

Informe técnico IN-017/2017

Incidente grave ocurrido el día 8 de agosto de 2017, a las aeronaves Boeing B787-900, matrícula N825AA, y Cessna 172-M, matrícula EC-IEO, en el TMA de Madrid

El presente informe no constituye la edición en formato imprenta, por lo que puntualmente podrá incluir errores de menor entidad y tipográficos, aunque no en su contenido. Una vez que se disponga del informe maquetado y del Número de Identificación de las Publicaciones Oficiales (NIPO), se procederá a la sustitución del avance del informe final por el informe maquetado.



Advertencia

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

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

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

INDICE

Advertencia.....	ii
INDICE.....	iii
ABREVIATURAS	v
Sinopsis	ix
1. INFORMACION FACTUAL	11
1.1. Antecedentes del vuelo	11
1.2. Lesiones personales	13
1.2.1. Aeronave N825AA	13
1.2.2. Aeronave EC-IEO	13
1.3. Daños a la aeronave	14
1.4. Otros daños.....	14
1.5. Información sobre el personal	14
1.5.1. Aeronave N825AA	14
1.5.1.1. Comandante	14
1.5.1.2. Copiloto.....	14
1.5.1.3. Piloto de relevo	15
1.5.2. Aeronave EC-IEO	15
1.5.2.1. Instructor.....	15
1.5.2.2. Alumno.....	16
1.5.3. ATCO's.....	16
1.5.3.1. Controlador ejecutivo	16
1.5.3.2. Controlador planificador.....	17
1.6. Información sobre la aeronave	17
1.6.1. Aeronave N825AA	17
1.6.2. Aeronave EC-IEO	18
1.7. Información meteorológica	19
1.8. Ayudas para la navegación	20
1.9. Comunicaciones.....	23
1.10. Información de aeródromo.....	25
1.11. Registradores de vuelo.....	25
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto	27
1.13. Información médica y patológica	27
1.14. Incendio	27
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia.....	27
1.16. Ensayos e investigaciones	28
1.16.1. Declaraciones de las tripulaciones y los controladores.....	28
1.16.1.1. Aeronave N825AA	28
1.16.1.2. Aeronave EC-IEO	29
1.16.1.3. Servicio de control	30
1.17. Información sobre organización y gestión	32
1.17.1. Centro de control.....	32
1.18. Información adicional.....	34
1.18.1. Plan de vuelo aeronave ACR31	34
1.18.2. Funcionamiento de la Alerta de Conflicto.....	35
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces	36

2.	ANALISIS.....	37
2.1.	Análisis del plan de vuelo aeronave ACR31	37
2.2.	Análisis despegues desde LECU que proceden hacia el N	38
2.3.	Consideraciones relacionadas con el puesto de control	38
2.4.	Acciones tomadas por las tripulaciones de vuelo	43
3.	CONCLUSIONES	44
3.1.	Constataciones.....	44
3.2.	Causas/factores contribuyentes	45
4.	RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	46

ABREVIATURAS

° ‘ “	Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)
°C	Grado(s) centígrado(s) – Degree(s) Celsius
3D	Tres dimensiones – Three dimensions
AC	Alerta de conflicto – Conflict alert
ACAS	Sistema anticolidión de a bordo - Airborne collision avoidance system
ACP	Habilitación de control de área por procedimientos - Area control procedural rating
ACS	Habilitación de control de vigilancia aérea – Area control surveillance rating
ADF	Equipo radiogoniométrico automático - Automatic direction-finding equipment
ADI	Habilitación de control de aeródromo por instrumentos - Aerodrome Control Instrument rating
ADV	Habilitación de control de aeródromo visual - Aerodrome Control Visual rating
AESA	Agencia estatal de seguridad aérea – Spanish Aviation Safety Agency
AIP	Publicación de información aeronáutica - Aeronautical information publication
AIR	Anotación de control aéreo - Air Control endorsement
AMC	Medios aceptables de cumplimiento - Acceptable means of compliance
APP	Habilitación de control de aproximación por procedimientos - Approach Control Procedural Rating
APS	Habilitación de control de vigilancia de aproximación - Approach Control Surveillance rating
ARO	Oficina de notificación de los servicios de tránsito aéreo - Air traffic services reporting office
ATC	Control de tránsito aéreo (en general) - Air traffic control (in general).
ATCO	Controlador de circulación aérea – Air Traffic Controller
ATPL	Licencia de piloto de transporte aéreo - Airline Transport Pilot Licence
ATS	Servicio de tránsito aéreo - Air traffic service.
ATZ	Zona de tránsito de aeródromo - Aerodrome traffic zone
CAVOK	Visibilidad, nubes y condiciones meteorológicas actuales mejores que los valores o condiciones prescritos - Visibility, cloud and present weather better than prescribed values or conditions
CB	Cumulonimbo - Cumulonimbus
CDR	Ruta condicional - Conditional route
CFL	Nivel de Vuelo Autorizado - Cleared Flight Level
COM	Equipo de comunicaciones – Communications equipment
CPL	Licencia de piloto comercial - Commercial pilot license
CRI	Habilitación de instructor de clase - Class rating instructor

DEN	Despegues este en configuración norte
DME	Equipo radiotelemétrico - Distance measuring equipment
DSH	Distancia de Seguridad Horizontal
DSV	Distancia de Seguridad Vertical – Vertical safety distance
DVOR	Radiofaro omnidireccional VHF Doppler - Doppler VHF omnidirectional radio range
DWN	Despegues Oeste en configuración Norte
EASA	Agencia europea de seguridad aérea - European Aviation Safety Agency
ELT	Transmisor de localización de emergencia - Emergency locator transmitter
ENR	En ruta - En-route
FI	Instructor de vuelo - Flight instructor
FIR	Región de información de vuelo - Flight information region
FL	Nivel de vuelo - Flight level
ft	Pie(s) - Feet
ft/min	Pie(s)/minutos – Feet/minute
GMC	Anotación de control de movimientos en tierra - Ground Movement Control endorsement
GMS	Anotación de vigilancia de movimientos en tierra - Ground Movement Surveillance endorsement
GND	Terreno - Ground
h	Hora(s) – Hour(s)
hPa	Hectopascal(es) – Hectopascal(s)
IFPS	Sistema integrado para el tratamiento inicial de planes de vuelo - Integrated initial flight plan processing system
IFR	Reglas de vuelo por instrumentos – Instrument flight rules
ILS	Sistema de aterrizaje por instrumentos - Instrument landing system.
IR	Habilitación Instrumental - Instrumental Rating
kg	Kilogramo(s) - Kilogram (s)
KIAS	Velocidad indicada en nudos- Knots indicated airspeed
km	Kilómetro(s) – Kilometer(s)
km/h	Kilómetros por hora – Kilometer(s) per hour
kt	Nudo(s) – Knot(s)
L.D.	Línea dedicada
LAD	Funcionalidad del sistema SACTA que permite determinar rumbos, así como distancias entre pistas, entre puntos y pistas predicción de separación mínima y tiempo
LC	Línea caliente
LEBG	Indicador de lugar del aeropuerto de Burgos – Burgos airport indicator location

LECM	Indicador de lugar de Madrid FIC/ACC – Madrid FIC/ACC indicator location
LECU	Indicador de lugar del aeropuerto de Madrid/Cuatro Vientos – Madrid/Cuatro Vientos indicator location
LEGT	Indicador de lugar del aeropuerto de Madrid/Getafe – Madrid/Getafe indicator location
LEMD	Indicador de lugar del aeropuerto de Madrid/Barajas – Madrid/Barajas indicator location
LEVS	Indicador de lugar del aeropuerto de Madrid/Cuatro Vientos (militar) – Madrid/Cuatro Vientos (militar) indicator location
m	Metro(s) – Metre(s)
m ²	Metro(s) cuadrado(s) – Squared metre(s)
MEP	Habilitación de multimotor terrestre de pistón – Multi-engine piston rating
METAR	Informe meteorológico ordinario de aeródromo (en clave meteorológica aeronáutica) - Aviation routine weather report (in aeronautical meteorological code)
min	Minuto(s) – Minute(s)
N	Norte - North
NAV	Equipo de navegación - Navigation equipment
NDB	Radiofaro no direccional - Non-directional radio beacon
NIGHT	Habilitación de vuelo nocturno – Night flight rating
NM	Milla(s) náutica(s) – Nautical Mile(s)
NW	Noroeste - Northwest
PAC	Alerta de Conflicto: Predicción
PF	Piloto a los mandos – Pilot flying
PPL	Licencia de piloto privado – Private pilot license
P-RNAV	Navegación de área de precisión - Precision area navigation
QNH	Reglaje de la subescala del altímetro para obtener la elevación estando en tierra (reglaje de precisión para indicar la elevación por encima del nivel medio del mar) - Altimeter sub-scale setting to obtain elevation when on the ground (pressure setting to indicate elevation above mean sea level)
RA	Aviso de resolución - Resolution advisory
RAD	Anotación de control radar de aeródromo - Aerodrome Radar Control endorsement
RD	Radio - Radio
RNAV	Navegación de área - Area navigation
RVR	Alcance visual en la pista - Runway visual range
RWN	Sector director oeste
SACTA	Sistema automatizado de control de tránsito aéreo
SEP	Habilitación de monomotor terrestre de pistón – Single engine piston rating

SFC	Superficie - Surface
SID	Salida normalizada por instrumentos - Standard instrument departure
STCA	Alerta de Conflicto a Corto Plazo - Short Term Conflict Alert
TA	Tiempo de Alerta
TAI	Tiempo de Alerta Inmediata
TCAS	Sistema de alerta de tránsito y anticolisión - Traffic alert and Collision Avoidance System
TCL	Anotación de control terminal - Terminal Control endorsement
TCU	Cumulus acastillados - Towering cumulus
TMA	Área de control terminal - Terminal control area
TRM	Gestión de Recursos en Equipo - Team Resource Management
TWR	Anotación de torre de control - Tower Control (TWR) endorsement
TWR	Torre de control – Control tower
UTC	Tiempo universal coordinado - Coordinated universal time
V _A	Velocidad de maniobra – Maneuvering speed
VAC	Alerta de Conflicto: Violación
V _{FE}	Velocidad máxima de extensión de flaps – Maximun flap extended speed
VFR	Reglas de vuelo visual - Visual flight rules
V _{NE}	Velocidad de no exceder – Never exceed speed
W	Oeste - West
WDN	Sector resultante unión DWN y WNN
WNN	Sector oeste norte en configuración norte
WSN	Sector oeste sur en configuración norte
Z	Vuelo que se realiza inicialmente en VFR, seguido de uno o más cambios subsiguientes en las reglas de vuelo

Sinopsis

Operador:	AMERICAN AIRLINES	AEROCENTER
Aeronave:	Boeing B787-900	Cessna 172-M
Fecha y hora del incidente:	Martes, 8 de agosto de 2017, 09:35 UTC	
Lugar del incidente:	TMA de Madrid	
Personas a bordo:	228 pasajeros, 12 tripulantes	2 tripulantes
Tipo de vuelo:	Transporte aéreo – Regular – – Internacional – Pasajeros	Aviación general – instrucción – doble mando
Fase de vuelo:	En ruta	En ruta
Reglas de vuelo	IFR	Z ¹
Fecha de aprobación:	7 de junio de 2018	

Resumen del suceso:

La aeronave Boeing B787-900, matrícula N825AA, había despegado de la pista 36L del aeropuerto de Madrid/Barajas para realizar el vuelo AAL37 con destino el aeropuerto de Dallas/Fort Worth (Estados Unidos).

La aeronave Cessna 172M, matrícula EC-IEO, había salido del aeropuerto de Madrid/Cuatro Vientos con un plan de vuelo Z con destino el aeropuerto de Burgos. Su indicativo de vuelo era ACR31. Tras el despegue, y ya en condiciones IFR, había sido autorizada por ATC a volar directo a Burgos a 11000 pies, encontrándose establecida a esa altitud en el momento del incidente.

La aeronave Boeing B787 había sido autorizada a ascender a FL240 siguiendo el procedimiento de salida normalizada por instrumentos (SID) ZMR1L.

Poco después de sobrepasar el punto MD44 del procedimiento ZMR1L, el sistema de alerta de tránsito y anticollisión (TCAS) de la aeronave Boeing B787 emitió un aviso de resolución (RA) debido a la reducción de la separación con la aeronave Cessna 172. En ese momento el B787 se encontraba a 10900 ft en ascenso a FL240.

¹ vuelo que se realiza inicialmente en VFR, seguido de uno o más cambios subsiguientes en las reglas de vuelo

La tripulación del B787, AAL37, notificó la situación al centro de control, a la vez que actuaba sobre los mandos para iniciar un descenso. Por su parte, la tripulación de la otra aeronave, ACR31, tuvo contacto visual con la aeronave AAL37, detectó que estaba descendiendo y decidió realizar una maniobra evasiva de ascenso.

Estas acciones propiciaron que se resolviera rápidamente la situación de conflicto.

Tras ello, las dos aeronaves continuaron sus vuelos llegando a sus destinos sin novedad.

La investigación ha determinado que este incidente se produjo debido a que el controlador ejecutivo puso su atención en resolver un conflicto en otra parte del espacio aéreo que estaba controlando, olvidando vigilar y resolver un potencial conflicto que previamente había identificado.

Se considera que fueron factores que contribuyeron a que se produjera el incidente los siguientes:

- Plan de vuelo de la aeronave ACR31 conflictivo que vulneraba restricciones de la aerovía, y que hacía que fuera tráfico conflictivo con despegues y aterrizajes de LEMD.
- Mala recepción en la línea dedicada con LEGT, que provocó que el controlador ejecutivo tuviera que asumir funciones que venía realizando el controlador planificador.
- La alerta de conflicto del sistema SACTA no se activó con suficiente antelación para que el controlador ejecutivo pudiera tomar acciones antes de que las aeronaves entraran en conflicto.

1. INFORMACION FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

La aeronave ACR31 despegó a las 09:08:45 h del aeropuerto de Madrid/Cuatro vientos con un plan de vuelo Z, que se caracteriza por comenzar bajo las reglas de vuelo visual (VFR) para más tarde cambiar a reglas de vuelo instrumental (IFR), que tenía como destino el aeropuerto de Burgos.

Se trataba de un vuelo de instrucción para la obtención de la habilitación instrumental. A bordo de la aeronave iban el instructor y el alumno.

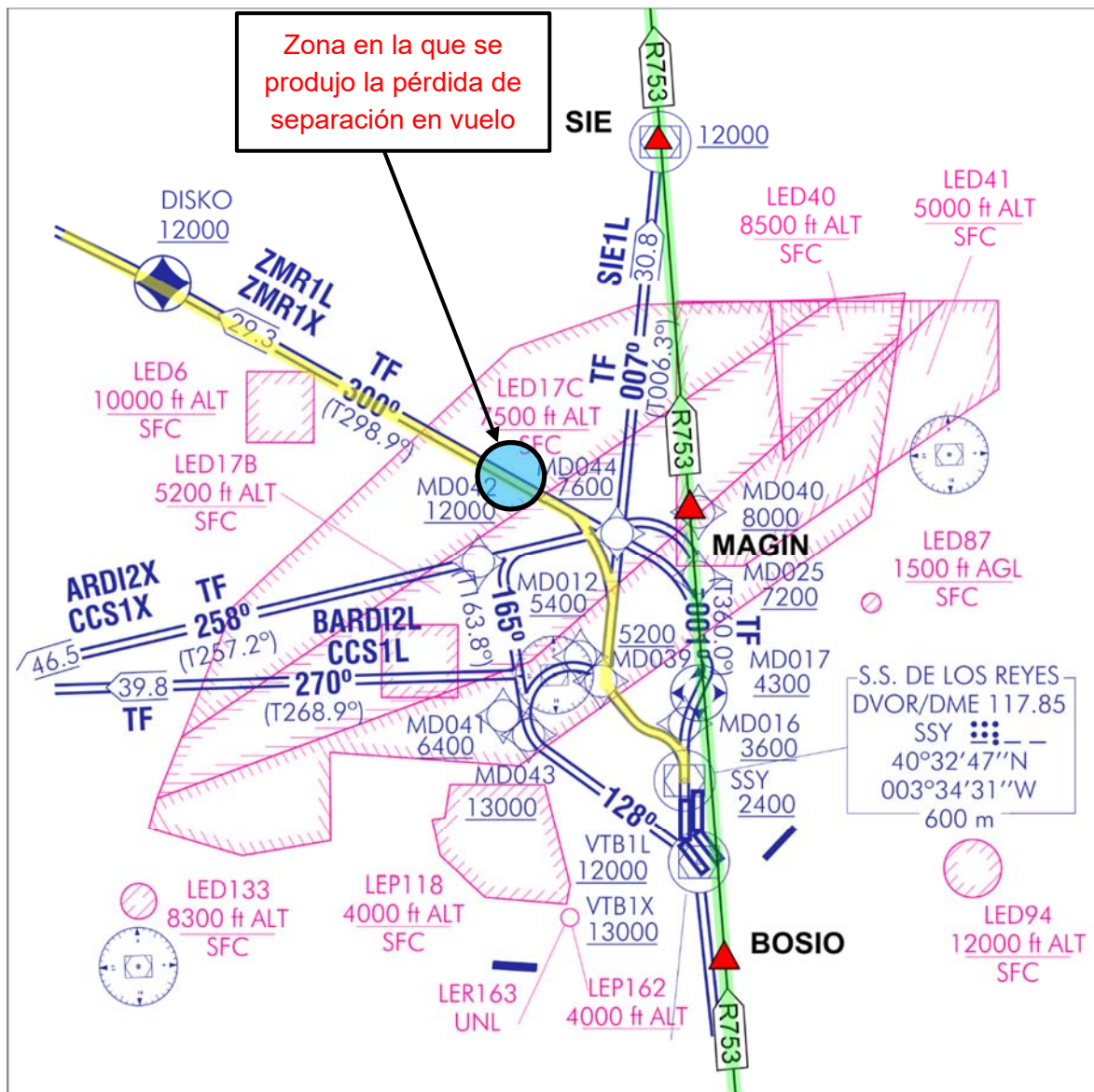


Figura 1. Recorte de la carta P-RNAV de salida normalizada de vuelo por instrumentos, pista 36L diurno, en la que se han destacado en color amarillo la ruta planificada y seguida por la aeronave AAL37 y en color verde la ruta indicada en el plan de vuelo de la aeronave ACR31, además de indicarse la zona en la que se produjo la pérdida de separación con un círculo azul bordeado en negro

La parte instrumental de este vuelo comenzaba en el punto BOSIO, siendo los siguientes puntos de la ruta instrumental: MAGIN-SIE-XERMA-ARLUN-BUR, que forman parte de la ruta ATS inferior R753.

A fin de tener ambas rutas sobre una misma carta, la parte inicial de la ruta instrumental de la aeronave ACR31 se ha representado sobre carta RNAV de salida normalizada de vuelo por instrumentos de la pista 36L de la figura 1. Los tres primeros puntos de la ruta, BOSIO, MAGIN y SIE, se han indicado mediante triángulos de color rojo, y la ruta propiamente dicha se ha resaltado en color verde.

El sector que se encargaba de controlar a estas aeronaves era el WDN, que era el sector resultante de la unión de los sectores DWN (Despegues Oeste en configuración Norte) y el WNN (Sector Oeste Norte Norte).

A las 09:10:35 h, el controlador del sector WDN del centro de control de Madrid llamó al controlador de la torre de control del aeropuerto de Madrid/cuatro Vientos para pedirle que le transfiriese rápidamente la aeronave ACR31, debido a que “tenía una ruta malísima”.

La tripulación de la aeronave ACR31 estableció contacto radio con el controlador del sector WDN a las 09:10:55 h. La aeronave se encontraba en ese momento a unos 2 km al sur del aeropuerto de Madrid/Cuatro Vientos, volando a 4000 ft en rumbo este.

El controlador indicó a la tripulación que cuando alcanzasen 5000 ft virasen a rumbo norte.

A las 09:12:43, una vez que la aeronave ACR31 había alcanzado una altitud de 5000 ft, la tripulación inició el viraje a rumbo norte.

En ese mismo instante el controlador de WDN llamó de nuevo a la aeronave ACR31 indicando que continuasen el viraje hasta alcanzar rumbo 330, y que les avisaría para proceder a Burgos.

La aeronave fue posteriormente autorizada a ascender a 7000 ft y más tarde a 10000 ft.

A las 09:23:30 el controlador autorizó a la aeronave a proceder directo a Burgos, requiriendo a la tripulación a que ascendiesen a 11000 ft, al ser la altitud radar mínima en esa zona 10500 ft. En ese momento la aeronave se encontraba al noroeste de Madrid, prácticamente sobre el embalse del Pardo.

Como resultado de las instrucciones facilitadas por el controlador, la aeronave se encontraba a unos 20 km al oeste de la ruta planificada en el plan de vuelo.

La aeronave Boeing B787, con indicativo de vuelo AAL37, despegó a las 09:29:48 h de la pista 36L del aeropuerto de Madrid/Barajas para realizar un vuelo con destino el aeropuerto de Dallas/Fort Worth (Estados Unidos).

Había sido autorizada a ascender a FL240 siguiendo el procedimiento de salida normalizada por instrumentos (SID) ZMR1L (coloreada en amarillo en la figura 1).

Poco después de sobrepasar el punto MD44 del procedimiento ZMR1L, el sistema de alerta de tránsito y anticollisión (TCAS) de la aeronave Boeing B787 con indicativo de vuelo AAL37 emitió un aviso de resolución (RA) debido a la reducción de la separación con la aeronave Cessna 172, con indicativo ACR31. En ese momento el B787 se encontraba a 10900 ft en ascenso a FL240.

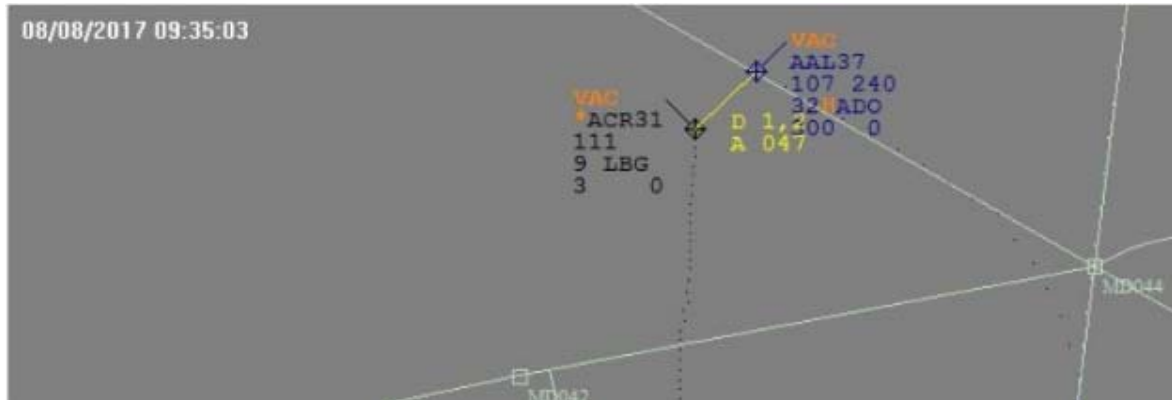


Figura 2. Imagen del instante de separación mínima entre las aeronaves

La tripulación del B787 notificó la situación al centro de control, a la vez que actuaba sobre los mandos para iniciar un descenso, lo que propició que se resolviera rápidamente la situación de conflicto. Tras ello, las dos aeronaves continuaron sus vuelos llegando a sus destinos sin novedad.

La separación mínima entre ambas aeronaves durante el evento se produjo a las 09:35:03 h y su magnitud fue de 1,2 NM en horizontal y 400 ft en vertical (ver figura 2).

1.2. Lesiones personales

1.2.1. Aeronave N825AA (AAL37)

<i>Lesiones</i>	<i>Tripulación</i>	<i>Pasajeros</i>	<i>Total en la aeronave</i>	<i>Otros</i>
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				No se aplica
Ilesos	12	228	240	No se aplica
TOTAL	12	228	240	

1.2.2. Aeronave EC-IEO

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				No se aplica
Ilesos	2		2	No se aplica
TOTAL	2		2	

1.3. Daños a la aeronave

Ninguna de las dos aeronaves involucradas en el suceso sufrió daño alguno.

1.4. Otros daños

No hubo más daños.

1.5. Información sobre el personal

1.5.1. Aeronave N825AA

1.5.1.1. Comandante

- Edad: 61 años
- Nacionalidad: estadounidense
- Licencia: ATPL (avión)
- Habilitaciones:
 - Super-80
 - B737
 - B767
 - B787
- Certificado médico: clase 1, válido hasta 24/11/2017
- Horas totales de vuelo: 13214 h
- Horas de vuelo en tipo de aeronave: 741 h
- Actividad desarrollada:

Últimos 90 días:	184:37 h
Últimos 7 días:	37:46 h
Últimas 24 h:	10:23 h
Descanso previo al vuelo:	25:03 h

1.5.1.2. Copiloto

- Edad: 56 años
- Nacionalidad: estadounidense
- Licencia: ATPL (avión)
- Habilitaciones:
 - Super-80
 - Fokker-100
 - B767
 - B787

- Certificado médico: clase 1, válido hasta 22/08/2017
- Horas totales de vuelo: 11408 h
- Horas de vuelo en tipo de aeronave: 973 h
- Actividad desarrollada:

Últimos 90 días:	270:54 h
Últimos 7 días:	38:19 h
Últimas 24 h:	10:23 h
Descanso previo al vuelo:	25:03 h

1.5.1.3. Piloto de relevo

- Edad: 60 años
- Nacionalidad: estadounidense
- Licencia: ATPL (avión)
- Habilitaciones:
 - Fokker-100
 - B737
 - B767
 - B777
 - B787
- Certificado médico: clase 1, válido hasta 15/11/2017
- Horas totales de vuelo: 11797 h
- Horas de vuelo en tipo de aeronave: 1142 h
- Actividad desarrollada:

Últimos 90 días:	276:41 h
Últimos 7 días:	30:39 h
Últimas 24 h:	10:23 h
Descanso previo al vuelo:	25:03 h

1.5.2. Aeronave EC-IEO (ACR31)

1.5.2.1. Instructor

El piloto instructor, de nacionalidad española y 49 años de edad, tenía licencias de piloto privado y comercial de avión expedidas por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), por primera vez el 9/05/2001 y 24/06/2004, respectivamente, así como de las siguientes habilitaciones:

- SEP, monomotores terrestres de pistón: válida hasta el 30/06/2018
- MEP, multimotores terrestres de pistón: válida hasta el 31/03/2018
- IR, vuelo instrumental (avión): válida hasta el 31/03/2018
- CRI, instructor de habilitación de clase (MEP): válida hasta el 31/03/2020
- FI, instructor de vuelo (PPL/CPL/SEP/MEP/IR/FI/NIGHT): válida hasta el 28/02/2020

El reconocimiento médico de clase 1 también estaba en vigor hasta el 22 de junio de 2018.

Según la información facilitada, su experiencia de vuelo en el momento del incidente era de 4175 h, de las cuales 2000 h las había realizado en aeronaves del tipo de la del suceso.

1.5.2.2. Alumno

El alumno, de nacionalidad española y 25 años de edad, tenía licencia de piloto privado de avión expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), por primera vez el 29/01/2014, así como de la habilitación de monomotores terrestres de pistón (SEP), que era válida hasta el 31/01/2018.

Tenía un certificado médico de clase 1 válido hasta el 3/10/2017.

Su experiencia de vuelo era de 200 h.

1.5.3. ATCO's

1.5.3.1. Controlador ejecutivo

El controlador ejecutivo del sector WDN de LECM, de nacionalidad española y 60 años de edad, tenía licencia de controlador de tránsito aéreo emitida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea de España, en la que tenía anotadas las siguientes habilitaciones y anotaciones de habilitación:

Habilitación	Fecha primera expedición	Anotación de habilitación	Fecha primera expedición
ADV	9/05/1986		
ADI	9/05/1986	AIR	9/05/1986
		GMC	9/05/1986
		TWR	9/05/1986
		GMS	9/05/1986
		RAD	9/05/1986
APP	9/05/1986		
APS	9/05/1986	TCL	9/05/1986
ACP	9/05/1986		
ACS	9/05/1986	TCL	9/05/1986

Asimismo disponía de anotación de unidad: LECM – TMA1 – APS, válida hasta el 19/05/2018.

En cuanto a la competencia lingüística tenía nivel 6 en español y 5 en inglés, válida hasta el 16/05/2019.

Asimismo contaba con certificado médico válido y en vigor hasta el 23 de septiembre de 2018.

En cuanto a formación TRM² (gestión de recursos de equipo), no había recibido ninguna sesión, ni la tenía aún programada.

1.5.3.2. Controlador planificador

El controlador planificador, del sector WDN de LECM, de nacionalidad española y 52 años de edad, tenía licencia de controlador de tránsito aéreo emitida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea de España, en la que tenía anotadas las siguientes habilitaciones y anotaciones de habilitación:

Habilitación	Fecha primera expedición	Anotación de habilitación	Fecha primera expedición
ADV	1/09/1992		
ADI	1/09/1992	AIR	1/09/1992
		GMC	1/09/1992
		TWR	1/09/1992
		GMS	1/09/1992
		RAD	1/09/1992
APP	1/09/1992		
APS	1/09/1992	TCL	1/09/1992
ACP	1/09/1992		
ACS	1/09/1992	TCL	1/09/1992

Asimismo disponía de anotación de unidad: LECM – TMA1 – APS, válida hasta el 16/10/2018.

En cuanto a la competencia lingüística tenía nivel 6 en español y 5 en inglés, válida hasta el 16/05/2019.

Asimismo contaba con certificado médico válido y en vigor hasta el 7 de noviembre de 2018.

En la fecha en la que ocurrió el incidente este controlador no había asistido a ninguna sesión de TRM, aunque la tenía programada para el 30/01/2018, a la que asistió.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Aeronave N825AA

Es una aeronave Boeing B787-900, que había sido fabricada en el año 2017, con número de serie 40644. Sus características principales son las siguientes:

² TRM es el acrónimo de “Team Resource Management”

- Envergadura: 60,7 m
- Longitud: 63,0 m
- Altura: 17,0 m
- Superficie alar: 325,0 m²
- Peso en vacío: 118000 kg
- Peso máximo al despegue: 250836 kg
- Motores: dos (2).
 - Número: dos (2)
 - Marca: General Electric.
 - Modelo GENx-1B74/75.
 - Número de serie:
 - #1: 956857
 - #2: 956858
- Horas de vuelo totales: 2595
- Ciclos totales: 275

Disponía de un certificado de aeronavegabilidad de categoría transporte, que había sido emitido el 26 de enero de 2017.

1.6.2. Aeronave EC-IEO

Se trata de una aeronave Cessna 172-M, que es un monomotor de ala alta arriostrada, equipado con un tren de aterrizaje fijo de tipo triciclo, fabricado en Estados Unidos en el año 1975, con el número de serie 172-65632.

Sus características generales son las siguientes:

- Envergadura: 10,97 m
- Longitud: 8,20 m
- Altura: 2,67 m
- Superficie alar: 16,20 m²
- Peso en vacío: 612 kg
- Peso máximo al despegue: 1043 kg
- Capacidad de combustible: 191 litros
- Motor: Lycoming O-320-E2D, s/n:L-42373-27A
- Velocidad de no exceder (V_{NE}): 293 km/h
- Velocidad de maniobra (V_A): 180 km/h
- Velocidad máxima de extensión de flaps (V_{FE}): 161 km/h
- Techo de servicio: 13100 ft

Disponía de un certificado de aeronavegabilidad de categoría normal, que había sido emitido el 20 de junio de 2005.

El certificado de revisión de la aeronavegabilidad había sido emitido el 11/06/2017 y tenía validez hasta el 12/06/2018.

En cuanto a equipos de navegación y comunicaciones, estaba equipada con los siguientes:

- COM 1, TKM MX-170C
- COM 2, TKM MX-170C
- NAV 1, TKM MX-170C
- NAV 2, TKM MX-170C
- Transpondedor, Bendix King KT-76
- DME, Bendix King KN-65
- ADF, Bendix King KR-85
- Marker beacon; Bendix King KMA-20
- ELT, Bendix King KT-76ex ME-406

El siguiente cuadro contiene información sobre las últimas revisiones de mantenimiento a la que había sido sometida la aeronave.

Fecha	Tipo de revisión	Horas aeronave
6/06/2017	200 h	6215 h 35 min
4/07/2017	50 h	6265 h 00 min
26/07/2017	100 h	6314 h 55 min

1.7. Información meteorológica

Los METAR de los aeropuertos de Madrid/Barajas y Madrid/Cuatro Vientos emitidos entre las 07:00 y las 10:30 UTC del día del suceso son los siguientes:

- Aeropuerto de Madrid/Barajas

```
0700Z 05004KT 340V120 CAVOK 21/09 Q1015 NOSIG=
0730Z 02006KT 310V100 CAVOK 22/09 Q1016 NOSIG=
0800Z 36010KT 340V040 CAVOK 22/09 Q1016 NOSIG=
0830Z 35007KT 300V040 CAVOK 23/09 Q1016 NOSIG=
0900Z 01006KT 330V070 CAVOK 24/09 Q1016 NOSIG=
0930Z 35008KT 290V040 CAVOK 25/08 Q1016 NOSIG=
1000Z 35007KT 290V030 CAVOK 25/08 Q1016 NOSIG=
1030Z 36006KT 290V090 CAVOK 26/08 Q1016 NOSIG=
```

- Aeropuerto de Madrid/Cuatro Vientos

```
0700Z VRB01KT CAVOK 22/08 Q1016=
0730Z VRB02KT CAVOK 22/09 Q1016=
0800Z 00000KT CAVOK 23/08 Q1016=
0830Z VRB01KT CAVOK 23/07 Q1017=
0900Z VRB02KT CAVOK 24/08 Q1017=
0930Z 00000KT CAVOK 26/07 Q1017=
1000Z VRB03KT CAVOK 25/05 Q1017=
1030Z 16004KT 070V200 CAVOK 26/05 Q1017=
```

Los datos anteriores muestran que las condiciones meteorológicas en el entorno horario en el que tuvo lugar el suceso se mantuvieron bastante homogéneas. El viento fue de dirección variable y de baja intensidad. El término CAVOK³ estuvo presente en todos los mensajes METAR. La temperatura estuvo entre 21°C y 26°C, ascendiendo según avanzaba el día, y el punto de rocío entre 5°C y 9°C. El QNH entre 1015 y 1017 hPa.

1.8. Ayudas para la navegación

1.8.1. Rutas ATS inferiores – R753

De acuerdo con el plan de vuelo aprobado, la aeronave de indicativo ACR31 iniciaría la parte instrumental de vuelo en el punto BOSIO, donde se incorporaría a la aerovía R753, siendo los siguientes puntos: MAGIN, SIE, SERMA y ARLUN.

El punto ENR 3.1 del AIP España contiene la información pertinente a las rutas ATS inferiores, entre las que se encuentra la R753. La figura siguiente contiene un recorte de los datos de esta aerovía vigentes en el momento en que se produjo el incidente.

ENR 3.1-40 02-FEB-17		AIP ESPAÑA	
1. RUTAS ATS INFERIORES / LOWER ATS ROUTES			
		▲ Punto de notificación obligatorio / Compulsory REP △ Punto de notificación a petición / On request REP	
IDENTIFICACION / DESIGNATION PUNTOS SIGNIFICATIVOS / SIGNIFICANT POINTS	HDG MAG DIST (NM)	LIMITES / LIMITS MNM FL/ ALT	WID (NM)
		SENTIDO DIRECTION ODD EVEN	
		OBSERVACIONES / REMARKS	
R753			
▲ VILLATOBAS VOR/DME (VTB) 394651N 0032751W	357 (355.6)	FL 245 9500 ft AMSL	
▲ VISON 400940N 0033009W	22.9 357 (355.6)		↓
△ BOSIO 402027N 0033114W	10.8 357 (355.5)		
△ MAGIN 404601N 0033353W	25.6 357 (355.5)		
▲ SOMOSIERRA DVOR/DME (SIE) 410906N 0033617W	23.1 360 (358.9) 180 (178.9) 21.1		↓
		MADRID ACC	
		Tramo / Segment VOR/DME VTB - DVOR/DME SIE Por debajo de 13500 ft solo utilizable previa autorización ATC. No planificable en planes de vuelo / Below 13500 ft only available prior ATC clearance. Not to be filed in flight plans.	

Figura 3. Recorte de ENR 3.1-40 del AIP España que contiene información sobre la aerovía R753

Según se indica en la casilla observaciones, el tramo comprendido entre los VOR/DME “VTB” y “SIE” solo es utilizable por debajo de 13500 ft previa autorización de ATC y no es

³El término CAVOK sustituirá a los grupos de visibilidad, RVR, tiempo significativo y nubosidad o visibilidad vertical, cuando se den simultáneamente:

- Visibilidad de 10 km ó más y no se dan las condiciones de visibilidad mínima.
- Ausencia de nubes por debajo de la altura de referencia CAVOK, y ausencia de cumulonimbus (CB) y cúmulos en forma de torre (TCU).
- Ningún fenómeno de tiempo significativo.

planificable en planes de vuelo. En la información publicada no aparece ninguna indicación respecto a la categorización de la aerovía (CDR).

Las rutas condicionales (CDR) son rutas o tramos de rutas que pueden planificarse o utilizarse bajo condiciones específicas. Se dividen en tres categorías (CDR1, CDR2 y CDR3) en función de su disponibilidad en los planes de vuelo:

La categoría Tres (CDR3) – CDR no planificable – las rutas con esta categoría no se pueden planificar en los planes de vuelo y solo se pueden utilizar bajo autorización ATC, previa coordinación civil-militar.

En ambos casos se debe volar en altitudes VFR hasta ese punto o en IFR bajo autorización ATC.

Las aeronaves no pueden utilizar la aerovía B42 ya que es de sentido sur.

Se han consultado a la oficina ARO de LECU/LEVS los planes de vuelo presentados y aprobados para las aeronaves con planes de vuelo Z que proceden hacia el Norte, comprobándose que actualmente todas indican en su plan de vuelo que tras el despegue proceden directo al DVOR/DME SIE (primer punto IFR).

El proveedor de servicios ENAIRE en su informe de investigación realizó una recomendación en la que se indicaba que se analizaran los planes vuelo Z de LECU hacia el norte, con el fin de evitar que su tramo inicial sea conflictivo con las arribadas y despegues de LEMD.

1.9. Comunicaciones

La aeronave AAL37 había despegado del aeropuerto de Madrid/Barajas a las 09:29:48 h, en tanto que la aeronave ACR31 lo había hecho del aeropuerto de Madrid/Cuatro Vientos a las 09:08 h.

Las tripulaciones de ambas aeronaves mantuvieron comunicaciones radio con las torres de control de los aeropuertos de los que partieron y con el sector de control WDN.

Las comunicaciones realizadas con las torres de control tuvieron un carácter plenamente estándar, por lo que no se considera necesario incluir más información sobre las mismas en este informe.

En lo que respecta al sector de control WDN, a continuación se describen las comunicaciones tierra/aire más significativas mantenidas vía radio con las aeronaves que tenían bajo control, así como las realizadas a través de línea telefónica (dedicada/caliente) con otras dependencias de control.

Hora	Frec.	Estación	Mensaje
9:10:35	L.C. ⁴	WDN (ejecutivo)	Le pide al controlador de Cuatro Vientos que le pase rápido al ACR31, ya que tenía una ruta malísima y quería virarle al norte.
9:10:43	L.C.	LECU	Responde que de acuerdo
9:10:55	RD ⁵	ACR31	ACR31 establece contacto radio
Entre las 9:10:58 y las 9:15:37	RD	WDN(ejecutivo)/ACR31	El controlador da varias instrucciones a la aeronave ACR31 sobre rumbo y altitud. Finalmente tras preguntar a la tripulación sobre

⁴ L.C. línea caliente

⁵ RD. radio

			la altitud a la que quieren volar, autoriza 10000 pies.
Desde 9:16:37 a 9:17:15	RD	WDN (ejecutivo)	Comunica con la aeronave ANGEL11M
Desde 9:17:33 a 9:17:55	LD ⁶	WDN (planificador)	El planificador coordina la aeronave ANGEL11M con LEGT
Desde 9:18:03 a 9:18:29	RD	WDN (ejecutivo)	Comunica con ANGEL11M
9:20:30 a 9:20:42	LD	WDN (planificador)	Comunica con LEGT para coordinar las aeronaves ANGEL11M y ANGEL35M
9:23:33	RD	ACR31	La tripulación pregunta la controlador sobre la posibilidad de volar directo al VOR de Somosierra
9:23:40	RD	WDN (ejecutivo)	El controlador responde que vuela directo a Burgos
Entre las 9:23:46 y las 9:24:04	RD	WDN (ejecutivo)	El controlador informa a la aeronave ACR31 que pasará por una zona de altitud mínima 10500 pies, por lo que le requiere que ascienda a 11000 pies.
Desde 9:27:03 A 9:29:23	RD	WDN (ejecutivo)	Coordina con las aeronaves ANGEL11M y CONDOR31
Desde 9:29:41 A 9:30:10	LD	WDN (planificador)	Coordina con LEGT(en esta comunicación ya se producen dificultades en la recepción)
Desde 9:30:35 A 9:30:38	RD	WDN (ejecutivo)	Coordina con la aeronave CONDOR31
9:30:48	RD	AAL37	La aeronave AAL37 notifica pasando 4300 pies en ascenso a 13000 pies
9:30:54	RD	WDN	El controlador confirma a AAL37 contacto radar y autoriza ascenso a FL240
9:30:59	RD	AAL37	La tripulación colaciona la instrucción
Desde 9:32:23 a 9:32:59	RD	DWN (ejecutivo)	Coordina con la aeronave ANGEL11M
9:33:00	LD	WDN (planificador)	No consigue escuchar las comunicaciones de Getafe,

⁶ Línea dedicada

			indicando que va a llamar por otra vía.
Entre las 9:33:11 y las 9:33:33	LC	WDN (ejecutivo)	El controlador ejecutivo llama varias veces por línea caliente a LEGT sin obtener respuesta
9:33:39	LC	LEGT	Se recibe respuesta de LEGT
9:33:40	LC	WDN (ejecutivo)	El controlador explica a LEGT la planificación que ha establecido para las llegadas de las aeronaves ANGEL11M y CONDOR a LEGT
Desde 9:33:52 a 9:34:33	RD	WDN (ejecutivo)	Coordina con la aeronave CONDOR31 la aproximación a LEGT
9:34:34	LD	WDN (planificador)	Coordina con LEGT los detalles de la fase final de la aproximación de la aeronave CONDOR21
9:34:44			Se escucha el sonido de activación de la alerta PAC-VAC ⁷
9:34:49			Se escucha el sonido de activación de la alerta PAC-VAC
9:34:56	RD	AAL37	La tripulación de la aeronave AAL37 notifica TCAS RA
9:34:57	RD	WDN (ejecutivo)	El controlador responde recibido
9:35:25	RD	AAL37	La tripulación de la aeronave AAL37 notifica libre de conflicto e informa que continua ascenso a FL240

1.10. Información de aeródromo

No es de aplicación.

1.11. Registradores de vuelo

Debido a que la investigación de este suceso se inició varios días después de haberse producido, no fue posible acceder a la información que sobre el mismo se habría grabado en los registradores, como consecuencia de que estos equipos continuaron grabando durante ese tiempo, lo que posibilitó que la información del suceso fuera remplazada por información posterior.

1.11.1. Información radar

RD. radio

consiste en tres pitidos rápidos que se repiten cada 5 segundos.

Se han revisado las trazas radar de ambas aeronaves desde el momento en que despegaron hasta que la tripulación del AAL37 notificó libre de conflicto, tras la alerta de TCAS RA.

La aeronave ACR31 despegó del aeropuerto de Madrid/Cuatro Vientos a las 09:08:45.

A las 09:10:58, momento en el que el controlador ejecutivo del sector WDN instruyó a la tripulación de esta aeronave a que “cuando alcance 5000 pies, vire por su izquierda rumbo norte”, esta aeronave se encontraba a unos 2 km al sur del aeropuerto de Madrid/Cuatro Vientos, volando en rumbo este.

Continuó volando en rumbo este hasta las 09:12:43 en que alcanzó 5000 ft y comenzó a virar hacia el norte, alcanzando dicho rumbo 30 segundos después.

La aeronave continuó volando hacia el norte a la par que seguía ascendiendo. Sobrepasó la ciudad de Madrid por el oeste (dejando la ciudad al este de su posición). La trayectoria que siguió la aeronave se encontraba a unos 25 km al oeste de la aerovía R753.

En el momento en que se produjo la activación del aviso TCAS RA, esta aeronave se encontraba sobre la localidad de Miraflores de la Sierra.

La aeronave AAL37 despegó del aeropuerto de Madrid/Barajas a las 09:29:53.

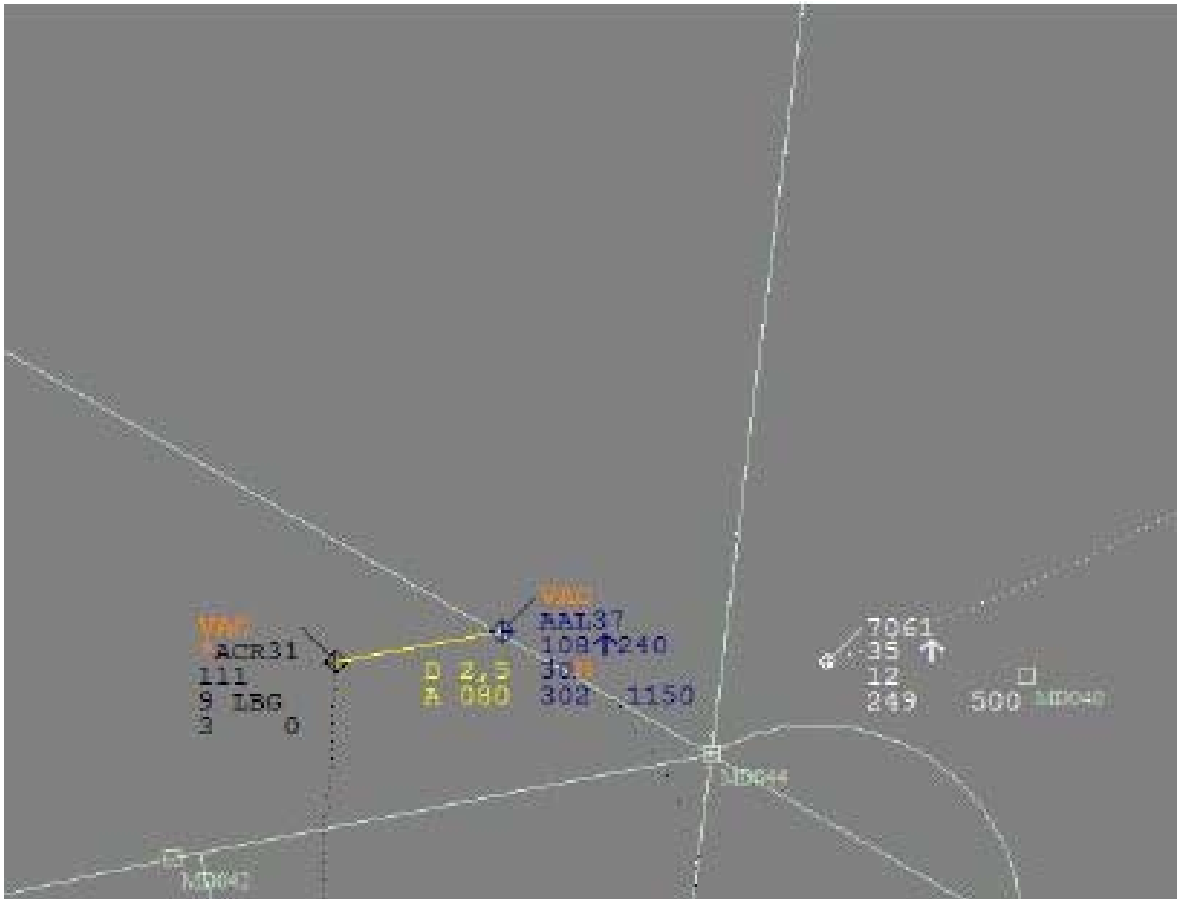


Figura 5. Imagen del instante en que se activó la alerta de conflicto VAC

La traza radar muestra que la aeronave siguió correctamente la salida instrumental SID ZMR1L. Durante los 2 minutos previos al TCAS RA su régimen medio de ascenso fue de 1900 ft/min.

A las 09:34:43 el sistema SACTA emitió una alerta de conflicto STCA VAC (ver figura 5).

A las 9:35:16 la aeronave AAL37 generó un aviso de que el RA había sido corregido, que fue enviado con el paquete de datos del modo S. La información enviada incluía el tipo de maniobra indicado por el equipo de a bordo, que fue de descenso.

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

No es de aplicación.

1.13. Información médica y patológica

No es de aplicación.

1.14. Incendio

No hubo incendio.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

No es de aplicación.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Declaraciones de las tripulaciones y los controladores

1.16.1.1. Aeronave N825AA

1.16.1.1.1. Comandante

El comandante declaró que estaban realizando el vuelo de American Airlines 37, de Madrid a Dallas/Fort Worth. Habían despegado de la pista 36L y estaban siguiendo la salida P-RNAV ZMR 1L.

Una vez que pasaron 10000 ft empezaron a acelerar desde 250 kt hasta aproximadamente 340 kt, de acuerdo a los procedimientos normales de operación.

Vieron “otro tráfico” en el TCAS, situado a su izquierda, que rápidamente cambió a “tráfico próximo”.

Cuando se encontraban a unos 12500 ft, el TCAS emitió un aviso de tráfico (TA) y cuando se encontraban a unos 13000 ft cambió a aviso de resolución (RA).

El copiloto, que actuaba como piloto a los mandos (PF), ejecutó la maniobra de descenso indicada por el TCAS. Desconectó el piloto automático y los gases automáticos y siguió las instrucciones.

Él notificó a Madrid Control que estaban descendiendo debido a un aviso de resolución (RA). Durante el descenso tuvieron contacto visual con el otro avión, que era un monomotor de ala alta de pequeñas dimensiones.

Cuando el sistema TCAS dio indicación de libre conflicto, llamó a Madrid Control para informar de ello y de que continuaban su ascenso. La respuesta del controlador, tanto a la notificación del RA como la de libre de conflicto fue “recibido”.

1.16.1.1.2. Copiloto

Indicó que en este vuelo actuaba como piloto a los mandos (PF).

Se encontraban en ascenso siguiendo la SID Zamora 1L, tras haber despegado de la pista 36L del aeropuerto de Madrid/Barajas.

Cuando estaban alcanzando aproximadamente 12500 ft recibieron una alerta de tráfico del TCAS. Unos 15 segundos después cambió a aviso de resolución (RA) y el TCAS indicó descenso.

Desconectó el piloto automático y siguió las instrucciones del TCAS, mientras el comandante notificaba a Control Madrid el evento.

Una vez libres de conflicto, retomaron el vuelo que continuó sin novedad.

1.16.1.1.3. Piloto de relevo

El copiloto era el piloto a los mandos. El piloto automático estaba conectado.

Se dieron cuenta de que había una Cessna ascendiendo en dirección norte. Un poco más tarde observó que esta aeronave se encontraba a una distancia de unas 15 NM. En ese momento tuvieron la primera alerta de tráfico en el TCAS, que muy poco tiempo después cambió a alerta de resolución (RA).

El copiloto hizo un gran trabajo, desconectando el piloto automático y aplicando suavemente las instrucciones emitidas por el TCAS. Informaron a ATC que estaban tomando acciones en respuesta a un TCAS RA. El controlador les contestó “roger”.

Cuando se solventó el conflicto reanudaron el ascenso a la altitud que les habían asignado. Añadió que en ningún momento se desviaron del rumbo que llevaban.

1.16.1.2. Aeronave EC-IEO

El piloto instructor que iba al mando de la aeronave indicó que se trataba de un vuelo de instrucción. El plan de vuelo era tipo “Z”, es decir, realizado inicialmente bajo las reglas visuales y luego bajo reglas instrumentales, con origen en el aeropuerto de Madrid/Cuatro Vientos y destino el aeropuerto de Burgos.

Después del despegue fueron transferidos por la torre de control de Madrid/Cuatro Vientos a Control Madrid.

Conectaron con esta dependencia que les instruyó que pusieran rumbo norte directo a Burgos y ascenso a 11000 ft. Matizó que el primer punto de la parte de su ruta instrumental era BOSIO, pero que Control Madrid les desvió al darles la instrucción de poner rumbo norte.

Se encontraban volando en contacto visual con el terreno. Vieron una aeronave que estaba a menor altitud y que se encontraba ascendiendo en dirección hacia ellos, volando hacia el oeste.

Enseguida observaron que la aeronave detenía su ascenso e iniciaba un descenso. Ellos a su vez intentaron ascender, aunque solo consiguieron subir 200 ft, ya que se encontraban volando prácticamente en el techo de servicio de la aeronave.

Instantes después la otra aeronave pasó por debajo de ellos, tras lo que continuaron su vuelo con normalidad.

1.16.1.3. Servicio de control

1.16.1.3.1. Controlador ejecutivo

Declaró que cuando se produjo el incidente llevaba trabajando unos 90 minutos en ese sector. Durante los primeros 37 minutos estuvo como Planificador y posteriormente como Ejecutivo.

Indicó que desde un principio fue consciente de que el tráfico ACR31 podía ser conflictivo con los despegues por la pista 36L, por lo que activaba un “LAD⁸” entre esta aeronave y cada uno de los despegues.

A fin de minimizar los posibles conflictos con las salidas de Madrid, decidió darle instrucciones para que procediera hacia la zona oeste del aeropuerto de Madrid/Barajas, para posteriormente darle un rumbo hacia su destino.

Su primera instrucción fue darle rumbo 330° y, a requerimiento de la tripulación, ascenderlo a 10000 ft. Más tarde detectó que el tráfico iba a sobrevolar una zona de mínima altitud radar de 10500 ft, por lo que solicitó a la tripulación que ascendiese a 11000 ft.

Tras ello, tuvieron que hacer una serie de coordinaciones para organizar una secuencia de aproximaciones a Getafe. Recordaba que durante esas gestiones había despegado de la pista 36L una aeronave de Ryanair que enlazó con un LAD con la ACR31, para vigilar la separación.

Dieron traslado de la secuencia de las aproximaciones a Getafe que habían establecido a través del planificador, identificando problemas en la audición de las comunicaciones con Getafe.

Cuando recibió la primera llamada del AAL37 en despegue de la 36L, lo enlazó con un LAD con el ACR31. En ese momento valoró dos opciones: parar el ascenso del AL37 a 10000 ft o dejarle volar hasta que se estableciese en el tramo entre MD039 y MD044, para dejarlo en ese rumbo hasta librar 12000 ft, y virarlo entonces hacia ZMR. Decidió optar por esta última a fin de no penalizar al tráfico en su ascenso continuado.

Quedando parte de esa tarea pendiente, surgió un cambio en la secuencia de Getafe a petición de uno de los tráfico, lo que obligó a realizar una serie de coordinaciones que inició el planificador a través de la línea dedicada, aunque no pudo llevarlas a cabo al no

⁸ Funcionalidad del sistema SACTA que permite determinar rumbos, así como distancias entre pistas, entre puntos y pistas, predicción de separación mínima y tiempo.

escucharse adecuadamente a Getafe. Por este motivo, el planificador le pidió a él que las hiciera por la línea caliente.

Recordaba que le costó establecer contacto, lo que le hizo perder más tiempo. Una vez establecido contacto se centró en dar instrucciones a los dos tráficos en curso a Getafe para su correcta separación.

Consideraba que había centrado demasiado su vigilancia en ese foco de atención y olvidó la tarea pendiente con el AAL37, para llevar a cabo el plan que había establecido para separarlo del ACR31. Manifestó que el hecho de tener un plan de acción pudo hacer que lo diese como “tarea resuelta”.

Cuando recibió la llamada del AAI37 notificando el TCAS RA no tuvo más opción que contestar ROGER.

No recordaba que hubiera habido ningún aviso previo de pérdida de separación.

Con respecto a la carga de trabajo consideraba que había sido elevada, no tanto por el volumen de tráfico, sino más bien por el tipo de operaciones que se desarrollaban en los distintos aeropuertos responsabilidad del sector: muchas llamadas visuales, coordinaciones con LECU y LEGT, etc. Recordaba la carga de trabajo asociada básicamente al sector DW, más que al WN. Aunque no consideraba que la combinación de los sectores fuese un factor relevante en el desarrollo del suceso, consideraba que el “zoom” con el que obliga a trabajar, sí pudo influir en la falta de detección del conflicto. En este sentido, recordaba haber modificado el “zoom” en el momento en que se centró en la secuencia de aproximación a LEGT.

Preguntado sobre posibles aspectos a mejorar para reducir la complejidad de la operación, manifestó que podría ser interesante analizar la posible conflictividad de los planes de vuelo Z de despegues de LECU que proceden hacia el norte, tanto con las arribadas como con las salidas instrumentales a LEMD.

1.16.1.3.2. Controlador planificador

El incidente se produjo cuando llevaba unos 50 minutos trabajando en la posición de planificador, habiendo realizado una rotación completa en la misma combinación de sectores a primera hora de la mañana.

Coincidió con el ejecutivo en que había una carga de trabajo elevada, no tanto por el volumen de tráfico, como por el tipo de operaciones, las coordinaciones con LECU y LEGT, etc. Aunque no consideraba que la combinación de sectores hubiera sido un factor relevante en el suceso, estimaba que el tipo de operación que implica dicha combinación provoca un “desgaste” en circunstancias como las que confluían ese día.

Recordaba que había habido una coordinación previa, sin utilizar la línea caliente, por parte del sector DEN para una aproximación a LEGT.

Durante la evolución del suceso tuvo que realizar varias tareas de actualización de planes de vuelo, a petición de la torre de Getafe, para conseguir que recibiese la ficha de progresión del ANGEL11M. Esta tarea se complicó por la posible confusión con el indicativo de otro helicóptero (ANGEL35M).

Solicitó verbalmente al controlador ejecutivo que se encargase de la coordinación de la secuencia de arribadas con LEGT, ya que no conseguía escuchar por la línea telefónica al controlador de esa dependencia.

Añadió que tanto él como el controlador ejecutivo focalizaron su atención en el conflicto de la secuencia de LEGT.

1.17. Información sobre organización y gestión

1.17.1. Centro de control

El sector que se encargaba de controlar a estas aeronaves era el WDN.

El sector WDN corresponde a la unión de dos sectores elementales de TMA (ver figura 6): El DWN (Despegues Oeste en configuración Norte) y el WNN (Oeste Norte en configuración Norte).

El Sector DWN es responsable de las aeronaves en salida desde la pista 36L de LEMD desde su despegue, hasta que son transferidas a otros sectores de TMA, el WNN o al WSN (Oeste Sur en configuración norte). También es responsable de las aeronaves que realizan una maniobra de aproximación frustrada desde las pistas 32R y 32L.

Por otro lado, el controlador de este sector es responsable de gestionar el tráfico de LEGT, LECU/LEVS y LECV, tanto en salida como en llegada, así como realizar las coordinaciones apropiadas con las TWR de control correspondientes.

Los límites verticales del sector son:



Figura 6. Sectores DWN y WNN del TMA de Madrid

- Sector A: FL160/SFC.
- Sector B: FL160/3000FT
- Sector C: 6500FT/SFC excepto ATZ de LEGT, LECU/VS, LECV y LEMD.

Por su parte, el sector WNN tiene asignada la tarea de ascender al tráfico en salida desde el TMA de Madrid, desde que son transferidas por DWN hasta que se transfieren a los sectores de ruta. Además, debe descender el tráfico de llegada al TMA, desde que es transferido por los sectores de ruta, hasta que se transfiere al Sector Director Oeste (RWN). Deberá coordinar con este sector el tráfico con origen/destino LEGT y LECU/LEVS.

Los límites verticales del sector WNN van desde FL245 (límite del TMA) hasta la superficie, excepto el espacio aéreo que pertenece a los sectores Director Oeste y Despegues Oeste. Los límites horizontales se pueden observar en la figura 6.

Por tanto, el controlador de sector WDN formado por la unión de los dos sectores anteriormente descritos, tiene en frecuencia a todas las aeronaves en salida desde la pista 36L de LEMD, desde su despegue hasta que son transferidas a los sectores de ruta, y el tráfico de llegada al TMA, hasta que es transferido al Sector RWN. Por otro lado, se encarga de la gestión del tráfico con origen/destino LEGT, LECU/LEVS y LECV. Los límites verticales que controlaba eran desde FL245 hasta la superficie.

1.17.2. Gestión de recursos en equipo (TRM)

TRM (Team Resource Management/Gestión de Recursos en Equipo) se define como las estrategias para el mejor uso de los recursos disponibles (información, equipo y personal), de manera que se optimice la seguridad y eficiencia de los servicios de tránsito aéreo.

El entrenamiento en TRM se ha desarrollado en los últimos años, al detectar que causas de muchos incidentes residen en fallos humanos en actuaciones y en el trabajo en equipo. El entrenamiento en TRM busca, por tanto, reducir el impacto de los errores debido al trabajo en equipo en el sistema de gestión de tráfico aéreo, así como desarrollar estrategias que permitan el mejor uso de todos los recursos disponibles para optimizar la seguridad y la eficiencia.

Teniendo en cuenta lo anterior, el proveedor de servicios ENAIRE implantó en diciembre de 2016, dentro de su formación de actualización, un curso de TRM. El curso desarrollado tiene una duración aproximada de 4 horas y está previsto que se imparta con una periodicidad trienal.

El curso se realiza de forma presencial y el contenido presenta una parte teórica sobre introducción al TRM y sobre "Facilitación" al TRM. En esta última se describe trabajo en equipo y se realiza un análisis y evaluación del mismo. Finalmente se presenta un caso práctico, en el que se elige un incidente estudiado, y en el que se haya determinado que la causa es una mala gestión del trabajo en equipo. Una vez presentado los asistentes debaten sobre el mismo con el objetivo de identificar las fuentes de errores individuales y colectivos, y desarrollar estrategias individuales y colectivas para prevenir los tipos de errores identificados y mitigar sus efectos. Entre ellas, se señalan:

- Desarrollar y mantener una buena conciencia situacional.
- Resolver problemas.
- Técnicas para toma de decisiones
- Efectividad en las buenas comunicaciones.
- Creación de sinergias.
- Trabajo en equipo eficiente.

En el informe de investigación interna del proveedor de servicios se emitió una recomendación dirigida a su Departamento de Formación y Evaluación Regional para que evaluara la inclusión del presente incidente en los cursos de formación TRM.

Los medios aceptables de cumplimiento emitidos por EASA para el cumplimiento con el reglamento 2015/340 establece requisitos relacionados con el entrenamiento TRM. En particular el AMC1 ATCO.D.045(c)(4) señala:

- (a) Organizaciones de entrenamiento deberán instruir a los aspirantes durante el entrenamiento en el puesto de trabajo en TRM, gestión de fatiga y gestión de estrés.
- (b) Las organizaciones de entrenamiento deberán desarrollar objetivos de actuación para el entrenamiento TRM.
- (c) El entrenamiento TRM puede hacer uso de dispositivos de entrenamiento sintéticos.

1.18. Información adicional

1.18.1. Plan de vuelo aeronave ACR31

Este plan de vuelo fue presentado por la tripulación de la aeronave en la oficina ARO a las 14:00 h del día anterior al del suceso.

En el mismo se contemplaba lo siguiente:

- Hora despegue: 08:30
- Velocidad: 90 KIAS
- Nivel: 100
- Ruta: la parte visual comprendía desde el despegue hasta el NDB "CVT", comenzando la parte instrumental en este punto". Desde "CVT" procedía en vuelo directo hasta el VOR/DME "SIE", en donde se incorporaba a la aerovía R753.
- En la casilla de observaciones figuraba, entre otras, que se aceptaban todos los cambios que pudiera proponer IFPS⁹.

El mensaje fue enviado a IFPS, recibándose mensaje de respuesta de este sistema a las 14:10 h. El mensaje de respuesta contenía cambios respecto a la propuesta de la tripulación, que afectaban fundamentalmente a la ruta, manteniéndose inalterados la velocidad (90 KIAS) y el nivel de vuelo (100).

⁹ Sistema integrado para el tratamiento inicial del plan de vuelo (Integrated Initial Flight Plan Processing System) de Eurocontrol

El cambio en la ruta afectaba a la primera parte, de manera que desde el NDB “CVT” debería continuar en VFR directo al punto BOSIO, en lugar de hacerlo en IFR hacia SIE que era lo propuesto. Con este cambio la parte instrumental comenzaría en BOSIO, incorporándose la aeronave en este punto a la aerovía R753.

Estas modificaciones fueron introducidas por IFPS, en base a la aceptación previa de cualquier cambio que había reflejado la tripulación en el plan de vuelo inicial que presentó.

BOSIO es un punto de la aerovía R753 que se encuentra en el tramo comprendido entre el VOR/DME VTB y el DVOR/DME SIE, que no es planificable en planes de vuelo (ver 1.8). Por ello, la modificación al plan de vuelo introducida por IFPS vulneraría dicha restricción.

Se realizaron indagaciones sobre el particular, concluyéndose que esta restricción no estaba introducida en el IFPS, debido a que las restricciones de aerovías que no estén categorizadas, como era el caso de la R753, no se incorporan a este sistema de forma automática, realizándose su introducción solo a petición del coordinador nacional.

Se realizó la petición, que fue atendida mediante el establecimiento de una Eurorestricción.

Asimismo, se procedió a revisar el resto de aerovías del FIR Madrid con objeto de comprobar si existían otros casos de aerovías que no estuvieran categorizadas, concluyéndose que la R753 era el único caso.

1.18.2. Funcionamiento de la Alerta de Conflicto

La alerta de conflicto (AC), también conocida como STCA (Short Term Conflict Alert) es una funcionalidad del sistema SACTA cuyo objeto es proporcionar a los controladores información a corto plazo sobre potenciales pérdidas de separación entre aeronaves, de acuerdo a unos criterios previamente definidos de separación horizontal y vertical.

La Alerta de Conflicto actúa en función de los datos radar (pistas radar) y de los diferentes parámetros definidos localmente (volúmenes con diferentes parámetros de separación horizontal, volúmenes de inhibición, etc.).

El mecanismo más habitual para detectar un conflicto es mediante el llamado “filtro de predicción lineal”. Este filtro determina, mediante una predicción extrapolando la futura posición 3D de cada pista radar, si para una pareja de pistas radar candidatas, se van a violar simultáneamente los criterios de separación lateral (DSH) y vertical (DSV) dentro de un parámetro de tiempo definido. Además, el sistema utiliza los niveles de vuelos autorizados (CFL) introducidos manualmente para filtrar conflictos y evitar así alertas no deseadas.

El último paso en el proceso AC es la denominada “etapa de confirmación de alerta”. Esta etapa tiene como objetivos:

- Verificar si un conflicto es inminente y se requiere inmediatamente una alerta.
- Suprimir una alerta si se detecta que es debida a información incorrecta.

- Verificar si es necesaria una alerta inmediatamente o si se puede demorar en espera de que la situación de conflicto desaparezca antes de que la alerta sea necesaria.

En esta etapa la funcionalidad AC determina si presentar una alerta o no, basándose en si se mantienen los criterios para presentar la alerta durante tres actualizaciones consecutivas de las pistas radar y según el tiempo que reste hasta que se viole el criterio de separación.

Para ello se utilizan los parámetros de tiempo TA (Tiempo de Aviso) y TAI (Tiempo de Aviso Inmediato):

- Si la funcionalidad AC detecta una pérdida de separación en un tiempo inferior al TA, esperará tres actualizaciones de la pista (15 seg.) para confirmar el conflicto, y si este permanece, presentará la alerta.
- Si la funcionalidad AC detecta una pérdida de separación en un tiempo inferior al TAI, no esperará confirmación del conflicto y presentará la alerta de manera inmediata.

La alerta de conflicto puede tener los siguientes estados:

- PAC (Predicción de Alerta de Conflicto): Se presenta si el sistema detecta que se producirá una pérdida de los parámetros de separación definidos, horizontales y verticales (DSH y DSV), conforme a los periodos de tiempo definidos (TA y TAI).
- VAC (Violación de Alerta de Conflictos): Se presenta cuando se violan los parámetros de separación definidos (DSH y DSV).

Las alertas se presentan en pantalla de forma visual, en color tanto para el PAC como para el VAC, y acústicamente con un pitido intermitente.

En el volumen de espacio aéreo en el que se encontraban el sistema se había programado con las siguientes parametrizaciones:

- Tiempo Aviso Inmediato (TAI): 55 s.
- Tiempo Aviso (TA): 85 s.
- Distancias de Seguridad Horizontal (DSH): 2,5 NM
- Distancias de Seguridad Vertical (DSV): 800 ft

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No es de aplicación.

2. ANALISIS

2.1. Análisis del plan de vuelo aeronave ACR31

El plan de vuelo inicial que presentó la tripulación de la aeronave ACR31 incluía una anotación en la casilla observaciones, por la que manifestaba la aceptación de cualquier cambio que pudiera proponer el IFPS.

Esta práctica es bastante frecuente, ya que de esta manera se asegura la aceptación del plan de vuelo. Por el contrario, de no hacerlo así, si el plan de vuelo no es aceptado, la tripulación debe hacer una nueva propuesta, esperar la respuesta del IFPS, y en caso de ser rechazado iniciar otra vez el proceso, y así hasta obtener la aprobación.

Las modificaciones introducidas por el IFPS en el plan de vuelo indicaban que la aeronave ACR31 debía proceder al punto BOSIO para incorporarse a la R753 a una altitud de 10000 ft. Esta replanificación vulneraba las restricciones de altitud establecidas para dicha aerovía en esa zona. De acuerdo a lo indicado en el AIP España la aerovía no es planificable a una altitud inferior a 13500 ft sin autorización ATC.

El controlador detectó rápidamente que la ruta planificada de la aeronave ACR31 no era adecuada y podía entrar en conflicto con las aeronaves que procedían o despegaban del aeropuerto de Madrid/Barajas. Por ello, tomó la decisión de dar vectores a la aeronave hacia el NW (rumbo 330°) para alejarla de la zona.

Esto generó una carga de trabajo adicional en el sector, además de que la nueva trayectoria dada a la aeronave podía hacer, como resultó, que entrara en conflicto con las aeronaves en salida desde la pista 36L de LEMD. Por ello, se considera que el plan de vuelo aprobado fue un factor contribuyente a que se produjera el incidente.

Durante el transcurso de la investigación se detectó que esta restricción no había sido notificada al IFPS, debido a que las restricciones de aerovías que no estén categorizadas, como era el caso de la R753, no se incorporan a este sistema de forma automática, realizándose su introducción solo a petición del coordinador nacional.

El proveedor de servicios tomó dos medidas como consecuencia de lo detectado:

- Realizó la petición para introducir las restricciones de la aerovía R753, que fue atendida mediante el establecimiento de una Eurorestriction.
- Se procedió a revisar el resto de aerovías del FIR Madrid con objeto de comprobar si existían otros casos de aerovías que no estuvieran categorizadas, concluyéndose que la R753 era el único caso.

Las medidas adoptadas por el proveedor se consideran adecuadas y no se contempla la emisión de recomendaciones adicionales.

2.2. Análisis despegues desde LECU que proceden hacia el N

De acuerdo a las restricciones de la aerovía R753, no es planificable en planes de vuelo, y no se puede utilizar por debajo de 13.500 ft sin previa autorización de ATC. Muchas de las aeronaves en salida desde LECU no pueden cumplir con esta restricción, al tener su techo de actuación por debajo de esta altitud.

Durante la investigación se consultó a la oficina ARO por los planes de vuelo presentados y aprobados para las aeronaves en IFR que procedían hacia el N, tras la notificación de la Eurorestricción de la aerovía R753. Se pudo comprobar que actualmente las aeronaves proceden al DVOR/DME SIE, para unirse en este punto a una aerovía.

Esta ruta puede hacer que las aeronaves entren en conflicto con las salidas desde la pista 36L de LEMD, en particular con las salidas instrumentales ZMR1L y ZMR1X, por lo que se considera que sería conveniente que estas aeronaves, tras el despegue desde LECU, procedieran hacia al W, para unirse a una de las aerovías en sentido N.

Lo más adecuado sería unirse a la aerovía B42 en el DVOR/DME NVS. Sin embargo, dicha aerovía solo se puede volar en sentido S.

La otra opción es proceder en sentido N hasta el punto INDEG a 11.000 ft (por limitaciones de altitud) y allí proceder de acuerdo a la aerovía B190. Esta ruta, al igual que la de proceder directo al DVOR/DME SIE puede hacer que entren en conflicto con los despegues desde la pista 36L de LEMD.

En el informe de investigación interna del suceso realizado por el proveedor de servicios ENAIRE se incluyó una recomendación en este sentido que indicaba que se realizara el análisis de los planes vuelo Z de LECU hacia el norte, con el fin de evitar que su tramo inicial sea conflictivo con las arribadas y despegues de LEMD.

Como complemento a lo anterior, se considera necesario la emisión una recomendación de seguridad para que ENAIRE realice una modificación en el espacio aéreo de forma que se habilite una ruta para las aeronaves en despegue desde LECU y que procedan hacia el norte en IFR, y que evite que puedan entrar en conflicto con otras aeronaves del TMA de Madrid.

2.3. Consideraciones relacionadas con el puesto de control

2.3.1. Consideraciones del espacio aéreo.

Los sectores simples DWN (Despegues Oeste en configuración Norte) y el WNN (Oeste Norte en configuración Norte) habían sido integrados en un único sector, WDN. Por ello, tenía asignada las siguientes tareas:

- Ascenso de aeronaves en despegue desde la pista 36L de LEMD hasta transferencia a sector de ruta correspondiente.

- Descenso de aeronaves que entran en TMA de Madrid por el W, hasta su transferencia al sector director.
- Gestión del tráfico, tanto de salida como de llegada, a los aeródromos de LEGT, LECU/LEVS, LECV.

El sector WDN es un sector de gran tamaño tanto en el plano horizontal como en el vertical, ya que los límites verticales del sector van desde GND a FL 245.

Se ha constatado que la carga de trabajo no fue alta y en ningún momento se sobrepasó la capacidad declarada del sector. El controlador identificó que la carga de trabajo se incrementó por las llamadas de tráficos visuales y las coordinaciones que se tuvieron que realizar, aunque no lo consideró un factor relevante en el desarrollo del suceso.

Se ha valorado la posibilidad de que, el hecho de controlar un área grande, y por lo tanto trabajar con un rango de la presentación radar bastante amplio, hubiera podido influir en la detección del conflicto. No se ha considerado finalmente que este haya podido ser un factor contribuyente debido a que el controlador había identificado correctamente los posibles conflictos, con anticipación suficiente, considerándose el hecho de focalizar la atención en uno de ellos lo que hizo que se olvidara del otro, lo que podría haber ocurrido igualmente en un área de control más reducida.

2.3.2. Acciones tomadas por los controladores de sector WDN.

El controlador ejecutivo llevaba trabajando en la misma posición unos 50 minutos, y en el sector unos 90 minutos (realizó al principio del turno labores de planificador), con lo que tenía una conciencia situacional adecuada. Detectó que la ruta planificada en el plan de vuelo para la aeronave ACR31 iba a ser conflictiva con las aproximaciones a LEMD, y posteriormente con los despegues de LEMD. Una vez contactó en la frecuencia decidió desviarla hacia el W, instruyéndola a virar a rumbo 330°. Además, la autorizó a ascender a 10000 ft primero, y posteriormente a 11.000 ft al detectar que iba a entrar en un sector donde la altitud mínima eran 10500 ft.

A las 09:23:23 la tripulación de la aeronave ACR31 solicitó proceder directo al DVOR/DME SIE y el controlador la instruyó a proceder directo a LEBG. El controlador fue consciente en todo momento de que la aeronave ACR31 podía entrar en conflicto con los despegues desde la pista 36L de LEMD. Así lo detectó con un primer despegue que finalmente no resultó conflictivo, y posteriormente con la aeronave AAL37. De acuerdo a lo indicado por el controlador, una vez contactó la aeronave AAL37 en su frecuencia (09:30:54 h) pensó en dos opciones. Detener el ascenso de la aeronave AAL37 a 10000 ft, hasta que las aeronaves no fueran conflicto, o dejar que la aeronave AAL37 continuara realizando la SID ZMR1L y observar si con el régimen de ascenso que llevaba libraba 12000 ft, y si no era así mantenerla en el rumbo que indica el procedimiento al abandonar el punto MD039, sobrepasando el punto MD044 en ese rumbo (en lugar de virar a la izquierda que indica el procedimiento) hasta librar 12000 ft, y posteriormente instruirla a proceder de nuevo a la SID. Decidió la segunda opción para no penalizar el ascenso de la aeronave AAL37. El controlador dejó puesto el LAD en la pantalla radar entre las dos aeronaves para vigilar la

evolución de las aeronaves y para recordar que había una acción a realizar con la aeronave AAL37.

Por otro lado, previamente a esto, el controlador había gestionado la aproximación a LEGT. Había autorizado a la aeronave ANGEL11M (helicóptero) a realizar la aproximación ILS a la pista 05 y a la aeronave CONDOR31, número 2 en la secuencia, a descender a 5000 ft. Con ello mantenía la separación vertical entre las aeronaves.

Sin embargo, a las 09:32:23 contactó la tripulación de la aeronave ANGEL11M y se ofreció a cambiar el orden de la secuencia, ya que era más lenta, pasando a ser segunda tras la CONDOR31, y así no penalizarla. El controlador ejecutivo consideró adecuado el cambio e instruyó a la aeronave ANGEL11M a virar a la izquierda manteniendo 4000 ft para sacarla de la aproximación. Por su lado, el controlador planificador intentó notificar el cambio con el controlador de TWR LEGT, pero no pudo al producirse un fallo en la efectividad de la recepción en la línea dedicada. Esto hizo que esta tarea la tuviera que asumir el controlador ejecutivo, lo que hizo que se retrasara en proporcionar las instrucciones a la aeronave CONDOR31. Como consecuencia de esto, el controlador ejecutivo estuvo centrado en este conflicto (coordinando con el controlador de LEGT, dando instrucciones a las aeronaves ANGEL11M y CONDOR31 y asegurándose de que se mantenía la separación entre ellas) desde las 09:32:23 h hasta que se activó la alerta de conflicto acústica, a las 09:34:44 (2 minutos y 21 segundos), lo que propició que olvidara la acción que debía realizar con la aeronave AAL37.

Por ello, la mala recepción en la línea dedicada con LEGT se considera un factor contribuyente a que se produjera en el incidente. El proveedor de servicios indicó que fue puntual no registrándose fallos con posterioridad al incidente, y no necesitándose de acciones adicionales de reparación.

El controlador no pudo realizar ninguna acción para evitar el conflicto cuando se activó la alerta de conflicto. De acuerdo a las comunicaciones orales, la primera vez que se activó la alerta de conflicto el controlador estaba realizando una comunicación con otra aeronave.

Tras el segundo aviso acústico el controlador ejecutivo detectó el conflicto, pero seguidamente la tripulación de la aeronave AAL37 notificó que se había activado un aviso TCAS RA.

2.3.3. Consideraciones relacionadas con la Alerta de Conflictos

De acuerdo a los datos radar disponibles, a las 09:34:43 saltó el aviso visual de la alerta de conflictos del sistema SACTA, directamente con un VAC, ya que la distancia mínima de separación establecida para esa zona (3 NM – 1000 ft) se estaba vulnerando. El sistema además dispone de un aviso acústico que se activó un segundo después del aviso visual.

El tiempo con el que se activó la alerta de conflictos en este caso no fue útil, ya que no permitió que el controlador tomara medidas para evitar o reducir el acercamiento entre las aeronaves.

Durante los 40 segundos previos a la emisión de la alerta de violación (VAC) por parte del sistema SACTA, la aeronave de indicativo ACR31 describió una trayectoria rectilínea y mantuvo una altitud prácticamente constante de 11.000 ft.

Por su parte, la trayectoria de la aeronave AAL37 siguió la salida normalizada SID ZMR1L, que describe una curva a la altura del punto MD044, para continuar después directo al punto DISKO. La aeronave fue ganando altitud de forma homogénea durante todo este lapso de tiempo.

La figura 7 contiene un gráfico con la representación de los blancos radar de ambas aeronaves durante ese periodo de tiempo. En color amarillo y a la izquierda están los blancos de la ARC31, en tanto que a la derecha y en color rojo los del AAL37. El periodo de tiempo que hay entre blancos radar es de 5 s. Como puede apreciarse en dicha figura, a partir del blanco de las 09:34:18 h, la trayectoria de la aeronave AAL37 ya fue rectilínea.

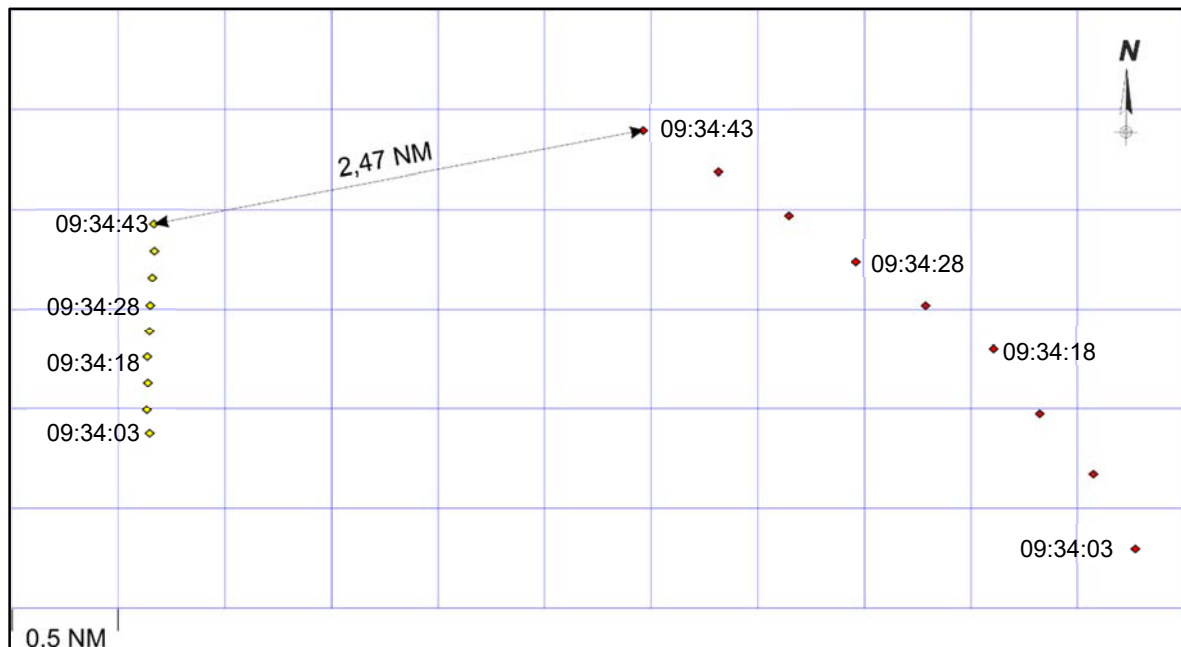


Figura 7. Blancos radar de las aeronaves ACR31 (color amarillo) y AAL37 (color rojo) en el intervalo de tiempo comprendido entre las 09:34:03 UTC y las 09:34:43 UTC

Incluso, la parte de trayectoria anterior, aunque curva, es bastante suave y muestra una clara convergencia con la trayectoria de la aeronave ACR31. Ha de tenerse en cuenta, además, que la trayectoria de la aeronave AAL37 seguía el procedimiento estándar de salida que le había sido asignado y que figuraba en el plan de vuelo, por lo que el sistema tenía información sobre las posiciones futuras de esta aeronave, adicional a la meramente derivada del pronóstico lineal.

El sistema, además de la predicción lineal, tiene una fase de confirmación de la alerta. Por ello, se definen dos valores TA (Tiempo Alarma) y TAI (Tiempo Alarma Inmediato). En el caso de la zona en la que estaban volando las aeronaves se había definido un TAI de 55 s y TA de 85 s. Si el sistema detecta que se van a vulnerar las mínimas en menos de 55 s, el sistema proporciona el aviso directamente. En caso de que el sistema detecte el

encuentro en un tiempo superior deja transcurrir 3 refrescos del radar para confirmar que la alerta es real. En este caso la mínima distancia introducida en el sistema era de 2,5 NM (horizontal) y 800 ft (vertical).

En este caso no se produjo la emisión de una alerta PAC, a pesar de que las características de las trayectorias 3D seguidas por las aeronaves parece que deberían haber dado como resultado una predicción de conflicto en un tiempo inferior al TAI, en cuyo caso debería haberse presentado la alerta de forma inmediata, sin necesidad de confirmar el conflicto en tres actualizaciones radar.

La certitud del conflicto habría resultado reforzada, de haber utilizado el sistema la información incluida en el plan de vuelo, entre la que se encontraba la relativa a la SID que seguía la aeronave.

Llama la atención que el algoritmo de predicción del sistema no lo haya detectado, ya que a la vista de que este conflicto parece que era claramente pronosticable mediante una mera previsión lineal.

Por este motivo, con el presente informe se emite una recomendación dirigida al proveedor de servicios de control, Enaire, para que revise el algoritmo de predicción de alertas de conflicto (STCA), con objeto de mejorar su capacidad de detección de escenarios futuros de conflicto. Esta recomendación, incluye asimismo la conveniencia de que se evalúe la viabilidad de mejorar la capacidad del sistema de utilización de datos del plan de vuelo.

2.3.4. Consideraciones relacionadas con el entrenamiento en TRM

Al producirse un fallo en la línea dedicada, el controlador ejecutivo tuvo que asumir las tareas de coordinación que venía realizando el controlador planificador, además de la separación de las aeronaves de esa zona. Tanto el controlador ejecutivo como el planificador focalizaron su atención durante un tiempo prolongado en esa área del espacio aéreo, lo que hizo que el controlador ejecutivo no vigilara otro potencial conflicto que había identificado con anterioridad. Por lo tanto, se considera que en el incidente no aplicó una correcta gestión de los recursos de equipo.

El proveedor de servicios inició en 2017 la impartición de cursos TRM, aunque tanto el controlador ejecutivo como el planificador no habían recibido ninguna sesión con anterioridad a la fecha en la que se produjo el incidente.

En el informe de investigación interna del proveedor de servicios se emitió una recomendación dirigida a su Departamento de Formación y Evaluación Regional para que evaluara la inclusión del presente incidente en los cursos de formación TRM. Esta acción tomada por el proveedor de servicios se considera suficiente y por lo tanto no se estima conveniente la emisión de una recomendación de seguridad adicional.

2.4. Acciones tomadas por las tripulaciones de vuelo

La aeronave AAL37 estaba realizando la salida normalizada ZMR1L. tras virar a la izquierda en el punto MD044, de acuerdo a como indica el procedimiento, la tripulación observó en la pantalla la presencia de una aeronave. Posteriormente se activó un aviso TCAS TA y seguidamente un RA de descenso. El copiloto que era la persona que estaba a los mandos de la aeronave desconectó el piloto automático y siguió el aviso de resolución e hizo descender a la aeronave. De acuerdo a los datos radar el aviso TCAS RA duró hasta las 09:35:16 y la aeronave descendió hasta los 10.200 ft. El aviso TCAS RA no fue coordinado, ya que la aeronave ACR31 no disponía de sistema TCAS.

Por su parte la aeronave ACR31 volaba establecida a 11.000 ft en rumbo N. La tripulación tuvo contacto visual con la aeronave AAL37 y detectó que había iniciado un descenso (siguiendo su aviso TCAS), por lo que decidió iniciar un ascenso. En los datos radar se observa que ascendieron hasta 11.200 ft, según lo indicado por la tripulación debido a que estaban cerca de su techo operativo.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- Las tripulaciones de ambas aeronaves tenían las licencias y certificados médicos en vigor.
- Los controladores con los que mantuvieron contacto durante el incidente, tenían las licencias y certificados médicos en vigor.
- Las dos aeronaves tenían toda la documentación en vigor y eran aeronavegables.
- La aeronave ACR31 no disponía de sistema ACAS embarcado.
- La tripulación de la aeronave ACR31 presentó su plan de vuelo y manifestó que aceptaba cualquier cambio que le hiciera el IFPS.
- El plan de vuelo propuesto por el IFPS indicaba que se debía unir a la aerovía R753 en el punto BOSIO a 10.000 ft, lo que incumplía las restricciones de altitud de la misma.
- Los sectores DWN y WNN estaban unidos formando el WDN.
- Los controladores tenían una adecuada consciencia situacional del sector.
- La carga de trabajo no era elevada, y no superó la declarada para el sector.
- El controlador ejecutivo detectó que el plan de vuelo de la aeronave ACR31 podía ser conflictivo y dio vectores a la aeronave para desviar su trayectoria hacia el oeste.
- El controlador detectó que la nueva trayectoria que llevaba la aeronave ACR31 podía hacer que entrara en conflicto con la aeronave AAL37.
- El controlador lanzó el LAD del sistema SACTA entre las aeronaves para vigilar el cruce entre las mismas. Planificó acciones a tomar para evitar el conflicto, para su ejecución posterior.
- La tripulación de la aeronave ACR31 siguió las instrucciones de control.
- La aeronave AAL37 siguió la salida normalizada ZMR1L tras el despegue desde la pista 36L del aeropuerto de Madrid/Barajas.
- Se produjo un cambio en la secuencia de aproximación a LEGT.
- Se produjo una mala recepción en la línea dedicada con LEGT del planificador, por lo que el controlador ejecutivo tuvo que encargarse de la coordinación con dicha dependencia.
- Tanto el controlador ejecutivo como el planificador centraron su atención en la resolución de este conflicto, olvidando el que se estaba produciendo entre las aeronaves ACR31 y la AAL37.
- La alerta de conflicto se activó directamente con un VAC, cuando la separación entre ellas ya vulneraba la distancia mínima de separación radar.
- La tripulación de la aeronave AAL37 tuvo un aviso TCAS RA de descenso.
- El PF siguió los procedimientos establecidos, y la aeronave que estaba en ascenso, realizó un descenso.
- El PNF notificó la activación del aviso TCAS RA en la frecuencia, y posteriormente la finalización.
- El controlador ejecutivo no pudo dar instrucciones a las aeronaves para evitar el conflicto ni información de tránsito, ya que la tripulación de la aeronave AAL37 notificó seguidamente el aviso TCAS RA.

- Durante el acercamiento la tripulación de la aeronave ACR31 tuvo contacto visual con la aeronave AAL37, detectó que estaba descendiendo y decidió realizar una maniobra evasiva de ascenso.
- La aeronave ascendió 200 ft, debido a que estaba cerca de su techo operacional.
- El proveedor de servicios ha iniciado la impartición de cursos de TRM entre los controladores.
- El proveedor de servicios ha emitido una recomendación para que este incidente sea incluido en los cursos de TRM.

3.2. Causas/factores contribuyentes

El incidente se produjo debido a que el controlador ejecutivo puso su atención en resolver un conflicto en otra parte del espacio aéreo que estaba controlando, olvidando vigilar y resolver un potencial conflicto que previamente había identificado.

Se considera que fueron factores que contribuyeron a que se produjera el incidente los siguientes:

- Plan de vuelo aprobado de la aeronave ACR31 conflictivo, ya que vulneraba restricciones de la aerovía y que hacía que fuera tráfico conflictivo con despegues y aterrizajes de LEMD.
- Mala recepción en la línea dedicada, que provocó que el controlador ejecutivo tuviera que asumir funciones que venía realizando el controlador planificador.
- La alerta de conflicto del sistema SACTA no se activó con suficiente antelación para que el controlador ejecutivo pudiera tomar acciones antes de que las aeronaves entraran en conflicto.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

REC 34/18. Se recomienda a ENAIRE que establezca una ruta para las aeronaves en despegue desde el aeropuerto de Madrid/Cuatro Vientos LECU y que procedan hacia el norte en IFR, para facilitar su incorporación a una aerovía y para minimizar posibles conflictos con otros tráficos del TMA de Madrid.

REC 35/18. Se recomienda a ENAIRE que revise el algoritmo de predicción de alertas de conflicto (STCA), con objeto de mejorar su capacidad de detección de escenarios futuros de conflicto. Esta recomendación, incluye asimismo la conveniencia de que se evalúe la viabilidad de mejorar la capacidad del sistema de utilización de datos del plan de vuelo.