CIAIAC

COMISIÓN DE
INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES
E INCIDENTES DE
AVIACIÓN CIVIL

Informe técnico IN-009/2016

Incidente ocurrido a la aeronave Airbus A-320-232, matrícula EC-MGE, el día 28 de marzo de 2016 en el aeropuerto de Bilbao (Bizkaia)

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

Informe técnico

IN-009/2016

Incidente ocurrido a la aeronave Airbus A-320-232, matrícula EC-MGE, el día 28 de marzo de 2016 en el aeropuerto de Bilbao (Bizkaia)

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
SUBSECRETARÍA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

© Ministerio de Fomento
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

NIPO Línea: 161-19-065-X

Maquetación: ASAP Global Solution S.L.

Impresión: Centro de Publicaciones

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.° 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 vi

SINOPSIS ix

1. INFORMACION FACTUAL 1
- 1.1 Antecedentes del vuelo 1
- 1.2 Lesiones personales 3
- 1.3 Daños a la aeronave 3
- 1.4 Otros daños 3
- 1.5 Información sobre el personal 3
  - 1.5.1 Información de la tripulación 3
- 1.6 Información sobre la aeronave 4
  - 1.6.1 Información general 4
  - 1.6.2 Control de dirección 5
  - 1.6.3 Sistema de frenado 5
  - 1.6.4 Sistema de frenado automático 5
  - 1.6.5 Sistema de spoilers de tierra 6
  - 1.6.6 Sistema de alerta reactiva de cizalladura 6
- 1.7. Información meteorológica 7
- 1.8. Ayudas para la navegación 9
- 1.9 Comunicaciones 10
- 1.10 Información de aeródromo 10
- 1.11 Registradores de vuelo 12
  - 1.11.1 Información general 12
  - 1.11.2 Registrador de datos de vuelo (FDR) 12
  - 1.11.3 Registrador de voces en cabina (CVR) 20
- 1.12 Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto 22
- 1.13. Información médica y patológica 23
- 1.14 Incendio 23
- 1.15 Aspectos relativos a la supervivencia 24
- 1.16 Ensayos e investigaciones 24
  - 1.16.1 Testimonio de la tripulación 24
  - 1.16.2 Informe posterior al vuelo 28
- 1.17 Información sobre organización y gestión 28
  - 1.17.1 Descenso 28
  - 1.17.2 Configuración de aterrizaje 30
  - 1.17.3 Criterio de estabilización 31

1.17.4 Consideraciones particulares de la aproximación en el aeropuerto de Bilbao 32
1.17.5 Aproximación frustrada 33
1.17.6 Técnica de aterrizaje 33
1.17.6.1 Desconexión del piloto automático 33
1.17.6.2 Recogida y toma de contacto 33
1.17.6.3 Carrera de aterrizaje 34
1.18 Información adicional 35
1.18.1 Planeamiento del vuelo 35
1.19 Técnicas de investigación útiles o eficaces 35
2. ANÁLISIS 36
2.1 Aspectos generales 36
2.2 Primera aproximación 37
2.3 Segunda aproximación y toma 37
3. CONCLUSIONES 42
3.1 Constataciones 42
3.2 Causas/Factores contribuyentes 43
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL 45

APÉNDICES 46

Abreviaturas

ADR	Air Data Reference
ADIRU	Air Data Inertial Reference Unit – Datos Aire Unidad de Referencia Inercial
AENA	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AFM	Aircraft Flight Manual – Manual de vuelo de la aeronave
AGL	Above Ground Level- Por encima del nivel del suelo
AOA	Angle of attack- Ángulo de ataque
AP	Automatic Pilot-Piloto automático
APP	Approach- Aproximación/ Control de aproximación por procedimientos
ATC	Air Traffic Control- Control de Tráfico Aéreo
A/THR	Auto Throttle- Empuje automático
ATPL	Airline Transport Pilot Licence – Licencia de Piloto de Línea Aérea
BSCU	Brake System Control Unit- Unidad de Control de Sistema de Frenado
CAS	Calibrated Airspeed- Velocidad calibrada
CIAIAC	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil
CM	Crew Member- Miembro tripulación
CVR	Cabin Voice Recorder- Registrador de Voces en Cabina
EASA	European Aviation Safety Agency
ELAC	Elevator and Aileron Computer- Computador de Elevador y Aleron
EW	Empty Weight- Peso en vacío
FC	Flight Cycles- Ciclos de vuelo
FCOM	Flight Crew Operations Manual- Manual de operaciones de la tripulación
FCTM	Flight Crew Tecnique Manual – Manual Técnico de Tripulación
FDM	Flight Data Monitoring – Monitorización de datos de vuelo
FDR	Flight Data Recorder- Grabador de Datos de Vuelo
FH	Flight Hours- Horas de vuelo
FOLD	Factored Operative Landing Distance- Distancia Operativa Aterrizaje Factorizada
ft	Feet – Pie
ft/min	Feet per minute- pies por minuto
FL	Flight Level- Nivel de Vuelo
FMS	Flight Management System- Sistema de Gestión de Vuelo

G	Aceleración por gravedad
G/S	Ground speed – Velocidad suelo
GS	Glide Slope- Pendiente de la senda del ILS
h	Hora)
hPa	Hectopascales
IAF	Initial Approach Fix- Fijo de Aproximación Final
IFR	Instrumental Flight Rules – Reglas de vuelo instrumental
ILS	Instrumental Landing System- Sistema de Aterrizaje Instrumental
IR	Instrumental Rating- Habilitación Instrumental
JAR-FCL	Joint Aviation Requierements- Flight Crew License- Requisitos Conjuntos de Aviación- Licencias de Tripulación de Vuelo
Kg	Kilogramo
Km/h	Kilómetro por Hora
Kt	Nudo
LDA	Landing Distance Available- Distancia de Aterrizaje Disponible
LEBB	Aeropuerto de Bilbao (Código OACI)
LOC	Localizer- Localizador del ILS
m	Metro
METAR	Meteorological Terminal Air Report- Informe Meteorológico Aeronáutico ordinario
Mhz	Megahercio
Min	Minutos
MO	Manual de Operaciones
MTOW	Maximum Take Off Weight- Peso máximo al despegue
NM	Nautical Mile- Milla Náutica
NWS	Nose Wheel Steering- Dirección de Rueda de Morro
OFP	Operational Flight Plan- Plan de Vuelo Operacional
OM	Operations Manual- Manual de Operaciones
PAPI	Precision Approach Path Finder
PF	Pilot Flying- Piloto a los mandos
PFD	Primary Flight Display- Pantalla de Vuelo Primaria
PFR	Post Flight Report- Informe posterior al vuelo
PIREPS	Pilot Reports- Informes de Piloto
PM	Pilot Monitoring- Piloto Supervisor
QFU	Código Q rumbo magnético de pista

QRH	Quick Reference Handbook- Manual de referencia rápida
QNH	Atmospheric Pressure (Q) at Nautical Height – Reglaje de la subescala del altímetro para obtener elevación estando en tierra
RWS	Reactive Windshear System- Sistema Reactivo de Cizalladura
S, seg	Segundos
SEC	Spoilers Elevators Computers- Computador de Spoiler y Elevadores
SRS	Speed Reference System- Sistema de Referencia de Velocidad
SW	Southwest- Suroeste
TAF	Previsión meteorológica de aeródromo
TDZE	Touchdown Zone Elevation- Elevación Zona Aterrizaje
TLA	Thrust lever angle – Ángulo de palanca de empuje
UTC	Coordinated Universal Time- Tiempo Universal Coordinado
Vapp	Velocidad de Aproximación
VLS	Lowest Selectable Speed-Velocidad mínima seleccionable
VMA	Velocidad máxima de las registradas en los 10 minutos anteriores
VMD	Media de las velocidades instantáneas registradas en los 10 minutos anteriores

Sinopsis

Propietario y Operador:	Vueling
Aeronave:	Airbus A-320-232, matrícula EC-MGE
Fecha y hora del incidente:	28 de marzo de 2016, 06:52 UTC
Lugar del incidente:	Aeropuerto de Bilbao (LEBB) Bizkaia
Personas a bordo:	6 tripulantes y 109 pasajeros. Todos ilesos.
Tipo de vuelo:	Transporte aéreo comercial- Regular – Interior – De pasajeros
Fase de vuelo:	Aterrizaje – Carrera de aterrizaje
Reglas de vuelo:	IFR
Fecha de aprobación:	30 Enero 2019

Resumen del accidente:

El lunes 28 de marzo de 2016 la aeronave modelo Airbus A320-232, matrícula EC-MGE, sufrió un incidente durante el aterrizaje por la pista 30 del aeropuerto de Bilbao (LEBB) ,tras haber realizado un vuelo desde el aeropuerto de Barcelona con 115 ocupantes a bordo.

Tras una primera aproximación frustrada, la aeronave aterrizó por la pista 30 del aeropuerto de Bilbao. Durante la carrera de aterrizaje no pudo mantener la trayectoria, saliéndose por el margen izquierdo de la pista, rodando momentáneamente por la zona de tierra con el tren principal izquierdo, y regresando de nuevo a la pista hasta detenerse posteriormente en la calle de rodadura.

Los ocupantes resultaron ilesos y la aeronave e instalaciones aeroportuarias resultaron con daños menores.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El aeropuerto de Bilbao había estado en situación de alerta por vientos en superficie desde el 27 de marzo de 2016 a las 21:00 UTC hasta el lunes 28 de marzo de 2016 a las 06:00 UTC.

La aeronave modelo Airbus A320-232, matrícula EC-MGE, proveniente del aeropuerto de Barcelona con 115 ocupantes a bordo, y con destino al aeropuerto de Bilbao, realizó una aproximación frustrada por cizalladura a la pista 30 de dicho aeropuerto a las 06:20 UTC.

Tras recibir vectores por parte de ATC, entró en espera en el punto SARRA (IAF)[1] efectuando una entrada y una vuelta completa antes de iniciar una segunda aproximación.

La aeronave aterrizó de nuevo por la pista 30 del aeropuerto de Bilbao de forma normal, hasta que durante la carrera de aterrizaje no pudo mantener la trayectoria, llegando a producirse desplazamientos laterales de un lado a otro de la pista, saliéndose por el margen izquierdo de ésta, a la altura entre las salidas 5 y 6, rodando momentáneamente por la zona de tierra con el tren principal izquierdo, y regresando de nuevo a la pista hasta que la abandonó por la calle de rodaje C6 y se detuvo finalmente en la calle de rodadura a la altura de C5[2] (ver fig. 1).

Torre activó al servicio de bomberos, quienes efectuaron in situ una lectura de la temperatura de frenos del tren principal, comprobándose que era correcta, de manera que el servicio de extinción de incendios acompañó a la aeronave hasta el aparcamiento nº 1 de plataforma, donde se volvió a comprobar la temperatura y se llevó a cabo una revisión visual de la aeronave.

Los ocupantes resultaron ilesos y la aeronave e instalaciones aeroportuarias resultaron con daños menores.

[1]. IAF.- Initial aproach fix Fijo de aproximación inicial.
[2]. C5: Calle de rodadura

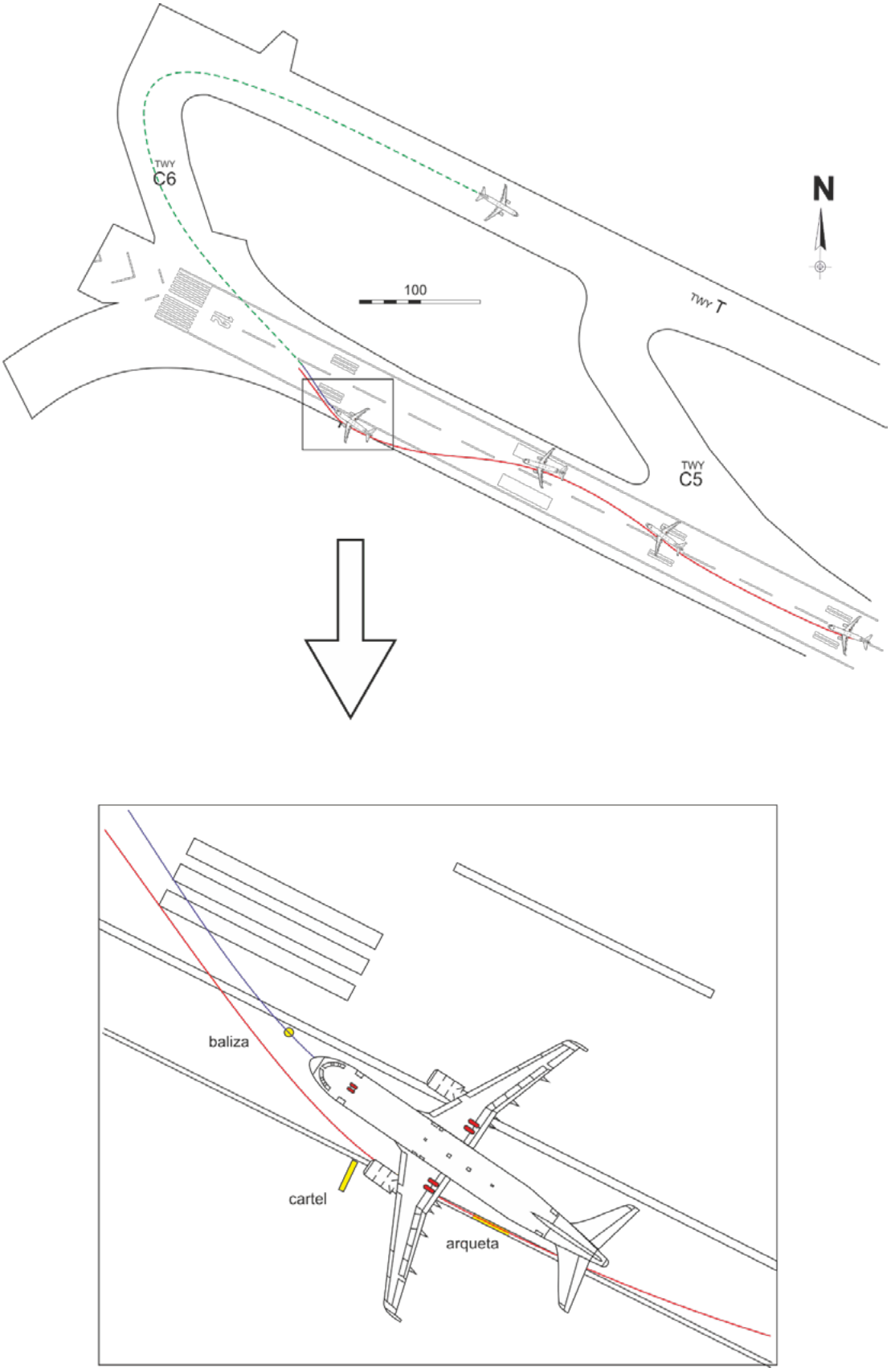


Figura 1. Croquis de trayectoria y situación de la aeronave

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				
Ilesos	2 + 4	109	115	
TOTAL	**2 + 4**	**109**	**115**	

1.3. Daños a la aeronave

La aeronave resultó con daños menores consistentes en hendiduras en la carcasa del motor izquierdo y desprendimiento de material de una de las ruedas del tren delantero.

1.4. Otros daños

Rotura de baliza de borde de pista, letrero de indicación de salida de pista a calle de rodaje arrancado y roto, y canaleta de franja de pista rota.

1.5. Información sobre el personal

1.5.1 Información de la tripulación

El comandante, de nacionalidad española y 43 años de edad, tenía licencia JAR-FCL de transporte de línea aérea de avión (ATPL(A)) con habilitación de tipo A320 y habilitación de vuelo instrumental (IR), ambas válidas y en vigor hasta el 31 de diciembre de 2016. Asimismo contaba con el certificado médico de clase 1, válido y en vigor hasta el 12 de mayo de 2016. Su experiencia a fecha del incidente era de 10783:49 h totales de vuelo, 2943:18 de ellas en el tipo.

El copiloto, de nacionalidad española y 37 años de edad, tenía licencia JAR-FCL de transporte de línea aérea de avión (ATPL(A)) con habilitación de tipo A320 y habilitación de vuelo instrumental (IR), ambas válidas y en vigor hasta el 31 de enero de 2017. Asimismo contaba con el certificado médico de clase 1 válido y en vigor hasta el 12 de marzo de 2017. Su experiencia era de 4955:12 h totales de vuelo y 1018:12 de ellas en el tipo.

En el vuelo del incidente se estaba llevando a cabo un vuelo en línea bajo supervisión, de manera que las labores de PM (Pilot Monitoring) las estaba llevando a cabo un piloto de la compañía en proceso de promoción a Comandante y el comandante realizaba labores de PF (Pilot Flying).

En cuanto a la actividad de la tripulación, éste era el primer día de vuelo tras dos días de inactividad y 62 h de descanso para el comandante, y el quinto día de vuelo consecutivo, con rotaciones de mañanas y con un período de descanso de 14 h desde la última actividad, para el piloto en proceso de promoción a comandante.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1 Información general

La aeronave, modelo Airbus A-320-232 de matrícula EC-MGE y con número de serie 6607, fue fabricada en el año 2015. Está equipada por dos motores I.A.E V2527-A5, tiene un peso máximo al despegue (MTOW) de 77000 Kg y un peso en vacío (EW) de 42000Kg.

En el momento del incidente la aeronave contaba con 2435:40 h de vuelo y 1543 ciclos.

La aeronave contaba con Certificado de Matrícula emitido el 30 de septiembre de 2015 y con un Certificado de Revisión de la Aeronavegabilidad válido hasta el 1 de junio de 2016.

La última revisión de mantenimiento correspondía a la revisión A03[3] y se había realizado el 4 de febrero de 2016, cuando la aeronave contaba con 2075 h. Dicha revisión conlleva labores de inspección de estructuras, sistemas e instalaciones de la aeronave.

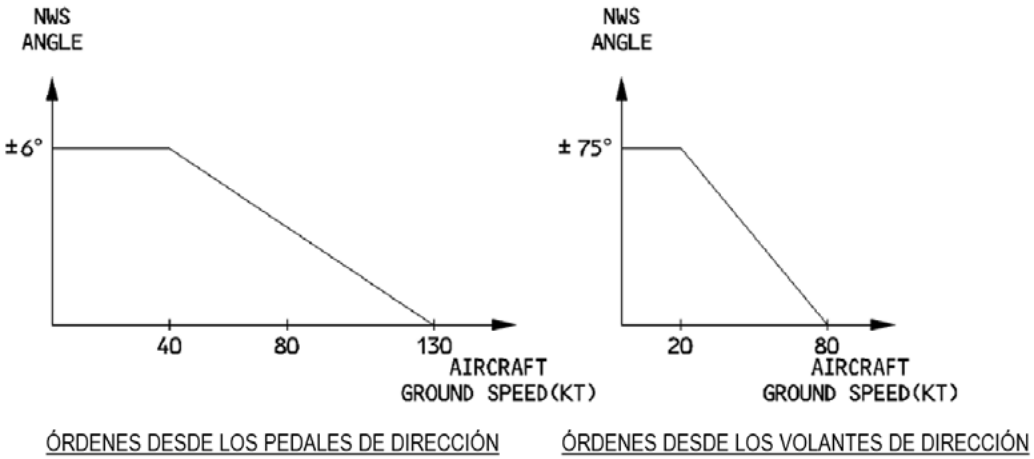
Figura 2. Fotografía de la aeronave

[3]. Las A Check tienen un intervalo de 750FH, 121D o 750FC (lo que suceda antes) siendo generalmente más restrictivas las FH. De este modo entre A02 y A03 han pasado menos de 750 FH. Las A Check tiene 4 checks internas programadas de manera secuencial.

1.6.2 Control de dirección

La aeronave dispone de dirección de la rueda de morro mediante un cilindro actuante, energizado por el sistema hidráulico verde y controlado eléctricamente mediante la Unidad de Control de Frenos y Dirección (BSCU)

La BSCU recibe órdenes de los pedales del timón de dirección, de los volantes de dirección de ambos pilotos y del piloto automático. La unidad de control transforma las órdenes de los pilotos de deflexión de la rueda de morro con las limitaciones representadas en las siguientes gráficas, dependiendo de la procedencia de dichas órdenes y de la velocidad sobre el terreno al rodar.



1.6.3 Sistema de frenado

Las ruedas del tren principal están equipadas con frenos multidisco de carbono, que pueden ser accionados por cualquiera de los dos sistemas independientes de frenos. El Sistema Normal utiliza presión hidráulica del sistema verde, mientras que el Sistema alternativo es usuario del sistema hidráulico amarillo apoyado por un acumulador.

El sistema anti-deslizamiento (anti-skid) facilita una eficiencia máxima de frenado manteniendo la velocidad de giro de las ruedas en el límite del deslizamiento.

Las órdenes de frenado provienen de cada uno de los pedales de freno, por acción de los pilotos, o del sistema de frenado automático según el régimen de deceleración seleccionado por la tripulación.

1.6.4 Sistema de frenado automático

La aeronave dispone de un sistema automático de frenado cuyo objeto es reducir la distancia de frenada en caso de una maniobra de despegue abortada, y establecer y mantener un régimen de deceleración durante el aterrizaje para mejorar la

comodidad del pasaje y reducir la carga de trabajo de la tripulación.

El sistema se arma pulsando las pastillas LO, MED o MAX (bajo, medio, máximo) siempre que se den las siguientes condiciones:

- Presión hidráulica verde disponible
- Anti-skid energizado eléctricamente
- No hay fallos en el sistema de frenado
- Al menos un ADIR-US[4] operativo.

Para la activación del sistema debe haber, al menos, dos SEC[5] operativos.

Este sistema se activa con la orden de extensión de los spoilers de tierra y se desarma cuando se pulsa la pastilla correspondiente, se pierden una o más condiciones de armado se aplica fuerza suficiente a uno de los pedales cuando el sistema está funcionando en uno de sus modos (LO, MED, MAX), después del despegue.

1.6.5 Sistema de spoilers de tierra

El sistema de spoilers de tierra persigue reducir la sustentación y aumentar la resistencia para mejorar la acción de frenado. Los spoilers 1 al 5 de cada semi-ala actúan como spoilers de tierra.

En la fase de aterrizaje los spoilers de tierra se extenderán siempre que:

- La tripulación los haya armado y las palancas de empuje se retrasen a la posición de ralentí. Los spoilers de tierra se extenderán automáticamente tan pronto toquen tierra las dos patas del tren principal.

- Si el sistema no ha sido armado, se extenderán siempre que, con las dos patas del tren principal en contacto con el suelo, la tripulación actúe la reversa en un motor (con la palanca de empuje del otro en posición de ralentí).

1.6.6 Sistema de alerta reactiva de cizalladura

La aeronave EC-MGE está equipada con un sistema de alerta reactiva de cizalladura. Este sistema es capaz de detectar un encuentro real de cizalladura basado en la medición de la velocidad del viento, tanto en su componente vertical como en el horizontal.

[4]. ADIRU: Air Data Inertial Reference Unit- Datos Aire Unidad de Referencia Inercial.
[5]. SEC: Spoilers Elevator Computers – Computador de Spoiler y Elevadores

Cuando se detecta la situación se activa una alerta auditiva de "WINDSHEAR" repetida tres veces, además de presentarse una señal roja con la misma indicación en ambas pantallas de vuelo primarias (PFD) por un tiempo mínimo de 15 seg.

El sistema de alerta de cizalladura, asociado al modo sistema de referencia de velocidad (SRS) del guiado de vuelo, constituye el sistema reactivo de cizalladura (RWS). Ambos componentes reaccionan de forma inmediata a la variación de los parámetros de la aeronave.

Figura 3. Presentación de la alerta reactiva de cizalladura en el PFD

1.7. Información meteorológica

Según información de la Agencia Estatal de Meteorología, la situación meteorológica en el aeropuerto de Bilbao a las 7:00 h UTC del día 28 de marzo de 2016 era de viento de moderado a fuerte de 30 Km/h de dirección suroeste (220º). Las rachas máximas fueron del orden de 50 a 70 km/h. La visibilidad era buena en superficie, con cielos poco cubiertos y temperatura alrededor de 15º, QNH 1011 hPa y humedad relativa alrededor del 50%.

Se destacan como fenómenos de tiempo significativo la existencia de vientos fuertes y racheados del SW de hasta 70 km/h. No se observaron fenómenos de precipitación en el momento del incidente.

Los informes METAR correspondientes a las 7:00 h y 6:30 h UTC indicaron velocidades de viento de 17 y 14 kt, de procedencia 220º con rachas de 35 y 24 kt respectivamente.

METAR/SPECI de LEBB, Bilbao / Sondica (Spain).

SA 28/03/2016 07:00->	METAR LEBB 280700Z 22014G24KT 180V280 9999 FEW070 15/05 Q1011 NOSIG=
SA 28/03/2016 06:30->	METAR LEBB 280630Z 22017G35KT 160V270 9999 FEW070 15/05 Q1010 NOSIG=

La información de pronóstico TAF disponible para la tripulación a la hora del planeamiento del vuelo facilitaba la siguiente información:

FT 27/03/2016 23:00

TAF LEBB 272300Z 2800/2824 22009KT 9999 SCT045

TX19/2815Z TN11/2806Z

TEMPO 2800/2815 22017G30KT

PROB40 TEMPO 2800/2806 22022G43KT

PROB40 TEMPO 2814/2824 32015KT 3000 RA=

Dicho pronóstico previene sobre situaciones temporales de vientos de componente SW e intensidad 17 kt con rachas de hasta 30 kt para el periodo ente las 00 y las 15, y de fenómenos temporales de probabilidad alta (40%) de vientos de SW e intensidad 22kt con rachas de hasta 43 kt entre las 00 y las 06.

Según los criterios de valoración de previsiones meteorológicas de la compañía, contenidos en su MO A como instrucciones para la preparación del vuelo, para las condiciones TEMPO a la hora estimada de llegada (± 1 hora) para una condición meteorológica persistente los valores de viento principal han de estar en los límites de operación y no se tendrán en cuenta el valor de las rachas.

Por otra parte, la lectura de los datos instantáneos recogidos en las dos cabeceras del aeropuerto de Bilbao fue la siguiente:

FECHA	HORA	VMD2C12	DMD2C12	VMA10C12	RVRMD1C12	VMD2C30	DMD2C30	VMA10C30	RVRMD1C30
28/03/2016	06:50:00	17	190	31	2000	16	210	24	2000
28/03/2016	07:00:00	17	190	35	2000	09	230	23	2000

siendo VMD la media de las velocidades instantáneas registradas en los 10 min anteriores, y VMA la velocidad máxima de las velocidades instantáneas registradas en los 10 min anteriores.

A las 6:00 h UTC había finalizado un aviso de aeródromo publicado el día anterior por vientos en superficie:

LEBB AD WRNG 1 VALID 272100/280600 SFC WSPD 22KT MAX 43

Se ha podido disponer también de las gráficas registradas en la estación del jardín meteorológico del aeropuerto de Bilbao, ubicado en una localización diferente a la de los sensores de las cabeceras. El dato del viento obtenido directamente de la gráfica indica un viento de intensidad 45 km/h con procedencia 220º (ver Apéndice A).

1.8. Ayudas para la navegación

Como ayuda para la orientación del piloto en la toma de contacto con el tren principal, la pista 30 del aeropuerto de Bilbao dispone de señales de zona de toma de contacto consistentes en 4 pares de señales rectangulares (dos triples y dos dobles) dispuestas simétricamente con respecto al eje de pista prolongándose hasta 600 m del umbral. Dada la coincidencia entre el segundo par de señales de tres barras y el punto de visada, solo se señaliza éste último a la altura del PAPI.

Además se podían distinguir, aunque con menor intensidad, dos pares de señales rectangulares de una barra que se prolongan 300 m más.

Fotografía 1. Marcación TDZ pista 30 en fecha del incidente

Por otra parte, el sistema de balizamiento de la pista incluye las luces de la zona de toma de contacto que se extienden a lo largo de 900 m.

1.9. Comunicaciones

Se ha podido disponer de las grabaciones de las comunicaciones llevadas a cabo entre la aeronave y los servicios de control de tránsito aéreo, además de las grabaciones de comunicaciones registradas en el CVR.

Durante el incidente la tripulación estuvo en contacto con Bilbao aproximación (APP) en frecuencia 127.45 Mhz y con la Torre de control en 118.50 Mhz.

Las comunicaciones funcionaron correctamente. Las trascripciones de las comunicaciones más relevantes se reflejan en el apartado 1.11, relativo a Registradores de vuelo.

1.10. Información de aeródromo

El Aeropuerto de Bilbao (LEBB) está ubicado a 12 km al noreste de la ciudad de Bilbao con una elevación de 41 m/136 ft. El aeropuerto tiene dos pistas de denominación 12/30 y 10/28 de 2600 y 1910 m de longitud respectivamente y 45 m de achura.

Referente a la pista 12/30, la cabecera de la pista 30 está más elevada que la de la 12 y existen dos calles de salida rápida (C5, C6) para abandonar la pista 30 y acceder a la calle de rodaje paralela.

El aeropuerto de Bilbao se encuentra certificado desde el 26 de noviembre de 2015 conforme a lo especificado en el Reglamento (CE) nº 216/2008 (Basic Regulation) y el Reglamento (UE) nº 139/2014, siendo de aplicación las Especificaciones de Certificación y Material Guía para el Diseño de Aeródromos CS-ADR-DSN Issue 2 29/01/2015.

Según estas especificaciones, en la fecha del incidente, a la pista 30 (LDA[6] de 2140 m) le correspondía una señalización de la TDZ de 4 marcas codificadas en distancia, de manera que consistiría en 4 pares de señales que se extienden hasta 600 m del umbral, separadas 150 m entre sí (solo tres están presentes al coincidir la segunda con la señal del punto de visada), finalizando con dos pares de señales de una sola franja para proporcionar información intuitiva de la extensión de la TDZ, de la LDA y de la distancia entre umbrales.

[6]. LDA Distancia disponible de aterrizaje

Fotografía 2. Marcación TDZ pista 30 en la actualidad

Inicialmente la pista 30 disponía de una señalización de la zona de toma de contacto de 6 pares de señales separadas 150 m entre sí extendidas a lo largo de 900 m desde el umbral (solo 5 estaban visibles al coincidir la segunda con la señal de punto de visada).

Fotografía 3. Marcación TDZ pista 30 anterior a la fecha del incidente

Según información facilitada por AENA, en agosto de 2012, se llevaron a cabo las obras de adecuación de señalización horizontal mediante agua a presión de la configuración 3-2-2-1-1 a la 3-2-2. La transición de la configuración 3-2-2 a 2-2-1 se produjo en noviembre de 2016, mediante limpieza de agua a presión de las 6 fajas laterales exteriores de los primeros pares y posterior repintado con una pátina gris de las mismas y las 4 borradas en 2012 para eliminar cualquier duda sobre el contraste del árido limpio respecto al asfalto.

Dentro del Manual de Operaciones C disponible para la operación (Rev. 03 de 18 de febrero de 2016) de la compañía, la ficha del aeropuerto de Bilbao se ilustra con una imagen fotográfica de la cabecera de la pista 30 en la que se aprecia una señalización de TDZ de 900 m no vigente en esa fecha.

Por lo que respecta al sistema de balizamiento de la pista, éste incluye las luces de la zona de toma de contacto, que no han sufrido modificación alguna, y que se extienden a lo largo de 900 m tal y como es preceptivo.

Los datos de las mediciones de coeficiente de rozamiento realizadas los días 26 de marzo y 2 de abril de 2016 (inmediatamente anterior y posterior a la fecha del incidente) muestran unos resultados satisfactorios.

1.11. Registradores de vuelo

1.11.1 Información general

La aeronave iba equipada con un Registrador de datos de vuelo (FDR) Honeywell HFR - 5D con número de serie 03709 y con un registrador de voces en cabina (CVR) Honeywell HFR - 5V con número de serie 03473.

Se descargaron los datos de ambos en un laboratorio externo a la CIAIAC[7].

1.11.2 Registrador de datos de vuelo (FDR)

Del análisis de los datos registrados en el FDR se han obtenido las siguientes conclusiones:

<u>Primera aproximación y maniobra de frustrada</u>

A las 06:15:07 h la aeronave libró 6000 ft, alcanzando el punto SARRA (IAF[5]), para realizar la aproximación ILS Z a la pista 30 del aeropuerto de Bilbao. Para realizar esta

[7]. CIAIAC Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil.

maniobra la tripulación configuró la aeronave con 22º de slat y 20º de flap (CONF 3), atravesando 3963 ft con una velocidad calibrada (CAS) de 157 kt. El viento registrado en el FMS durante la aproximación provenía de rumbo oeste-suroeste con una intensidad variable que llegó a alcanzar valores máximos de 41 kt.

A las 06:21:17 h, a 800 ft AGL, el viento registrado varió en seis segundos de 213º y 43 kt a 189º y 25 kt. Este súbito cambio de dirección e intensidad provocó la activación de la alerta reactiva de cizalladura (windshear) durante dos segundos, por lo que la tripulación realizó la maniobra de motor y al aire frustrando la aproximación. En ese momento se encontraba a 684 ft de radioaltímetro y a 2 NM de la cabecera de la pista.

En la gráfica del Apéndice C se aprecia dicha variación del viento junto con la activación del sistema de alerta reactiva de cizalladura.

La aeronave mantuvo rumbo de pista ascendiendo inicialmente a 6000 ft. Se completó la retracción del tren a 1727 ft de altura, al tiempo que la tripulación realizó la primera reducción de potencia. A 2731 ft se inició la retracción de flaps/slats por incrementos a configuración limpia (CONF 0).

Fig 4. Trayectoria seguida por la aeronave

A las 06:23:41 h la tripulación comenzó un viraje a rumbo inicial de 340º y, posteriormente a 090º. Continuaron el ascenso para nivel de vuelo FL080 acelerando a 250 kt de velocidad calibrada (CAS).

A las 06:27:26 h viraron a 170º directos al punto SARRA para entrada en circuito de espera manteniendo nivel FL080. A las 06:31:26 h la tripulación inició la maniobra de entrada en espera, realizando un circuito completo, que abandonaron a las 06:45:08 h, momento en el que iniciaron la segunda aproximación. En el tramo de alejamiento del circuito de espera descendieron a 6000 ft.

A las 06:50:39 alcanzaron 1000 ft de altura (radar altímetro). La aeronave se encontraba configurada con 22º de slat y 20º de flap (CONF 3), tren de aterrizaje desplegado, establecidos en senda y localizador, con una velocidad vertical de 976 ft/min y una velocidad calibrada (CAS) de 150 kts (Vapp[8] + 9). Ambos sistemas de piloto automático estaban conectados, así como el sistema automático de control de empuje. Los spoilers de suelo estaban armados y el sistema de frenado automático seleccionado en la posición MED.

El viento durante el tramo de aproximación final se mantuvo de componente Oeste-suroeste con valores de intensidad racheada que alcanzaron valores de 40 nudos. El ángulo de deriva varió ente 7º y 13º a la izquierda del QFU[9] (298º).

Desconexión de AP1 y 2

A las 06:51:20 horas, atravesando 384 ft de radioaltímetro, la tripulación desconectó ambos sistemas de piloto automático y se empezaron a registrar acciones sobre el mando de control del CM2[10].

A partir de este momento se registra que la aeronave siguió localizador y senda del ILS, para lo que la tripulación ejerció acciones sobre el mando de control, que se trasladaron a variaciones en la velocidad vertical y en variaciones de alabeo. El ángulo de deriva se estableció entre 5 y 10º a la izquierda del QFU (298º).

Desde las 06:51:22 horas, pasando 346 ft de altura (radar altímetro), durante 12 segundos, la velocidad calibrada (CAS) aumentó por encima de valores Vapp+10 alcanzando un valor instantáneo de 158 kt (Vapp+17).

[8]. Vapp: Velocidad objetivo. Corresponde a la mínima velocidad seleccionable más correcciones. En el FDR queda registrado en el parámetro APPCAST. Para la primera aproximación fue de 136 kt y para la segunda de 141 kt.
[9]. QFU Es el código Q que expresa el rumbo magnético de la pista.
[10]. CM Crew member. Tripulante. El nº 1 es el puesto izquierdo de pilotaje y el nº 2 el situado a la derecha.

Maniobra de recogida

A las 06:51:40 h, atravesando 60 ft de altura (radar altímetro), la tripulación inició la maniobra de recogida, reduciendo el régimen de descenso. La componente de viento instantánea fue de 208º y 16 kt de intensidad. La velocidad registrada (CAS) fue de 144 kt incrementándose a una indicada (IAS[11]) de 150 kt (Vapp+9) durante la ejecución de la maniobra.

Para la maniobra de recogida la tripulación realizó acciones de deflexión hacia atrás del mando de control de recorrido completo, aumentando el ángulo de cabeceo, seguido de acciones rápidas en el mando hacia adelante hasta la mitad del recorrido. Lateralmente utilizaron acciones que alcanzaban la proximidad del recorrido completo del mando hacia la derecha e izquierda. No quedó registrado ninguna acción significativa sobre los pedales de dirección. Las palancas de empuje se retrasaron a la posición de ralentí (IDLE).

El ángulo de deriva estuvo entre 3º y 7º a la izquierda del QFU (298º).

En el Apéndice D se presenta una representación gráfica de los distintos parámetros analizados.

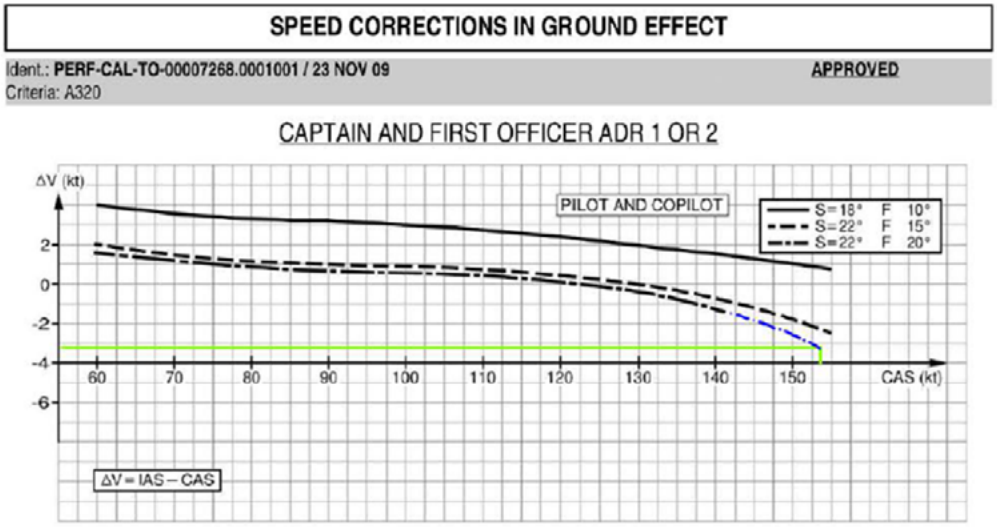


Fig 5. Relación entre IAS y CAS en efecto suelo (Airbus AFM)

[11]. La velocidad registrada en el FDR es la CAS, muy similar a la IAS. Cuando la aeronave está en efecto suelo se produce una alteración de dicha relación que está reflejada en el AFM (figura 5) y es función de la configuración de aterrizaje de la aeronave.

Toma de contacto

La toma de contacto, simultánea con ambas patas del tren principal, se produjo a las 06:51:52 h en el centro de la pista a 740 metros de la cabecera, con 141 kt (IAS) y con un rumbo de 294º, 4º a la izquierda de la dirección del eje de pista. En ese momento se extendieron los spoilers de suelo. La rueda de morro contactó con la pista 2 segundos más tarde con 132 kt y un rumbo de 299º. La aceleración vertical registrada fue de 1,083 G y la lateral de 0,195 G. Los spoilers de tierra se desplegaron completamente y el frenado automático (MED) comenzó a funcionar.

A las 06:51:56 h, con la aeronave situada en el eje de pista, se registraron señales de reversas desplegadas y actuaciones de amplio recorrido sobre el mando de cabeceo y más moderadas sobre el de alabeo. Desde el momento de toma de contacto la tripulación realizó pequeñas correcciones hacia la derecha con los pedales de dirección.

Primera desviación (tramo 1)

A las 06:51:58 h, con una velocidad suelo (GS) de 119 kt, se registró una desviación hacia la izquierda del eje de pista alcanzando un rumbo de 291º (QFU-7º). Durante aproximadamente 4 segundos la aeronave fue corrigiendo y recuperando rumbo hasta alcanzar 301º (QFU+3º) y recuperando posición en la pista. Se registra una aceleración lateral de +0.172 G.

La velocidad con respecto al suelo en el momento del inicio de la desviación fue de 119 kt. La tripulación incrementó hasta el máximo la deflexión a la derecha de los pedales de dirección. Asimismo, a las 06:52:00 h, ejerció una acción sobre el pedal de freno derecho que desconectó el sistema de frenada automática (Autobrake) simultaneándolo con la retracción de la reversa.

Se constató que en los datos FDR no se correlacionaban los valores de aplicación del pedal de freno con el incremento de presión de frenado de las ruedas correspondientes. El fabricante corroboró que el parámetro de velocidad de ruedas no mostraba ninguna actividad del sistema anti-skid y que la diferencia entre los parámetros de presión de frenado se explicaba por el régimen de muestreo del FDR. Dicho régimen es de 1 punto cada 4 segundos y se alterna entre la presión de frenos de las ruedas de ese lado. Por tanto la deflexión del pedal fue de demasiado corta duración para ser apreciada en el parámetro de presión de frenado.

Al respecto del empuje reverso quedó registrada en el parámetro de ángulo de palanca de potencia (TLA[12]) una reducción de potencia de reversa hacia la posición de IDLE

[12]. TLA Thrust Lever Angle. Ángulo de palanca de empuje.

REV. Esta posición de palanca produjo que el parámetro de señal de plena deflexión de las superficies de reversa (FULDEP) indicase su repliegue instantáneo en ambos motores a las 06:52:01 horas. Seguidamente se observó la señal de pleno despliegue de la reversa derecha (FULDEP2)[13] quedando asimétricas durante 6 s, momento en que se registró de nuevo el pleno despliegue de la reversa izquierda. Según datos FDR no se constataron incrementos diferenciales significativos en la potencia de los motores en ese intervalo.

Se registraron actuaciones sobre el pedal derecho hasta llegar a alcanzar su valor máximo.

Previamente a este desvío no se registró ninguna acción de la tripulación que pudiera producirlo.

Segunda desviación (tramo 2)

Como consecuencia de las correcciones aplicadas, desde las 06:52:02 h a las 06:52:05 h, el rumbo de la aeronave tomó valores positivos sobre el QFU (298º) entre 301º y 310º, desplazándose hacia el lado derecho de la pista.

Durante esta maniobra la aeronave sufrió una aceleración lateral de 0,297 G.

Durante este intervalo se aplicó mando de control de alabeo hacia la derecha y se fue dejando de aplicar pedal derecho desde el valor máximo hasta alcanzar valor máximo de pedal izquierdo. Además se redujo totalmente la frenada diferencial derecha proveniente del tramo anterior.

El ángulo de alabeo varió entre 2º a la izquierda y 2º a la derecha.

Tercera desviación (tramo 3)

Ente las 06:52:05 h y las 06:52:11 h el rumbo de la aeronave fue reduciendo su valor hasta alcanzar valores negativos respecto al QFU (298º), entre 275º y 292º, que causaron el desplazamiento hacia el lado izquierdo de la pista. En el momento del cambio de tendencia de rumbo la velocidad con respecto al suelo (GS) fue de 80 kt.

Durante esta maniobra la aeronave sufrió unas aceleraciones longitudinales máximas de 1,161 G y laterales de 0,543 G.

[13]. FULDEP2 Full Deployed 2. Reversa 2 desplegada total.

El piloto aplicó plena deflexión del mando de control lateral hacia la izquierda, fue disminuyendo la deflexión del pedal de dirección a la izquierda, para llegar a aplicar fuertemente pedal derecho y aplicó frenada diferencial derecha transcurridos 3 segundos.

Se registró, además, el despliegue de las dos reversas de nuevo.

El ángulo de alabeo osciló entre 2º a la derecha y 4º a la izquierda.

Cuarta desviación (tramo 4)

Entre las 06:52:11 h y las 06:52:25 h la aeronave sufrió otra inversión de su rumbo hacia el lado derecho de la pista (desde 292º a 324º). En el momento del viraje a la derecha la aeronave llevaba una velocidad suelo (GS) de 50 kt que se redujo hasta 8 kt para rodaje y libramiento de pista.

La aceleración lateral alcanzada fue de 0,50 G y la vertical de 1,043 G.

El piloto aplicó máxima deflexión del mando de control lateral a la derecha, cambio de deflexión del pedal de dirección derecho a izquierdo y fue reduciéndose la frenada diferencial derecha anterior.

El ángulo de alabeo alcanzó un valor de 4º a la izquierda.

El empuje de reversa alcanzó valores máximos.

A partir de las 06:52:18 h el piloto aplicó frenada simétrica para detener el avión, estando con velocidad suelo (GS) de 30 kt y un rumbo de 322º. En ese momento se aplicó potencia de reversa a ralentí, cancelándose el mismo con la aeronave controlada a 8 kt.

En el Apéndice E se expone una representación gráfica de los parámetros de frenado, del uso de reversa y acciones sobre el mando de control side stick.

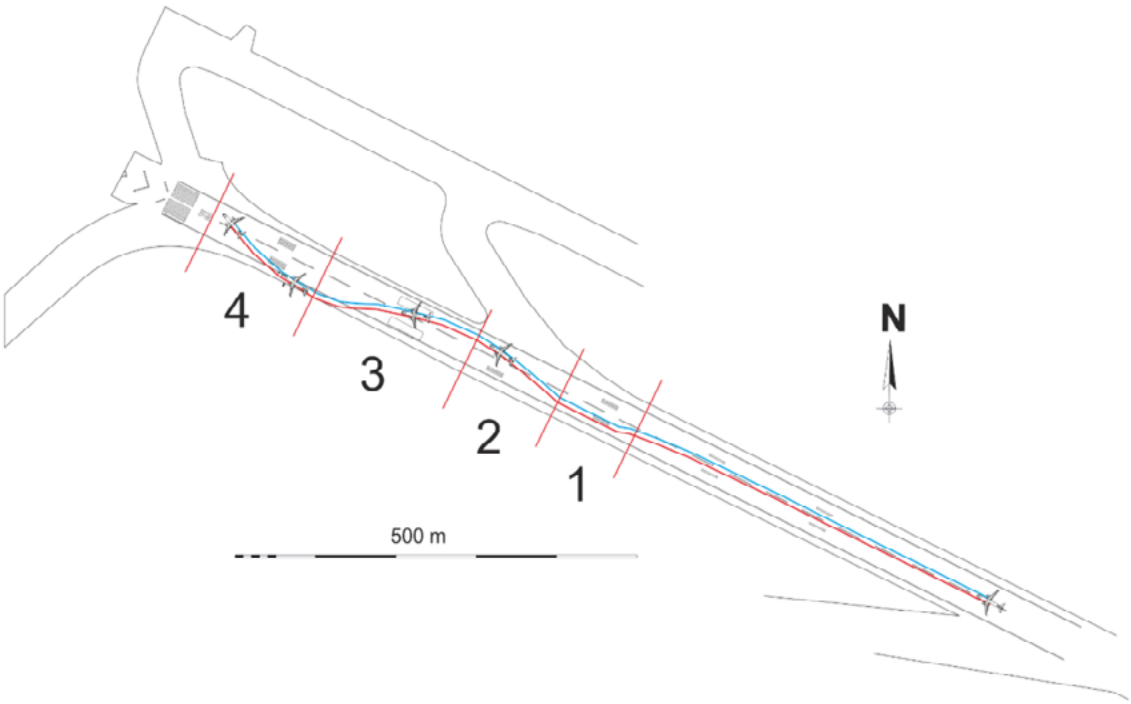


Fig 6. Tramos de trayectoria de la aeronave sobre la pista

Medición de las sondas de ángulo de ataque (AOA)

Durante las maniobras de desvío de la trayectoria se registró una variación de las mediciones de las sondas medidoras del ángulo de ataque situadas a ambos lados del fuselaje.

En el momento de la primera desviación se produjo una diferencia brusca entre las indicaciones de la sonda del lado izquierdo (AOA1) y la del lado derecho (AOA2). Esta indicación es coherente con una racha de aire cuya componente relativa oeste-suroeste produjese una indicación de incremento de ángulo de ataque en el lado izquierdo de la aeronave.

En la gráfica del Apéndice F se distingue una segunda variación, pero una vez ocurrido el segundo desvió a la izquierda, con lo que éste último no se puede asociar con la presencia de una racha en ese momento.

Los valores de viento registrados en el FDR no son válidos una vez está la aeronave en tierra.

1.11.3 Registrador de voces en cabina (CVR)

De la audición de la grabación de las conversaciones en cabina se desprende que la tripulación realizaba un vuelo de capacitación para suelta de comandante, siendo el capacitador el piloto a los mandos sentado en el lado derecho (CM2).

En el transcurso del vuelo quedan registrados distintos consejos e instrucciones que éste impartió para el desarrollo del vuelo, entre ellos la contingencia de tener que hacer más de una maniobra frustrada. Realizaron el briefing de aproximación a las 06:02:49 h comentando la posible incidencia de viento en la aproximación. Realizaron una primera aproximación ILS Z siguiendo las indicaciones que les iban dando los servicios de control. A las 06:05:24 h establecieron el primer contacto con Aproximación de Bilbao, siendo informados de las condiciones del viento en pista que eran de 210º y 20 kt con rachas de 35 kt. Asimismo, recibieron información de que los tráficos precedentes habían encontrado turbulencia moderada en aproximación con picos de 40 kt de intensidad de viento y componentes en cola de 5 kt en final. Ante esta información la tripulación se interesó por saber si algún precedente había realizado una maniobra de frustrada, recibiendo respuesta negativa. La tripulación entonces repasó los procedimientos y condiciones de frustrada, así como el uso restringido de la reversa en caso de toma con viento cruzado.

Contactaron con la Torre de control a las 06:15:39 h donde les facilitaron información de viento en pista de 200º y 14 kt con rachas de 29 kt. El capacitador (PF) comentó la conveniencia de aterrizar con los pies situados en los frenos para ayudar en la acción direccional del timón con la frenada diferencial.

La tripulación comentó seleccionar una Vapp de 136 kt.

Durante la aproximación, el piloto continuó solicitando datos sobre viento a ATC, siendo informado de que el viento tenía dirección 240º con una velocidad de 16 kt. Al escuchar esta información del viento el piloto a los mandos preguntó por la intensidad de las ráfagas y el piloto de monitorización contestó que no habían dado esa información, por lo que le instó a solicitarla recibiendo el dato de que había hasta 30 kt. A continuación, el capacitador (PF) hizo un comentario reclamando que ATC no solía dar esa información que consideraba de relevancia.

Transcurrido 1 minuto y 20 segundos después de tener esta conversación se registró el aviso acústico (voz sintética) de cizalladura (wind shear), que se repitió tres veces.

La tripulación reaccionó frustrando la aproximación y realizando la notificación a ATC

un minuto después, quien les autorizó a maniobra estándar y requirió que notificaran las intenciones. La tripulación comunicó que continuaban con la maniobra de aproximación frustrada estándar y que llamarían más tarde. El piloto a los mandos pidió a su compañero que informase de que habían frustrado por ráfagas de viento.

La tripulación comentó entonces que no parecía que la situación estuviera como para que les diera el aviso de cizalladura.

Una vez nivelada la aeronave, se realizó una comunicación con el pasaje indicando que habían tenido que frustrar la aproximación por cizalladura y que sus intenciones eran realizar otra aproximación.

Durante el tránsito al punto SARRA y en el circuito de espera, la tripulación realizó una valoración del combustible remanente y estuvo pendiente de la evolución de otro tráfico de su compañía (VLG2608) que se encontraba realizando la aproximación ILS a la pista 30. Tras la conclusión con éxito de la misma, y dado que ningún otro tráfico había frustrado la aproximación, decidieron hacer otro intento.

Durante la segunda aproximación fueron informados del viento presente en pista (dirección 240º y 17 Kt), y de la existencia de rachas de 24 Kt en la cabecera 12 y de hasta 30 Kt en la cabecera 30. La tripulación comentó incrementar la Vapp a 141 kt. En el momento de la toma desde Torre les informaron progresivamente del viento presente: 240º 20 kt, 240º 15 kt, 230º 11 kt, y 220º 16 Kt.

Después de la toma de contacto el piloto de monitorización dijo: "Písale con el pie derecho". En la grabación también se escucha el ruido del impacto contra el cartel, confirmado posteriormente por el piloto de monitorización al comentar: "Nos hemos llevado un cartel".

Una vez controlado el aterrizaje comunicaron la incidencia a la Torre de control, cuyos controladores tenían conciencia del suceso al haber estado observando la maniobra.

Abandonaron la pista por la calle C6, y ATC les envió a C5 para que el Servicio de Extinción de Incendios les revisase el avión y los frenos.

Una vez que se encontraban rodando hacia C5 pidieron a la Torre el viento en los últimos 5 minutos. La tripulación comentó a Torre que, en el tercio final de la pista, con una velocidad de 100 kt y ya frenando, habían sufrido una racha de viento.

Torre les comunicó que había diferencias entre los dos anemómetros de las cabeceras y que al haber llevado a cabo una toma larga posiblemente les hubiera afectado, comentando que las indicaciones de los anemómetros instalados en las cabeceras contrarias (30/12) diferían en unos 10 ó 15 kt.

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

Como consecuencia de la salida de pista la aeronave sufrió daños en el carenado del motor izquierdo y desprendimiento de material de uno de los neumáticos del tren de aterrizaje delantero.

Fig 7. Daños de la aeronave

Además, durante el recorrido de la aeronave por la pista, se rompió una baliza de borde de pista, un letrero de indicación de salida de pista a calle de rodaje y un tramo de canaleta de franja de pista.

Fig 8. Daños de infraestructuras

1.13. Información médica y patológica

N/A

1.14. Incendio

No se produjo incendio durante el incidente.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

No hubo evacuación de emergencia. El desembarque de los pasajeros se realizó sin registrar incidencias.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1 Testimonio de la tripulación

A continuación se detalla el contenido del testimonio de los miembros de la tripulación:

Respecto a la planificación:

Ante la previsión meteorológica contemplando cizalladuras en el aeropuerto de Bilbao decidimos repostar 800 kg de combustible extra para poder realizar una aproximación adicional y volver a Barcelona en caso de segunda frustrada. Se decidió que el vuelo fuera realizado por el comandante como PF (Pilot Flying).

Respecto a la preparación para la aproximación:

De acuerdo al *briefing*[14] de aeropuerto del OM-C se seleccionó *autobrake médium*. Por la situación de posible cizalladura decidimos hacer los cálculos de distancia de aterrizaje con flaps 3 y un margen de hasta +15 kt de incremento sobre VLS[15] (con A/THR y 10 kt adicionales de seguridad) obteniendo una FOLD[16] (Factored Operational Landing Distance) de más de 400 m inferior a la LDA (Landing Distance Available). No se contabilizó la reducción de FOLD por el uso de reversas para ser más conservadores, pero dejamos la opción de usarlas en función de las condiciones de viento presente durante la toma. Realizamos *briefing* adicional repasando procedimiento de *windshear* y *go around* (cizalladura y motor y al aire).

Primera aproximación:

Estuvimos configurados antes de la senda con Flap 2 a 6000 ft desde SARRA, y completamente estabilizados con una anticipación mayor de la requerida, lista de aterrizaje completada antes de 2000 ft TDZE (*Touch Down Zone Elevation*) y concentrados únicamente en la aproximación y el viento. Pedimos a Torre datos de viento y rachas en varias ocasiones, pues solo nos facilitaban datos de viento pero no de rachas, estando los datos de viento siempre dentro de límites. Tras cruzar 1000 ft TDZE, siguien-

[14]. Briefing: breve reunión de trabajo que las tripulaciones mantienen antes del inicio de un vuelo o de una rotación de vuelos con el objetivo de conseguir, por un lado, **una operación segura, eficaz y de calidad** y, por otro, **facilitar la integración y cohesión de la tripulación como equipo de trabajo.**
[15]. PF: Piloto a los mandos
[16]. FOLD Distancia operativa de aterrizaje factorizada.

do estabilizados, se activó el *reactive windshear* y se ejecutó la maniobra, con piloto automático siempre conectado, seguida de la de *go around*. Durante la maniobra de aproximación no se percibió turbulencia más allá de ligera.

Aproximación Frustrada:

Ejecutamos según lo publicado y, a 6000 ft, fuimos autorizados para un directo a SARRA subiendo a nivel de vuelo 080 y entramos en espera. Informamos a ATC que comunicaríamos intenciones de iniciar otra aproximación tras valorar el resultado de otro tráfico de Vueling próximo al aterrizaje. Al resultar éste satisfactorio decidimos iniciar una nueva maniobra.

Segunda aproximación:

Resultó muy similar a la primera, pero con datos de intensidad de vientos de Torre ligeramente inferiores. Mantuvimos piloto automático hasta unos 200 ft por encima de mínimos de la aproximación. No fuimos conscientes de desvíos significativos en los parámetros de vuelo que no se pudieran recuperar con pequeñas correcciones, de acuerdo con los procedimientos operacionales estándar.

Carrera de aterrizaje:

La toma se apreció normal, con ambos pies bien situados en los pedales, contando con el viento cruzado y las rachas. El contacto en la pista se realizó centrados en el eje y en la parte final de la TDZ, activándose el *autobrake médium* preseleccionado y seleccionando las reversas al máximo. Todo transcurrió con normalidad, apreciándose que el ritmo de deceleración permitiría librar pista por C5[13]. Instantes después se produjo un primer giro repentino de aproximadamente 20º hacia el viento (izquierda). Hicimos uso de los pedales de dirección y se redujeron las reversas de máximo a ralentí (idle), que, aunque mejoraron la situación no resultaron suficientes para controlar la dirección, incluso con deflexión máxima del pedal del timón de dirección, debiendo aplicar además frenada diferencial para poder recuperar el eje de pista desconectándose en ese momento el *autobrake médium*. Recuperado el eje se comenzó a frenar con ambos pies intentando mantener control direccional. En ese momento se produjo un segundo viraje al viento más acusado que el primero, provocando de nuevo que se aplicara máxima deflexión del pedal de dirección que, al no resultar suficiente, obligó al frenado en el mismo pedal para intentar no salir del borde de pista. La aeronave llegó a impactar con un cartel indicador de próxima calle (C6) que había a la izquierda creyendo que había sido con la rueda 1 del tren principal.

A partir de entonces el control de la aeronave fue bueno y se realizó la transferencia de control a CM1 a velocidad de rodaje normal.

Abandono de pista y rodaje a parking:

Abandonamos pista por C6, se conectó el *brake fan*[17] y mantuvimos posición hasta poder contactar con Torre. Escuchamos por radio el despliegue del servicio de bomberos, recibimos confirmación de haber tocado baliza y cartel en borde de pista por lo que solicitamos que se nos realizase comprobación de daños. Torre nos pidió que nos posicionáramos a la altura de C5 donde posteriormente se llevó a cabo una comprobación de frenos. Solicitamos a Torre datos de viento y rachas en el momento de la toma en la cabecera 12, indicándonos que podría haber una diferencia de 10 ó 15 kt con respecto a la cabecera 30. Continuamos acompañados por extinción de incendios hasta el parking donde se pararon motores y el pasaje desembarcó con normalidad. Se realizó una inspección exterior de la aeronave y anotamos los daños en el *technical log*[18], además de realizar una visita a la pista para tomar fotos de la misma y de su borde afectado.

Finalmente hicieron hincapié en los siguientes aspectos:

En cuanto al cálculo de distancias:

Realizamos nuestros cálculos de distancia operacional antes del descenso a conciencia, con el objetivo de determinar con precisión el límite de las peores condiciones posibles aceptables bajo las que el aterrizaje podría ser llevado a cabo, incluso considerando las que pudiéramos recibir en el último momento, y tomar la decisión de aterrizar o frustrar y volver a Barcelona.

En concreto, al incrementar la Vapp por seguridad de maniobra ante rachas, (por Flaps 3, por usar A/THR y por factor de racha), siguiendo las recomendaciones técnicas de AIRBUS y nuestro Manual de Operaciones, la recogida pudiera ser afectada, y consideramos el margen de 300 metros extra existente aún, en caso de asumir rachas de dirección variable o de cola que pudieran afectar en esa fase.

Así pues, por performance para este vuelo concreto nuestro punto límite de contacto con la pista resultaba a 900 metros del umbral, dentro del límite operacional. La intención fue aterrizar en el primer momento posible, pero efectivamente la velocidad calculada incrementada y las rachas no permitieron en la práctica conseguir antes la actitud adecuada para hacerlo con seguridad. En esos segundos de maniobra se tuvo muy presente evitar forzar una toma de tren de morro o tres puntos.

[17]. Brake fan. Sistema refrigerador de los frenos.
[18]. Technical log: Cuaderno técnico de la aeronave.

Más allá de este punto límite de final de TDZ hubiéramos frustrado sin dudarlo, pero la toma de contacto se realizó precisa y exactamente en este punto límite calculado como aceptable. Bilbao actualmente aún tiene visibles 6 marcas de TDZ que delimitan 900 metros, las últimas dos un poco difusas, pero perfectamente reconocibles. Estas marcas nos sirvieron de control visual para tomar la decisión, a sabiendas de la pista remanente mínima necesaria (incluyendo los márgenes adicionales de seguridad legal).

En cuanto a las acciones de corrección:

Una vez percibida la primera guiñada por el efecto veleta del golpe de viento, el avión comenzó a derrapar manteniendo inicialmente el movimiento por el eje de pista, ello le hizo bajar el plano derecho mientras cambiaba de rumbo hasta que el avión ya se dirigió claramente hacia fuera de pista. La deflexión del timón de dirección a la derecha y la recogida de reversas aliviaron la situación, pero el avión continuaba desplazándose hacia fuera de la pista.

Según la declaración del piloto, la decisión de aplicar además frenada derecha diferencial fue posterior, al percibir claramente que era absolutamente necesaria para evitar salir de la pista, dadas las circunstancias y el viento existente en ese instante. De no haber tenido los pies arriba sobre los pedales, y ser capaz de aplicar a la vez freno sobre el pedal del timón de dirección ya actuado, seguramente se hubiera producido la salida de pista a alta velocidad en esa primera guiñada, pues dejar de aplicarlo para subir el pie para poder frenar hubiese sido crítico.

Cabe decir que el control una vez corregida la primera guiñada se complicó porque las circunstancias no eran las mismas en cada momento (viento y rachas que aparecían y desaparecían, balanceo de los planos que afectaban notablemente al peso sobre cada rueda principal y a su capacidad de frenada). Una racha que desaparecía hacía que una corrección dejara de ser necesaria. El derrape originaba también que los planos tambalearan y originaran por su parte efectos que favorecían o dificultaban la frenada efectuada. Sin variar la presión sobre los frenos estos actuaban diferentemente en función de todo esto y había que adaptarse a las circunstancias y fuerzas cambiantes para mantener el control direccional.

Teniendo en mente siempre que el "efecto veleta" en tierra en el A320 no se debe corregir con plano bajo al viento, el movimiento de *sidestick* lateral (mando de control) que se aprecia en FDM, debió ser el que realicé para compensar los balanceos de los planos que dificultaban el control y precisión de la frenada, siendo el objetivo únicamente el mantener los planos paralelos para "*conseguir estabilidad y contro*l".

Tanto en la primera como en la segunda guiñada tuve preocupación porque un desequilibrio durante los derrapes pudiera hacer tocar un plano el suelo, en ocasiones la frenada había que aflojarla un poco para recuperar estabilidad. El movimiento vertical hacia abajo buscaba mantener el contacto del tren con el asfalto y la capacidad de frenada.

En todo momento tuve la sensación de aplicar cada control en la medida que se necesitaba, si bien las inercias existían y los cambios de viento eran impredecibles, cuestiones que afectaban a la capacidad final de control.

1.16.2 Informe posterior al vuelo

Según indica el fabricante de la aeronave el PFR[19] no registró ningún fallo de sistema que pudiera estar involucrado en el incidente.

A las 06:52 horas el informe muestra un mensaje de fallo de ELAC1[20]-COM OR BUS3 FROM ADR3. Este fallo se asocia a la vigilancia de los parámetros del ADR[21] por el ELAC1. Lo más probable es que el mensaje de fallo se emitiese por una discrepancia de los valores de velocidad calibrada (CAS3) durante la carrera de aterrizaje.

1.17. Información sobre organización y gestión

En los Manuales operacionales de la compañía se exponen distintos aspectos relacionados con la operación de la aeronave del incidente.

1.17.1 Descenso

En el Manual de Operaciones B (punto 2.1.12.6.2 Preparación para el descenso) se indica:

"El PF comprueba FOLD LDA, considerando el estado de la pista, configuración del avión y tipo de frenada (i.e. A/BRAKE (LO, ME), REV MAX/IDLE, MANUAL BRAKING),

Factored Landing Distance = In-flight Landing Distance x 1.15

Bajo circunstancias especiales (emergencia) la tripulación puede ignorar este margen.

---

[19]. PFR Post Flight Report. Informe posterior al vuelo.
[20]. ADR Air Data Reference. Sistema de referencia de datos aire.
[21]. ELAC Elevator and Aileron Computer. Computador de elevador y alerón.

Se anotará el resultado de la FOLD en el OFP."

Siguiendo estas premisas la tripulación realizó el cálculo de la FOLD basándose en los datos de características de la aeronave contenidos en el QRH[22]

La tripulación basó sus cálculos en un aterrizaje en CONF 3 de flaps/slats, pista seca (DRY) y frenada automática MED.

El resultado, corregido por peso al aterrizaje y velocidad, factorizado en un 15%, fue de 1760 m, lo que le daba un margen de 380 m sobre una LDA declarada de la pista 30 de LEBB de 2140 m.

Al respecto del cálculo de la velocidad objetivo la tripulación tomó de referencia una VLS[23] correspondiente a 58 Toneladas de peso, es decir 131 kt[23]. La tripulación aplicó una corrección por aproximación con empuje automático (A/THR ON).

En el QRH del operador está presente una nota que indica que, "en caso de operación con viento cruzado fuerte o racheado superior a 20 kt, la Vapp deberá ser de al menos VLS + 5 kt. El incremento de 5 kt sobre la VLS puede ser incrementado hasta 15 kt a discreción de la tripulación de vuelo".

En referencia a la anterior información la tripulación finalmente decidió hacer una corrección de 10 kt, con lo que la velocidad objetivo Vapp fue 141 kt.

[22]. QRH Manual de referencia rápida.
[23]. QRH PER-C 7/14 de 09/01/17.

vueling A319/A320/A321 QUICK REFERENCE HANDBOOK	IN FLIGHT PERFORMANCE	PER-D 9/10 09 JAN 17

LANDING DISTANCE WITHOUT FAILURE

Ident.: PER-D-00014077.0005001 / 28 FEB 14
Applicable to: EC-LQJ, EC-LQK, EC-LQL, EC-LQM, EC-LQN, EC-LQZ, EC-LRA, EC-LRE, EC-LRM, EC-LRY, EC-LUN, EC-LUO, EC-LVS, EC-LVT, EC-LVV, EC-LZF, EC-LZM, EC-MBS, EC-MBT, EC-MDZ, EC-MEA, EC-MEL, EC-MEQ, EC-MER, EC-MES, EC-MFK, EC-MFL, EC-MFM, EC-MFN, EC-MGE, EC-MJB, EC-MJC, EC-MKM, EC-MKN, EC-MKO, EC-MLE, EC-MNZ, EC-MOG

The Reference Distance (REF DIST) considers : Sea Level (SL), ISA, no wind, no slope, no engine reverse thrust, manual landing(1), VAPP=VLS without APPR COR.

6 - DRY										
Corrections on Landing Distance (m)			WGT(2)	SPD	ALT	WIND	TEMP	SLOPE	REV	OVW
Braking Mode	LDG CONF	REF DIST (m) for 66T	Per 1T above 66T	Per 5kt	Per 1000ft above SL	Per 5kt TW	Per 10°C above ISA	Per 1% Down Slope	Per Thrust Reverser Operative	If OVW PROC applied
Maximum MANUAL	FULL	1 080	+ 40	+ 60	+ 40	+ 130	+ 30	+ 20	- 20	+ 760
	3	1 130	+ 50	+ 80	+ 50	+ 120	+ 40	+ 20	- 20	+ 990
AUTOBRAKE MED	FULL	1 360	+ 30	+ 90	+ 50	+ 130	+ 40	+ 10	0	+ 230
	3	1 420	+ 40	+ 100	+ 50	+ 140	+ 50	+ 10	0	+ 250
AUTOBRAKE LOW	FULL	1 930	+ 50	+ 130	+ 80	+ 200	+ 60	+ 20	- 10	+ 260
	3	2 030	+ 50	+ 150	+ 80	+ 210	+ 70	+ 30	- 10	+ 290

(1) Automatic Landing correction: if CONF FULL, add 190m. If CONF 3, add 260m.
(2) Weight correction: subtract 10m per 1T below 66T

1.17.2 Configuración de aterrizaje

En el MO-B, en el punto 2.1.12.12 sobre "Aterrizaje normal" indica que "si lo permite la FOLD, se recomienda aterrizar con Flaps 3, Autobrake LOW e IDLE REV, solo si no existe una degradación en la distancia de aterrizaje (ej.: meteorología, acción de frenado, fallos…)".

Se recomienda el uso del AUTOBRAKE (LOW o MED si es necesario) para realizar una frenada simétrica y regular para el confort de los pasajeros.

En el FCOM[24] 3 (Standard Operating Procedures – Descent preparation) se presenta la siguiente información: "se debería considerar CONF 3, dependiendo de la longitud de pista disponible y de las características (performance) requeridas en la maniobra

[24]. FCOM : Flight Crew Operating Manual

de motor y al aire, o si se considera la posibilidad de encuentro de cizalladura o turbulencia severa durante la aproximación".

En el apartado de Técnicas suplementarias – tiempo adverso- del FCOM[24]3 también se expone la conveniencia de realizar la aproximación con CONF 3 de slats/flaps, como precaución si se prevé una situación de cizalladura.

Adicionalmente, en el FCTM[25](Información suplementaria – tiempo adverso) se expone de nuevo la conveniencia de considerar un aterrizaje en CONF 3 en caso de que se prevea cizalladura durante la aproximación.

No obstante, en el *briefing* operacional del operador respecto al aeropuerto de LEBB (de 11/04/2016 REV: 0), en el apartado de consideraciones al aterrizaje, se establece que está fuertemente recomendado el uso de configuración de flaps FULL y AUTOBRAKE MEDIUM.

La tripulación realizó ambas aproximaciones con CONF 3 y AUTOBRAKE MEDIUM.

1.17.3 Criterio de estabilización

Los criterios de aproximación estabilizada están establecidos en el FCOM 3 "Standard Operating Procedures"

El objetivo a perseguir es estar estabilizado en la senda de descenso final, con velocidad Vapp y configuración de aterrizaje a 1000 ft sobre la elevación del aeródromo en condiciones de vuelo por instrumentos, o a 500 ft sobre la elevación del aeródromo en condiciones visuales, después de una deceleración continua en la senda de planeo.

Para estar estabilizados, se deben cumplir todas las condiciones siguientes, antes o al alcanzar la altura de estabilización.

- La aeronave está en la trayectoria lateral y vertical planeada correcta.
- La aeronave está en la configuración de aterrizaje deseada.
- El empuje está estabilizado, normalmente por encima de ralentí, para mantener la velocidad de aproximación objetivo a lo largo de la senda de planeo deseada.

[25]. FCTM: Flight Crew Tecnique Manual

- No se producen desviaciones excesivas de los parámetros de vuelo.
- La velocidad objetivo se mantiene entre los márgenes de -5 kts o + 10 kts.
- El ángulo de cabeceo no será inferior a – 2.5° o mayor de +10°.
- El ángulo de alabeo no excede 7º.
- El régimen de descenso será inferior a 1000 ft/min.
- Desviación de localizador (LOC) y senda (G/S) inferior a un punto.

Si la aeronave no estuviera estabilizada en la senda de aproximación, a 1000 ft sobre la elevación del aeródromo en condiciones de vuelo instrumental, o a 500 pies sobre la elevación del aeródromo en condiciones de vuelo visual, se deberá iniciar una maniobra de motor y al aire.

Adicionalmente en el FCOM (PRO-NOR-SOP-18-A P4/6) aparece la siguiente información:

Para considerar una aproximación como estabilizada, en la altura de estabilización o antes de ella, se deben satisfacer todas las siguientes condiciones:

- La aeronave se encuentra en la senda de vuelo lateral y vertical correctas.
- La aeronave está en la configuración de aterrizaje deseada
- El empuje está estabilizado, normalmente por encima de ralentí, y la aeronave está a la velocidad objetivo para la aproximación.
- La tripulación no detecta ninguna desviación excesiva de los parámetros de vuelo.

Si una de las condiciones mencionadas no se satisface la tripulación debe iniciar una maniobra de motor y al aire, a menos que estime que sólo se requieren pequeñas correcciones para recuperar las condiciones de aproximación estabilizada.

1.17.4 Consideraciones particulares de la aproximación en el aeropuerto de Bilbao

El *briefing* operacional del operador respecto al aeropuerto de LEBB (de 11/04/2016 REV: 0), contiene consideraciones a tener en cuenta por las tripulaciones durante la maniobra de aproximación indicando que:

"Cuando el viento provenga entre los rumbos de 160º y 270º, y su intensidad sea de 20 kt o más, y no haya reportes favorables de los pilotos (PIREPS), esperar turbulencia moderada en final. Estar mentalizado para ejecutar motor y al aire, y desvió en este caso.

No iniciar la aproximación, y/o continuar más allá del IAF[26], cuando la intensidad del viento en tierra sea de 40 kt o más (incluido la racha) y la dirección esté entre 160º y 270º."

1.17.5 Aproximación frustrada

En el MO-B del operador (punto 2.2.12.14) expone que "el PF[27] debe iniciar el procedimiento de aproximación frustrada publicado siempre que se cumpla…. d) El avión no aterrizará dentro de la zona de TDZ (300 m antes hasta 600 m después de la zona TDZ)"

1.17.6 Técnica de aterrizaje

1.17.6.1 Desconexión del piloto automático.

En el FCTM, capítulo Operación Normal – Aproximación general, se establece que "el piloto debe desconectar el piloto automático lo suficientemente pronto para hacerse cargo del control manual de la aeronave y evaluar la deriva antes de la recogida. En condiciones de viento cruzado el piloto debe evitar cualquier tendencia de deriva hacia la dirección del viento (downwind)".

1.17.6.2 Recogida y toma de contacto

En el FCTM, capítulo Operación normal-Aterrizaje, se expone la técnica de recogida, que consiste en que "desde condiciones de aproximación estable la altura de recogida es próxima a los 30 ft. Se comenzará la recogida con presión positiva hacia atrás del mando de control longitudinal y se mantendrá según sea necesaria. Se evitarán movimientos del mando de control hacia adelante una vez que la recogida se haya iniciado (se acepta relajar la presión hacía atrás)."

En lo que respecta al control lateral y direccional de la aeronave en condiciones de viento cruzado, el FCTM indica que se debe volar una aproximación con los planos paralelos y con ángulo de deriva con la aeronave posicionada en la prolongación del eje central de la pista hasta la recogida.

La técnica recomendada para deshacer dicho ángulo de deriva pasa por usar el timón de dirección para alinear el avión con el rumbo de pista en la recogida y, si fuera necesario, usar el control de alabeo para mantener la aeronave en la línea central de la pista. En caso de viento cruzado el PF debe estar preparado para añadir un pequeño ángulo de alabeo para evitar el desplazamiento hacia la dirección del viento y mantener la aeronave en la línea central de la pista. La aeronave puede aterrizar con un ángulo de deriva residual de hasta 5º para evitar una corrección de alabeo excesivo.

1.17.6.3 Carrera de aterrizaje

El FCTM expone que, durante la carrera de aterrizaje, se utilizarán los pedales del timón de dirección para dirigir la aeronave y mantenerla en la línea central. A alta velocidad el control direccional se realiza mediante el timón de dirección, y cuando la velocidad disminuye, es el sistema de dirección de la rueda de morro (NWS[26]) el que toma el control, aunque debe evitarse manejar el volante de dirección (*tiller*) hasta que la aeronave no reduzca su velocidad a la de rodaje. Esta técnica aplica también a las situaciones de aterrizaje con viento cruzado, en que el piloto debe evitar dirigir la palanca de control al lado del viento ya que eso incrementa el "efecto veleta[27]", al generar una fuerza diferencial sobre las ruedas que aumenta la tendencia de la aeronave a dirigirse hacia el lado del viento.

En el documento "*Flight Operations Briefing Notes -Landing Techniques – Crosswind Landings*" de Airbus se explica dicha limitación con el argumento de que, si utilizas mando de alabeo al lado del viento, el movimiento del alerón produce un efecto de resistencia (drag) que colabora a la pérdida de sustentación en dicho plano y, por tanto, produce un incremento de carga en el tren del lado del viento. Esto incrementa la fuerza de fricción de los neumáticos correspondientes produciendo un mayor frenado, por lo que se generará una tendencia a que la aeronave vire al lado del viento colaborando al mencionado "efecto veleta".

El uso de reversa produce un efecto de desestabilización del flujo de viento alrededor de la superficie del timón de dirección disminuyendo su eficacia. En caso de que ocurran problemas de control lateral en aterrizajes con fuerte viento cruzado, el piloto debe considerar ajustar el empuje reverso a ralentí.

[26]. NWS Nose Wheel steering
[27]. "Efecto veleta" es la tendencia de la aeronave a dirigir la proa hacia la dirección del viento.

1.18. Información adicional

1.18.1 Planeamiento del vuelo.

El Plan de Vuelo fue realizado de acuerdo al procedimiento de tiempo adverso, activo en ese momento, debido al cual y ante las condiciones meteorológicas en Bilbao y Santander se seleccionó Barcelona (aeropuerto de salida) como alternativo de destino, requiriendo una cantidad de 5945 kg de combustible, con un combustible mínimo de desvío de 3232 kg.

Por motivos meteorológicos la tripulación decidió añadir 800 kg de combustible EXTRA, con lo que la cantidad final a bordo de la aeronave fue de 6750 kg.

La cantidad de combustible remanente en la maniobra de frustrada tras la primera aproximación fue de 4051 kg.

En el aterrizaje el combustible a bordo fue de 3300 kg, con un peso al aterrizaje de la aeronave de 55665 kg.

La tripulación calculó la FLD teniendo en cuenta las condiciones reales de aproximación, así como un aumento de 10 kt sobre la Vref.

La FOLD resultante contaba con un margen de 380 m con respecto a la LDA

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

N/A

2. ANÁLISIS

2.1 Aspectos generales

La aeronave realizó un vuelo comercial desde el aeropuerto de Barcelona con destino al aeropuerto de Bilbao. La tripulación técnica estaba compuesta por un comandante capacitador y por un copiloto que recibía formación para su promoción a comandante. El Piloto a los mandos en ese trayecto fue el comandante, sentado en la posición CM2[30] (derecha).

La información meteorológica correspondiente al día del incidente destacaba como fenómenos de tiempo significativo la presencia de vientos fuertes y racheados del suroeste de hasta 70 km/h. El dato correspondiente a las 6:52 h muestra un valor del viento de 45 km/h procedencia 220º. Las predicciones meteorológicas informaban ya de la presencia de vientos racheados fuertes de componente suroeste. A las 6:00 UTC había finalizado un aviso de aeródromo publicada el día anterior por vientos en superficie. Las condiciones pronosticadas cumplían con los criterios de valoración de previsiones meteorológicas de la compañía, contenidos en su MO A como instrucciones para la preparación del vuelo.

Con esta información la tripulación decidió una carga adicional de combustible de 800 kg. El alternativo contemplado fue el aeropuerto de Barcelona, y la carga final de combustible fue de 6750 kg para un combustible requerido de desvío de 3232 kg.

En el transcurso del vuelo la tripulación comentó la contingencia de realizar más de una maniobra frustrada, así como los efectos de la reversa en el control de la aeronave en tierra. El comandante también hizo comentarios sobre la conveniencia de utilizar frenos en caso de que el timón no fuera suficiente para mantener la trayectoria de pista en caso de viento cruzado.

Antes del descenso la tripulación realizó el cálculo de FOLD que demanda los procedimientos de compañía. Estableció unos parámetros de aterrizaje basados en la selección de CONF 3 de slats/flaps, pista seca y frenada automática MED. El resultado, corregido y factorizado, dio un resultado de 1760 m lo que daba un margen de 380 m sobre la LDA declarada de la pista 30. Este valor no consideraba la acción de las reversas.

2.2 Primera aproximación

Realizaron la primera aproximación ILS en configuración de aterrizaje CONF 3 - tal y como se indica en el Manual de Operaciones, parte B - valorando más las ventajas que esta configuración ofrece ante la posibilidad de encuentro de cizalladura, frente a CONF FULL con el sistema de frenado automático seleccionado en posición MED - indicado en el *briefing* operacional de compañía del aeropuerto de Bilbao - que conlleva una mayor distancia de frenado. Para esta primera aproximación la tripulación seleccionó una velocidad objetivo VAPP de 136 kt (VLS+5), según está registrado en el CVR.

En la primera maniobra el comandante expresó al copiloto la necesidad de conocer la intensidad de las rachas y no solo del viento estable como estaba facilitando ATC. El operador establece una limitación de viento, incluida la racha, de 40 kt o más para realizar la aproximación. Dado que, en caso de vientos fuertes racheados, ésta es una información operacional importante, se considera la posibilidad de emitir una recomendación en el sentido de que los proveedores de Navegación Aérea instruyan a sus controladores para que faciliten a las tripulaciones dichos datos.

Alcanzando 1000 ft en descenso con parámetros dentro del criterio de estabilización, un súbito cambio en la dirección e intensidad del viento generó una situación de cizalladura que fue detectada por el sistema reactivo de la aeronave presentando la indicación durante dos segundos. La tripulación reaccionó correctamente iniciando la maniobra de aproximación frustrada publicada. El hecho de que la señal reactiva estuviera presente por un periodo de tiempo muy inferior al nominal descrito en los manuales (15 seg) provocó la duda de la tripulación sobre si la situación de cizalladura detectada fuera real, realizando el comentario de que no parecía que la situación estuviera como para que les diera el aviso de cizalladura

Posteriormente recibieron vectores para entrada en espera sobre el punto SARRA.

2.3 Segunda aproximación y toma

El operador indica en su briefing operacional respecto al aeropuerto de Bilbao que *"Cuando el viento provenga entre los rumbos de 160º y 270º, y su intensidad sea de 20 kt o más, y no haya reportes favorables de los pilotos (PIREPS), esperar turbulencia moderada en final. Estar mentalizado para ejecutar motor y al aire y desvío, en este caso"*

Durante el tiempo de tránsito hacia SARRA y en el circuito de espera la tripulación evaluó la situación en función de la evolución de un tráfico de Vueling en aproximación.

No hubo reportes por parte de los pilotos de dicha aeronave, por lo que la tripulación decidió realizar una segunda maniobra en vez de desviarse al alternativo previsto. Asimismo, la tripulación comentó que la turbulencia encontrada era inferior a la esperada y que, por tanto, no esperaban el aviso de cizalladura.

Según los registros del CVR y la propia declaración de los pilotos, la velocidad objetivo utilizada para la segunda aproximación fue de 141 kt, es decir, +10 kt de corrección sobre la VLS de 131 kt, que se encontraba dentro de los márgenes admitidos de hasta +15 kt de incremento sobre la VLS.

Realizaron la segunda aproximación con la misma configuración que la anterior y con datos de viento de valor ligeramente inferior en intensidad a los de la primera maniobra.

Al pasar los 1000 ft de altura la aeronave cumplía todos los criterios de aproximación estabilizada, los spoilers de suelo estaban armados y el sistema de frenado automático seleccionado en posición MED.

Próximos a 400 ft de altura desconectaron ambos sistemas de piloto automático y el comandante tomó control manual de la aeronave desde la posición CM2, como recomienda el FCTM "para evaluar la deriva antes de la recogida". Poco después, y durante 12 segundos, la velocidad calibrada (CAS) se incrementó alcanzando valores que superaban los criterios de aproximación estable (VAPP -5/+10). Según la declaración de la tripulación no valoraron dicho desvío como no recuperable con una pequeña corrección, por lo que continuaron la aproximación de acuerdo a lo establecido en los procedimientos operacionales estándar reflejados en FCOM.

Durante la aproximación final recibió hasta cuatro comunicaciones de la torre de control informando del viento en la cabecera de la pista 30 viniendo éste de rumbo 220º a 240º e intensidad de 11 a 20 kt.

La maniobra de recogida se inició pasando 60 ft de altura (30 ft por encima de lo recomendado en el FCTM) con una velocidad calibrada (CAS) de 142 kt, que se fue incrementando hasta una indicada (IAS) de 150 kt durante la ejecución de la manio-

bra (Vapp+9). Se realizaron acciones sobre el mando de control de recorrido completo hacia atrás, aumentando el ángulo de cabeceo, seguido de acciones rápidas en el mando hasta la mitad de recorrido hacia delante. A este respecto Airbus recomienda evitar este tipo de acciones hacia delante una vez iniciada la recogida. La técnica de control lateral facilitó que la aeronave contactase en el centro de la pista con un rumbo de 294º (QFU-4º). Desde el inicio de la maniobra de recogida hasta la toma de contacto pasaron 12 segundos.

El exceso de altura de recogida provocó que la distancia entre el inicio de maniobra de recogida y la toma de contacto se prolongase, por lo que la aeronave contactó con la pista a 740 metros de la cabecera a 141 kt[28] de velocidad indicada (valor de la Vapp seleccionada).

La tripulación expresó, en su declaración, que tuvieron en cuenta el margen disponible en su planeamiento en caso de que la maniobra de aterrizaje resultara en una toma larga.

El operador, en su Manual de Operaciones B, indica que "el PF debe iniciar el procedimiento de aproximación frustrada publicado siempre que se cumpla … d) El avión no aterrizara dentro de la zona de TDZ (300 m antes hasta 600 m después de la zona TDZ)".

Se considera que esta expresión es confusa en su redacción ya que, aunque deja claro que la aeronave no debe aterrizar fuera de la zona TDZ, no lo es tanto cuando pretende detallar los límites, pudiendo parecer incluso que indica un margen de 600 m adicional a la zona TDZ.

Dentro del Manual de Operaciones C disponible para la operación (Rev. 03 de 18 de febrero de 2016) de la compañía, la ficha del aeropuerto de Bilbao se ilustra con una imagen fotográfica de la cabecera de la pista 30 en la que se aprecia una señalización de TDZ de 900 m no vigente en esa fecha.

Respecto a las discrepancias anteriores una vez comunicadas al operador, se ha tenido constancia de la revisión de la documentación pertinente y posterior subsanación de las deficiencias descritas.

Una vez que el aterrizaje se realizó 140 metros más allá de la TDZ vigente se valora que la tripulación debería haber ejecutado motor y al aire y frustrar su maniobra de

[28]. El valor medio de tiempo para una maniobra de recogida estándar según Airbus es de 7 segundos con una velocidad a la toma de contacto del 96% de la Vapp. Según estos valores la toma de contacto debiera haberse producido a IAS 135 kt.

aterrizaje. No obstante, se considera que la visión por parte de la tripulación de las marcas sencillas *que delimitaban la TDZ anterior, visibles aunque de manera más débil, influyeron en una percepción errónea por parte de la tripulación de la amplitud de la TDZ* y por tanto no se plantearon la realización de un motor y al aire.

Aunque la tripulación no ha hecho mención a ello, según la información facilitada por AENA, las luces de señalización de la zona de toma de contacto se encontraban encendidas en el momento del aterrizaje. Estas luces, tal y como es preceptivo en este caso, señalan una TDZ de 900 m, que claramente no se correponde con la TDZ de 600 m definida por la señal de la toma de contacto.

Dado que el objetivo, tanto de las marcas en pista como de las luces, es el de delimitar la zona TDZ, se observa una incongruencia entre las dimensiones, por lo que se considera conveniente la emisión de una recomendación de seguridad dirigida a la autoridad certificadora, en el sentido de que homogeneice las distancias de señalización de la TDZ en ambos sistemas.

Desde la toma de contacto, y durante 7 segundos, la aeronave deceleró normalmente ayudada por la extensión de los spoilers de suelo, la acción de frenado automático y la extensión de las reversas, y mantuvo el eje de pista con una ligera acción sobre los pedales de dirección.

A partir de este momento la aeronave inició un viraje a la izquierda sin que se apreciase acción de la tripulación, ni funcionamiento anormal de sistemas que pudiera provocarlo. La velocidad suelo era de 119 kt. En esos momentos se registró una diferencia de valores entre las dos sondas de ángulo de ataque que sería compatible con la detección de una racha de viento; este hecho no está confirmado por los registros de viento en el FDR ya que estos no son válidos una vez en tierra.

Esta posible ráfaga, con la aeronave con alta energía, desestabilizó la trayectoria de aterrizaje y la tripulación realizó acciones correctoras con pedales de dirección y frenos (desconectando la frenada automática), además de seleccionar reversas a potencia de IDLE REV para reducir el efecto veleta de la aeronave y aumentar el control de aeronave de acuerdo a lo establecido en el FCTM. En los registros del FDR se puede observar la retracción momentánea de ambas reversas, y acto seguido el despliegue asimétrico de la reversa derecha sin que se detecte un incremento del empuje diferencial de los motores. El efecto aerodinámico producido por el desigual despliegue de las reversas pudo contribuir a dificultar el control de la aeronave que se desvió hacia el lado contrario al desplazamiento (derecha del eje de pista) durante 4 segundos (ver apéndice 4).

Una vez desviada a la izquierda, la tripulación intentó recuperar de nuevo el eje de pista actuando sobre el timón de dirección y el freno derecho. El hecho de haber sobrepasado dicho eje denota una actuación sobre los mandos inadecuada (ya fuese en tiempo o en intensidad) dificultada por las condiciones variables de la racha de viento origen del desvío.

Desplazada la aeronave hacia el lado derecho la tripulación realizó acciones correctivas de manera que la trayectoria se fue de nuevo hacia la izquierda del eje de pista. En esta ocasión la aeronave se desplazó de tal forma que realizó una salida momentánea de pista, provocando daños a una baliza de borde de pista, un letrero de indicación de salida de pista a calle de rodaje, y una canaleta de franja de pista con la pata izquierda del tren principal.

La tripulación volvió a aplicar potencia de reversa máxima y máxima deflexión de pedal de dirección y frenada diferencial. En ese momento la velocidad suelo de la aeronave fue de 50 kt.

Se estima que una vez realizada la toma larga, la menor disponibilidad de pista remanente pudo condicionar las actuaciones de la tripulación para recuperar la desestabilización durante la carrera de aterrizaje.

Según el testimonio de los pilotos y los registros del FDR, durante la maniobra realizaron acciones sobre el mando con el argumento de controlar el alabeo y mantener los planos horizontales, a pesar de lo indicado en el FCTM del fabricante, en el sentido de no actuar sobre el mismo durante la carrera de aterrizaje puesto que, en situaciones de viento cruzado puede incrementar el "efecto veleta" de la aeronave. Se considera que las acciones laterales sobre el mando de control fueron ejecutadas en la dirección correcta para intentar mantener la distribución de peso equitativa en las cuatro ruedas principales con el fin de optimizar el efecto de los frenos, pero es difícil de valorar si la magnitud de dichas correcciones no fue excesiva y pudo ser contribuyente de la desestabilización de la trayectoria.

Finalmente, la tripulación detuvo la aeronave y libró pista realizando una evaluación de frenos y daños recibidos.

Según la información proporcionada por el servicio de control, los valores de vientos y rachas podían haber diferido entre 10 ó 15 kt de una cabecera de pista a otra.

3. CONCLUSIONES

3.1 Constataciones

Considerando la información disponible, así como el análisis de ésta, se han establecido las siguientes conclusiones:

- La aeronave tenía su documentación válida y en vigor.
- Los miembros de la tripulación tenían sus licencias, habilitaciones y certificados médicos válidos y en vigor.
- La tripulación tenía experiencia en el tipo de aeronave.
- Era un vuelo de capacitación para suelta de comandante en el que el capacitador fue el PF.
- Las previsiones meteorológicas indicaban la presencia de vientos racheados de dirección oeste/suroeste. A las 6:00 UTC había finalizado un aviso de aeródromo publicado el día anterior por vientos en superficie.
- La tripulación frustró la primera aproximación debido a una indicación reactiva de cizalladura.
- Tras evaluar los condicionantes operacionales la tripulación decidió realizar una nueva aproximación.
- En final de la segunda aproximación la velocidad calibrada (CAS) excedió, durante 12 segundos, los valores de aproximación estable (Vapp+10).
- La aeronave realizó una toma de tierra 140 metros más allá de la TDZ vigente en el eje de pista.
- La tripulación no interpretó su aterrizaje fuera de la TDZ vigente al percibir erróneamente las dimensiones de esta y usar como referencia restos de la señalización antigua.
- Las distancias de señalización de la TDZ, ya sean señales o luces, no coinciden.

- Durante 7 segundos la deceleración fue constante manteniendo la dirección del eje de pista.

- Se produjo una primera desviación a la izquierda del eje sin que la investigación haya encontrado evidencias de acción de la tripulación ni fallo en los sistemas de la aeronave que pudieran inducirla.

- Una diferencia de indicación de las sondas de ángulo de ataque, en el momento del desvío, es coherente con una racha de viento procedente del lado izquierdo de la trayectoria de la aeronave.

- La tripulación realizó acciones de control sobre el pedal de dirección, frenada diferencial y reversas.

- La tripulación no fue capaz de evitar que la aeronave realizase una trayectoria con continuos desvíos a izquierda y derecha del eje de pista, hasta que en el segundo desvío a la izquierda la pata del tren principal derecho se salió momentáneamente de la pista provocando daños a una baliza de borde de pista, un letrero de indicación de salida de pista a calle de rodaje, y una canaleta de franja de pista.

- Según la información proporcionada por el servicio de control, los valores de vientos y rachas podían haber diferido entre 10 ó 15 kt de una cabecera de pista a otra.

- La aeronave resultó con daños menores consistentes en hendiduras en la carcasa del motor izquierdo y desprendimiento de material de una de las ruedas del tren delantero.

3.2 Causas/factores contribuyentes

La investigación no ha podido determinar la causa principal del desvío de la trayectoria inicial de la aeronave hacia la izquierda del eje de pista. Los datos registrados hacen posible que una racha de aire contribuyera a modificar inicialmente la trayectoria de aterrizaje de la aeronave cuando esta se encontraba con alta energía.

Se consideran factores contribuyentes que dificultaron el control de la aeronave:

- El temprano inicio de la maniobra de recogida respecto a lo recomendado por el fabricante provocó que la toma de contacto se extendiese 140 metros más allá del TDZ vigente.

- Una acción correctora excesiva en el intento por recuperar el eje de pista tras el repentino desvío de su trayectoria de aterrizaje.

- El despliegue asimétrico de las reversas al reducir su potencia de uso para mejorar el control lateral.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Inicialmente se había considerado la emisión de dos recomendaciones de seguridad dirigidas al operador, dado que por una parte, en su Manual de Operaciones B, indicaba de una manera confusa los límites de la TDZ, y por otra, en su Manual de Operaciones C, la ficha del aeropuerto de Bilbao se ilustraba con una fotografía de la cabecera de la pista 30 en la que se apreciaba una señalización de la TDZ de 900 m no vigente.

Dado que durante el transcurso de la investigación se ha podido constatar la subsanación de estos extremos por parte del operador, no se considera necesario la emisión de las mencionadas recomendaciones de seguridad.

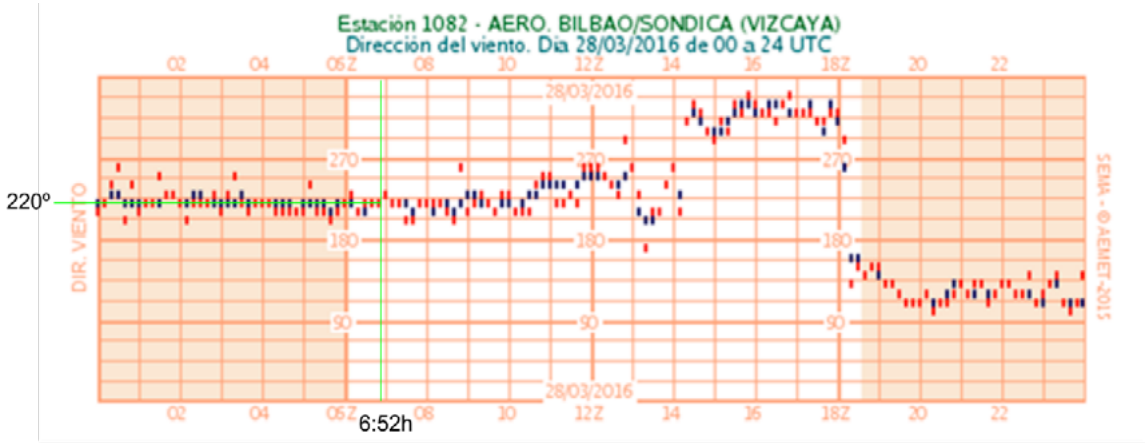
Por otro lado, dada la incongruencia entre las dimensiones de las marcas de pista y las luces de delimitación de la TDZ, se considera conveniente la emisión de la siguiente recomendación de seguridad:

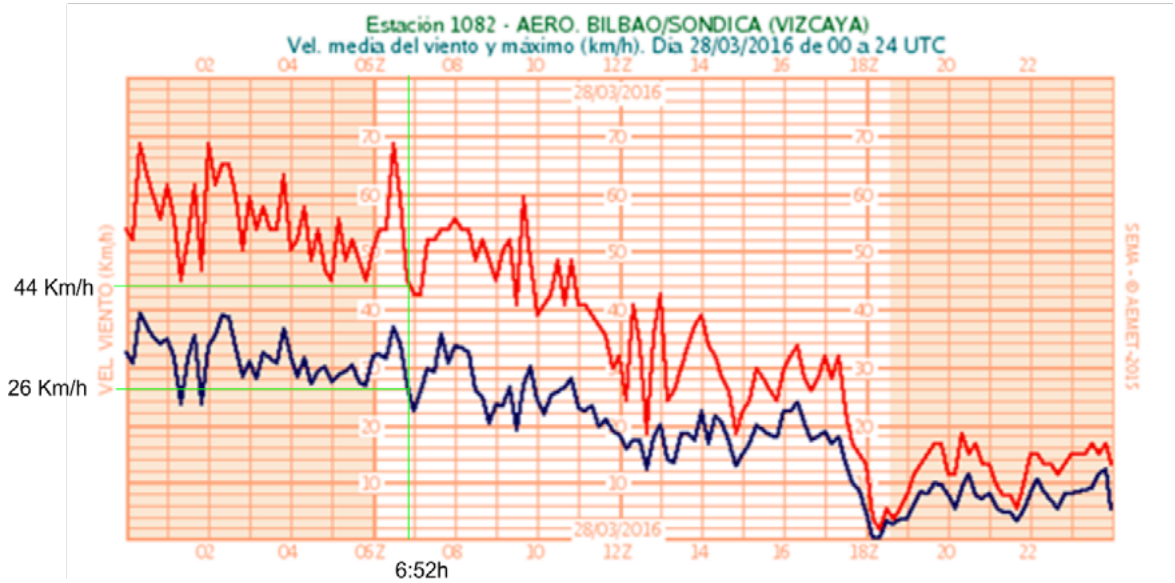
REC 05/19. SE recomienda a EASA, que modifique las Especificaciones de Certificación y Material Guía para el Diseño de Aeródromos CS-ADR-DSN, en el sentido de que homogeneice las distancias de señalización de la Zona de Toma de Contacto, ya se trate de señales o de luces.

APÉNDICES

APÉNDICE A

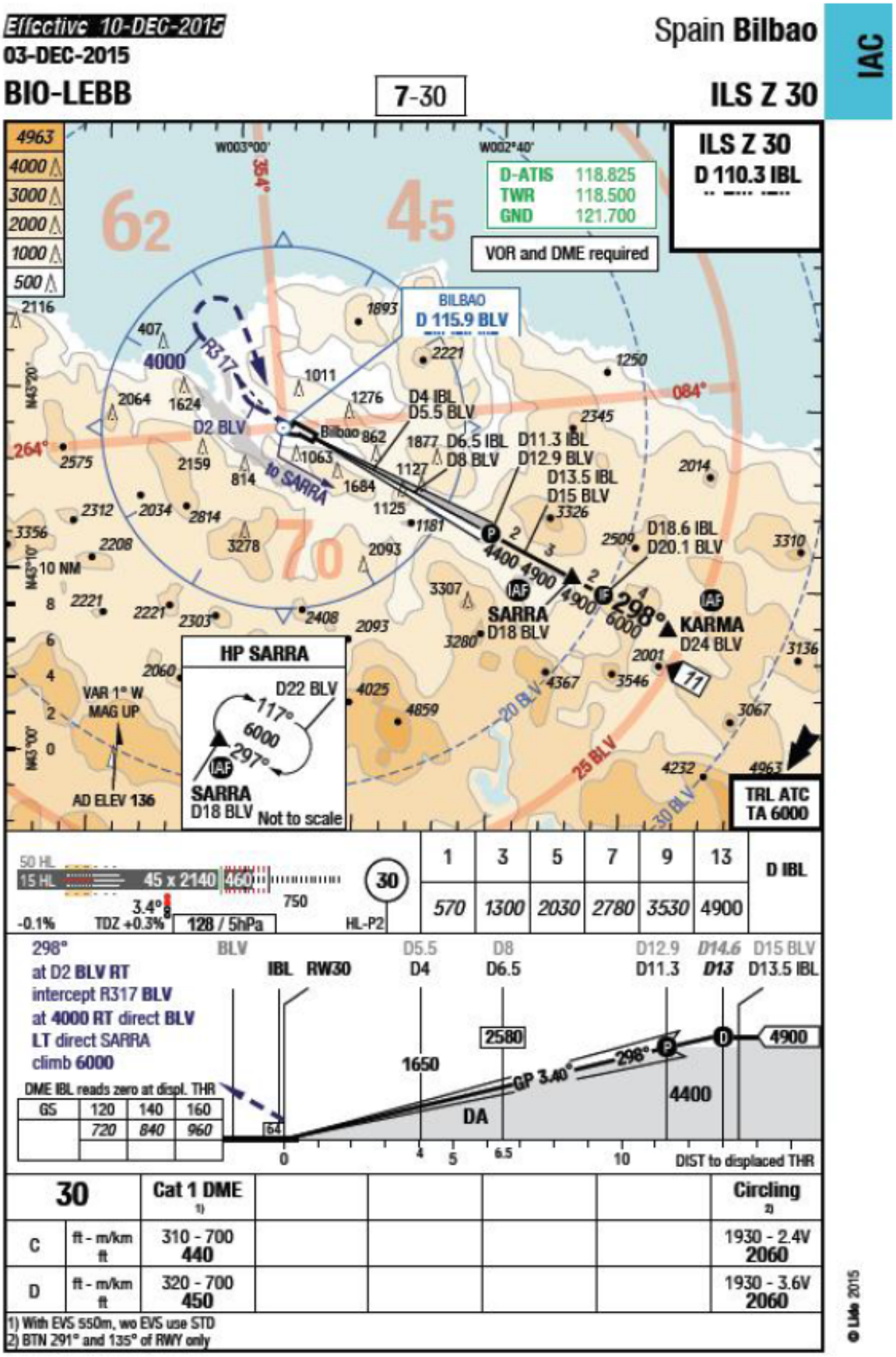
Gráficas de dirección y fuerzas de viento registradas en jardín meteorológico


Estación 1082 - AERO. BILBAO/SONDICA (VIZCAYA)
Dirección del viento. Día 28/03/2016 de 00 a 24 UTC
220º
DIR. VIENTO
6:52h
SEMA - © AEMET-2015


Estación 1082 - AERO. BILBAO/SONDICA (VIZCAYA)
Vel. media del viento y máximo (km/h). Día 28/03/2016 de 00 a 24 UTC
44 Km/h
26 Km/h
VEL. VIENTO (Km/h)
6:52h
SEMA - © AEMET-2015

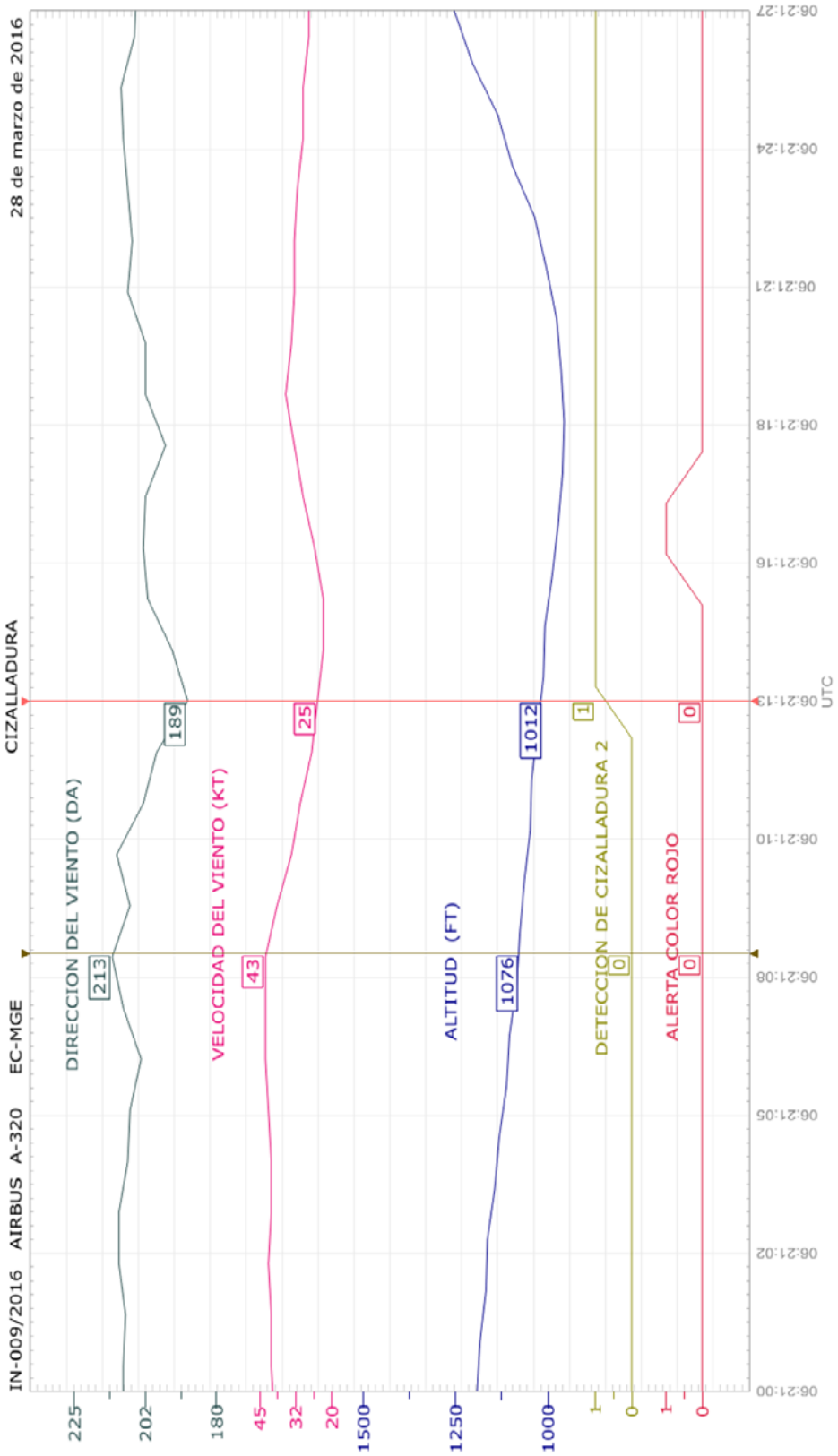
APÉNDICE B

Ficha LIDO de aproximación ILS Z a la pista 30 de LEBB


Effective 10-DEC-2015
03-DEC-2015
BIO-LEBB
7-30
Spain Bilbao
IAC
ILS Z 30
ILS Z 30
D 110.3 IBL
D-ATIS 118.825
TWR 118.500
GND 121.700
VOR and DME required
BILBAO
D 115.9 BLV
D4 IBL
D5.5 BLV
D6.5 IBL
D8 BLV
D11.3 IBL
D12.9 BLV
D13.5 IBL
D15 BLV
D18.6 IBL
D20.1 BLV
D2 BLV
SARRA
D18 BLV
KARMA
D24 BLV
HP SARRA
D22 BLV
117°
6000
297°
SARRA
D18 BLV
Not to scale
VAR 1° W
MAG UP
AD ELEV 136
TRL ATC
TA 6000
298°
at D2 BLV RT
intercept R317 BLV
at 4000 RT direct BLV
LT direct SARRA
climb 6000
DME IBL reads zero at displ. THR
GS 120 140 160
720 840 960
GP 3.40°
DA
DIST to displaced THR
30
Cat 1 DME 1)
Circling 2)
C ft - m/km ft 310 - 700 440 1930 - 2.4V 2060
D ft - m/km ft 320 - 700 450 1930 - 3.6V 2060
1) With EVS 550m, wo EVS use STD
2) BTN 291° and 135° of RWY only
© Lido 2015

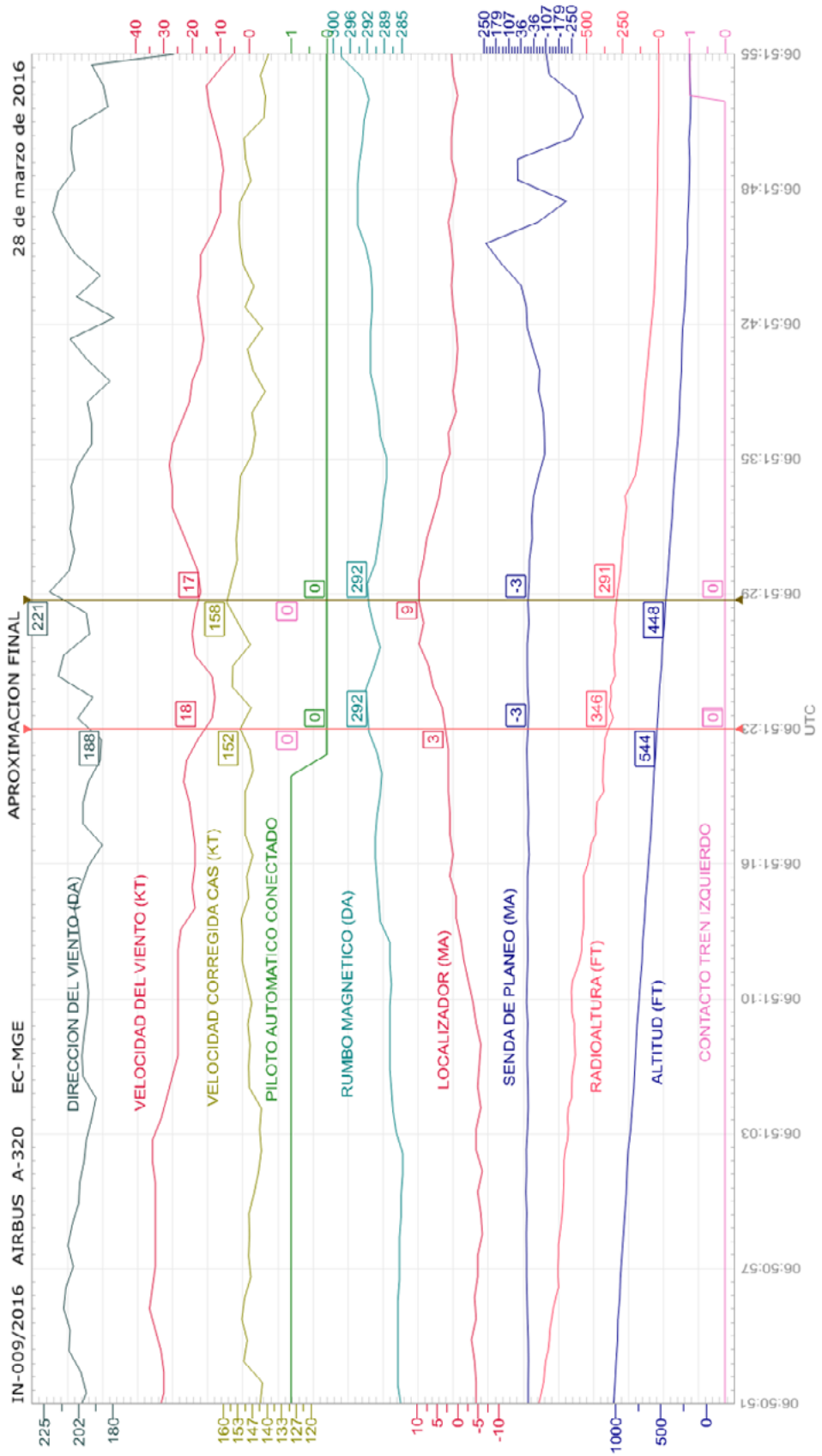
APÉNDICE C

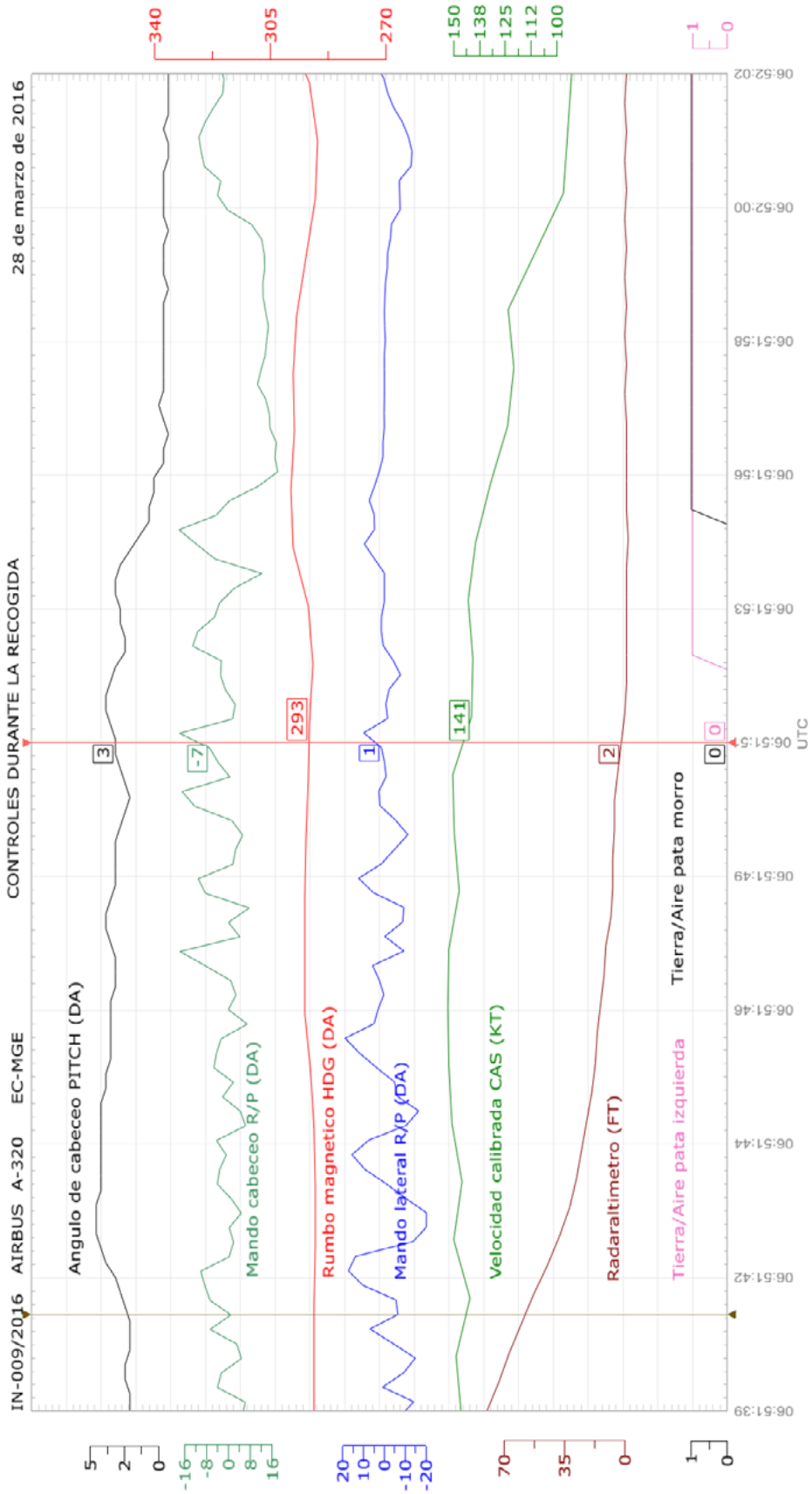
Activación del sistema de alerta reactiva de cizalladura


IN-009/2016 AIRBUS A-320 EC-MGE
28 de marzo de 2016
CIZALLADURA
DIRECCION DEL VIENTO (DA)
VELOCIDAD DEL VIENTO (KT)
ALTITUD (FT)
DETECCION DE CIZALLADURA 2
ALERTA COLOR ROJO
213
189
43
25
1076
1012
0
1
0
0
225
202
180
45
32
20
1500
1250
1000
1
0
1
0
06:21:00
06:21:02
06:21:05
06:21:08
06:21:10
06:21:13
06:21:16
06:21:18
06:21:21
06:21:24
06:21:27
UTC

APÉNDICE D

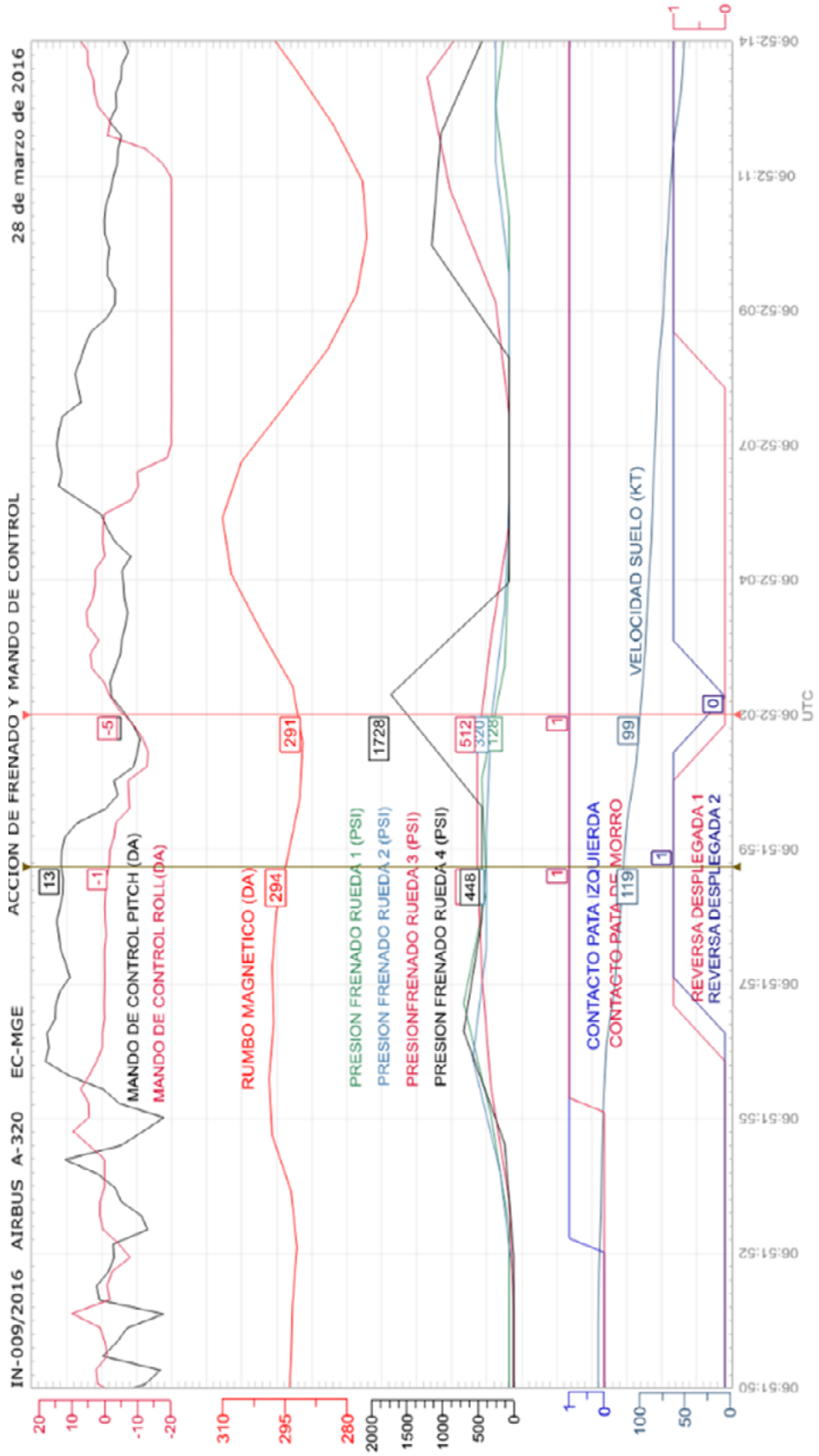
Parámetros de aproximación final

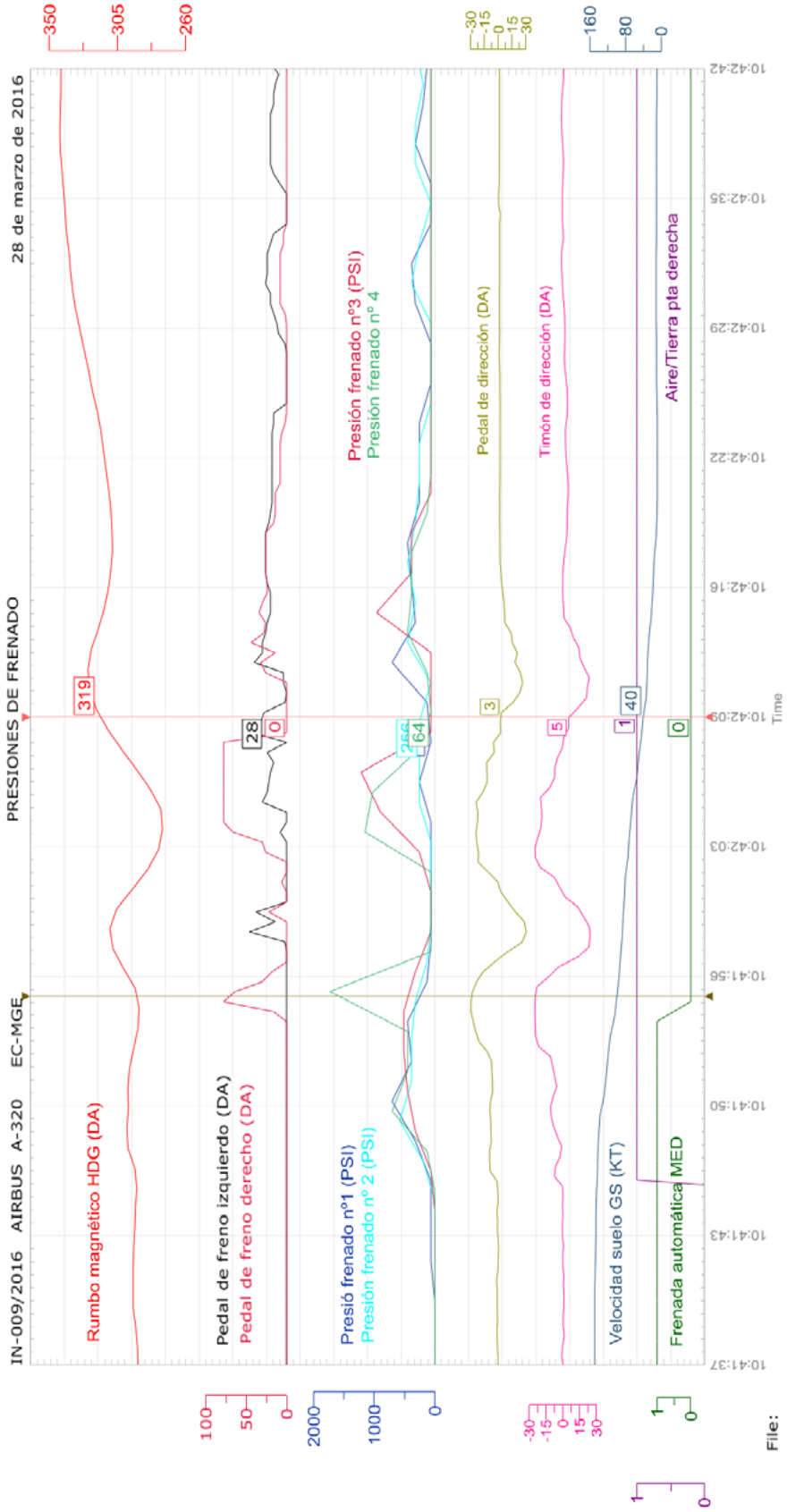

IN-009/2016 AIRBUS A-320 EC-MGE
APROXIMACION FINAL
28 de marzo de 2016
DIRECCION DEL VIENTO (DA)
VELOCIDAD DEL VIENTO (KT)
VELOCIDAD CORREGIDA CAS (KT)
PILOTO AUTOMATICO CONECTADO
RUMBO MAGNETICO (DA)
LOCALIZADOR (MA)
SENDA DE PLANEO (MA)
RADIOALTURA (FT)
ALTITUD (FT)
CONTACTO TREN IZQUIERDO
UTC

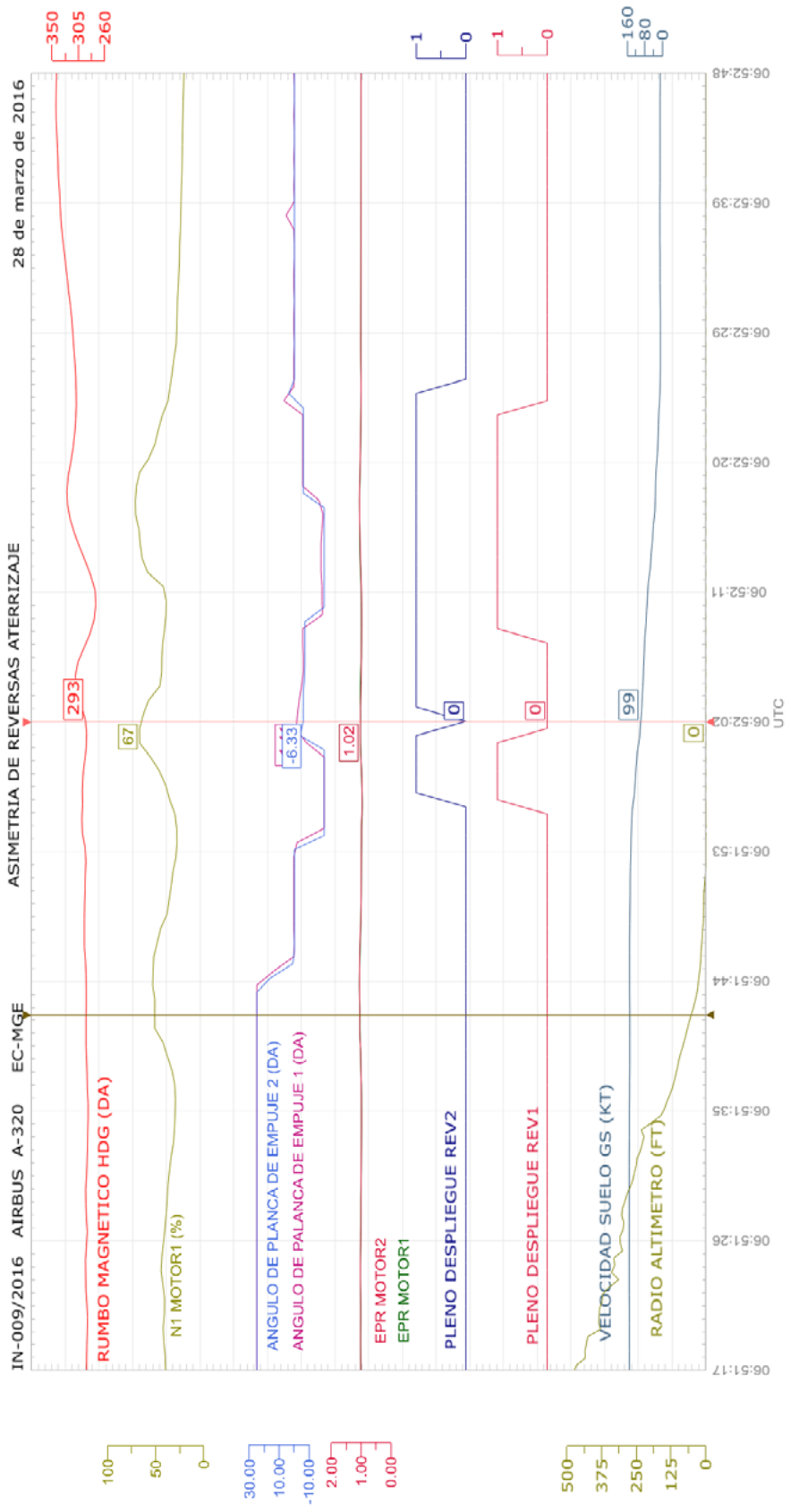

IN-009/2016 AIRBUS A-320 EC-MGE
CONTROLES DURANTE LA RECOGIDA
28 de marzo de 2016
Angulo de cabeceo PITCH (DA)
Mando cabeceo R/P (DA)
Rumbo magnetico HDG (DA)
Mando lateral R/P (DA)
Velocidad calibrada CAS (KT)
Radaraltimetro (FT)
Tierra/Aire pata izquierda
Tierra/Aire pata morro
UTC

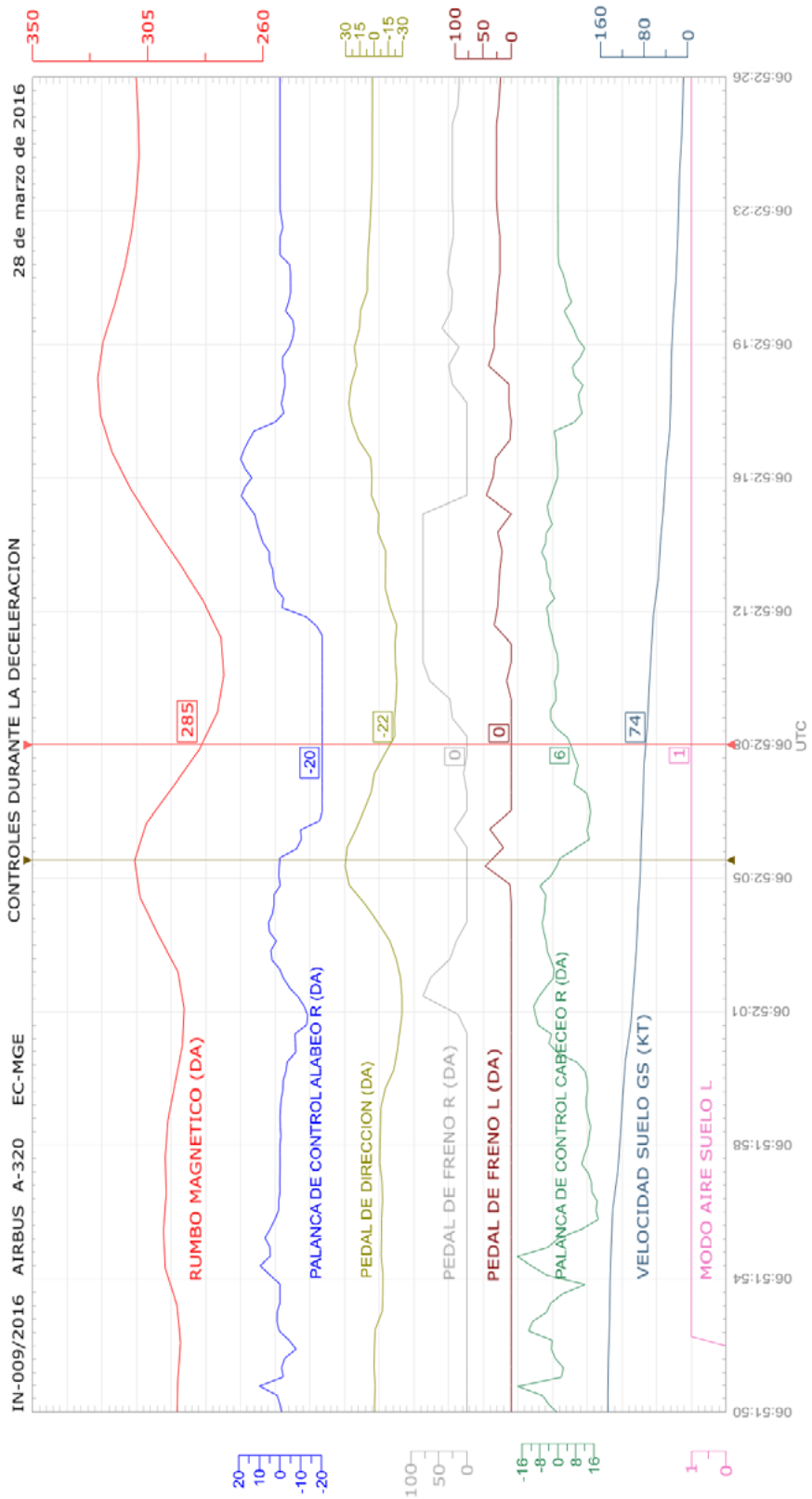
APÉNDICE E

Acción de frenado, uso de reversa y mando de control *side stick*


IN-009/2016 AIRBUS A-320 EC-MGE
ACCION DE FRENADO Y MANDO DE CONTROL
28 de marzo de 2016
MANDO DE CONTROL PITCH (DA)
MANDO DE CONTROL ROLL (DA)
RUMBO MAGNETICO (DA)
PRESION FRENADO RUEDA 1 (PSI)
PRESION FRENADO RUEDA 2 (PSI)
PRESIONFRENADO RUEDA 3 (PSI)
PRESION FRENADO RUEDA 4 (PSI)
CONTACTO PATA IZQUIERDA
CONTACTO PATA DE MORRO
VELOCIDAD SUELO (KT)
REVERSA DESPLEGADA 1
REVERSA DESPLEGADA 2
UTC

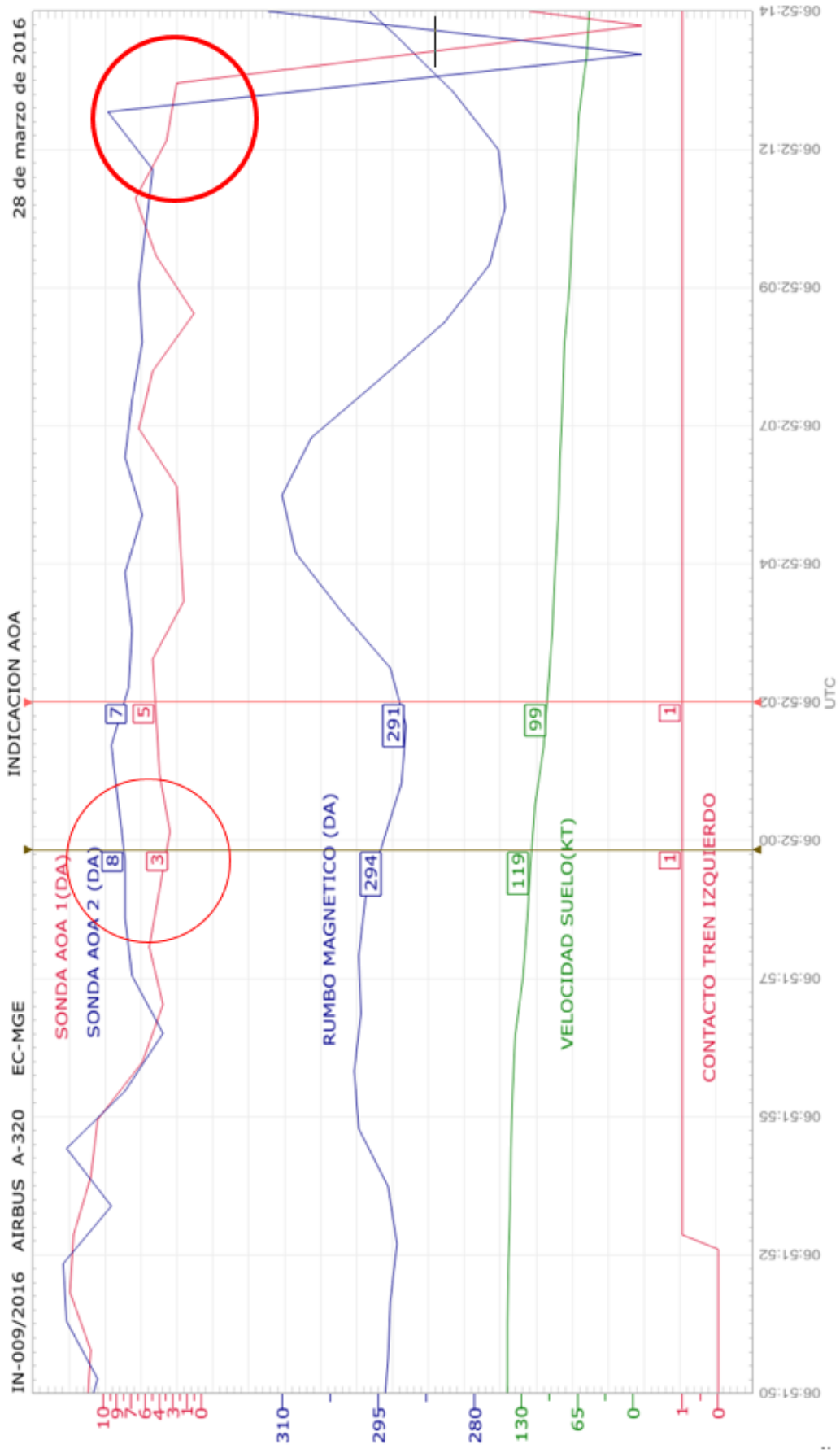

IN-009/2016 AIRBUS A-320 EC-MGE
PRESIONES DE FRENADO
28 de marzo de 2016
Rumbo magnético HDG (DA)
Pedal de freno izquierdo (DA)
Pedal de freno derecho (DA)
Presió frenado nº1 (PSI)
Presión frenado nº 2 (PSI)
Presión frenado nº3 (PSI)
Presión frenado nº 4
Pedal de dirección (DA)
Timón de dirección (DA)
Velocidad suelo GS (KT)
Aire/Tierra pta derecha
Frenada automática MED
Time
File:


IN-009/2016 AIRBUS A-320 EC-MGE
ASIMETRIA DE REVERSAS ATERRIZAJE
28 de marzo de 2016
RUMBO MAGNETICO HDG (DA)
N1 MOTOR1 (%)
ANGULO DE PLANCA DE EMPUJE 2 (DA)
ANGULO DE PALANCA DE EMPUJE 1 (DA)
EPR MOTOR2
EPR MOTOR1
PLENO DESPLIEGUE REV2
PLENO DESPLIEGUE REV1
VELOCIDAD SUELO GS (KT)
RADIO ALTIMETRO (FT)
UTC


IN-009/2016 AIRBUS A-320 EC-MGE
CONTROLES DURANTE LA DECELERACION
28 de marzo de 2016
RUMBO MAGNETICO (DA)
PALANCA DE CONTROL ALABEO R (DA)
PEDAL DE DIRECCION (DA)
PEDAL DE FRENO R (DA)
PEDAL DE FRENO L (DA)
PALANCA DE CONTROL CABECEO R (DA)
VELOCIDAD SUELO GS (KT)
MODO AIRE SUELO L
285
-20
-22
0
0
6
74
1
UTC

APÉNDICE F

Indicación de ángulo de ataque (AOA)


IN-009/2016 AIRBUS A-320 EC-MGE
28 de marzo de 2016
INDICACION AOA
SONDA AOA 1(DA)
SONDA AOA 2 (DA)
RUMBO MAGNETICO (DA)
VELOCIDAD SUELO(KT)
CONTACTO TREN IZQUIERDO
UTC
06:51:50
06:51:52
06:51:55
06:51:57
06:52:00
06:52:02
06:52:04
06:52:07
06:52:09
06:52:12
06:52:14
10
9
7
6
4
3
1
0
310
295
280
130
65
0
1
0
8
7
3
5
294
291
119
99
1
1