

CIAIAC

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

Informe técnico A-029/2017

Accidente ocurrido el día 18 de octubre de 2017, a la aeronave Boeing 737-800 matrícula EI-FJJ, operada por Norwegian Air International, a nivel de vuelo FL190 en las proximidades de VOR/DME CLS (Valencia)



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ©

NIPO: 796-20-106-X

Diseño, maquetación e 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@mitma.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) nº 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 | 4 |
| Sinopsis | 5 |
| 1. INFORMACIÓN FACTUAL | 6 |
| 1.1. Antecedentes del vuelo..... | 6 |
| 1.2. Lesiones personales..... | 7 |
| 1.3. Daños a la aeronave | 7 |
| 1.4. Otros daños | 7 |
| 1.5. Información sobre el personal..... | 8 |
| 1.6. Información sobre la aeronave | 8 |
| 1.7. Información meteorológica | 9 |
| 1.8. Ayudas para la navegación | 10 |
| 1.9. Comunicaciones..... | 10 |
| 1.10. Información de aeródromo | 10 |
| 1.11. Registradores de vuelo..... | 10 |
| 1.12. Información sobre los restos de la aeronave y el impacto..... | 15 |
| 1.13. Información médica y patológica | 15 |
| 1.14. Incendio | 15 |
| 1.15. Aspectos relativos a la supervivencia..... | 15 |
| 1.16. Ensayos e investigaciones..... | 15 |
| 1.17. Información sobre organización y gestión..... | 17 |
| 1.18. Información adicional..... | 17 |
| 1.19. Acciones tomadas por ENAIRE tras el suceso..... | 18 |
| 1.20. Técnicas de investigación útiles o eficaces..... | 18 |
| 2. ANÁLISIS | 19 |
| 2.1. Meteorología..... | 19 |
| 2.2. Inicio del evento..... | 20 |
| 2.3. Detección del conflicto..... | 21 |
| 3. CONCLUSIONES | 23 |
| 3.1. Constataciones..... | 23 |
| 3.2. Causas/Factores contribuyentes..... | 24 |
| 4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL | 25 |

Abreviaturas

| | |
|-------------|---|
| 00° 00' 00" | Grados, minutos y segundos |
| °C | Grado centígrado |
| AEMET | Agencia Estatal de Meteorología |
| ACAS | Airborne collision avoidance sistema – sistema anticolidión de a bordo |
| ACC | Centro de control de área |
| ATC | Control de tránsito aéreo |
| ATPL | Licencia de piloto de transporte de línea aérea |
| CAS | Calibrated air speed – velocidad aerodinámica calibrada |
| CPL | Licencia de piloto comercial |
| CVR | Cockpit voice recorder – registrador de la voz en el puesto de pilotaje |
| DME | Equipo radiotelemétrico – distance measuring equipment |
| EASA | European Aviation Safety Agency – Agencia Europea de Seguridad Aérea |
| FCOM | Flight crew operating manual – Manual de operaciones para la tripulación de vuelo |
| FL | Nivel de vuelo |
| fpm | Pies por minuto |
| ft | Pie(s) |
| g | Aceleración de la gravedad |
| IFR | Reglas de vuelo por instrumentos |
| IR | Habilitación instrumental |
| kt | Nudo(s) |
| min | Minuto(s) |
| NM | Milla marinas |
| PAC | Previsión de alerta de conflicto |
| s | Segundo(s) |
| STCA | Short term conflict alert – alerta de conflicto a corto tiempo |
| TCAS | Traffic alert and collision avoidance system - Sistema de alerta de tránsito y anticolidión |
| TCAS RA | Traffic alert and collision avoidance system resolution advisory - Aviso de resolución del sistema de alerta de tránsito y anticolidión |
| TCP | Tripulante de cabina de pasajeros |
| UTC | Tiempo universal coordinado |
| VAC | Violación de alerta de conflicto |
| VOR | Radiofaro omnidireccional VHF |

Sinopsis

| | |
|-----------------------------|---|
| Propietario y operador: | Norwegian Air International |
| Aeronave: | Boeing 737-800, matrícula EI-FJJ |
| Fecha y hora del accidente: | Miércoles, 18 de octubre de 2017, 13:50 UTC ¹ |
| Lugar del accidente: | Proximidades del VOR/DME CLS (Valencia) a FL190 |
| Personas a bordo: | Tripulación: 6 (1 herido grave y 1 herido leve) |
| Pasajeros: | 178 (ilesos) |
| Tipo de vuelo: | Transporte aéreo comercial - regular- internacional - pasajeros |
| Reglas de vuelo: | IFR |
| Fase de vuelo: | En ruta - cambio de nivel de crucero |
| Fecha de aprobación: | 26 de febrero de 2020 |

Resumen del accidente

El miércoles 18 de octubre de 2017 a las 13:50, los dos tripulantes de cabina de pasajeros situados en la parte trasera de la aeronave Boeing 737-800, matrícula EI-FJJ, operada por Norwegian con código de vuelo IBK1CH EI-FJJ, resultaron heridos durante el vuelo Oslo (Noruega) - Alicante (España).

En un contexto meteorológico complicado debido a un fenómeno denominado *tren convectivo* (actividad convectiva importante con una línea de tormentas de avance muy lento produciendo chubascos muy fuertes y en algunos puntos persistentes), la aeronave, desviada de su ruta inicial, generó un conflicto por acercamiento con otra aeronave a la que se había instruido a realizar una espera. El conflicto fue detectado tanto por el sistema de alerta de conflicto (STCA) de control como por el sistema de alerta de conflicto y anticollisión a bordo de las aeronaves TCAS, que generaron la realización de maniobras evasivas. Durante la realización de estas maniobras, la aeronave EI-FJJ registró oscilaciones en la aceleración vertical compatibles con la actividad convectiva general de la zona.

Estas oscilaciones provocaron la caída de los dos tripulantes, provocando lesiones graves detectadas posteriormente.

La investigación ha determinado que la causa de la caída de los tripulantes de cabina de pasajeros 2 y 3 fue la falta de planificación y coordinación entre los controladores de dos sectores adyacentes. Como consecuencia, se generó un conflicto por acercamiento durante cuya resolución la aeronave entró en una zona de turbulencia.

El informe no contiene recomendaciones sobre seguridad operacional.

¹ La referencia horaria utilizada en este informe es la hora UTC.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El miércoles 18 de octubre de 2017, la aeronave Boeing 737-800, matrícula EI-FJJ y operada por Norwegian con código de vuelo IBK1CH, despegó de Oslo (Noruega) con destino Alicante (España) con 184 personas a bordo. Era el segundo y último vuelo del día para la tripulación, que había iniciado su actividad esa mañana realizando el trayecto contrario: Alicante - Oslo.

El despegue desde Oslo se había producido a las 10:32:21. La aeronave se estableció sin incidencias en fase de crucero a FL370 y 260 kt². Finalizando esta fase entró en espacio aéreo del ACC Barcelona por el punto de notificación ANETO, situado en los Pirineos.

La ruta prevista (línea roja discontinua en figura 1) era descender en rumbo prácticamente sur hasta Alicante sobrevolando Valencia pero, debido a las malas condiciones meteorológicas en toda la zona este y noreste de la Península, la tripulación solicitó un cambio de rumbo (línea roja continua en figura 1) a ATC que le fue autorizado.



Figura 1. Trayectoria en espacio aéreo de ACC Barcelona

A las 13:38:37 la aeronave, ya desviada, inició el descenso con una velocidad vertical que se mantuvo prácticamente constante en el entorno de -1700 fpm. Inicialmente mantuvo rumbo 200° y posteriormente viró a la izquierda en rumbo 163°.

² Las velocidades indicadas en este informe son velocidades calibradas (CAS), salvo que se especifique lo contrario.

A las 13:50:21, tras 12 min de descenso, a 20075 ft, con una altitud seleccionada de FL190, y siguiendo instrucciones de ATC para evitar un conflicto con otra aeronave, la tripulación introdujo 90° como rumbo seleccionado. La aeronave comenzó el viraje a las 13:50:28 y dos segundos después, a las 13:50:30, se activó un aviso de resolución de conflicto del TCAS (TCAS RA) que duró 18 s.

La maniobra de resolución comandada inicialmente fue de descenso (DESCEND) que luego cambió a nivelar (LEVEL OFF). Durante la ejecución de estas maniobras la aeronave aumentó el ángulo de balance a la izquierda, incrementó la velocidad vertical y la aceleración vertical registró oscilaciones entre 0,81 g y 1,78 g. Entre las 13:50:40 y las 13:50:42 se registraron los valores máximos: -28° de ángulo de balance izquierdo, -3536 fpm y 1,78 g produciéndose la caída de los dos tripulantes de cabina de pasajeros (TCP) situados en la parte trasera de la aeronave.

A las 13:50:49, los avisos TCAS desaparecieron y la aeronave reasumió su navegación hasta el aeropuerto de destino en el que aterrizó, sin incidencia, a las 14:18:04.

Los pilotos tuvieron conocimiento de la caída de los tripulantes de cabina cuando se encontraban en el terminal del aeropuerto de Alicante, después de finalizado el vuelo y abandonada la aeronave. Inicialmente se consideraron las lesiones de los tripulantes como leves, pero posteriormente se tuvo constancia de que uno de ellos presentaba una fractura en la tibia.

1.2. Lesiones personales

| Lesiones | Tripulación | Pasajeros | Total en la aeronave | Otros |
|-------------------|-------------|------------|----------------------|-------|
| Muertos | | | | |
| Lesionados graves | 1 | | 1 | |
| Lesionados leves | 1 | | 1 | |
| llesos | 4 | 178 | 182 | |
| TOTAL | 6 | 178 | 184 | |

1.3. Daños a la aeronave

Ninguno.

1.4. Otros daños

Ninguno.

1.5. Información sobre el personal

1.5.1. Comandante

El comandante tenía 46 años de edad y era de nacionalidad noruega. Contaba con una licencia de piloto de transporte de línea aérea de avión (ATPL) y habilitaciones en B737 300-900 y en vuelo instrumental (IR) válidas hasta el 30 de abril de 2018. Su experiencia total era de 8933 h (3763 h en el tipo). Llevaba trabajando para el operador 3 meses, pero previamente había estado contratado por Norwegian Air Shuttle durante 6 años y por Luftransport otros 9 años.

Su actividad previa había sido la siguiente:

- 4 días antes del evento: descanso en Alicante.
- 3 días antes del evento: Alicante - Hanover. Hanover - Alicante.
- 2 días antes del evento: Alicante - Oslo. Oslo - Alicante.
- 1 día antes del evento: Alicante - Helsinki. Helsinki - Alicante.
- Día del evento: Alicante - Oslo. Oslo - Alicante (vuelo del suceso).

Los horarios de operación de los días previos de actividad habían sido similares a los del día del evento: realizaban dos vuelos diarios de largo recorrido comenzando por las mañanas alrededor de las 7:00. El día del evento, había realizado un vuelo previo de unas 3h 30 min. Desde 2011 operaba frecuentemente desde el aeropuerto de Alicante.

1.5.2. Copiloto

El copiloto tenía 28 años de edad y era de nacionalidad neerlandesa. Contaba con una licencia de piloto comercial de avión (CPL) y habilitaciones en B737 300-900 y en vuelo instrumental (IR) válidas hasta el 31 de julio de 2018. Acumulaba un total de 2060 h (1710 en el tipo). El día del evento su actividad había sido la misma que la del comandante.

1.6. Información sobre la aeronave

La aeronave, modelo Boeing 737-8JP S/N 41148, había sido matriculada en enero de 2017 en Irlanda. No tenía ningún elemento diferido de influencia en el accidente. Su certificado de aeronavegabilidad estaba en vigor en el momento del evento. La aeronave llevaba instalado un TCAS II (TTR-921) versión 7.1.

1.7. Información meteorológica

1.7.1. Valoración de la situación meteorológica por AEMET

Dos frentes fríos recorrían la Península de Oeste a Este. Uno de ellos (el de interés para el vuelo) mostraba actividad convectiva importante sobre el este y noreste peninsular con una línea de tormentas de avance muy lento (efecto *tren convectivo*), produciendo chubascos muy fuertes y en algunos puntos persistentes. La situación prevista, de acuerdo con los mapas de tiempo significativo, era favorable a la actividad convectiva sobre todo en las zonas próximas al sistema frontal que, tras atravesar la Península, salía hacia el Mediterráneo.

Las imágenes de teledetección (satélite, descargas eléctricas y radar) mostraron que la actividad convectiva real en la zona en el momento del evento fue significativa: se veía una estructura que se desplazaba lentamente y cuyo comportamiento se asimilaba a un tren convectivo. Dicha estructura tiene como característica que la generación y el desplazamiento de las células tormentosas que la constituyen se propagan sobre una "línea", de tal manera que sobre dicha línea descargan sucesivas tormentas en el plazo de varias horas.

1.7.2. Información meteorológica de despacho

La información de despacho había sido elaborada en la madrugada del día del vuelo (03:55). Contenía, entre otra información, el mapa significativo de media-alta cota previsto para las 12:00, de aplicación al vuelo de vuelta Oslo-Alicante. En este mapa se pronosticaba para la zona del evento:

- cumulonimbos aislados embebidos hasta FL320
- turbulencia entre FL140 y FL200
- engelamiento moderado hasta FL140

1.7.3. Información meteorológica presentada en el radar de abordo

La información presentada en el radar meteorológico de la aeronave era, según informó la tripulación, similar a la que se muestra en la fotografía de la figura 2 (pantalla derecha). Esta fotografía fue tomada por la tripulación dos minutos después del evento y en ella se presentan retornos que indican nubosidad con lluvia de intensidad y turbulencia³.

³ Los códigos de colores para la lluvia son: rojo-amarillo-verde, siendo el rojo el que indica mayor intensidad y el verde el de menor. El color magenta indica turbulencia fuerte.



Figura 2. Fotografía tomada por la tripulación a las 13:53 (+2 min del evento)

1.8. Ayudas para la navegación

La información referente a las ayudas a la navegación utilizadas en el suceso se ha incluido con la información de registradores de vuelo para dar una visión más completa del suceso.

1.9. Comunicaciones

Debido a la apertura de la investigación un mes después, no se pudieron preservar las comunicaciones en cabina. No obstante, se han podido conocer las comunicaciones mantenidas con las dependencias de control de tráfico aéreo y han proporcionado información suficiente para realizar el análisis del evento. Estas comunicaciones se presentan integradas con los datos de los registradores de vuelo y de ayudas a la navegación con objeto de facilitar la comprensión del evento.

1.10. Información de aeródromo

No aplica.

1.11. Registradores de vuelo

En este apartado se presenta integrada la información procedente de los registradores de datos de vuelo de la aeronave, del seguimiento radar de las dependencias ATC y de las comunicaciones ATC. El evento ocurrió a las 13:50 pero, por su influencia, se presentan los sucesos más relevantes desde los cinco minutos anteriores. Se han incluido también datos de la aeronave con la que ocurrió el conflicto TCAS,

referenciada en adelante como VLG (código de vuelo VLG3968⁴). La aeronave objeto del análisis se referencia como IBK (código de vuelo IBK1CH) para simplificar la descripción.

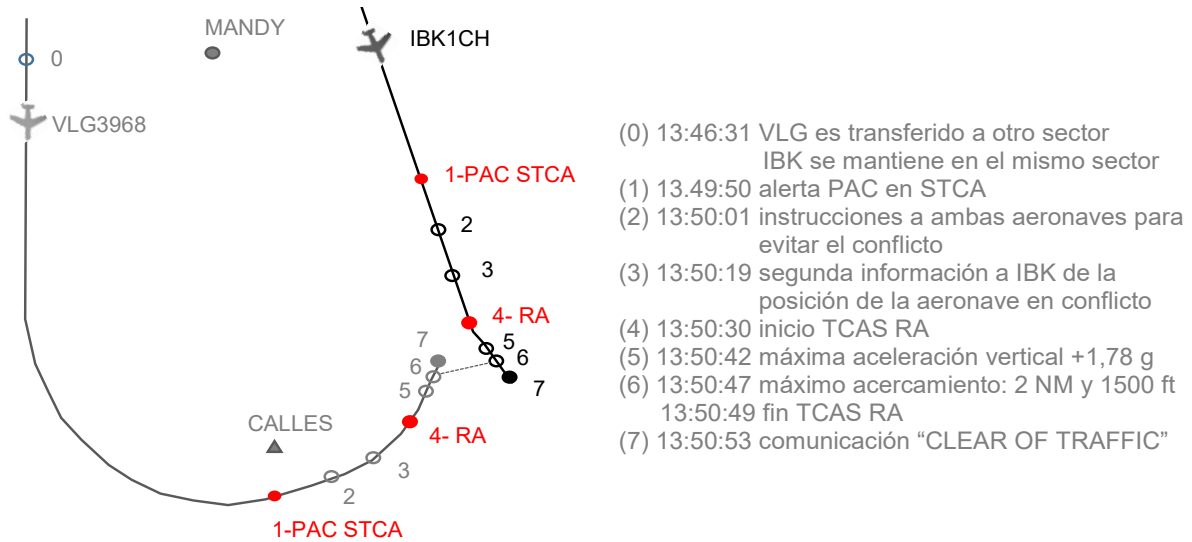


Figura 3. Posiciones relativas de las aeronaves durante el evento

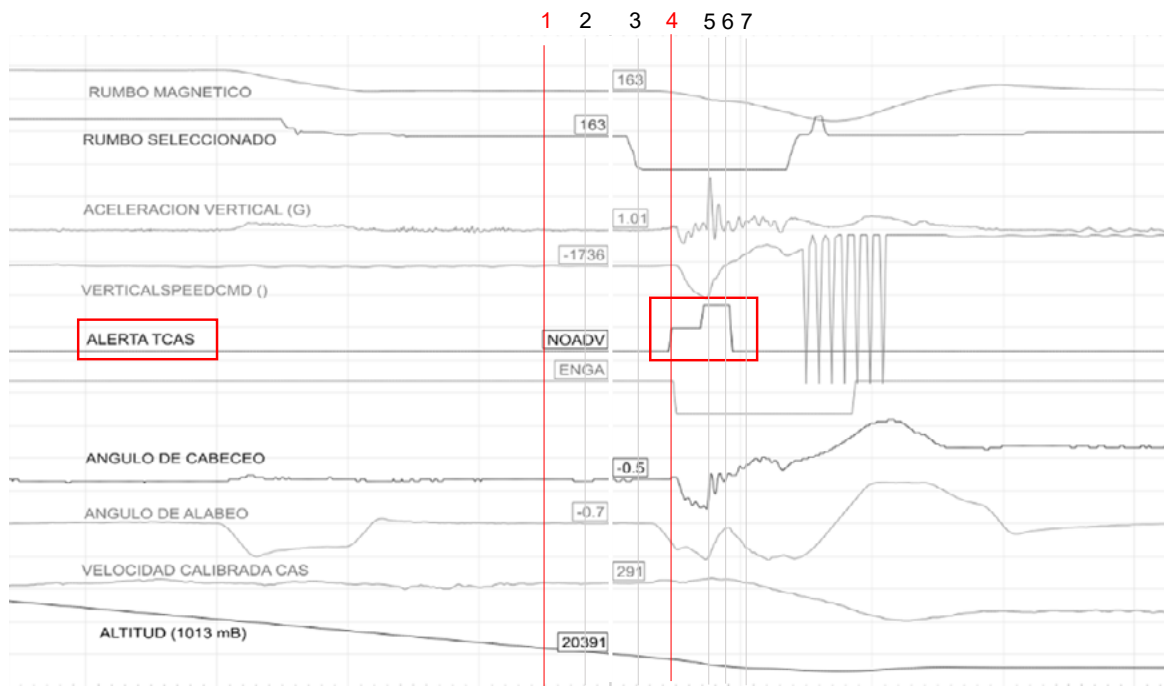


Figura 4. Parámetros del IBK durante el evento

⁴ Aeronave A320 de Vueling, con origen Bilbao y destino Valencia.

13:45:

La aeronave IBK contactaba por primera vez con el sector SUW⁵ del TACC Valencia, al igual que la aeronave VLG con la que más tarde tendría el conflicto. Ambas se encontraban desviadas de su ruta inicial por malas condiciones meteorológicas.

13:46-13:47 (0):

El controlador del sector SUW confirmaba al VLG, que se encontraba a FL270 en descenso, que la pista que podía esperar en Valencia era la 12⁶. Tras esto, transfirió la aeronave al sector inferior VAP, estando todavía en espacio aéreo del sector SUW. Tras ser transferido, el controlador de VAP le autorizó a entrar a la espera de CALLES y a descender hasta FL150. No consta ninguna comunicación de coordinación entre los controladores de los sectores SUW y VAP.

El IBK, que se encontraba también a FL270 y en descenso hasta FL190, se mantuvo con el controlador del sector SUW.

13:49:50 (1):

Se activó la alerta PAC⁷ del STCA entre las dos aeronaves, que se encontraban a 10,8 NM y 600 ft de separación, ambas en descenso a FL210 (21700 ft y 21100 ft), estando el VLG por encima del IBK. Cada aeronave se encontraba en comunicación con un sector diferente.

13:50:01 (2):

Como consecuencia de la activación del PAC, los dos controladores emitieron las siguientes instrucciones a sus aeronaves para evitar el conflicto:

- Al VLG (13:49:57): "Vire a la izquierda 305 y acelere el descenso para nivel 150". La aeronave iniciaría el viraje y comenzaría a incrementar su velocidad vertical.

Al IBK (13:50:01): "Traffic at two of your position, eight miles descending through your level, please turn left heading 090". Las aeronaves estaban separadas 8,6 NM y 800 ft (21500 ft y 20700 ft), en descenso, estando en VLG por encima del IBK. La aeronave IBK no comenzaría a modificar su rumbo hasta 27 s después.

⁵ La sectorización en la zona donde se produjo el suceso comprendía:

- un sector inferior (suelo-FL145) denominado VAP, clase C, y
- un sector superior (FL-145-FL245) denominado SUW, clase C.

⁶ Dada la altura y posición del VLG respecto a Valencia, la espera y descenso en CALLES era altamente probable.

⁷ La alerta PAC (previsión de alerta de conflicto) se genera en la pantalla del controlador.

13:50:13-13:50:14:

A las 13:50:13 las aeronaves estaban a 7,1 NM y 900 ft (21300 ft y 20400 ft), en descenso y manteniéndose el VLG por encima del IBK que no había modificado el rumbo 163°. El controlador enmendó la instrucción previa de acelerar el descenso al VLG y le instruyó a detenerse en el nivel en el que estaba ("Amend instrucciones y mantenga FL210, 210"). La instrucción fue colacionada inmediatamente.

A las 13:50:14 el IBK comunicaba a ATC que ese rumbo (090°) no era bueno para ellos "Left 090, this is really a bad heading for us". Finalizando esta comunicación (que duró 5 s) la tripulación iniciaba la modificación del rumbo seleccionado en el panel de instrumentos, que quedó establecido en 090° a las 13:50:21, 20 s después de recibir la instrucción inicial de ATC.

13:50:19 (3):

Las aeronaves se encontraban a 6,2 NM y 900 ft (21100 ft y 20200 ft) de separación y ambas en descenso. El IBK, por debajo del VLG, se mantenía con planos nivelados en rumbo 163° (aunque la tripulación estaba introduciendo el nuevo rumbo), y recibió de nuevo la siguiente comunicación de ATC:

- Al IBK: "Traffic at 2 of your position, 6 miles, crossing from right to left".

13:50:28

A las 13:50:24 el IBK registraba un aumento del ángulo de balance hacia la izquierda y 4 s después (13:50:28) se iniciaba la modificación del rumbo de la aeronave hacia la izquierda, por lo que la tripulación comunicó a ATC a las 13:50:26 que estaban virando: "We are turning".

13:50:30 (4):

- t=0 Activación del TCAS RA DESCEND DESCEND que se mantuvo durante 9 s. La separación con el VLG era de 4,5 NM y 700 ft (20600 ft y 19900 ft), estando el VLG por encima del IBK. La aeronave se encontraba a 292 kt, estaba alabeando a la izquierda con un ángulo de balance de -18° y en descenso a -1656 fpm. La aceleración vertical se encontraba dentro de los valores normales (1,04 g).
- t=+1 Desconexión del piloto y empuje automático, a la vez que se notificaba a ATC "TCAS RA TCAS RA".
- t=+2-8 El ángulo de balance y la velocidad vertical aumentaron durante este periodo. El ángulo de asiento aumentó desde -0,4° hasta -3,2°. La aceleración vertical sufrió fluctuaciones con valores máximos de 0,81 y 1,11 g. La separación de ambas aeronaves a los 8 s era de 2,8 NM y 800 ft, manteniéndose ambas en descenso.

- t=+9 Fin del aviso DESCEND DESCEND. La aeronave había aumentado su velocidad vertical hasta los -3336 fpm y el ángulo de balance era de -27,1°. La velocidad era de 294 kt y el ángulo de asiento se había recuperado a -0,9°.
- t=+10 Activación del aviso TCAS RA LEVEL OFF que se mantuvo durante 8 s. En este momento se alcanzó el máximo ángulo de balance de -28,5°. Durante los 8 s que duró el aviso LEVEL OFF, la tripulación niveló los planos.
- t=+11 Se registró la máxima velocidad vertical en -3536 fpm y a partir de este momento empezaría a disminuir.
- t=+12 Se registró la aceleración vertical máxima: 1,78 g (5). La separación entre las aeronaves era de 2,3 NM y 1500 ft.
- t=+17 Se produjo el máximo acercamiento: 2 NM y 1500 ft (6).
- t=+19 Desaparición del aviso LEVEL OFF del TCAS. La aeronave se encontraba en rumbo 145°, con un ángulo de balance de -9°, una velocidad vertical de -1448 fpm y 293 kt de CAS.

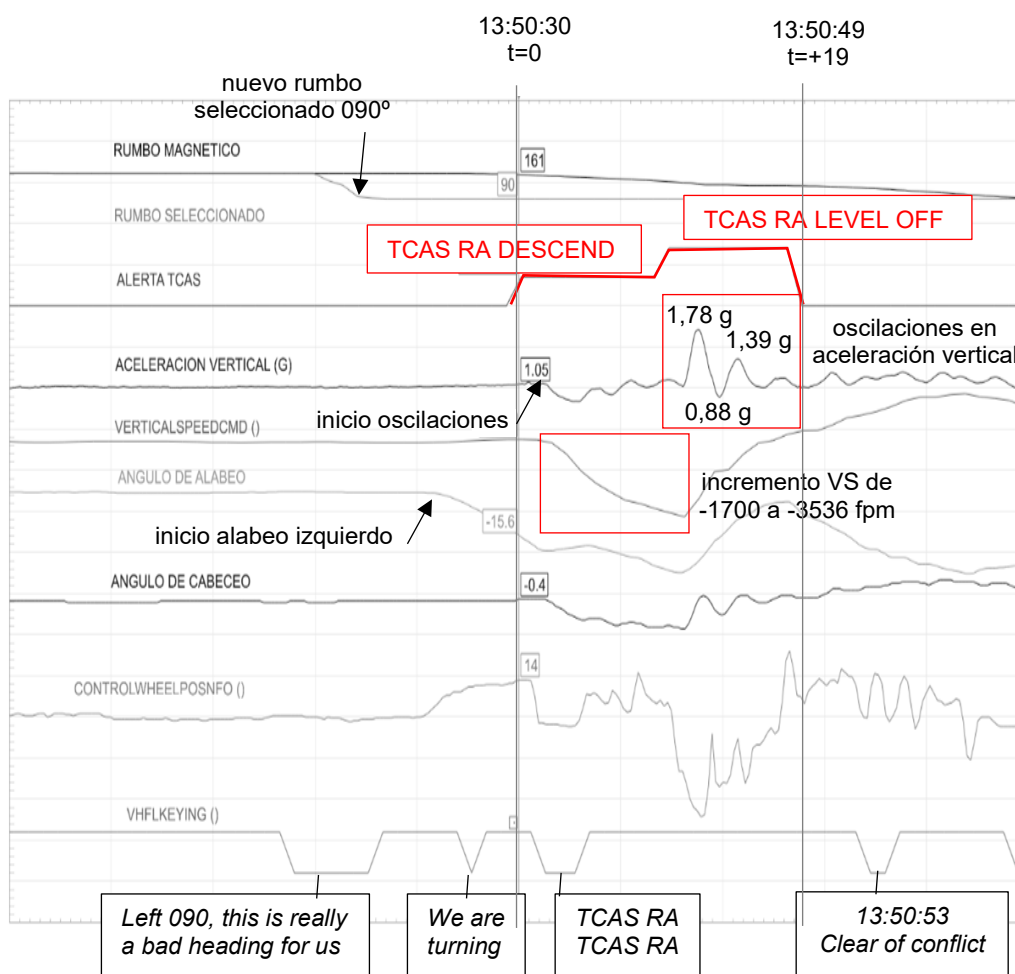


Figura 5. Detalle del TCAS RA

13:50:53 (7):

Tras 5 s de haber desaparecido el aviso TCAS RA se registró la notificación a ATC de libre de conflicto por parte del IBK: "Clear of traffic".

13:51:01

El VLG, que hasta el momento no había realizado ninguna notificación a ATC, comunicó en este momento que habían tenido un RA.

13:51:03

El IBK volvió a utilizar los automatismos tras haberlos desconectado durante la maniobra del TCAS. El piloto y empuje automáticos se conectaron a las 13:51:03 y 13:51:27, respectivamente. La velocidad de descenso era de 0 fpm. El resto del vuelo se produjo sin ninguna incidencia.

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

No aplicable.

1.13. Información médica y patológica

La caída al suelo de los tripulantes de cabina 2 y 3 resultó en una fractura de la tibia, que fue diagnosticada dos semanas después del vuelo.

1.14. Incendio

No aplicable. No se produjo incendio en la aeronave.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

No aplicable.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Declaración del comandante

En su declaración el comandante indicó que habían realizado un *briefing* antes de cada uno de los dos vuelos del día. Respecto a la meteorología indicó que tenían información previa pero que resultó peor de lo que esperaban. Seleccionó la activación de los cinturones de seguridad según cruzaron los Pirineos y dio instrucciones a la tripulación de cabina de permanecer sentados. Además, hizo un anuncio al pasaje sobre este tema.

Se desviaron, con autorización de ATC, de la ruta inicial debido a la presencia de *cumulonimbus*. Pocos minutos antes de ocurrir el evento, el comandante habló con el sobrecargo y le indicó que dejaría la señal de cinturones activada, pero que si tenían que preparar la cabina podrían hacerlo.

Veía en la pantalla un tráfico y, a su izquierda, un cumulonimbo justo en el rumbo que le indicó ATC. Ejecutaron la instrucción que les dio ATC a la vez que informaba al controlador que era un mal rumbo para ellos. Los avisos que aparecieron en el TCAS fueron inicialmente DESCEND DESCEND, INCREASE DESCEND o MONITOR VERTICAL SPEED (no recordaba cuál de los dos había sido) y por último LEVEL OFF.

Durante el accidente no tuvieron contacto visual con la otra aeronave. Fue informado de los daños de la tripulación de cabina cuando ya estaban fuera de la aeronave. La tripulación de cabina abandonó la aeronave sin ayuda médica.

1.16.2. Declaración de TCP 2 (posición trasera derecha)

Indicó que habían tenido un *briefing* con la tripulación previo al vuelo y que había recibido información de la meteorología esperable para el vuelo. Recordaba que había nubes cuando ocurrió el evento. Su posición en la aeronave era el asiento trasero derecho.

Estaba de pie asegurando los carritos y las cajas cuando ocurrió el evento. Las luces de los cinturones de seguridad estaban encendidas. A excepción de un pasajero que necesitaba utilizar el baño, el resto del pasaje estaba sentado. De repente una sacudida le levantó y cayó al suelo sobre el costado izquierdo. Clasificaba la turbulencia como fuerte. Estaban a 12 min de llegar a su destino y era el último vuelo del día, por lo que decidió no comunicar nada a los TCPs situados delante de la cabina ni a los pilotos en ese momento. Al final del día acudió al médico junto con el TCP3.

1.16.3. Declaración de TCP 4 (posición delantera derecha)

Habían tenido un *briefing* en Alicante antes del iniciar el primer vuelo del día. No recordaba que nadie les hubiese avisado sobre turbulencia para los últimos 30 min del vuelo. Estaban en mitad del pasillo, a la altura de la fila 10, con el carrito recogiendo el servicio. Estaba con el sobrecargo (TCP1). Recuerda que el aviso de cinturones no estaba puesto y que había un par de personas de pie esperando para entrar en el baño. Respecto a la severidad de la turbulencia, no había experimentado ninguna similar. Se enteraron de los daños de los TCP2 y TCP3 después del desembarco del pasaje y les aconsejaron que fuesen al médico.

1.17. Información sobre organización y gestión

1.17.1. Procedimientos TCAS

Dentro de la documentación del fabricante y operador existen procedimientos (en el apartado de maniobras no normales) referentes a cómo actuar en caso de aparecer avisos TA y RA del TCAS. A continuación, se indica la información de interés para la investigación extraída en el FCOM (*Manual de operaciones de tripulación de vuelo*) y en el FCTM (*Manual de entrenamiento de la tripulación de vuelo*):

- Para avisos TA:
 - Intentar identificar y buscar el tráfico.
 - No se recomienda maniobrar ya que se puede reducir la separación.
- Para avisos RA:
 - La maniobra RA tiene prioridad a la instrucción ATC.
 - Desconectar el piloto automático (*autopilot*) y el autoempuje (*autothrust*).
 - Suavemente ajustar el ángulo de asiento y la potencia para alcanzar la maniobra RA.
 - Las maniobras RA requieren solo de pequeños cambios del ángulo de asiento que deberán ser ejecutadas suave y rápidamente.
 - No se requieren maniobras abruptas ni largas y debe recordarse que los tripulantes de cabina o los pasajeros pueden no estar sentados durante las mismas.

1.18. Información adicional

1.18.1. Información sobre TCAS de Eurocontrol y EASA

A fecha de ocurrencia del evento el estándar obligatorio en Europa era el TCAS II versión 7.1⁸. El TCAS es independiente de los sistemas similares con los que cuenta ATC (STCA alerta de conflicto a corto plazo). Tiene como objetivo ser la última barrera para evitar colisiones en vuelo entre aeronaves. Clasifica a las aeronaves en el entorno como potenciales intrusos y emite dos tipos de información: avisos (TA) y maniobras de resolución (RA) únicamente en el plano vertical, nunca en el horizontal. De interés para la investigación se extraen algunos datos contenidos en la *Guía ACAS* de Eurocontrol publicada en diciembre de 2017 y en el material guía de EASA.

⁸ El TCAS en la implementación del concepto o del estándar ACAS definido por OACI, motivo por el cual habitualmente se habla indistintamente de uno o de otro. El ACAS I no emitía RA. El ACAS II emite TA y RA y la versión 7.1 ha mejorado alguno de los avisos RA que tenían versiones anteriores del ACAS II a raíz de varios accidentes.

Las maniobras de resolución del TCAS II versión 7.1 están pensadas para:

- Tiempos de reacción del piloto de 5 s.
- Velocidades verticales de -1500 fpm para avisos DESCEND DESCEND.
- En caso de ser necesario un mayor régimen de descenso (-2500 fpm) el aviso será de INCREASE DESCEND.
- Los cambios de velocidad vertical se harán con una aceleración de 0.25 g.
- Para conseguir un régimen de descenso de -1500 fpm desde el vuelo nivelado se necesitará un ángulo de asiento de:
 - 6° si la TAS es de 150 kt
 - 4° si la TAS es de 250 kt
 - 2° si la TAS es de 500 kt
- Si la aeronave está virando, el viraje debe detenerse para conseguir la velocidad vertical necesaria. De hecho, los controladores deberán tener en cuenta que, si una aeronave está realizando un RA, no podrá seguir las instrucciones de ATC a la vez. OACI, sin embargo, establece que, en la medida de lo posible, se intentará seguir tanto las instrucciones RA como de ATC.

Generalmente los avisos TA se generan unos 10-13 s antes de los RA aunque dependerá de la geometría y es posible que aparezca un RA sin un TA previo. Lo mismo ocurre con los sistemas similares de ATC (STCA), que están pensados para que aparezcan avisos a ATC unos 30 s antes de que aparezca un RA a bordo, pero a veces el aviso a ATC se produce más tarde que el RA, o incluso aparecen avisos RA sin que se emita un aviso a ATC.

En relación a las comunicaciones con ATC, se establece que será necesario informar a ATC de que se está siguiendo una maniobra RA y una vez resuelta también se deberá informar de ello a ATC. En caso de recibir una instrucción de ATC contraria al RA, deberá informarse a ATC de que no se está siguiendo.

1.19. Acciones tomadas por ENAIRE tras el suceso

ENAIRE realizó una investigación interna del suceso. Como consecuencia de la misma estableció medidas de refuerzo en los siguientes términos: *incluir el accidente dentro de las acciones formativas para: recordar la importancia del uso immediatly en acciones evasivas para transmitir urgencia, la importancia de las coordinaciones meteorológicas en espacio aéreo de sector colateral y recordar la importancia de transferir el tráfico libre en situaciones de desvíos de tráfico por condiciones meteorológicas.*

1.20. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No aplicable.

2. ANÁLISIS

La caída de los tripulantes de cabina de pasajeros 2 y 3 de la aeronave EI-FJJ, el 18 de octubre de 2017 durante un vuelo Oslo-Alicante se produjo en las siguientes circunstancias:

- Por un lado, en un contexto meteorológico complicado de turbulencias fuertes debidas a un fenómeno denominado *tren convectivo* presente en toda la zona este de la península.
- Por otro, por una situación de proximidad entre dos aeronaves que generó instrucciones de ATC de separación a la vez que se activaban avisos de resolución RA del TCAS a bordo de la aeronave.

2.1. Meteorología

La meteorología fue un factor presente en el evento e influyó tanto inicialmente como durante el mismo. Las condiciones meteorológicas afectaban a toda la zona donde se iba a desarrollar el vuelo, habían sido pronosticadas y se habían incluido en los informes emitidos. Este pronóstico fue correcto y el día del evento, las imágenes de teledetección confirmaron una actividad convectiva muy intensa.

La información de despacho proporcionada a la tripulación para este vuelo incluía esta información y permitió que la tripulación adaptara el vuelo a este condicionante. La solicitud de desvío respecto a la trayectoria planificada indica que era un factor que estaba siendo vigilado por la tripulación. Además, la tripulación monitorizó durante todo el vuelo la meteorología con el radar de a bordo que confirmaba la presencia de alta actividad convectiva y núcleos tormentosos. Esta monitorización se estaba realizando cuando ocurrió el evento y se reflejó en el comentario que hizo la tripulación en relación con el viraje a la izquierda que ATC les estaba solicitando. La tripulación era reticente a realizarlo debido a que la maniobra les acercaba a una zona meteorológicamente conflictiva.

Las oscilaciones en la aceleración vertical, causantes de la caída de los tripulantes, aparecieron cuando la aeronave comenzó a realizar el viraje hacia la izquierda, confirmando la presencia de la zona conflictiva que había sido identificada por la tripulación y por la cual mostraron su reticencia a ejecutar la maniobra indicada por ATC.

Desde el punto de vista del pasaje, la activación del aviso de cinturones se había mantenido desde la entrada al espacio aéreo español, confirmando que la meteorología había sido un factor previsto por la tripulación. A pesar de mantener este aviso para el pasaje, el comandante había permitido levantarse a la tripulación de cabina si lo consideraba necesario. De hecho, antes de ocurrir el evento, la aceleración vertical se mantuvo estable y la tripulación de cabina que estaba de pie, no sufrió ningún incidente. Es decir, se considera que las medidas preventivas tomadas por la tripulación, en relación con la meteorología, fueron adecuadas y proporcionales.

Para ATC la situación meteorológica era perfectamente conocida ya que, de hecho, estaban gestionando desvíos de tráfico por este motivo. Sin embargo, a pesar de conocer la situación general, es complicado conocer la ubicación exacta de cada fenómeno que pueda afectar a cada uno de los vuelos que se gestionan por parte de control. Como ocurrió en este evento, cuando ATC instruyó a la aeronave a realizar un viraje a la izquierda desconocía que este viraje le acercaba a una zona desfavorable. La aeronave por otra parte, tampoco transmitió el motivo por el cual el viraje no era adecuado para ellos, sino que simplemente informó que era un mal rumbo. Si se hubiese informado sobre el motivo de su reticencia a realizar la maniobra quizá la instrucción de control podría haber sido otra.

2.2. Inicio del evento

La instrucción de ATC de realizar un viraje hacia la izquierda tuvo su origen en la resolución de un conflicto por acercamiento con otra aeronave (VLG). Ambas habían estado durante más de un minuto en el mismo sector de control en trayectorias paralelas. Cuando se realizó la transferencia del VLG al sector inferior las aeronaves evolucionaban sin conflicto. Inmediatamente tras ser transferida, el VLG fue instruido por el nuevo controlador a realizar una espera que entró en conflicto con la trayectoria del IBK y que fue el desencadenante de todos los sucesos posteriores.

Considerando que el VLG se encontraba todavía a FL270 y muy cerca de Valencia cuando se realizó la transferencia al sector inferior, era altamente esperable que se le instruyera a realizar una espera en CALLES, como así ocurrió. El VLG recibió esta instrucción (espera en CALLES) del controlador del espacio inferior estando la aeronave todavía en el espacio aéreo del sector superior, sin que constara ninguna coordinación por parte de los dos controladores.

Como conclusión se considera que hubo:

- Una falta de planificación en la transferencia del sector SUW que se realizó sin considerar la evolución esperable del tráfico VLG.
- Una falta de coordinación entre los controladores de los sectores VAP y SUW en la instrucción de realizar la espera en CALLES teniendo en cuenta que el vuelo estaba todavía en espacio aéreo del sector SUW.

Por lo tanto, el inicio del evento tuvo lugar en una falta de planificación y coordinación entre los controladores de los sectores adyacentes SUW y VAP.

2.3. Detección del conflicto

El conflicto por acercamiento entre ambas aeronaves fue detectado por dos sistemas de protección: el STCA y el TCAS. Ambos funcionaron correctamente y en la secuencia para la que están diseñados.

La primera alerta se generó en el STCA 40 s antes de que en las aeronaves se generase la alerta TCAS RA. Cuando esta primera barrera apareció las aeronaves estaban a 10,8 NM y 600 ft de separación. Este valor de tiempo (40 s) cumple con el criterio de diseño del sistema STCA que pretende generar este aviso 30 s antes del RA. De esta manera, ATC puede tomar medidas con antelación para intentar evitar la pérdida de separación y que las aeronaves no tengan que realizar maniobras de evasión. Puesto que las aeronaves se encontraban con un controlador diferente, el aviso les apareció a ambos y fue gestionado simultáneamente. Los tiempos de respuesta desde la aparición del PAC hasta la emisión de una instrucción a cada aeronave fueron: 7 s en el caso del VLG y 11 s en el caso del IBK.

Las instrucciones incluyeron maniobras de evasión adecuadas para ambas aeronaves, aunque la terminología utilizada en los dos casos no incluyó información sobre la urgencia y el motivo de la instrucción según el caso:

- En el caso del VLG, la fraseología utilizada no indicó que la instrucción se debía al conflicto con otro tráfico ni la urgencia de realizar dicha acción.
- En el caso del IBK, sí se incluyó que la maniobra se debía a la presencia de otro tráfico en conflicto, pero no se transmitió la urgencia.

La existencia de dos comunicaciones a cada uno de los tráficos por parte de los dos controladores involucrados muestra que estos monitorizaron la evolución de los tráficos durante el conflicto por acercamiento y, de hecho, se modificó la segunda instrucción al VLG en vista de cómo evolucionaban. En total se produjeron dos comunicaciones con cada aeronave antes de generarse el TCAS RA.

Las medidas de resolución instruidas por ATC a las aeronaves no fueron capaces de evitar el acercamiento. El tiempo de ejecución desde las instrucciones de ATC hasta la aparición del aviso TCAS RA fue de 33 s (VLG) y 29 s (IBK). En este tiempo no se pudieron modificar las trayectorias de vuelo. Al final de este periodo el VLG empezaba a modificar el rumbo y la velocidad vertical y, en el caso del IBK, el rumbo empezaba a modificarse en ese momento debido a que hasta 20 s de recibir la instrucción ATC no se seleccionó el nuevo rumbo.

La evolución de los dos tráficos no evitó el acercamiento y el TCAS activó un aviso de resolución RA cuando las aeronaves se encontraban a 4,5 NM y 700 ft de distancia. La resolución de la maniobra RA fue realizada de acuerdo a los procedimientos operativos del operador: se registró la desconexión inmediata del empuje y piloto automático y se

modificó el ángulo de asiento para conseguir el descenso que solicitaba la maniobra. Los tiempos de reacción esperados (menos de 5 s) en el caso de aparición de un TCAS RA también se cumplieron en este caso. El perfil de vuelo conseguido fue el siguiente:

- Un descenso con un régimen que alcanzó -3536 fpm.
 - Este valor superó el rango entre los -1500 y -2500 fpm recomendados para ejecutar las maniobras TCAS según las guías de Eurocontrol y EASA.
- Un descenso a la vez que la aeronave incrementaba el ángulo de balance hacia la izquierda como consecuencia de la instrucción emitida 29 s antes por ATC hasta los -28,5°.
 - Respecto a la compatibilidad de realizar un alabeo durante la ejecución de una maniobra TCAS el material guía de EASA y Eurocontrol indican que debe detenerse el alabeo para conseguir el régimen de descenso con la mayor precisión posible. Por el contrario, OACI define que en la medida de lo posible se intenten seguir las instrucciones de ATC y del TCAS. Se considera que el hecho de estar realizando un alabeo pudo afectar a la capacidad de la tripulación de ajustar el régimen de descenso.

La geometría de ambas trayectorias durante la maniobra de descenso llevó al TCAS a emitir una nueva instrucción para detener el descenso del IBK y mantenerse en el nivel en el que estaba. La nueva instrucción fue ejecutada inmediatamente por la tripulación, que disminuyó el régimen de descenso, el ángulo de balance y el de asiento, desapareciendo todos los avisos a los 9 s. La caída de los dos tripulantes y el máximo acercamiento de las dos aeronaves (2 NM y 1500 ft) se produjo durante esta segunda etapa. A partir de este momento, las aeronaves aumentaron su separación evolucionando en sentidos opuestos.

Respecto a las comunicaciones con ATC que se requieren durante los eventos TCAS (notificación de estar ejecutando un RA, de estar libre de conflicto y de reasumir la navegación) fueron realizados de forma inmediata por la aeronave, con tiempos de reacción de 1 y 5 s.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

General:

- La aeronave y tripulación realizaban el segundo y último vuelo del día. El trayecto anterior había transcurrido sin incidencias.
- La zona donde se iba a desarrollar el vuelo estaba afectada por una actividad convectiva muy intensa denominada *tren convectivo*.
- Las condiciones meteorológicas eran conocidas y estaban siendo monitorizadas por la tripulación.
- La aeronave había solicitado un desvío por motivos meteorológicos.

Caída de los tripulantes:

- La caída de los tripulantes de cabina de pasajeros 2 y 3 coincidió con la aparición de oscilaciones e incrementos en la aceleración vertical.
- Anterior y posteriormente al evento no se registraron oscilaciones similares.
- Los tripulantes se encontraban de pie cuando ocurrió la turbulencia.
- El aviso de cinturones abrochados se mantuvo activo durante todo el evento.

Inicio del evento:

- La caída de los tripulantes se produjo durante la resolución de un conflicto por acercamiento con otra aeronave en las cercanías de una zona de turbulencia.
- El conflicto por acercamiento se produjo con otra aeronave que fue instruida a realizar una espera en CALLES.
- La aeronave con la que tuvo el conflicto había sido transferida a un sector colateral inferior VAP a pesar de encontrarse en espacio aéreo del sector superior SUW.
- La evolución esperable del tráfico con el que estuvo en conflicto, por su altura y posición, era realizar una espera en CALLES y descender.
- La espera en CALLES entraba en conflicto con el IBK.
- La instrucción de espera en CALLES fue emitida por el controlador de VAP sin coordinar con el controlador del espacio aéreo SUW, en el que se encontraba todavía la aeronave.
- Las dos aeronaves se encontraban bajo responsabilidad de un controlador diferente en el momento del conflicto.

Detección del evento:

- El conflicto por acercamiento fue detectado por el STCA 40 s antes de aparecer el aviso TCAS RA.
- Los dos controladores involucrados detectaron y emitieron maniobras evasivas.
- Las maniobras instruidas por ATC no fueron capaces de evitar la emisión del TCAS RA.
- El TCAS RA duró 19 s.
- La ejecución de las instrucciones del TCAS RA se solapó con la ejecución de la instrucción ATC.

3.2. Causas/Factores contribuyentes

Se considera que la causa de la caída de los tripulantes de cabina de pasajeros 2 y 3 fue la falta de planificación y coordinación entre los controladores de dos sectores adyacentes. Como consecuencia, se generó un conflicto por acercamiento durante cuya resolución la aeronave entró en una zona de turbulencia.

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

Ninguna.