.300 ft, hasta las 15:14:30 h, ya con la aeronave posada sobre la pista.

Para facilitar el estudio se han diferenciado tres fases: la primera desde el instante inicial (15:09:09 h) hasta 5 NM, la segunda desde aquí hasta que la aeronave se encontraba a una altura de 50 ft por encima de la pista, y la tercera desde esta posición hasta 8 s después de registrarse el contacto del tren de aterrizaje.

1.ª fase

Al inicio de esta fase, 15:09:09 h, la aeronave se encontraba volando en las siguientes condiciones:

- Velocidad indicada (IAS) de 210 kt.
- Altitud: 8.077 ft.
- Piloto automático: conectado.
- N1 motor n.º 1: 31%.
- N1 motor n.º 2: 33%.
- Tren de aterrizaje: plegado.
- Flap: 0°.

A las 15:09:45 la tripulación desplegó los aerofrenos, que se mantuvieron extendidos hasta las 15:12:25. En ese momento la altitud de la aeronave era 7022 ft y su IAS de 213 kt. Las N1 de los motores n.º 1 y n.º 2 eran de 31% y 32%, respectivamente.

En el momento en el que el controlador llamó a la tripulación para indicarles que descendieran a discreción con rumbo norte (15:10:18 h), los parámetros de la aeronave eran:

- Velocidad indicada (IAS) de 214 kt.
- Altitud: 5.844 ft.
- Piloto automático: conectado.
- N1 motor n.º 1: 30%.
- N1 motor n.º 2: 32%.
- Aerofrenos: 50° (extendidos).
- Tren de aterrizaje: plegado.
- Flap: 0°.

El tren de aterrizaje fue extendido a las 15:10:49, volando en ese momento con una IAS de 209 kt y a 4.443 ft de altitud.

A las 15:11:22 se extendieron los flaps a 20°, siendo a las 15:12:07 cuando se extendieron a 45°. La velocidad de referencia V_{ref} con flap 45° correspondiente al peso de la aeronave era 133 kt. En ese momento la aeronave se encontraba a 5,65 NM³ del umbral de la pista 25R.

³ Las distancias indicadas respecto al umbral están medidas sobre la trayectoria real que describió la aeronave.



Figura 7. Planta de las últimas 5 NM de la trayectoria seguida por la aeronave. Las distancias indicadas son con respecto al umbral, y medidas sobre la trayectoria seguida realmente por la aeronave

A 5 NM del umbral la aeronave se encontraba ya en configuración de aterrizaje, a 1.844 ft de altitud, volando con una velocidad indicada (IAS) de 145 kt y con el piloto automático conectado. La aeronave tenía un exceso de altura de 198 ft sobre el plano teórico de 3° de aproximación a la pista (véase figura 8).

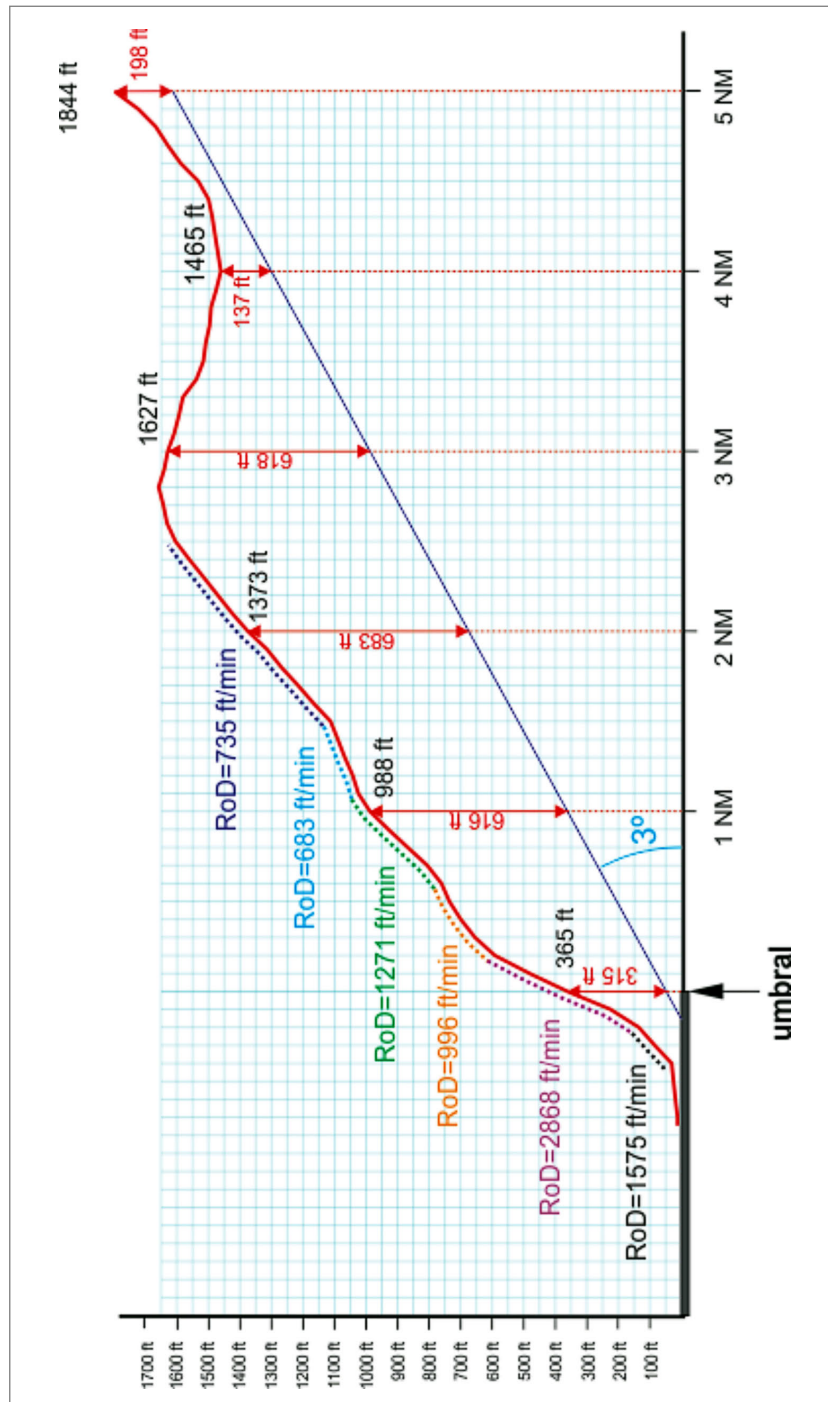


Figura 8. Perfil de las últimas 5 NM de la trayectoria seguida por la aeronave. Se indica el régimen de descenso para cada tramo (identificado por colores) y el exceso de altura sobre la senda estándar de aproximación.

2.ª fase

Entre los puntos 5 NM y 4,6 NM, la aeronave descendió normalmente. Incluso su senda de descenso fue ligeramente más pronunciada que la teórica de 3°, de forma que su exceso de altura sobre ésta disminuyó. Entre 4,6 NM y 4 NM continuó descendiendo, si bien disminuyendo el ángulo. A 4 NM su exceso de altura había disminuido hasta 137 ft.

El piloto automático fue desconectado a las 15:12:25 h.

Los aerofrenos fueron replegados a las 15:12:26 h, instantes antes de alcanzar la milla 4 a 1.520 ft de altitud.

A partir de la 4 NM, la aeronave comenzó a ascender y continuó haciéndolo hasta 2,8 NM. En este punto su altitud era de 1.700 ft y su exceso de altura sobre la senda teórica de aproximación de 3° era de 775 ft. La IAS era de 132 kt.

Desde este punto hasta que se produjo el contacto con la pista, la aeronave se mantuvo siempre en descenso. A la vista del perfil (véase figura 8) se aprecia que existen varios tramos en los que el descenso es bastante homogéneo. Estos tramos se han identificado en la figura y, para cada uno de ellos, se ha calculado el régimen de descenso medio mantenido.

En los cuatro primeros tramos los regímenes medios de descenso fueron moderados, con valores de 735, 683, 1.271 y 996 ft/min. El ángulo de descenso fue ligeramente superior al teórico de 3°. Al final del último tramo la aeronave se encontraba a 0,2 NM del umbral y a una altitud de 600 ft.

Prácticamente coincidiendo con el inicio del siguiente tramo, se produjo la extensión de los aerofrenos. El régimen de descenso se incrementó de forma notable (2.862 ft/min de régimen medio), y 2 s después de la extensión de los aerofrenos el EGPWS comenzó a emitir avisos, que se mantuvieron durante los siguientes 13 s, hasta que la aeronave llegó al valor de radioaltura (véase nota 1), alcanzado el cual, por diseño, se inhiben los avisos del EGPWS.

Si bien en el FDR quedan grabados los momentos en los que se activa el aviso del EGPWS, no queda registrado el tipo de aviso que emite.

La figura 9 muestra los criterios de diseño de los avisos del modo 1 (régimen de descenso excesivo) del EGPWS, que se generan en función del régimen de descenso (barométrico) y de la radioaltura. En el gráfico hay dos áreas denominadas A y B. Si las condiciones de vuelo de la aeronave están en la primera de ellas, el EGPWS emite un aviso de «sink rate», y en caso de encontrarse en la zona B emitirá «whoop whoop pull up».

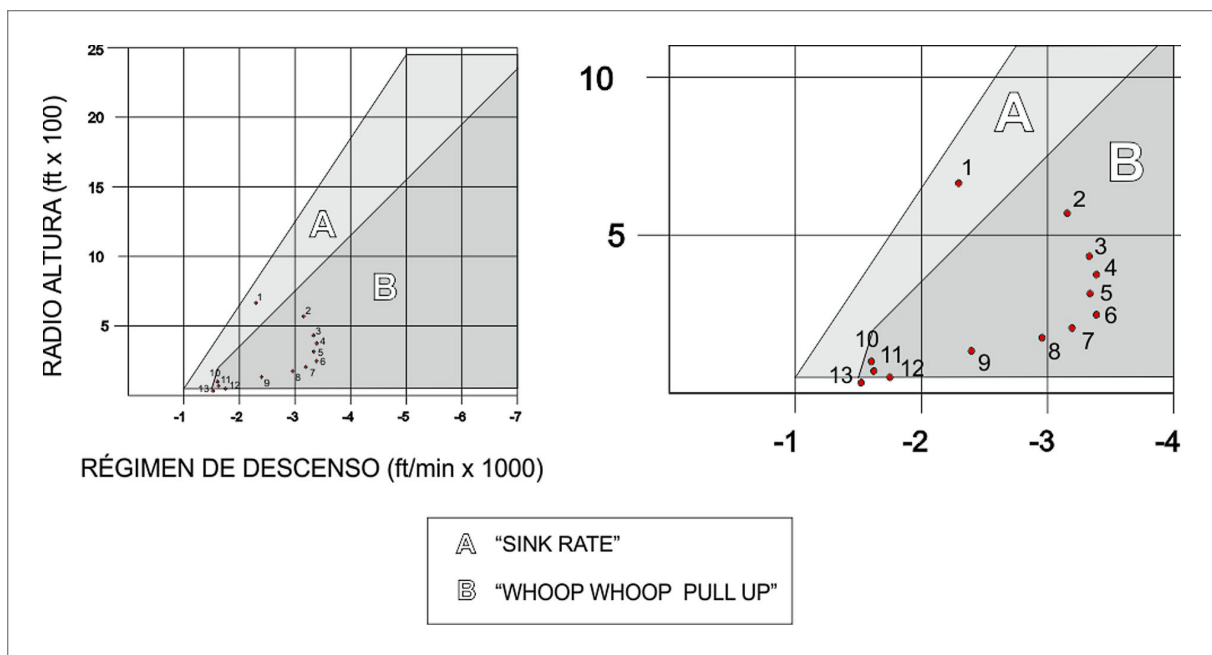


Figura 9. Gráfica de avisos del modo 1 del EGPWS (izquierda) y detalle ampliado de la misma (derecha)

Asimismo, en esta misma figura se han representado los puntos definidos por las parejas de parámetros régimen de descenso-radioaltura, correspondientes a los 13 s durante los que el EGPWS emitió los avisos. De acuerdo con ello, el primero de estos debió ser «sink rate» y los 12 restantes «whoop whoop pull up».

La aeronave sobrevoló el umbral de la pista 25R a una altura de 365 ft, lo que implica un exceso de 315 ft sobre la senda teórica de 3°.

Ya sobrevolando la pista, 0,125 NM pasado el umbral, se produjo el replegado de los aerofrenos, si bien 1 s después se volvieron a extender, permaneciendo en esta posición hasta tiempo después de aterrizar la aeronave.

Sobre este particular conviene reseñar que el sistema de disipación de la sustentación, del que forman parte los spoilers de vuelo, se activó tras el segundo contacto del avión con la pista. Por este motivo, el hecho de que los spoilers de vuelo permaneciesen desplegados después de la toma sería coherente con la activación de dicho sistema. Al no quedar grabadas las posiciones de la palanca de spoilers de vuelo, no es posible determinar en qué momento fue llevada a la posición de spoilers replegados.

Este tramo finalizaría a 0,2 NM más allá del umbral, visto desde la aproximación.

El siguiente y último tramo marcado en la figura 8, abarcaría las siguientes 0,2 NM, es decir 0,4 NM sobrevolando la pista. El régimen de descenso medio fue más suave que en el tramo anterior, siendo su valor de 1.575 ft/min. Al final de este tramo la aeronave todavía no había contactado con la pista.

Además de la evolución de los parámetros expuestos anteriormente, resulta conveniente observar la evolución durante esta fase de otros. Como refleja el gráfico de la figura 9 durante toda esta fase los motores permanecieron a potencia de ralentí de vuelo. Con respecto a los movimientos en alabeo y cabeceo, hubo un claro predominio de alabeo al lado izquierdo con un valor máximo de 42° justo en el momento de interceptar el localizador, y el ángulo de cabeceo alcanzó un valor máximo de -10° (picado).

3.^a fase

El gráfico de la figura 10 muestra la representación de los valores de varios parámetros (avisos del EGPWS, peso en ruedas de la pata principal derecha, aceleración vertical, N1 de ambos motores, aerofrenos, ángulo de alabeo, ángulo de cabeceo, velocidad indicada (IAS) y radioaltura). Comienza en el instante 15:13:39, que corresponde a una altitud aproximada de 1.000 ft, y que es casi coincidente con el inicio del segundo tramo (color azul claro) marcado en la figura 8, hasta las 15:14:31, es decir, 8 s después de producirse el primer contacto de la aeronave con la pista.

Esta tercera fase abarcaría un lapso de 19 s, desde las 15:14:20, que correspondería a una radioaltura de 50 ft, hasta las 15:14:39, ya con el avión en la pista.

Al inicio de esta 3.^a fase la aeronave se encontraba alabeada 11° a la derecha y su ángulo de cabeceo era de -6° (picado), en tanto que su velocidad indicada (IAS) era de 144 kt. Ambos motores se encontraban a un régimen correspondiente a ralentí de vuelo.

Un segundo después el alabeo se había reducido a 5° y el ángulo de cabeceo cambió de signo, lo que implica que la aeronave pasó de tener una actitud de picado a encabritado, y que marcaría el punto en el que el PF inició la recogida. Se aprecia un incremento del valor de N1 en ambos motores.

En el siguiente segundo se alcanzó el valor más alto de encabritado, que fue de 6° , y la IAS se redujo en 4 kt, hasta 139 kt. El valor de N1 continuó incrementándose.

A continuación, un segundo más tarde, se produjo el contacto de la pata de morro y la pata principal derecha con la pista, con una velocidad indicada (IAS) de 138 kt. Durante este segundo hubo varias grabaciones de altos valores de aceleración vertical, con un máximo de 3,66 g. Los aerofrenos estaban desplegados. Los spoilers de tierra no se desplegaron en este momento. Los valores de N1 de los motores izquierdo y derecho fueron de 43% y 55%, respectivamente.

Se produjo un rebote de la aeronave, y en el segundo siguiente estaba de nuevo en condición «aire», es decir, sin apoyar ninguna de las patas del tren de aterrizaje.

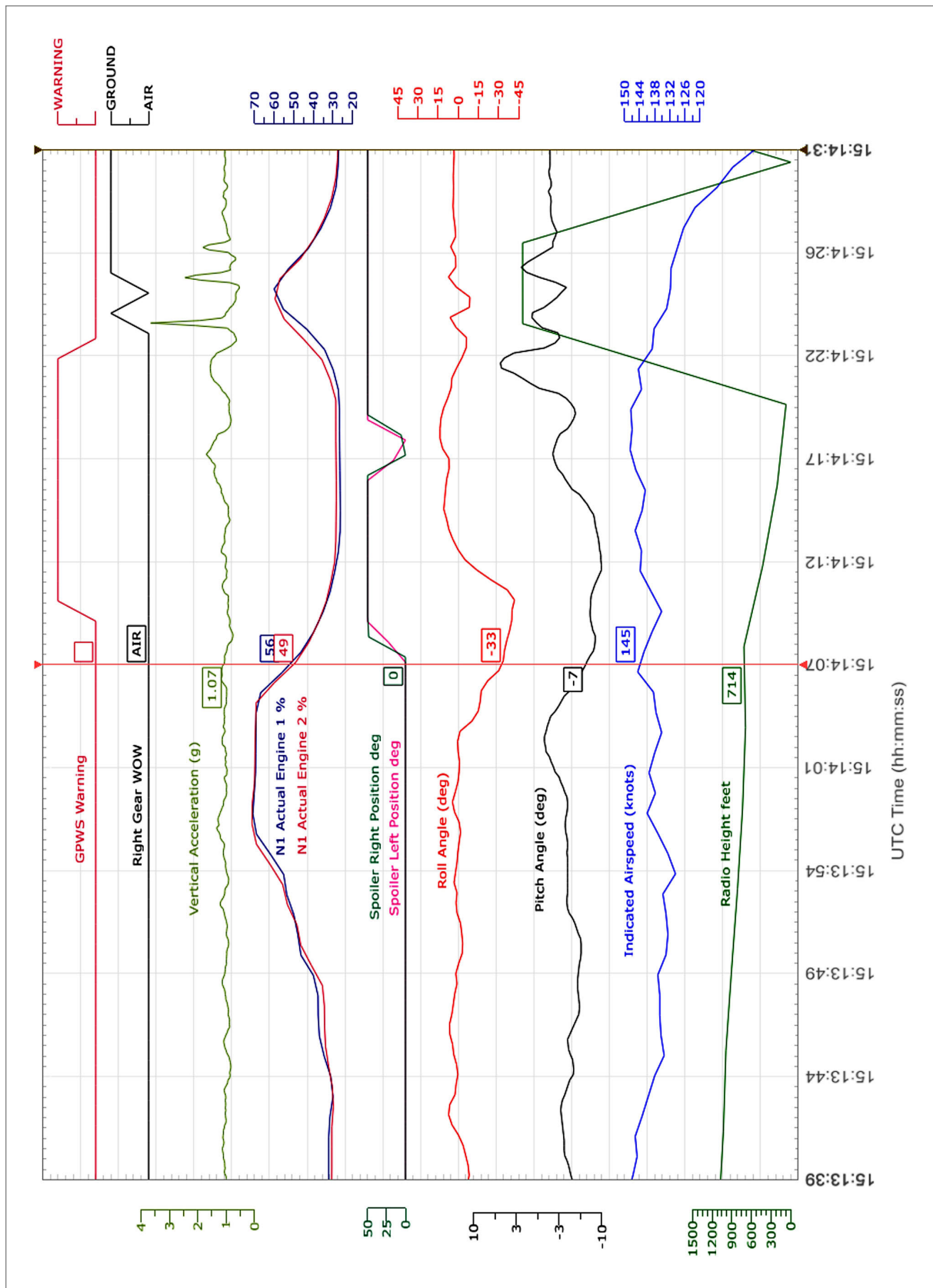


Figura 10. Evolución de varios parámetros durante la fase final de la aproximación

A las 15:14:25 UTC, se volvió a producir el contacto de la pata derecha del tren de aterrizaje con la pista, y se volvieron a alcanzar valores elevados de aceleración vertical, con un máximo de 2,45 g. No se produjo el contacto de ninguna de las otras dos patas del tren. En este instante se produjo el despliegue de los spoilers de tierra. Los dos valores de ángulo de alabeo correspondientes a este segundo que se registraron, fueron de 1° y 7° (alabeo a la derecha). Los valores de N1 de los motores izquierdo y derecho fueron de 60% y 57%, respectivamente, que son los más elevados que se registraron durante esta fase.

A las 15:14:27 se produjo el contacto de las otras dos patas del tren de aterrizaje: morro y principal izquierda. El valor máximo de aceleración vertical grabado durante este instante fue de 1,82 g. La IAS era de 129 kt. Los valores de N1 se habían reducido hasta 43% y 40%, motores izquierdo y derecho respectivamente.

La aeronave, ya con las tres patas del tren de aterrizaje apoyadas sobre la pista, comenzó a reducir rápidamente su velocidad de forma que 12 s después, a las 15:14:39 h, la IAS era de 50 kt.

No se desplegaron las reversas, no utilizándose, por tanto, empuje reverso para su deceleración.

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. Incendios

No se produjo incendio en la aeronave o en el entorno.

1.15. Aspectos de supervivencia

No aplicable.

1.16. Ensayos e investigación

1.16.1. Declaración del comandante

Ese día había salido de imaginaria y fue posicionado por la compañía a Barcelona para realizar la ruta Barcelona-Badajoz-Barcelona. Él tenía base en Madrid mientras que

el copiloto estaba basado en Barcelona, por lo que era la primera vez que volaban juntos.

El retraso acumulado sobre el horario previsto se debió a la rotación tardía del avión procedente de otro salto. Comentó que se encontró con el copiloto con tiempo suficiente para preparar el vuelo.

En el trayecto del accidente él actuaba como PM⁴ y el copiloto como PF. El vuelo transcurrió con normalidad habiéndolo planificado con combustible suficiente por lo que éste no fue factor.

Llegando a Barcelona, el ATC informó de que había tormentas en la zona, sobre todo por Sabadell (al noroeste del campo), facilitándoles una ruta de entrada alternativa que cruzaba la prolongación del eje de pista (QMS) y procedía por el sur del aeropuerto. No era un procedimiento estándar que les situó, poco después, en una posición de viento en cola izquierda para la pista 25R.

El briefing de aproximación fue el normal para la situación prevista. Al cambiar de maniobra de llegada, el recorte, tener que bajar deprisa, etc. no tuvieron tiempo de actualizarlo con todos los cambios.

Al poco de pasar la perpendicular del campo, ATC les informa de que había tormentas delante de su posición, por lo que les facilita un vector que les posiciona a 90° con la trayectoria de aproximación final. En ese momento le preguntó al copiloto si podía entrar desde esa posición, a lo que éste respondió afirmativamente, por lo que él aceptó seguir.

Comentó que ATC les urgió de nuevo a recortar más y pasar a visual. Consideró que la propuesta les beneficiaba, al permitirles alejarse de la tormenta. Consideró que, además, facilitaría así a Control más espacio en final para meter otros tráficos. El copiloto mantenía la pista a la vista y se dirigieron a interceptar la trayectoria final en la 4 NM.

En la ejecución de la maniobra el copiloto se quedó por encima de las nubes. A él le pareció correcto, pero habría preferido ir por debajo de las mismas, sin perder contacto visual.

Al interceptar el localizador perdieron la pista de vista, además de sobrepasar en el viraje la trayectoria de aproximación final. Por este hecho se encontraron finalmente alineados a algo menos de 2 NM de la cabecera. En ese momento vieron un eco magenta en el

⁴ Actualmente ya no suele denominarse «PNF» al piloto que no pilota físicamente el avión, por el carácter pasivo que tiene esa expresión, y según se ha ido avanzando en los cursos de CRM, se ha cambiado a «PM» («pilot monitoring»), que es una forma de decir que la responsabilidad del vuelo es de TODA la tripulación, no sólo del PF. El PM tiene que vigilar, asesorar y alertar al PF.

radar en la cabecera contraria a la vez que salieron de nubes, indicando la presencia de nubes de desarrollo (Cb).

Simultáneamente con la salida de nubes, el comandante juzgó que la frustrada estándar era inviable, y que no había tiempo para «negociar» una alternativa con ATC, ya que tenía constancia de la presencia de otros tráficos en viento en cola en su lado izquierdo. Ejecutar una maniobra frustrada por la izquierda tenía riesgo de cruce o colisión con esos tráficos, mientras que por la derecha se presentaba terreno montañoso, lo que le llevó a decidir que la opción menos arriesgada era tomar.

El comandante expresó su sensación de sentirse presionado por Control para realizar una aproximación que recortase la maniobra al máximo, ya que es informado de que las tormentas se estaban echando encima del localizador. Argumentó que no es normal que Control de Aproximación te sugiera una maniobra visual y que, de acuerdo con su compañero, decidieron ejecutarla por la urgencia de la situación considerándose capaces de realizar una maniobra segura.

Indicó que en ningún momento fueron informados de la situación de los núcleos que impedían la ejecución de la frustrada.

A diferencia de lo ocurrido con otros tráficos, que realizaron una aproximación posterior, la trayectoria recorrida casi perpendicular al tramo final y que recortaba la maniobra prevista inicialmente para interceptar a muy pocas millas, provocó que la cobertura del radar meteorológico no les facilitase información suficiente para conocer la situación de las tormentas hasta que no estuvieron prácticamente alineados en final. Esto fue lo que les privó del tiempo necesario para negociar una frustrada alternativa.

Debido a que, antes de ver la pista, habían estado un tiempo nivelados por la presencia de nubes bajas, ahora se encontraban muy altos en final sobre la trayectoria estándar. Ante el comportamiento dubitativo del copiloto, él tomó los mandos y ejecutó su decisión.

En aproximación final, los últimos 150 ft, se encontró desbordado tratando de controlar el avión. Cree que cogió los mandos a unos 600 ft de altura a 0,5 NM de la cabecera, y que pasaría a unos 300 ft sobre la misma.

El comandante cortó gases a idle y extendió los spoiler. Él mismo es el que los repliega, y solo justificó como un acto reflejo el hecho de volverlos a extender, ya que no recuerda haberlo hecho voluntariamente. Comentó que no se vio urgido por la distancia remanente de pista y que puede que las circunstancias le superaran.

Al estar con las dos manos ocupadas pidió al segundo que se hiciera cargo de aumentar potencia. El copiloto lo hizo pero el retraso hizo que el motor aumentara la potencia una vez habían hecho contacto con la pista.

Advirtió que en la toma, el avión se hundió. Intentó recoger, pero sin sensación de que fuera a funcionar. Considera que los motores no habrían funcionado a tiempo para parar el régimen de descenso. Aterrizando dieron un bote y salieron por la salida habitual. No recuerda que no hiciese uso del empuje reverso en la carrera de aterrizaje.

Ya en tierra no notaron nada raro en el comportamiento del avión aunque, no obstante, fueron perfectamente conscientes de la toma dura y, como tal lo notificaron a mantenimiento reportándolo en el libro del avión.

Durante el rodaje, 2 o 3 minutos después de la toma, la tormenta descargó sobre el aeropuerto. Ellos lo relacionaron con el núcleo que habían observado.

El comandante reprocha que el ATC les informara del Cumulonimbo que estaba al Este del campo, pero que nunca les diera ningún tipo de información sobre el desarrollo nuboso que les impedía hacer la frustrada. No fue hasta encontrarse sin opciones cuando descubrió que no podía frustrar. No conocía si ATC tiene la obligación de informar de ello, pero expresó su convicción de que nunca se habría metido en unas formaciones como las que había en la trayectoria de frustrada.

Opina que no se puede iniciar la aproximación sin una frustrada alternativa, estando la estándar bloqueada por los CB. Piensa que ATC les fue cerrando cada vez más la aproximación sin tenerlo en cuenta. Se sintió como si estuvieran «entrando con calzador» sin margen para el error.

Piensa que ATC debería garantizar la frustrada. Que se forzó la marcha para poder meter y sacar más tráficos de una forma poco razonable.

En cada fase de la aproximación la información disponible se ajustaba a normas y eran decisiones razonables, hasta que estuvieron en final, donde ya sólo cabía saltarse la norma, lo que decidió pensando en los posibles riesgos: a la izquierda con tráficos en viento en cola había posibilidad de colisión; de frente había cierto riesgo si entraba en un eco rojo/magenta. Finalmente optó por la desestabilización y entrar en la pista. El comandante sigue preguntándose qué podría haber hecho que fuera diferente de lo que hizo, porque continúa sin ver otras posibles alternativas.

1.16.2. *Declaración del copiloto*

Para los dos últimos saltos de la rotación del día se le asignó un comandante de imaginaria. Él efectuó la etapa Barcelona-Badajoz como PM y la etapa Badajoz-Barcelona como PF («Pilot Flying»).

Al respecto de la información meteorológica que disponía, el METAR no informaba de datos significativos mientras que el TAFOR daba probabilidad de chubascos y

cumulonimbos. Asimismo, aunque no recordaba la cantidad de combustible que llevaban, sí pensaba que tenían un pequeño extra.

Las performances de despegue fueron adecuadas y todo el vuelo, incluida la fase de crucero, fue rutinario.

Cuando fueron transferidos al control de ruta de Barcelona, se les asignó una llegada vía Sabadell para la pista 25R. Ya en ese momento se podían distinguir formaciones de nubes lejanas en el radar.

La idea que tenían sobre la situación meteorológica en ese momento era que las tormentas estaban al norte del aeropuerto.

Posteriormente, y para evitar las tormentas, el ATC les sugirió proceder al campo por el sur. Debido a ello, la carga de trabajo aumentó considerablemente, llevando él los mandos mientras que el comandante cargaba el navegador (FMS) con los nuevos datos.

Una vez con control de aproximación, fueron directos al punto RULOS observando que había una tormenta viniendo por el este del campo, lo que les llevó a acelerar el descenso. Además cerca de RULOS se distinguía muy bien el eco de esa tormenta a unas 10-15 NM de su situación. La pista en cambio estaba libre de nubes mientras ellos se encontraban en una posición aproximada de viento en cola izquierda para la 25R.

El ATIS mientras tanto sólo daba nubes dispersas (Sc) a 2.500 ft y visibilidad más de 10 km, no facilitando ninguna información de tormentas ni claves del tipo «TEMPO».

Control de Aproximación Final les sugiere proceder a la 5 NM para hacer un tráfico visual. Como la tormenta estaba entre 10 y 8 NM del campo, vieron factible realizarlo, por lo que configuró pronto el avión de tal forma que en base ya se encontraba con flap 45°.

En tramo base descendieron a 1.500 ft. La tormenta mientras tanto había avanzado muy deprisa y había estratos bajos. En ese momento estimó que perdería contacto visual con la pista, por lo que decidió proceder a interceptar el localizador. Su intención era interceptar en la 5 NM, pero se encontró con mucha actividad tormentosa a su derecha, lo que le llevó a realizar la interceptación alrededor de la 3 NM. Mantuvo altura hasta estar bien establecido en el localizador.

Durante la ejecución de la maniobra el copiloto se guió por los instrumentos mientras que el comandante tomaba referencias exteriores. Por esta razón fue el comandante el primero que vio la pista. Cuando él también la tuvo a la vista dudó, ya que no se podía entrar sin desestabilizar la aproximación. Por otro lado, al alinearse con la pista, vieron otra tormenta en la cabecera contraria que comprometía la frustrada cuyos ecos en el radar eran rojo-magenta. Recalca que habían advertido nubosidad en el área de

frustrada mientras estaban en base, pero que no fue hasta alinearse en final cuando se pudo ver la magnitud del eco. Además la pista 25L seguía activa para despegues.

En ese momento de duda es cuando el comandante dijo «¡avión mío!» y pasó a ser PF, siendo el copiloto PM. El comandante extendió los spoilers, y el EGPWS avisó por régimen excesivo de descenso. El copiloto le alertó con un «¡cuidado!» y retrajo los spoilers, aunque luego se sorprendió de que siguieran extendidos. Él no es consciente de cuándo se volvieron a extender. Cruzando el umbral de la 25R volvió a avisar al comandante del alto régimen de descenso aunque no llegaba a entender por qué era tan alto. No realizó los «callout» estándar de estabilización (vital items) ya que consideró que una vez tomada la decisión de tomar tierra en esas condiciones no tenía sentido su ejecución.

Comenta que sí conoce los avisos y las implicaciones que tiene el EGPWS pero no hizo alegaciones al hecho de que los ignoraron. Escucharon avisos de «Sink rate» y «Pull up».

El comandante le pidió que avanzara los gases y él lo hizo, aunque ello no evitó que tuvieran un rebote fuerte. La frenada posterior fue normal y salieron de la pista por «R5», que es la salida usada habitualmente, por lo que, pese al rebote, la toma no fue muy larga.

1.16.3. *Declaración de la tripulante de cabina de pasajeros*

Manifestó que el vuelo estaba transcurriendo con normalidad. Ya en aproximación recibió la instrucción de preparar la cabina para aterrizar. Aseguró la cabina y se lo indicó a la tripulación a través del FLT.

A continuación se sentó en su asiento manteniendo la postura de protección (cuello ligeramente hacia atrás, piernas un poco separadas y manos debajo de los muslos). Aproximadamente dos minutos después notó que el avión se oscurecía hasta el punto que parecía de noche, y vio relámpagos. De repente notó un fuerte golpe en el suelo que hizo que el cuello se le girase a la izquierda. Después el avión volvió a elevarse. Cambió su postura de protección poniendo los brazos cruzados, ya que de esa forma se sentía más segura. El avión volvió a caer golpeando nuevamente contra la pista, aunque esta vez ya no hubo un rebote. El avión continuó avanzando por la pista y poco después hubo un brusco frenazo.

Al coger el interfono para dar los avisos de rodaje al pasaje se dio cuenta que le dolía mucho el cuello al girarlo.

Cuando se apagó la señal de cinturones, llamó a la tripulación y les informó sobre su estado. Una vez desembarcado el pasaje fue acompañada por la tripulación técnica al médico.

1.17. Información sobre organización y gestión

1.17.1. Información en manuales

1.17.1.1. Aproximación estabilizada

La norma EU OPS 1.400 establece:

Condiciones de aproximación y aterrizaje

Antes de iniciar una aproximación para el aterrizaje, el comandante deberá estar seguro de que, de acuerdo con la información disponible, las condiciones meteorológicas en el aeródromo y las de la pista prevista no impedirán la ejecución segura de una aproximación, aterrizaje o aproximación frustrada, teniendo en cuenta la información de performance del Manual de Operaciones.

Conforme a esta norma el operador, en su Manual de Operaciones parte A capítulo 8 «Procedimientos Operativos» capítulo Q «Descenso, espera y aproximación», indica:

«Es atribución del comandante, después de valorar la información disponible, si se comienza la aproximación y de qué tipo.»

Asimismo, en este mismo capítulo define los criterios generales de alineación y estabilización de la aproximación final así como los de aproximación frustrada. Es decir:

«Q.6.2.5. Alineación y estabilización de la aproximación final

A fin de lograr una aproximación final y un aterrizaje seguro, es necesario mantener:

- Una aproximación estabilizada.
- La configuración requerida.
- El avión alineado con la pista.

Se considerará que el avión está estabilizado cuando concurren simultáneamente los siguientes parámetros:

- Avión en la trayectoria correcta (alineado con la pista).
- Velocidad menor que VREF + 20, y superior a VREF.
- Régimen de descenso inferior a 1.000 pies por minuto.
- ILS dentro de un punto de LOC/GS.
- Briefings y listas completadas.
- Configuración correcta de aterrizaje (tren y flap) según el MO(B) correspondiente.

Se considera que un avión está alineado con la pista cuando:

- En aproximaciones de no precisión está en $\pm 5^\circ$ con el eje de la pista.
- En aproximación de precisión está en ± 1 punto en el indicador de localizador.

Si durante una aproximación instrumental sin referencias visuales (IMC), el avión NO ESTÁ estabilizado 1.000 pies por encima de la TDZE (elevación de la zona de contacto) SE DEBERÁ HACER LA MANIOBRA DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA.

Si durante una aproximación instrumental con referencias visuales (VMC) o una aproximación visual, el avión NO ESTÁ estabilizado 500 ft por encima de la TDZE (elevación de la zona de contacto) SE DEBERÁ HACER LA MANIOBRA DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA.

En cualquier caso los planos deberán estar siempre nivelados a 300 ft por encima del TDZE.

Si por causas de fuerza mayor (requerimientos de ATC, emergencia, o cualquier otra situación imprevista) no se pudiera mantener alguno de los parámetros señalados en el concepto de aproximación estabilizada, el comandante, para garantizar la culminación segura de la aproximación, deberá dar un briefing especial al respecto.»

Más particularmente, en el documento Pilot Reference Manual (Manual de Operaciones B) del avión CRJ200/900, en el punto 1.2.4. «Approach & Missed approach», establece los siguientes conceptos:

«Todas las maniobras de aproximación cumplirán los conceptos de aproximación estabilizada. En otras palabras:

- El avión está en senda correcta.
- Solamente se realizarán pequeños cambios en rumbo/profundidad para mantener la senda de vuelo correcta.
- El régimen de descenso no será mayor de 1.000 ft/min.
- La velocidad del avión no será mayor de $V_{ref} + 20$ y no menor de V_{ref} .
- Durante todas las aproximaciones la aeronave estará establecida en final en configuración de aterrizaje y estabilizada a una altitud mínima de 500 ft RA.

De otra manera debe iniciarse la maniobra de frustrada.

A 500 ft de radioaltímetro, el PM comprobará lo siguiente:

- Tren extendido y bloqueado.
- Flaps en configuración de aterrizaje.

- Empuje de reversa armado.
- Aproximación cumple el concepto de aproximación estabilizada.

Si todo lo anterior se cumple, el PM dirá "VITAL ITEMS CHECKED". Si no lo fuera deberá decir "GO AROUND". El PF sólo continuará con la aproximación si escucha "VITAL ITEMS CHECKED". Si el PM no hace esta llamada alcanzando 500 ft de radioaltímetro, o dice "GO AROUND", el PF DEBE INMEDIATAMENTE EJECUTAR UNA FRUSTRADA.»

LA COMPROBACIÓN DE "VITAL ITEMS" SE CONSIDERA UNA ACCIÓN DE MEMORIA PARA TODAS LAS APROXIMACIONES

En este mismo punto el PRM, en referencia a las aproximaciones visuales expone:

«No descender a menos que se establezca y mantenga contacto visual con el terreno y/o las luces.»

Respecto a la aceptación de autorizaciones VFR el operador en su Manual de Operaciones A, punto 8.3.1.A. «Vuelos IFR y VFR», contempla el siguiente extracto:

«... Las autorizaciones VMC sujetas a mantener la propia separación se solicitarán o aceptarán sólo para un tramo limitado de subida, descenso o aproximación, siempre que se cumplan...

- Las condiciones meteorológicas son tales que permiten volar ininterrumpidamente en VMC en el tramo correspondiente.

... Lo anteriormente dicho no impide, en ningún modo, la ejecución de aproximaciones visuales debidamente autorizadas por el ATC, siempre que el Comandante tenga el aeropuerto a la vista y esté familiarizado con él y con sus alrededores.»

1.17.1.2. Aproximación frustrada

Respecto a las condiciones para ejecutar una aproximación frustrada en el OM A el operador expresa:

«Q.6.2.8. Aproximación Frustrada

Es el procedimiento que hay que seguir si no se puede proseguir la aproximación (OACI Dc.8168). Este procedimiento se iniciará:

- Cuando falle cualquiera de los equipos de tierra o de a bordo que se requieran para el tipo de aproximación en curso y no sea posible continuar otro tipo de aproximación.
- Si en corta final, hay cizalladura excesiva o tienen lugar cambios significativos en la actitud del avión.
- Si, al alcanzar la MDA/DH/DA, el piloto no obtiene la "referencia visual requerida".
- Cuando se prevea que el aterrizaje no se puede realizar dentro de las TDZ.
- Cuando no se hayan alcanzado las condiciones de estabilización y alineación fijadas en el capítulo 8.3.0.Q.6.2.5.

La Tripulación deberá estar perfectamente mentalizada en el sentido de que una frustrada se pueda realizar en cualquier momento y, especialmente, durante el tramo correspondiente a la fase visual.»

Asimismo en su OM B (PRM) se establece que:

La tripulación de vuelo iniciará una frustrada en las siguientes situaciones:

- A requerimiento de ATC.
- Cuando el PF determine que la posición o actitud de la aeronave es insegura en relación con la senda de planeo deseada.
- La referencia visual, en la DH/MDA, no es adecuada para un aterrizaje seguro. El aterrizaje no puede ser efectuado dentro del TDZ (zona de contacto de la pista de aterrizaje).
- Cualquier equipo requerido para el vuelo resulte inoperativo (por ejemplo, antiskid, fallo de flaps...).
- Cualquiera de los equipos de tierra requeridos resulte inoperativo.
- Siempre que el comandante ordene la frustrada.
- El PM iniciará la maniobra de frustrada si no recibe el aviso de «LANDING» or «CONTINUE» después de haber dado el aviso de «MINIMUMS».
- El PF iniciará una frustrada si, al alcanzar 500 ft RA, el PM no da el aviso de «VITAL ITEMS CHECKED».

1.17.1.3. Detección de proximidad al suelo

En lo referente a la detección de proximidad al suelo la norma EU OPS 1.395 establece:

«Cuando cualquier miembro de la tripulación de vuelo, o un sistema de alerta de proximidad al suelo, detecte una proximidad indebida al suelo, el comandante, o el piloto en quien se haya delegado la conducción del vuelo, aplicará de inmediato medidas correctivas para establecer condiciones de vuelo seguras.»

A este respecto la compañía da instrucciones en cuanto a las alertas emitidas por el equipo EGPWS y recomienda la forma de reaccionar ante ellas, contemplando amplia información en sus manuales, tanto en el MO A pto. 8.3.5, como en su PRM 2.2.3 Sección H.

Entre la información presentada en el MO A se encuentra el texto que explica los diferentes tipos de aviso del EGPWS.

«C.1. AVISOS

El TAWS proporciona alertas visuales y auditivas si se detecta:

- Terreno potencialmente peligroso (Modos 1-4, TCF y TAD).
- Vuelo debajo de la senda de planeo (Modo 5).
- Descenso por debajo de altitudes predefinidas (Modo 6).

La siguiente lista identifica, en orden de prioridad, las alertas posibles por tipo y modo:

Alerta	Warning	Caution	Advisory
"PULL UP"	1,2,TA		
"TERRAIN, TERRAIN"		2,TA	
"OBSTACLE, OBSTACLE"		TA	
"TERRAIN"		2	
"MINIMUMS,MINIMUMS"			6
"CAUTION TERRAIN"		TA	
"CAUTION OBSTACLE"		TA	
"TOO LOW TERRAIN"		4, TCF	
"TOO LOW GEAR or FLAPS"		4	
Altitude callouts			6
"SINK RATE"		1	
"DON'T SINK"		3	
"GLIDESLOPE"		5	
"BANK ANGLE"*			6

* Disponible según equipo

C.2. RESPUESTAS RECOMENDADAS

En caso de una Alerta Caution:

1. Detener cualquier descenso y ascender para eliminar la alerta. Analizar los instrumentos y la información disponibles para determinar la respuesta más eficaz.

2. Avisar a ATC de la situación si es necesario.

En caso de una Alerta Warning:

1. Accionar con determinación y rapidez los mandos de potencia para obtener el máximo empuje. El PM deberá fijar la potencia y asegurar que la potencia y modos TO/GA están activados.
2. Si está conectado, desconectar el piloto automático e incrementar gradualmente el ángulo de cabeceo con determinación y rapidez hasta los límites del «stick shaker» para obtener las máximas prestaciones de ascenso.
3. Continuar el ascenso hasta la eliminación del aviso y se haya garantizado la seguridad del vuelo.
4. Avisar a ATC de la situación.

NOTA: El ascenso es la única respuesta recomendada ante un aviso a menos que el piloto, basado en la información disponible y las condiciones visuales, determine que girar a la vez de ascender es la acción más segura. La navegación nunca deberá estar basada únicamente en la información visualizada en el monitor.»

1.17.1.4. Utilización de empuje de reversa

La lista de antes del aterrizaje («Before Landing») indica las siguientes acciones:

BEFORE LANDING

CABIN SECURE	REPORTED	PF
FLIGHT ATTENDANT.....	ADVISED	PF
CABIN SIGNS	BOTH ON	PF
THRUST REVERSERS.....	ARMED	PF
LANDING GEAR	DOWN & GREEN	PF
FLAPS.....	___° INDICATING	PF
APU / BLEEDS.....	AS REQUIRED	PF

El cuarto punto de la lista requiere el armado del dispositivo de reversas de empuje.

Durante el aterrizaje el operador, en su PRM 1.2.5., requiere a sus tripulaciones el uso de empuje de reversa en operación normal y en aterrizaje con características máximas (maximum performance). Así:

«A.1. ATERRIZAJE NORMAL

Después del contacto del tren principal las reversas de empuje podrán ser seleccionadas a ralentí, bajar la rueda de morro sin demora, y entonces aplicar frenos y reversas según se requiera.

La política de AIR NOSTRUM es utilizar empuje de reversa a ralentí a menos que se requiera por razones de seguridad o pista contaminada. Nunca dudar en utilizar pleno empuje de reversa si fuese necesario.»

1.17.1.5. Meteorología

En su MO A el operador incorpora información, en el capítulo 8.3.8, sobre vuelo en condiciones meteorológicas adversas y potencialmente peligrosas. En él expone:

«A. TORMENTAS

Se evitará el vuelo a través de células tormentosas y áreas conocidas o pronosticadas de turbulencia fuerte.

El vuelo a través de una tormenta activa debe evitarse mediante la selección adecuada de altitud o nivel de vuelo, cambio de ruta o rodeando la zona, incluso si ésta lleva consigo un aumento en la distancia a cubrir o implica una escala técnica para repostar combustible.

C. TURBULENCIA DE NUBES CB

Se solicitará ayuda del ATC para asegurarse de que durante la aproximación no se cruzará una tormenta. La aproximación se retrasará o se hará un desvío al alternativo antes de arriesgarse a penetrar en una tormenta durante esta fase o durante el aterrizaje.

Cuando un CB está produciendo precipitación, ha de tenerse presente que ésta va acompañada de fuertes corrientes descendentes que se extienden lateralmente por debajo de la base originándose fuertes ráfagas y cambios bruscos en la dirección del viento en los niveles bajos.

Esto, unido al vuelo a baja velocidad y altitud, puede crear una situación peligrosa; por consiguiente, se extremarán las precauciones durante la aproximación, despegue o aterrizaje en estas condiciones, especialmente si se están formando nuevas células tormentosas en las proximidades del aeropuerto.

Se tendrá muy en cuenta la posibilidad de efectuar una aproximación frustrada que lleve al avión hacia una tormenta situada en la trayectoria de dicha frustrada.»

En el punto 8.3.2. del OM A el operador presenta instrucciones sobre el uso del radar de abordaje para evitar células tormentosas. Así:

«A.6.1. Evitar Tormentas

Volando en IMC y cuando se haya previsto o se espera actividad tormentosa, se empleará el radar para tener un aviso anticipado de actividad de CB y disponer así de guía para iniciar la correspondiente acción evasiva... Se pedirá al ATC la autorización pertinente para evitarlas.»

1.17.2. Organización de seguridad de vuelo

Respecto a la organización de Seguridad en Vuelo del Operador, sigue la dependencia expresada en el organigrama incluido en el OM A donde expresa que se adecua al modelo de tener separadas las funciones de la Jefatura de Calidad y Jefatura de Seguridad en Vuelo. A nivel orgánico se asimila a jefatura de sección dependiendo directamente del Gerente Responsable de Operaciones.

La compañía Air Nostrum opera dos flotas de aviones:

- ATR-72.
- CRJ, que incluyen los modelos 200, 900 y 1000.

Tienen implantado el programa de vigilancia de los datos de vuelo («Flight Data Monitoring», FDM) como herramienta para identificar, cuantificar y corregir riesgos operacionales.

Este programa resalta hechos no normalizados, inusuales e inseguros que, en combinación con la frecuencia y el nivel estimado de severidad, descubre tendencias que pueden afectar a la seguridad operacional del vuelo. Se destacan así áreas donde se deberían aplicar medidas que mitiguen el riesgo. Mediante el análisis de los datos se podrá confirmar la efectividad de las medidas adoptadas a través de observación continuada.

Air Nostrum lleva a cabo el programa FDM en todas las aeronaves, incluido el CRJ200 que por peso no está obligado por la norma. Hay seis aviones de la serie 200 que disponen de QAR para su análisis. En ocasiones se utilizan los datos FDR de los aviones que no llevan QAR.

El software que disponen es el AGS SAGEM, que es el más extendido entre los operadores comerciales.

Semanalmente mantenimiento recoge los datos que se descargan en el sistema. El FDM detecta eventos que se determinan en base a criterios establecidos a voluntad del operador. Estos eventos están clasificados en tres grados de severidad. Cuando un suceso presenta determinados eventos o una severidad alta, los datos del vuelo se analizan realizándose una modelización del vuelo que facilita mucho su estudio.

El operador participa en un grupo FDM formado a nivel de los operadores españoles con el objeto de estandarizar parámetros e intercambiar información que se traduzca en una mejor explotación del sistema.

Físicamente lo tienen ubicado en la Oficina Técnica de Apoyo al Vuelo y está a disposición de los tripulantes que tengan interés en monitorizar su vuelo.

En casos muy puntuales se llama a las tripulaciones para comentar un vuelo con alguna característica anormal.

Los departamentos de Instrucción, CRM y Seguridad de Vuelo trabajan en íntima coordinación para organizar la formación y difundir las enseñanzas derivadas de los incidentes o accidentes relevantes.

El ciclo de instrucción anual comienza la segunda quincena de diciembre. Se realizan cursos de seguridad en vuelo además de los cursos CRM.

En el temario que cubre el año 2012 tratan la influencia de los factores humanos en la operación de la compañía, en la que se analizan distintos tipos de aproximaciones desestabilizadas y sus causas. El accidente del EC-ITU es uno de los temas que se comentan en estos cursos de seguridad en vuelo.

Si de los análisis de seguridad de vuelo se deriva algún tipo de instrucción especial, se aplica a los procedimientos de la flota mediante comunicación por nota técnica o inclusión en el PRM. Es el caso, por ejemplo, de la limitación máxima a 20 kt de viento cruzado en Vigo o de las particularidades de la operación en San Sebastián.

Seguridad de Vuelo emite cada tres meses un Boletín de Seguridad Operacional. Se distribuye por las bases en ejemplares de papel y se cuelga de la intranet para su difusión.

El último ejemplar editado en el segundo trimestre de 2012 tiene como tema principal «STOP Aproximaciones no estabilizadas». Remarca el papel del F/O como barrera para evitar que se llegue a un estado no deseado y, si llegase el caso, ejecutar la acción correctiva.

Elemento	Estado	Tiempo
Tren	abajo y bloqueado	-
Flap	? 2º	cualquier movimiento
Empuje	? 35% N1	? 5 sgs
Régimen descenso	? 1.500 fpm	? 3 sgs
Velocidad máx.	? V ref + 30 kts	? 3 sgs
Velocidad mín.	? V ref	? 3 sgs
Por encima senda	? 1 punto	? 5 sgs
Por debajo senda	? 1 punto	? 5 sgs
Desvío localizador	? 1 punto	? 5 sgs

Criterio APP inestable inferior a 500 pies

Aviation Safety Information Analysis and Sharing Program (ASIAS)

Figura 11. Excesos FDM valorables según ASIAS

Del programa FDM se extraen distintas estadísticas relativas a los sucesos detectados. En ellas se contemplan aspectos como tipos de eventos y frecuencias de estos eventos: aproximaciones no estabilizadas frente a frustradas, tendencias, análisis por aeropuertos, etc.

A este respecto y, según muestra el cuadro anterior, existen estudios de grupos de trabajo a nivel internacional para estandarizar cuales son los tipos de eventos que se consideran excesos y son dignos de análisis. En concreto ASIAS es un programa promovido por la FAA que facilita el intercambio de información con el objeto de generar una mejora continua de la seguridad en la aviación.

Los criterios de instrucción se unifican en función del análisis de estas estadísticas.

Por ejemplo, se detecta que los aeropuertos más conflictivos son San Sebastián y Pamplona, con lo que se diseñan y entrenan procedimientos operacionales para disminuir esos aspectos.

A AESA le son remitidos los indicadores de seguridad y estadísticas relativos a aproximaciones estabilizadas y avisos EGPWS que demanda al operador.

El Departamento de Instrucción refuerza a su vez el tema de la inestabilidad en los simuladores y en la importancia de los avisos estándar (callout), sobre todo el de «vital items» que expresa que se cumplen las condiciones para realizar un aterrizaje con seguridad.

El tema de este año en los cursos CRM es Conciencia Situacional, siendo Toma de Decisiones el tema tratado el año anterior.

Las conclusiones y los temas interesantes a tratar se deciden, en común acuerdo, con el grupo de factores humanos e instructores.

Ante la problemática detectada sobre la conservación de los datos en los registradores de vuelo, en particular del CVR, se contactó con el Operador para conocer las medidas tomadas al respecto.

Siendo conscientes de la trascendencia que tiene para las investigaciones la disponibilidad de los registradores de voz y datos, se advirtió que ninguna compañía española tiene especificado en sus procedimientos la necesidad y el método adecuado para la preservación de los datos de los CVR.

El operador ha tratado este tema en el último Comité de Seguridad de la Compañía reflejando en acta la necesidad de generar dicho procedimiento e incluirlo en su Manual de Operaciones. Se abordará el tema en el siguiente Comité de Procedimientos. Se plantea la necesidad de incluir a mantenimiento como destinatario del procedimiento, como respaldo en caso de descuido de la tripulación técnica.

1.18. Información adicional

1.18.1. Información radar

Si bien, la información radar disponible permite determinar la trayectoria seguida por la aeronave durante la aproximación y el aterrizaje, ha de tenerse en cuenta que los datos respecto a la altitud de la aeronave que maneja el sistema tienen poca precisión, ya que esta información es transmitida por la propia aeronave, pero redondeada a cientos de pies.

Por otra parte, aunque el registrador de datos de vuelo (FDR) no contiene información sobre la posición en planta de la aeronave, sí dispone de datos precisos sobre la altitud barométrica.

Por lo tanto, a fin de obtener los datos completos de la posición espacial de la aeronave, se ha optado por sincronizar la hora del radar y la del FDR, utilizando las comunicaciones mantenidas con ATC. Una vez sincronizados, la información sobre la latitud y la longitud en un instante dado, se obtienen de los datos radar y la altitud del FDR.

Con la información obtenida de esa forma, se ha elaborado la figura n.º 7, en la que se ha representado la trayectoria de la aeronave en planta y en alzado.

Asimismo, la figura 12 contiene una reproducción de la pantalla radar correspondiente al instante 15:13:37, en la que puede apreciarse la situación de la aeronave del accidente (etiqueta en color rojo), así como la del resto de aeronaves que estaban volando en las inmediaciones del aeropuerto.

De éstas, solamente cuatro podría considerarse que se encontraban próximas a la que sufrió el accidente, y sus datos son los siguientes:

Aeronave con indicativo ANE 8092. Había despegado de la pista 25L, y en ese momento se encontraba a 2.800 ft de altitud en ascenso a FL120 y alejándose del aeropuerto.

Aeronave con indicativo VLG 6106. Había despegado de la pista 25L antes que la aeronave anterior, y en ese momento se encontraba a 7.200 ft de altitud en ascenso a FL190 y alejándose del aeropuerto.

Aeronave con indicativo VLG 8034. Esta aeronave seguía en la secuencia de aterrizaje a la del suceso. Estaba realizando un viraje de 360° a 1.400 ft de altitud al sureste del campo.

Aeronave con indicativo UTA 5187. Este avión seguía en la secuencia de aterrizaje a la VLG8034 y se encontraba a 4.400 ft en descenso para 3.500 ft al este del campo.

Aunque no está en la figura 12, conviene mencionar a la aeronave con indicativo JKK 2851, que fue la última que despegó de Barcelona en este periodo. La carrera de despegue se inició a las 15:15:45, es decir alrededor de 1:20 minutos después de la toma del ANE 8313.

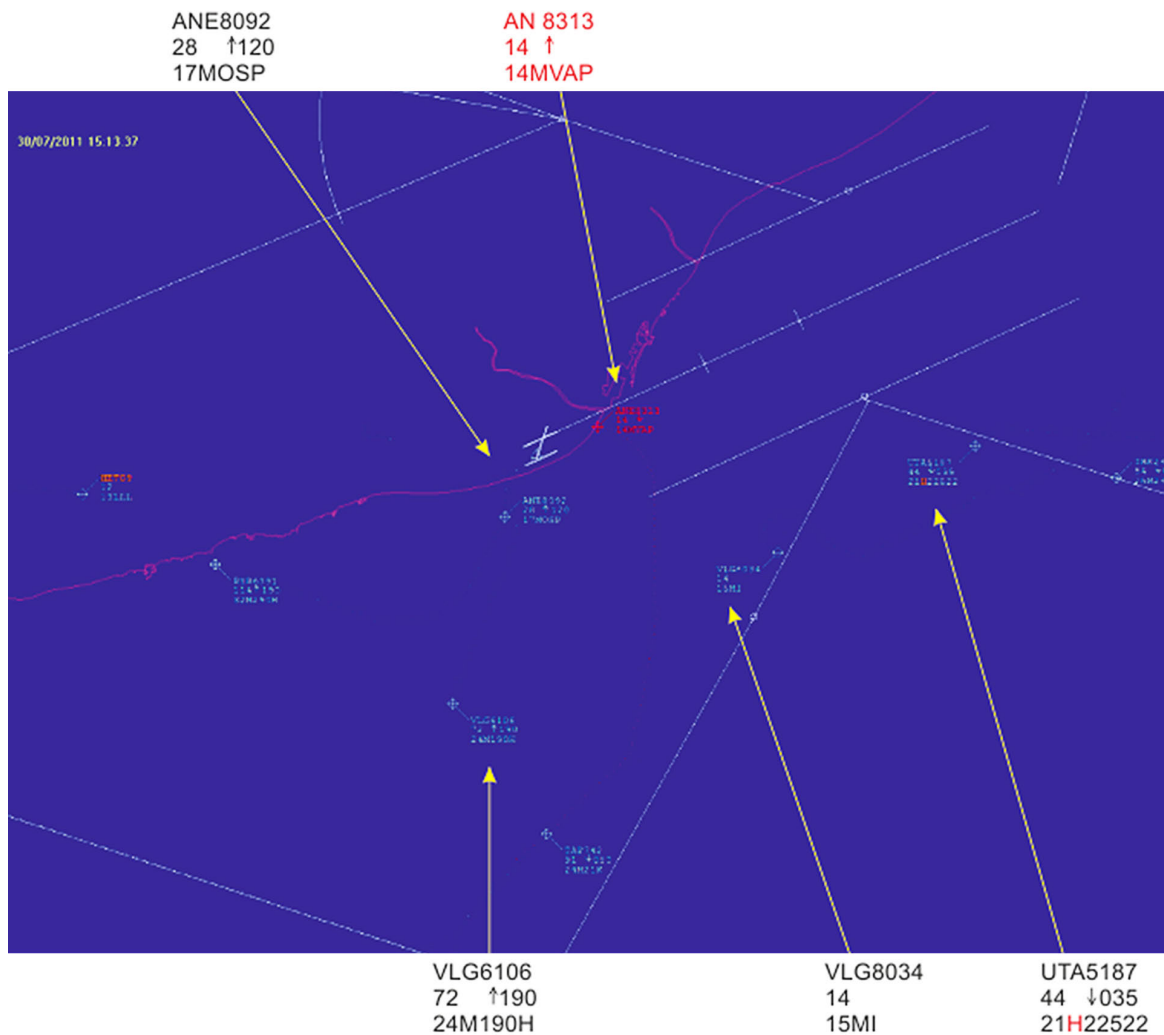


Figura 12. Presentación radar donde se observa la traza radar del ANE 8313 (se han ampliado algunas etiquetas para facilitar su visualización)

1.18.1.1. Información radar de las aeronaves que seguían en secuencia al EC-ITU

A las 15:12:40 se observa en la reproducción de la traza radar que la aeronave, que en ese momento tenía una altitud de 1.600 ft y que seguía en secuencia al EC-ITU, comienza a hacer un viraje a la izquierda.

A las 15:15:27 la aeronave completa el viraje de 360°, teniendo en este momento una altitud de 1.300 ft.

Algo más de 2 min después, se observa que la aeronave se encuentra sobre la prolongación del eje de pista, a una altitud de 800 ft.

Durante los instantes siguientes la aeronave se fue desviando hacia su derecha, y continuó haciéndolo, hasta que a las 15:18:16 frustró el aterrizaje, virando a la izquierda y comenzando a ascender.

La aeronave que iba por detrás de ésta también frustró el aterrizaje, y al igual que el avión que le precedía, también viró a la izquierda.

Tras ello, se procedió al cambio de pista, produciéndose el aterrizaje de la primera aeronave por la pista 07L a las 15:29:30.

Por lo tanto, la última aeronave que aterrizó por la pista 25R fue el ANE 8313, a las 15:14:23. El siguiente aterrizaje ya fue por la cabecera 07L a las 15:29:30. Es decir, durante ese lapso de tiempo, que fue de unos 15 minutos, no hubo un solo aterrizaje.

Las dos aeronaves, con indicativos VLG 8034 y UTA 5187, que iban en la secuencia de aterrizaje por detrás de la aeronave del suceso, frustraron el aterrizaje, y ambas lo hicieron virando a la izquierda, es decir, no siguiendo el procedimiento estándar de frustrada.

1.18.2. Normativa

El 25/10/2012 se publicó en el Diario oficial de la Unión Europea el Reglamento (UE) n° 965/2012, de 5 de octubre de 2012, por el que se establecen requisitos técnicos y procedimientos administrativos en relación con las operaciones aéreas en virtud del Reglamento (CE) n° 216/2008 del parlamento europeo y del Consejo.

El apartado CAT.GEN.MPA.195 del Reglamento 965/2012 contiene los requerimientos sobre conservación, preservación y utilización de grabaciones de registradores de vuelo.

La letra a) de este apartado contiene la siguiente instrucción: después de un accidente o incidente sujeto a notificación obligatoria el operador de una aeronave conservará los datos originales grabados durante un periodo de 60 días a menos que la autoridad investigadora disponga otra cosa.

Asimismo, en el apartado ORO.MLR.100 de este mismo Reglamento se establecen los requisitos con respecto al contenido de los manuales de operaciones, entre los que se encuentran los relativos a la preservación de registradores de vuelo.

Un método aceptable de cumplimiento figura en el AMC3.ORO.MLR.100 y consiste en que el manual de operaciones contenga procedimientos para la preservación de registradores tras un evento sujeto a notificación.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No aplicable.

2. ANÁLISIS

2.1. Situación meteorológica

Los informes y predicciones meteorológicas de que disponía la tripulación en el despacho de su vuelo sobre el aeropuerto de arribada, ofrecían una probabilidad del 30% de que temporalmente se redujese la visibilidad por precipitación y la existencia de nubes de desarrollo (cúmulonimbos) causantes de tormenta.

Las condiciones atmosféricas existentes en Barcelona, en el momento del despegue de Badajoz, eran visuales.

Según se puede apreciar en los METAR, la situación meteorológica en el aeropuerto de Barcelona se mantuvo sin cambios significativos hasta las 15:00 h. El METAR correspondiente a esta hora ya sí recoge la presencia de cumulonimbos con tormentas y chubascos de lluvia.

En cuanto a las previsiones meteorológicas, el TAF del aeropuerto indicaba una baja probabilidad (30%) de que se formasen nubes de desarrollo que dieran lugar a tormentas. Por otra parte, si bien el cuarto mensaje SIGMET daba información sobre la presencia de tormentas, indicaba que éstas habían sido observadas bastante al sur del aeropuerto (entre el Delta del Ebro y el Cabo La Nao) y moviéndose hacia el Este, por lo que no parecía probable que pudieran afectar a ninguno de los tramos del vuelo.

Las condiciones meteorológicas que encontró la tripulación en el área geográfica de Cataluña fueron sensiblemente peores que las que pronosticaban las previsiones. De hecho ya les afectaron en la ruta de llegada, que fue cambiada por sugerencia del ATC.

La tripulación formuló comentarios en relación a la ausencia de información por parte de las dependencias de control de tránsito aéreo, sobre las condiciones meteorológicas en el área de la maniobra de aproximación frustrada (situada más allá del extremo de la pista 07R). Sobre este particular conviene hacer hincapié en el hecho de que, como se ha indicado en el punto 1.6.3, los controladores sólo tienen cierto grado de información meteorológica, y que su principal fuente de información son los reportes que les van facilitando las tripulaciones. Por tanto no disponen de un conocimiento preciso de la situación meteorológica en la zona que está bajo su control.

Analizando detenidamente toda la información meteorológica contenida en el apartado 1.6.2, a pesar de disponer de gran cantidad de datos e imágenes provenientes de radares meteorológicos, satélites, estaciones terrestres, no es posible deducir con claridad la presencia de nubes de desarrollo en la zona de la aproximación frustrada. No obstante, dicha existencia se corrobora por la forma como actuaron las tripulaciones de las dos aeronaves que seguían en secuencia a la del accidente, frustrando y virando a la izquierda.

Sobre este particular conviene señalar que aunque los radares meteorológicos realizan barridos a diferentes alturas, no cubren todo el espacio. El hecho de que no haya habido ecos en una zona determinada no quiere decir que a otras elevaciones pudiera haberlos.

En cambio, los radares meteorológicos que habitualmente equipan los aviones tienen la ventaja de que sólo precisan hacer barridos selectivos en la zona de interés para las tripulaciones. Este hecho ha podido dar pie a que muchos tripulantes piensen que las instalaciones de tierra pueden proporcionar información de las condiciones meteorológicas en todo el espacio aéreo bastante más precisa y fiable de la que en la realidad facilitan.

De lo anterior cabe concluir que aunque los servicios ATC dispusieran de toda la información de observación meteorológica, tampoco podrían tener certeza plena de qué condiciones meteorológicas existen en una zona concreta en un momento dado.

Por otra parte, la investigación de este accidente ha puesto en evidencia que entre las tripulaciones de las aeronaves es posible que exista cierto grado de desconocimiento con respecto a la información meteorológica de que disponen los controladores. Esto ha podido llevar a muchos tripulantes a la creencia de que los controladores tienen un conocimiento preciso de las condiciones meteorológicas. Incluso puede llegar al extremo, como en este caso, de suponer que si control no informa sobre algún fenómeno significativo, es que no lo hay.

2.2. Análisis de la operación

El 30 de julio de 2011 la aeronave Bombardier Canadair CL-600-2B19 (CRJ200), matrícula EC-ITU, operada por Air Nostrum, realizaba el vuelo regular de pasajeros ANE 8313, entre los aeropuertos de Badajoz y Barcelona.

El comandante había comenzado su actividad a las 06:55 en Madrid donde había tomado un vuelo de posicionamiento a Barcelona siendo activado en su servicio de imaginaria.

El copiloto empezó su actividad en Almería a las 04:25 siendo este vuelo el quinto de su programación para ese día. Era la primera ocasión en que coincidían estos dos tripulantes en el servicio de vuelo ya que la base operativa del comandante era Madrid y la del copiloto Barcelona.

Tanto la tripulación técnica como la de cabina de pasajeros estaban calificados y tenían sus licencias y habilitaciones en vigor de acuerdo con las normas aplicables de aviación civil en España y las instrucciones y procedimientos del operador.

El combustible con el que despegaron de Badajoz excedía en 250 kg el requerido en el plan de vuelo operacional con el que cubrían Reus como aeropuerto de alternativa.

El copiloto actuaba como piloto a los mandos (PF) y el comandante lo hacía como piloto de vigilancia (PM). Las fases de despegue, ascenso y crucero se desarrollaron con normalidad.

Teniendo previsto en la fase de descenso su entrada por Sabadell, al norte del aeropuerto, el controlador sugirió modificar la llegada y proceder por el sur vía RULOS, ya que los tráficos que llegaban por el norte se estaban desviando por la presencia de formaciones tormentosas.

Según la declaración del comandante el cambio en la maniobra de llegada y la modificación en la maniobra de aproximación prevista alteraron la información comentada en el briefing de aproximación realizado. La premura de la situación les impidió realizar un nuevo briefing.

Alcanzando el punto RULOS fueron requeridos a disminuir su velocidad a 210 kt por lo que la tripulación comenzó a reducir la velocidad preparándose para configurar la aeronave para aproximación extendiendo los spoiler de vuelo (aerofrenos).

Una vez que pasaron el punto RULOS, el controlador de aproximación les informó que les dirigiría a la 4 NM, con objeto de agilizar el aterrizaje, ya que las nubes se estaban metiendo en el localizador, y les facilitó vectores radar para interceptarlo.

En el análisis de las comunicaciones no se ha apreciado que recibieran ninguna instrucción explícita de recortar la maniobra.

Más tarde, concretamente a las 15:10:33 h, el controlador preguntó a la tripulación si aceptarían una aproximación visual, obteniendo respuesta afirmativa, por lo que fueron autorizados a realizar la aproximación visual a la pista 25 R.

A partir de este momento, en aproximación visual, el controlador ya no facilita vectores radar u otras instrucciones acerca de la trayectoria a seguir por la aeronave, quedando por lo tanto a discreción de la tripulación la decisión sobre la ruta a seguir para alinearse con la pista, así como sobre las altitudes a mantener. Sobre este aspecto, es posible que la información de que las nubes de desarrollo estaban dificultando la aproximación por el localizador de la pista 25R, indujera a la tripulación a tratar de realizar la aproximación lo más rápidamente posible.

Hasta ese momento la aeronave estaba volando con el rumbo que les había facilitado control para interceptar la aproximación en la 4 NM. Pero a partir de aquí la tripulación viró hacia la izquierda para volar con un rumbo que les haría interceptar la aproximación en corta final.

Desplegaron el tren de aterrizaje antes de extender los flaps, pretendiendo así añadir más resistencia a los ya extendidos spoiler para reducir la velocidad y conseguir la configuración de aterrizaje lo antes posible.

Según alcanzaban las velocidades límite de extensión de flap fueron configurando el avión en secuencia. Consiguieron la configuración de aterrizaje a más de 5 NM del umbral de la pista, momento en el que la aeronave se encontraba sobre el mar, al SE del aeropuerto, volando con rumbo norte a 2.044 ft de altitud y 152 kt de IAS.

Posteriormente la tripulación desconectó el piloto automático haciéndose cargo de la aeronave en modo manual y retrajo los spoiler de vuelo (aerofrenos).

La trayectoria de descenso conseguida fue ligeramente superior a la teórica de 3°, considerada como la ideal.

Hasta este momento la aproximación y el aterrizaje en la pista podrían haberse llevado a cabo dentro de los estándares de «aproximación estable».

A partir de la 4NM se encontraron con una capa de nubes bajas que hubieran imposibilitado la continuación de la maniobra según reglas visuales (VFR). En esa posición la aeronave se encontraba a 1.390 ft, con velocidad de 132 kt y rumbo de 319°.

Para evitar entrar en esa capa rompieron su trayectoria de descenso y comenzaron a ascender hasta 1.700 ft, llegando a tener una desviación sobre la senda idónea de 775 ft.

La tripulación entonces, al perder las referencias visuales con la pista, maniobró para interceptar el localizador de la pista 25R.

Los pilotos, al perder dichas referencias que les permitían realizar el tráfico visual, debieron haber iniciado la maniobra de frustrada en este punto, en lugar de forzar una transición a reglas instrumentales por debajo de la mínima altitud de seguridad en el sector.

La presentación del radar meteorológico en el MFD les facilitaba un alcance de hasta 320 millas y hasta 60 grados a ambos lados de la trayectoria del avión.

En el momento que interrumpieron su maniobra de descenso la cobertura de 60 grados posiblemente no les permitió tener información meteorológica de la prolongación de pista, que coincide con la trayectoria establecida en la maniobra publicada de aproximación frustrada.

A lo largo de la maniobra de ascenso, para evitar entrar en la capa de nubes, la tripulación continuó con su viraje a final estando en rumbo 299° en el momento en que reanudaron su descenso.

En este momento la cobertura radar les debió permitir apreciar la situación meteorológica adversa que dificultaba la ejecución de la maniobra de frustrada estándar. En la 2,8 NM la tripulación recuperó el contacto visual con la pista, siendo conscientes de que la aproximación no cumplía los criterios de estabilidad. La tripulación, en sus declaraciones, argumentó que el hecho de descubrir en la pantalla radar la presencia de un cumulonimbo que impedía la ejecución de la maniobra de frustrada publicada, les condicionó para continuar la aproximación hasta el final. Además la premura de la situación y su proximidad a la pista les impedía negociar una maniobra alternativa con ATC.

Valoraron la posibilidad de frustrar virando, bien a la derecha o bien a la izquierda, desechando ambas opciones, a causa de la existencia de obstáculos y de la presencia de otras aeronaves, respectivamente.

Desde ese punto y, hasta prácticamente el umbral de pista (0,2 NM), la aeronave se mantuvo en descenso con regímenes moderados próximos a los 1.000 ft/min.

A 1.000 ft AGL la aeronave se encontraba a unos 620 ft de desviación sobre la senda vertical idónea, la velocidad indicada era de 146 kt con configuración de aterrizaje y a 1 NM del umbral, estando desviada a la izquierda del localizador con un rumbo de interceptación de 276°. La V_{ref} para la aproximación correspondiente a su peso al aterrizaje era de 133 kt.

Ya en este punto no se cumplían claramente los criterios de estabilidad establecidos en los manuales operativos. Un chequeo objetivo de estos parámetros habría llamado la atención de la tripulación sobre la dificultad de concluir la aproximación con éxito.

Según las declaraciones de la tripulación, cuando la aeronave se encontraba a unos 600 ft de altitud, ante la actitud dubitativa del copiloto frente a la desestabilización, el comandante decidió tomar los mandos y se comunicó al copiloto diciendo «mío el avión», respondiendo éste «tuyo». A partir de este momento el comandante pasó a ser el PF y el copiloto el PM.

Al analizar el tramo de aproximación realizado por el copiloto como PF, se observa que en ningún momento forzó el régimen de descenso, que siempre se mantuvo en valores normales. Este hecho llama la atención, ya que de haberse mantenido la senda de descenso que estaba siguiendo el copiloto, la aeronave habría sobrevolado gran parte de la pista haciendo inviable su aterrizaje. De este hecho podría inferirse cierto grado de rechazo por parte del copiloto a completar el mismo. Es posible que esta circunstancia fuera la que llevara al comandante a tomar los mandos.

Al hacerlo, el comandante extendió los spoiler de vuelo (aerofrenos), incrementando de esta manera el régimen de descenso de forma notable, alcanzando valores medios próximos a 3.000 ft/min. Asimismo ejecutó un viraje a la izquierda de hasta 42° para

alinearse con la pista. Esto provocó la activación del aviso de proximidad al terreno (EGPWS) emitiendo un aviso de «Sink Rate» y 12 de «Pull up» hasta que la aeronave alcanzó el valor de radioaltura (véase nota 1), a partir del cual el sistema se inhibe. La tripulación no ejecutó reacción alguna ante estos avisos. También hicieron caso omiso ante el aviso EICAS FLT SPLR DEPLOY que expresa que los spoiler de vuelo han sido extendidos a una altitud insegura, por debajo de 800 ft.

A 500 ft se encontraban a unos 400 ft sobre la senda teórica con 42° de alabeo a la izquierda y una velocidad indicada de 135 kt. En esta posición el copiloto como PM debía haber realizado el aviso de «VITAL ITEMS» dando a conocer al comandante el estado de inestabilidad de la aeronave. Una vez tomada la decisión de realizar la toma, el copiloto confiando en la habilidad del comandante pensó que cualquier aviso que instase a romper la maniobra no tenía ya sentido, por lo que omitió el aviso estándar.

Pasaron el umbral de pista a una altura de 365 ft, 315 ft sobre la senda teórica, momento en que el copiloto avisó verbalmente al comandante del alto régimen de descenso.

Una vez sobrevolando la pista, a 0,125 NM pasado el umbral, se produjo el replegado de los spoiler, si bien 1 s más tarde se volvieron a extender, permaneciendo en esta posición hasta tiempo después de aterrizar la aeronave. En las declaraciones de la tripulación no queda claro cuál de los dos tripulantes replegó los spoilers de vuelo. El comandante no pudo justificar su nueva extensión.

El copiloto añadió potencia a los motores con intención de reducir el régimen de descenso.

A 0,2 NM pasado el umbral el comandante inició la recogida reduciendo el régimen de descenso a 1.575 ft/min subiendo el morro del avión hasta 6°. En la recogida se aprecia un aumento del régimen de motor que, desde que el comandante se hizo cargo de los mandos, estaba a ralentí. La velocidad indicada era de 139 kt.

A las 15:14:23 se produjo el contacto de la rueda de morro y de la pata principal derecha con la pista. Se registraron altos valores de aceleración vertical (3,66 g) a pesar de que los motores izquierdo y derecho habían alcanzado unos valores de 43% y 55%, respectivamente. Los spoiler de vuelo estaban extendidos. Posiblemente no se desplegaron los spoiler de tierra debido a que las palancas de empuje no se encontraban en posición de ralentí («idle»).

Se produjo un rebote de la aeronave alcanzando en el siguiente segundo la condición de «aire», es decir, sin apoyar ninguna de las patas del tren de aterrizaje.

Posteriormente se produjo de nuevo el contacto de la pata derecha con la pista volviéndose a alcanzar valores elevados de aceleración vertical (2,45 g). Es en este

momento cuando se despliegan los spoiler de tierra. Los valores de N1 de los motores izquierdo y derecho fueron de 60% y 57% respectivamente, siendo los más elevados que se alcanzan durante esta fase.

Dos segundos más tarde se produjo el contacto de las otras dos patas del tren de aterrizaje, siendo el valor máximo de aceleración vertical de 1,82 g. La velocidad indicada era de 129 kt. Los valores de N1 se habían reducido hasta 43% y 40%, motores izquierdo y derecho respectivamente.

Una vez la aeronave tuvo las tres patas apoyadas sobre la pista, comenzó a reducir rápidamente su velocidad. Desde este momento hasta que la aeronave obtiene una velocidad suelo (GS) de 50 kt pasaron 12 s. El hecho de llevar los spoiler de vuelo extendidos en la aproximación desde 600 ft sobre la pista, se considera que influyó en el desplome del avión y en la corta carrera de aterrizaje conseguida.

No utilizaron empuje de reversa en su deceleración, lo que no se considera estándar ya que el operador demanda emplearla, al menos, al ralentí en todos los aterrizajes. En una situación que les llevó a aterrizar más lejos de la TDZ, perdiendo pista disponible para aterrizar, no se debe despreciar el uso de sistemas que disminuyan la carrera de aterrizaje. Por esto se deduce que el sistema de empuje de reversa no estaba disponible. El Comandante no recuerda si llegó a utilizarlo.

Ante la no disponibilidad de CVR que confirme la actuación de la tripulación, se piensa que, a causa de la premura de la situación, se omitió o no se leyó correctamente la lista de «Before Landing» donde se indica armar las reversas. Se perdió una segunda oportunidad al omitir el aviso de «VITAL ITEMS», donde el operador presenta una barrera adicional para confirmar que el avión está correctamente configurado para el aterrizaje.

Abandonaron la pista por la calle R-5 y se dirigieron al puesto de estacionamiento que les asignaron (296) al que llegaron sin novedad rodando por las calles E, J y QS.

Una vez detenida la aeronave, la tripulante auxiliar comunicó a la tripulación técnica que tenía dolores en el cuello producidos durante el primer impacto de la aeronave.

2.3. Análisis de la maniobra de aproximación frustrada

Una visión comparativa de los criterios de estabilidad establecidos por la FSF (Flight Safety Foundation), los considerados por el operador en sus manuales, y los que se produjeron en el vuelo ANE 8313 son presentados en el siguiente cuadro:

Criterios de Estabilidad			
	FSF	ANE	ANE 8313
1º	Trayectoria correcta	Trayectoria correcta (Alineada con pista)	Nunca estuvo en senda de 3º
2º	Sólo pequeños cambios	???	Significativos: Roll - 40º / Pitch - 10º
3º	Vref + 20 Vref	Vref + 20 Vref	Vref + 20 Vref
4º	Configuración OK	Configuración OK	Spoiler desde 300´ hasta impacto
5º	Régimen 1000´/ min.	Régimen 1000´/ min.	Hasta 3500´/ min. 13 avisos del GPWS
6º	Potencia para configuración	???	N1 = 26% / N2 = 62%
7º	“Briefing” + Listas	“Briefing” + Listas	No hay CVR
8º	Un punto. Planos nivelados 300´	Un punto. Planos nivelados 300´	LOC 3 puntos / GS 3,3 puntos. (-6º/+14º)
9º	Desviaciones “Briefing” especial	Desviaciones “Briefing” especial	No hay “Briefing” especial
10º	Inestable a 500´, hay que realizar G/A	Inestable a 500´, hay que realizar G/A	No realiza G/A

Figura 13. Cuadro comparativo de criterios de estabilidad de la FSF , del operador y los reales del vuelo ANE 8313

La aplicación de la norma establecida de desestabilización debería haber conducido a la tripulación a tomar la decisión de ejecutar la maniobra de frustrada.

El operador, en su MO A, respecto a la instrucciones que ofrece sobre el vuelo en condiciones meteorológicas adversas, expone:

«Se tendrá muy en cuenta la posibilidad de efectuar una aproximación frustrada que lleve al avión hacia una tormenta situada en la trayectoria de dicha frustrada.»

Esta posibilidad no fue contemplada a priori, y no condicionó la maniobra de aproximación hasta que no fue advertida la presencia de la nube de desarrollo mediante el radar meteorológico de a bordo.

Cuando un controlador presenta a una tripulación la opción de aceptar una aproximación visual, éstos deberían estar muy seguros de poder ejecutar tanto la aproximación visual como, en caso de perder el contacto, la frustrada correspondiente (EU OPS 1.400), antes de aceptarla.

La maniobra de frustrada publicada en el AIP España para la aproximación a la pista 25R en la fecha del accidente era:

«Subir en R-246 BCN (rumbo de pista) hasta alcanzar 3.000 ft y esperar autorización ATC.»

En sus declaraciones el comandante justifica la decisión de no ejecutar la maniobra de frustrada en la no viabilidad de ésta ante la presencia de la nube de desarrollo que afectaba a la maniobra publicada, la presencia de obstáculos a su derecha y la existencia de otros tráficos a su izquierda.

En este análisis se detecta que la tripulación, ajustándose a los procedimientos publicados, habría tenido la oportunidad de advertir la necesidad de frustrar la maniobra en tres ocasiones:

- Al perder las referencias visuales ejecutando una aproximación visual por debajo de la Altitud Mínima de Sector (MSA).
- A 1.000 ft AGL no se cumplían claramente los criterios de estabilidad establecidos en los manuales operativos. Un chequeo objetivo de estos parámetros podría haber llamado la atención de la tripulación sobre la dificultad de concluir la aproximación con éxito.
- A 500 ft AGL donde el operador obliga a comprobar que la aeronave se encuentra en condiciones de ejecutar un aterrizaje seguro mediante la comprobación de VITAL ITEMS.

La demora en la decisión, condicionada por el deseo de aterrizar antes de que la tormenta se situase sobre el campo, provocó que la aeronave se fuera encerrando en una situación complicada de difícil salida.

La situación del tráfico aéreo en el hipotético momento de frustrar la maniobra era (véase figura 11):

- Aeronave con indicativo ANE 8092. Había despegado de la pista 25L, y en ese momento se encontraba a 2.800 ft de altitud en ascenso a FL120 y alejándose del aeropuerto.
- Aeronave con indicativo VLG 6106. Había despegado de la pista 25L antes que la aeronave anterior, y en ese momento se encontraba a 7.200 ft de altitud en ascenso a FL190 y alejándose del aeropuerto.
- Aeronave con indicativo VLG 8034. Esta aeronave seguía en la secuencia de aterrizaje a la del suceso. Estaba realizando un viraje de 360° a 1.400 ft de altitud al sureste del campo.
- Aeronave con indicativo UTA 5187. Esta aeronave seguía en la secuencia de aterrizaje al VLG8034 y se encontraba a 4.400 ft en descenso para 3.500 ft al este del campo.
- Aeronave con indicativo JKK 2851. Esta aeronave fue la última que despegó de Barcelona en este periodo. La carrera de despegue se inició a las 15:15:45, es decir alrededor de 1:20 minutos después de la toma del ANE 8313.

Con esta perspectiva se considera que la decisión de frustrar evitando la tormenta era la mejor solución ya que, cualquier rumbo de desvío con componente sur, hubiera sido factible siendo ATC el responsable de la separación de las aeronaves durante la ejecución de la maniobra.

Se ha detectado que el operador incluye como factor de estabilización en su OM A la necesidad de haber leído las listas correspondientes y haber realizado los briefings adecuados. Sin embargo esta observación no aparece en el documento de referencia para la operación PRM por lo que se recomienda su inclusión.

El operador, en su PRM, añade el aviso de «VITAL ITEMS» como una barrera añadida a la desestabilización. Este aviso supone la revisión de la configuración correcta del avión ante el aterrizaje inminente. Se recomienda al operador que clarifique en el mismo documento que la ejecución de la comprobación correspondiente a VITAL ITEMS no excluye ni sustituye la ejecución de los procedimientos normales correspondientes a la fase de vuelo.

2.4. Organización del operador

2.4.1. Registradores de vuelo

La tripulación hizo una anotación de «toma dura» en la documentación correspondiente. Después llevaron a cabo una inspección visual de la aeronave en la que no detectaron ninguna anomalía.

El personal de mantenimiento del operador, realizó también una inspección de la aeronave motivada por la «toma dura» reportada por la tripulación, en la que sí se apreciaron daños estructurales.

Debido a que el registrador de voces en cabina (CVR) no había sido desconectado, al energizar mantenimiento la aeronave se produjo su activación y, a consecuencia de ello, el regrabado del mismo, con la consiguiente pérdida de la totalidad de la información del vuelo del suceso.

Air Nostrum tiene previsto incluir en sus manuales un procedimiento que conduzca a evitar dicha situación generando instrucciones que conduzcan a salvaguardar los registros grabados en los sistemas de la aeronave en caso de accidente o incidente.

Conviene señalar que este hecho no es exclusivo de este operador, y que la experiencia acumulada en la investigación de otros sucesos similares ha puesto de manifiesto que prácticamente ningún operador español tiene recogidos en sus manuales procedimientos en esta materia.

La publicación del Reglamento (UE) 965/2012 (véase 1.18.2) ha venido a enmendar esta deficiencia al introducir nuevos requisitos en esta materia, en especial, el relativo a que los manuales de operaciones han de contener procedimientos para asegurar la preservación de los registradores.

Aunque desde el punto de vista reglamentario puede considerarse que esta deficiencia ha quedado subsanada mediante la publicación del citado Reglamento, desde el punto de vista práctico queda por cumplimentar su implementación. Por lo tanto, parece aconsejable la adopción de medidas encaminadas a comprobar la incorporación de este requisito en los manuales de operaciones. Con ese objetivo se emite una recomendación a la AESA, en su labor de supervisión, con objeto de que se asegure del cumplimiento de dicho requisito por parte de los operadores españoles.

2.4.2. FDM

Siguiendo la normativa, el operador lleva a cabo un programa de monitorización de los datos de vuelo con el objeto de supervisar que la operación de sus aeronaves cumple con los estándares de seguridad. De este programa se extraen conclusiones que, reflejadas en estadísticas, llevan a desarrollar acciones correctivas para minimizar o evitar dichas desviaciones.

En concreto el vuelo ANE 8313 ha merecido un análisis FDM del que se han extraído conclusiones que han llevado al operador a reiterar a sus tripulaciones la necesidad de la realización de aproximaciones estabilizadas. A este respecto se ha difundido la información analizada tanto en las conferencias de CRM y como en las de seguridad de vuelo. Asimismo la Dirección de Instrucción de la compañía ha hecho hincapié en la práctica de dicha política monitorizándola en sus sesiones recurrentes de simulador.

Además en la revista trimestral de seguridad de vuelo, se han mostrado temas relativos a la estabilización de las aproximaciones insistiendo en el importante papel del F/O como barrera para evitar que la operación derive a un estado no deseado y, si llegase el caso, ejecutar la acción correctiva.

2.4.3. Manuales

2.4.3.1. Aproximación visual

Como se indica en el punto 1.10.1.1, el apartado 1.2.4 del PRM contiene indicaciones y criterios acerca de cuándo debe frustrarse una aproximación.

Si bien, en lo que respecta a las aproximaciones visuales facilita la siguiente instrucción: «No descender a menos que se establezca y mantenga contacto visual con el terreno

y/o las luces», no incluye ninguna instrucción respecto a la continuación o no de una aproximación visual cuando durante la misma se produce la pérdida de las condiciones visuales o se pierda el contacto visual con la pista.

En caso de producirse la pérdida de vista de las referencias necesarias para realizar una aproximación visual por variación de las condiciones meteorológicas, estando la aeronave establecida por debajo de la MSA, no sería posible la continuación de la maniobra haciendo una transición a reglas instrumentales IFR, por lo que sería preciso frustrar la aproximación.

Por lo tanto, parece aconsejable que el PRM recoja instrucciones claras y concisas sobre la obligación de frustrar una aproximación visual, cuando se pierdan las condiciones visuales o el contacto visual con la pista, estando la aeronave por debajo de la MSA. A este respecto se emite una recomendación.

2.4.3.2. Avisos del EGPWS

La norma EU OPS 1.395 establece que cuando cualquier miembro de la tripulación de vuelo, o un sistema de alerta de proximidad al suelo, detecte una proximidad indebida al suelo, el comandante, o el piloto en quien se haya delegado la conducción del vuelo, *aplicará de inmediato medidas correctivas* para establecer condiciones de vuelo seguras.

Los avisos del EGPWS advierten de una situación potencialmente peligrosa que requiere la actuación inmediata de la tripulación en la forma en que se indica en los procedimientos.

Los manuales del operador incluyen información exhaustiva sobre los diferentes avisos del sistema mejorado de aviso de proximidad del terreno (EGPWS), y las «respuestas recomendadas» en caso de producirse un aviso (OM A y PRM).

En la investigación del accidente se ha determinado que la tripulación, a pesar de tener repetidas alertas del EGPWS, las omitió y no ejecutó ninguna maniobra reactiva al respecto.

En este sentido se considera que el operador debería instruir a sus tripulaciones para que actuaran de acuerdo a la norma expuesta, facilitando que su documentación exprese claramente cuáles son los procedimientos y acciones a seguir de forma indubitable en caso de activación del equipo de detección del terreno.

A tal fin, se considera conveniente emitir una recomendación de seguridad dirigida al operador con objeto de que modifique el término «recomendadas» en su manual para eliminar el sentido opcional de respuesta ante alertas de proximidad al terreno.

2.4.3.3. Listas de verificación

Los primeros accidentes ocurridos y registrados relacionados con listas de verificación datan de 1968 (Chicago y Anchorage).

A raíz de éstos y otros accidentes ocurridos, se realizaron estudios, tales como el NTSB/SS-94/01⁵, que pusieron de manifiesto la necesidad de prestar mayor atención a la influencia de los factores humanos en el diseño y uso de las listas de verificación.

En los trabajos de Degani & Wiener, Turner, CAA (CAP 676) y de la propia FAA en su «HUMAN PERFORMANCE CONSIDERATIONS IN THE USE AND DESIGN OF AIRCRAFT CHECKLISTS», se establecieron conclusiones acerca de los criterios que debían tener las listas de verificación.

De acuerdo con la información facilitada por la tripulación de la aeronave del accidente objeto del presente informe, la lista de BEFORE LANDING no se leyó o se leyó mal.

Por otra parte, y aunque de la investigación de este suceso se ha concluido que dicha lista no contribuyó al accidente, al examinarla se ha observado que no está elaborada de acuerdo a los criterios anteriormente aludidos. En este sentido se ha observado que los puntos a realizar no siguen el orden según criterio de criticidad. Asimismo se aprecia en la lista que la acción debe ser comprobada y respondida por el PF, siendo criterio recomendado que los puntos críticos (flaps, tren, reversa, etc.) deben ser confirmados por ambos pilotos.

Por este motivo, y teniendo en cuenta que las listas de verificación son elementos esenciales en la seguridad de las operaciones, se considera necesario emitir una recomendación dirigida al operador de la aeronave, cuyo objeto es la modificación de la lista de verificación «before landing» a fin de adecuarla a los criterios comúnmente recomendados.

Por otra parte, en el manual de referencia del piloto (PRM) el operador establece, con carácter obligatorio para sus tripulaciones, la ejecución por parte del PM de un aviso operacional («callout») de VITAL ITEMS a 500 ft de radaraltímetro, que reafirme que la aeronave se encuentra en condiciones de realizar un aterrizaje con seguridad.

Este procedimiento no está contemplado en la documentación de Bombardier, y contempla comprobaciones ya exigidas en la lista de BEFORE LANDING. Se advierte que esta redundancia en dos procedimientos a realizar en un breve periodo de tiempo puede inducir a las tripulaciones a simplificar su operación ejecutando únicamente una de ellas.

⁴ National Transportation Safety Board, Safety Study; a Review of Flightcrew-involved, Major Accidents of US Carriers, 1978 through 1980.

Por este motivo se emite una recomendación al operador para que clarifique que VITAL ITEMS es un aviso operacional («callout») que confirma una situación pero no sustituye la ejecución de las listas de procedimientos normales.

Se aprecia además que entre los criterios de estabilización establecidos como referencia por la FSF («Flight Safety Foundation») se encuentra la condición de estar realizadas todas las listas de comprobación y briefing pertinentes completados para la consideración de una aproximación como estabilizada.

Se ha detectado que esta condición es contemplada por el operador en su MO A pero no así en su Manual de Referencia del Piloto (MO B). Por este motivo, y a fin de incidir en la importancia de este aspecto, se emite una recomendación al operador para que incluya en el PRM la necesidad de tener listas y briefing completados como uno de los criterios necesarios para considerar una aproximación como estabilizada.

2.4.3.4. Frustrada obstaculizada

De acuerdo con las declaraciones de la tripulación, cuando recuperaron el contacto visual con la pista fueron conscientes de que no era posible hacer la aproximación en las condiciones de estabilización requeridas, y prácticamente de forma simultánea, advirtieron que la maniobra de frustrada publicada estaba afectada por cumulonimbos, lo que la hacía inviable.

Como se ha concluido en el punto 2.3 la opción más recomendable hubiera sido frustrar el aterrizaje evitando penetrar en la zona con cumulonimbos, y comunicarlo inmediatamente a los servicios de control para que pudieran adoptar las medidas necesarias para mantener la separación con el resto de aeronaves.

Sin embargo, la tripulación, tanto durante el suceso como días después, considera que en esas condiciones no había más opción que aterrizar, estimando inviable la posibilidad de frustrar con una maniobra diferente a la estándar.

La única mención que se ha encontrado en los manuales del operador con respecto al caso de que la maniobra de frustrada esté inoperativa, ha sido en el capítulo dedicado al vuelo en condiciones meteorológicas adversas que contiene una advertencia sobre que se evite la posibilidad de efectuar una aproximación frustrada que lleve al avión hacia una tormenta situada en la trayectoria de dicha frustrada, pero no facilita ninguna instrucción de cómo actuar en esos supuestos.

A la vista de lo anterior, parece evidente que sería conveniente prever procedimientos de actuación en caso de frustrada estando condicionada la maniobra estándar, e incorporarlos a los manuales y al plan de instrucción. A este respecto se emite una recomendación.

2.5. Factores humanos

En la investigación de este caso, ante la no disponibilidad de grabación del CVR, se ha hecho necesario apoyarse en el testimonio de ambos pilotos.

2.5.1. *Conciencia situacional*

El comandante, en su declaración, reclamó que el controlador le debía haber dado información de la posición de las nubes de desarrollo que condicionaron la maniobra. Esto evidencia que ignoraba que la información de la que dispone el controlador no es suficiente para conocer la situación meteorológica real y su evolución. En cualquier caso, la asunción que hizo la tripulación de considerar que no había ninguna incidencia meteorológica significativa en la prolongación de la pista, basándose en el hecho de que el controlador no les había indicado nada al respecto, indujo a la tripulación a crearse mentalmente una situación del entorno que no se correspondía con las condiciones reales, es decir, a la pérdida de la conciencia situacional.

A partir de este momento, el proceso de toma de decisiones se verá notablemente condicionado por este hecho. En este sentido, puede que la tripulación, aunque sea consciente en un momento dado de que debería abortar la maniobra, puede tomar la decisión de forzar un poco más, continuando la maniobra, en la confianza de que aún les queda la opción de frustrar.

2.5.2. *Comunicación*

Para pasar de una aproximación instrumental a una aproximación visual es preciso que previamente la tripulación determine que es viable. Según se establece en los manuales del operador sólo se iniciará una aproximación visual si las condiciones meteorológicas son tales que permiten volar ininterrumpidamente en VMC en el tramo correspondiente. Por lo tanto, antes de aceptar o rechazar el ofrecimiento de hacer la aproximación visual, la tripulación debería haber llevado a cabo la valoración de su viabilidad y, en caso favorable, un briefing sobre la nueva situación.

En este caso se observa que cuando el controlador ofreció la posibilidad de hacer una aproximación visual, la tripulación respondió rápidamente de forma afirmativa. De la rapidez con la que respondieron, se puede deducir que no valoraron la viabilidad de realizar la aproximación visual, puesto que no tuvieron suficiente tiempo para ello. Este hecho cabría calificarse como comunicación deficiente.

De la situación descrita cabría extraer otra conclusión: que la tripulación pudo no realizar la valoración mencionada anteriormente por tener el convencimiento de era posible realizar una aproximación visual sin interferencias. Esta convicción pudo estar basada

únicamente en la información de que las nubes no habían afectado aún el tramo del localizador comprendido entre la milla 4 y la pista.

Aunque la pérdida de las condiciones visuales supuso un cambio significativo en las circunstancias de la maniobra, de acuerdo con las declaraciones de la tripulación, no fue motivo de discusión la continuidad de la maniobra, lo que viene a ser otro ejemplo de comunicación deficiente.

También puede considerarse como un fallo de comunicación la desatención de las alertas automáticas de proximidad al terreno emitidas por el EGPWS.

2.5.3. *Trabajo en equipo*

Según declaración del comandante, «ante el comportamiento dubitativo del copiloto él tomó los mandos y ejecutó su decisión». El hecho es que el comandante se hizo cargo de los mandos a unos 600 ft de altitud, a 0,5 millas de la cabecera.

Al tomar los mandos el comandante redujo gases hasta «Idle». Dos segundos antes del impacto, pidió al 2.º piloto que avanzara los gases, lo que éste hizo.

Sin embargo declaró que no advirtió que el copiloto metiera gases ya que el retraso en la aceleración de los motores no produjo ningún efecto en la reducción de régimen de descenso y en el control de la maniobra de aterrizaje.

Se aprecia que la decisión de continuar, de alto riesgo y limitada en el tiempo, fue tomada por el comandante. La actuación bajo estas condiciones se ve afectada por el entrenamiento y la experiencia individual.

El copiloto no fue capaz de completar la maniobra ante las dudas sobre su viabilidad. A pesar de reconocer la desestabilización aceptó la decisión del comandante sin saber transmitirle el riesgo que él apreciaba.

Tanto el comandante, que tenía un total de 7.300 h de vuelo (6.500 en el tipo), como el 2.º piloto con 3.000 h totales (1.000 en el tipo), eran pilotos con experiencia.

Aunque de las características particulares de los dos pilotos (experiencia, diferencia de edad) no se aprecian factores relevantes que pudieran afectar al gradiente de poder en cabina, lo cierto es que la decisión del comandante no fue puesta en cuestión por el copiloto, a pesar de apreciar la complejidad de la situación que le generó ese momento de incertidumbre.

El hecho de que era la primera vez que volaban juntos debía haber reforzado el ajustarse al máximo a los procedimientos estándar (SOP) para facilitar la detección de desviaciones coadyuvando así al trabajo en equipo.

Sin embargo, según la declaración del comandante:

Finalmente optó por la desestabilización y entrar en la pista. El comandante sigue preguntándose qué podría haber hecho que fuera diferente de lo que hizo, porque sigue sin ver otras posibles alternativas.

2.5.4. *Omisiones*

El copiloto en su declaración comenta:

«... La frenada posterior fue normal y salimos de la pista por "R5", que es la salida usada habitualmente, por lo que, pese al rebote, la toma no fue muy larga...»

El hecho de conseguir una carrera de aterrizaje tan corta se debió a que llevaban los spoiler de vuelo (aerofrenos) extendidos desde más de 500 ft sobre la pista. A pesar de que, en un momento dado, la tripulación repliega los spoiler de vuelo antes del aterrizaje, éstos son nuevamente actuados por el comandante que no fue capaz de justificar dicha acción viéndose superado por las circunstancias. Este hecho es indicativo de la complejidad de la situación en la que se vio envuelta la tripulación.

No utilizaron empuje de reversa, porque el estrés generado en esta situación, no estándar, posiblemente les llevó a omitir o a realizar incorrectamente el armado de este sistema incluido en la lista de «Antes del aterrizaje» («Before Landing»).

La no disponibilidad de tiempo ante la premura de la situación debería haber llevado al comandante a «aplicar la regla», es decir frustrar la maniobra.

Este comportamiento obedecería a una situación previamente entrenada. El hecho de existir condicionantes imprevistos externos conduce a la improvisación, desviándose de los procedimientos estándar, lo que no siempre concluye con la decisión acertada.

El tráfico que le seguía en secuencia (VLG 8034) a unas 4 millas y que en ese momento estaba a la misma altura (1.600 ft) que el ANE 8313, solicitó hacer un 360° porque iban muy altos. Dos minutos después el VLG 8034 avisó al controlador de que en caso de frustrar lo harían por la izquierda con rumbo 180°. La decisión tomada por esta tripulación está facilitada por la mayor disponibilidad de tiempo que les posibilita un mejor análisis de la situación (proceso de decisión).

2.5.5. *Gestión de amenazas y errores (TEM)*

Con la inestabilidad lo que se consiguió fue un «estado no deseado», ya que, el propio comandante dice que con el Cumulonimbo que tenían delante, la frustrada resultaba imposible, «... por lo que optó por la desestabilización y entrar en la pista».

En su declaración el Comandante expone que:

«En cada fase de la aproximación la información disponible se ajustaba a normas y eran decisiones razonables, hasta que estuvieron en final, donde ya sólo cabía saltarse la norma, lo que decidió pensando en los posibles riesgos: a la izquierda con tráficos en viento en cola había posibilidad de colisión; de frente había cierto riesgo si entraba en un eco rojo/magenta. Finalmente optó por la desestabilización y entrar en la pista. Sigue preguntándose qué podría haber hecho que fuera diferente de lo que hizo, porque sigue sin ver otras posibles alternativas.»

El copiloto por su parte indicó que no realizó los «callout» estándar de estabilización (vital ítems) ya que consideró que una vez tomada la decisión de tomar tierra en esas condiciones no tenía sentido su ejecución.

La errónea gestión dio como resultado una situación de riesgo que se tradujo en daños importantes para la aeronave.

3. CONCLUSIÓN

3.1. Conclusiones

- La aceptación de la maniobra de tráfico visual estuvo basada en la información meteorológica recibida, que no reflejaba la existencia de núcleos tormentosos en la prolongación del eje de pista. Se aprecia un defecto en la comunicación con el controlador, al que podían haber reclamado más datos que le facilitasen la aproximación.
- Ante la pérdida de las condiciones de vuelo visuales improvisan una corrección que les dirige a la no estabilización de la maniobra. La ejecución de maniobra frustrada en ese punto podría haber evitado los problemas que afrontaron posteriormente. Se identifica una falta de conciencia situacional.
- La decisión de aterrizar les lleva a realizar un recorte excesivo de maniobra en condiciones distintas a las visuales generando la aproximación no estabilizada. Se infiere una mala gestión del error al forzar la maniobra.
- La detección de meteorología adversa en corta final condicionó en gran manera la decisión del comandante para ejecutar la maniobra de frustrada. De nuevo se detecta una errónea gestión de la amenaza provocada por el estrés que condiciona la operación.
- Aunque de la información meteorológica recogida no se ha podido determinar con seguridad la presencia del cumulonimbo, de la actuación de las aeronaves que le sucedían se infiere que la maniobra frustrada publicada estaba afectada por condiciones adversas.
- La indecisión del PF (copiloto) ante la no estabilización denota falta de comunicación.
- El comandante se hace cargo de la aeronave a 600 ft y ejecuta una maniobra que implica un alto régimen de descenso. Al hacerlo, sin darle otra opción al segundo, denota cierta actitud autoritaria que desnivela el gradiente en cabina.
- Ante la súbita reacción del comandante el copiloto queda fuera del entorno y considera que no tiene sentido la realización de avisos de inestabilidad. La falta de comunicación entre ellos podría haber condicionado la actuación del comandante.
- De nuevo hay fallo de comunicación frente a la falta de atención ante alertas del copiloto y del EGPWS.
- En la toma se aprecia una técnica indebida al utilizar los spoiler de vuelo de forma intuitiva, lo que provocó la dificultad para reducir el elevado gradiente de descenso. Al margen de la prohibición de su utilización por debajo de 300 ft.
- El estrés generado por la desestandarización de la aproximación pudo provocar la no realización o realización deficiente de las listas de operación normal («Before landing»), haciendo que la configuración del avión en el aterrizaje no fuera la correcta (reversas desarmadas y spoilers fuera).
- El operador incluye como factor de estabilización en su MO A la necesidad de haber leído las listas correspondientes y haber realizado los briefing adecuados. Sin embargo esta observación no aparece en el documento de referencia para la operación PRM.

- El operador, en su PRM, añade el aviso de «VITAL ITEMS» como una barrera añadida a la desestabilización. Este aviso supone la revisión de la configuración correcta del avión ante el aterrizaje inminente, pero no debe excluir ni sustituir la ejecución de los procedimientos normales que correspondan a la fase de vuelo.
- La lista de «before landing» no está elaborada de acuerdo a los criterios más comúnmente recomendados: el orden de los puntos no sigue el orden según criterio de criticidad; se aprecia en la lista que la acción debe ser comprobada y respondida por el PF, siendo criterio recomendado que los puntos críticos (flaps, tren, reversa, etc.) deben ser confirmados por ambos pilotos.
- En su documentación operacional (MO A y B) el operador expone las situaciones en las que se debe ejecutar frustrada. Se advierte que existe la carencia de alertar a sus tripulaciones de la necesidad de frustrar si durante una maniobra visual se pierden de vista las referencias requeridas.
- La gestión errónea de amenazas y errores (TEM), que lleva al estado no deseado, podría haberse solucionado, aplicando la instrucción recibida, realizando una maniobra de frustrada por la izquierda como opción más segura, que fue la que ejecutaron los tráficos que les seguían.

3.2. Causas

La causa de este accidente fue:

La realización de una aproximación no estabilizada, propiciada por la decisión tomada por el comandante de intentar entrar con regímenes de descenso superiores a 2.500 ft/min y con los spoilers de vuelo desplegados desde los 600 ft hasta el suelo.

Asimismo, se han identificado los siguientes factores contribuyentes:

La detección de una situación meteorológica adversa diferente de la esperada y la falta de comunicación entre ambos pilotos que indujeron la pérdida de la conciencia situacional por parte de la tripulación y la ausencia de respuesta a los avisos del EGPWS.

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

La investigación de este accidente ha puesto de manifiesto la existencia de algunas carencias y/o defectos en la documentación de carácter operacional del operador de la aeronave, cuya modificación, enmienda o adecuación se considera que son importantes para la mejora de la seguridad de las operaciones. Con este fin, se formula la siguiente recomendación:

REC 15/13. Se recomienda a Air Nostrum que modifique su documentación de índole operacional en los siguientes aspectos:

- Que se incluya en el PRM la necesidad de tener listas y briefing completados como uno de los criterios necesarios para considerar una aproximación como estabilizada.
- Se clarifique que VITAL ITEMS es un aviso operacional («callout») que confirma una situación pero no sustituye la ejecución de las listas de procedimientos normales.
- Que sustituya el término «recomendadas» a las acciones contenidas en sus manuales frente a las alertas de proximidad al terreno emitidas por el EGPWS, evitando así la opción de no ejecutar acciones que deben ser llevadas a cabo de forma inmediata e indubitable.
- Que modifique la lista de verificación «before landing» a fin de adecuarla a los criterios de elaboración de listas comúnmente reconocidos.
- Que se incluya la necesidad de realizar una aproximación frustrada siempre que en una maniobra visual se pierdan de vista las referencias requeridas.

Por otra parte, la investigación de este suceso también ha puesto en evidencia la existencia de algunas carencias de la tripulación en materia de coordinación y CRM, así como en lo que se refiere a criterios de actuación en caso de tener que afrontar situaciones en las que las maniobras estén inoperativas. Por este motivo, se emite la siguiente recomendación, dirigida al operador de la aeronave, a fin de que refuerce la instrucción de sus tripulaciones en los aspectos que se citan.

REC 16/13. Se recomienda a Air Nostrum que refuerce la instrucción de sus tripulaciones en:

- Escenarios tan exigentes como el presentado en este accidente, reforzando la coordinación de la tripulación y sus habilidades CRM.
- Que elabore una guía de actuación tendente a facilitar la modificación de la operación en aquellos casos en que esté restringida la maniobra prevista, así como que la incluya en su documentación operacional e instruya a las tripulaciones sobre esa materia.

Aunque la norma EU-OPS 1.160, establece las obligaciones de los operadores aéreos en lo que se refiere a la conservación, presentación y utilización de grabaciones de los registradores de vuelo en caso de accidentes o incidentes, la experiencia en la investigación ha puesto de manifiesto que, como se ha reflejado en el punto 2.4.1, prácticamente ningún operador español tiene recogidos en sus manuales procedimientos orientados a la preservación de registradores de vuelo tras un accidente o incidente, lo que ha posibilitado que en varias investigaciones se haya perdido información esencial. Por este motivo, se considera necesario emitir una recomendación dirigida a la AESA a fin de garantizar la preservación de los registradores de vuelo.

REC 17/13. Se recomienda a la AESA que se asegure que las compañías españolas cumplen los requisitos establecidos en el Reglamento (UE) 965/2012, en lo relativo a que incorporen en sus manuales de operaciones procedimientos para asegurar la preservación de los registradores después de un accidente o incidente sujeto a notificación obligatoria.

ANEXO

ANEXO A
Aproximación ILS a la pista 25R
de Barcelona

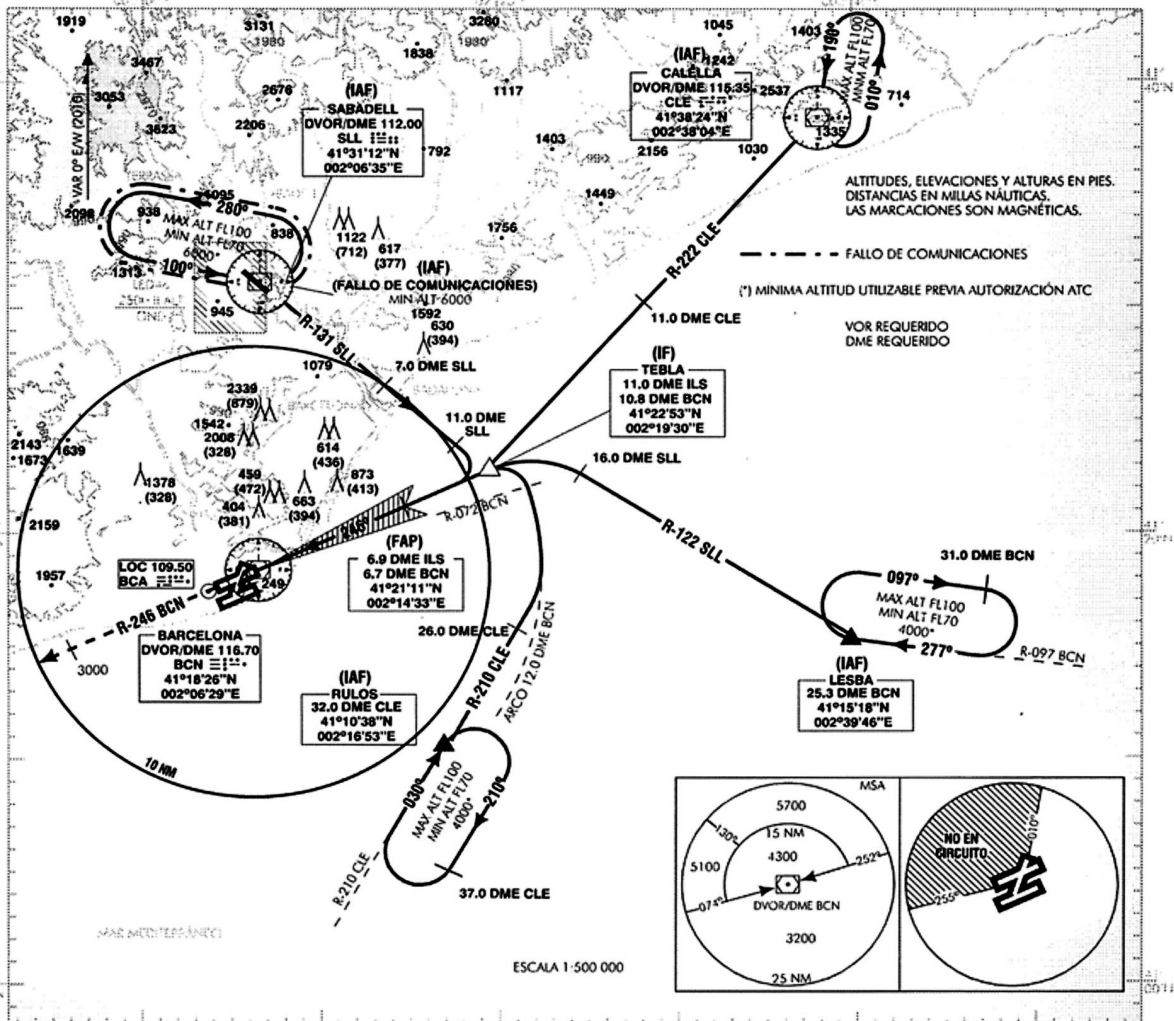
CARTA DE APROXIMACIÓN
POR INSTRUMENTOS-OACI

ELEV AD
14

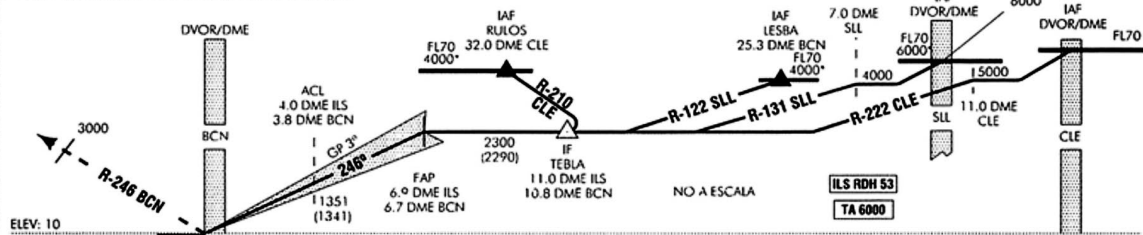
APP 119.100
TWR 118.100
ATIS 118.325
118.650

GMC E 121.850
GMC W 121.700
GMC S 121.650

BARCELONA
ILS
RWY 25R



FRUSTRADA: SUBIR EN R-246 BCN HASTA ALCANZAR 3000 h Y ESPERAR AUTORIZACION ATC.
FRUSTRADA FALLO DE COMUNICACIONES: SUBIR EN R-246 BCN HASTA ALCANZAR 3500 h. VIRAR A LA DERECHA DIRECTO AL DVOR/DME BCN ASCIENDIENDO A 6000 h PARA INTEGRARSE EN LA ESPERA.



ELEV: 10
THR RWY 25R
HGT REF ELEV THR RWY 25R

OCA/H	A	B	C	D	
STA	CAT I 2.5%	305 (295)	317 (307)	325 (315)	336 (326)
	CAT I 3%	215 (205)	227 (217)	235 (225)	246 (236)
	CAT II 2.5%	(216)	(233)	(245)	(259)
	CAT II 3%	(97)	(114)	(125)	(140)
En circuito (H) sobre 14	580 (570)	700 (690)	890 (880)	1300 (1290)	

GS	kt	80	100	120	140	160	180
FAP-THR: 6.9 NM	min:s	5:10	4:08	3:27	2:57	2:35	2:18
FAP-MAPT:	min:s						
ROD: 5.2 %	fr.min	425	531	637	743	849	955
ALT/HGT DME (ILS) FNA							
13 DME	12 DME	11 DME	10 DME	9 DME	8 DME	7 DME	6 DME
							5 DME
							4 DME
							3 DME
							2 DME
							1 DME
					20:0 (2000)	1680 (1670)	1360 (1350)
						1030 (1020)	710 (700)

WEF 29-JUL-10 (AIRAC AMDT 06/10)

AIP-ESPAÑA

AD 2-LEBL IAC/13

