



**COMISIÓN DE
INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES
E INCIDENTES DE
AVIACIÓN CIVIL**

Informe técnico IN-032/2014

Incidente ocurrido a las aeronaves
Airbus A320-216, matrícula EC-KCU
(operada por Vueling) y Boeing 737-800,
matrícula EI-EKS (operada por Ryanair),
en las proximidades del punto de
notificación VULPE del TMA de
Sevilla (LEZL), el 30 de octubre de 2014



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

Informe técnico

IN-032/2014

**Incidente ocurrido a las aeronaves Airbus A320-216,
matrícula EC-KCU (operada por Vueling) y
Boeing 737-800, matrícula EI-EKS
(operada por Ryanair), en las proximidades del punto
de notificación VULPE del TMA de Sevilla (LEZL),
el 30 de octubre de 2014**



**GOBIERNO
DE ESPAÑA**

**MINISTERIO
DE FOMENTO**

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES E INCIDENTES
DE AVIACIÓN CIVIL

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

NIPO: 161-17-023-2

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@fomento.es
<http://www.ciaiac.es>

C/ Fruela, 6
28011 Madrid (España)

Advertencia

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

De conformidad con lo señalado en el art. 5.4.1 del Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional, y según lo dispuesto en los arts. 5.5 del Reglamento (UE) n.º 996/2010, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de octubre de 2010; el art.15 de la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea y en 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, sin prejuzgar 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 a los que deben someterse 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

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS.....	1
1.1. Antecedentes de vuelo	1
1.2. Lesiones personales	2
1.3. Daños a las aeronaves	2
1.4. Otros daños.....	2
1.5. Información sobre el personal.....	3
1.5.1 Información sobre la tripulación de la aeronave VLG2226	3
1.5.2 Información sobre la tripulación de la aeronave RYR314Q	4
1.5.3 Información sobre el personal de control.....	4
1.6. Información sobre las aeronaves	5
1.6.1 Información general de la aeronave VLG2226	5
1.6.2 Información general de la aeronave RYR314Q.....	7
1.7. Información meteorológica	8
1.8. Ayudas para la navegación	8
1.9. Comunicaciones.....	9
1.10. Información de aeródromo	10
1.11. Registradores de vuelo.....	10
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto	10
1.13. Información médica y patológica	10
1.14. Incendio	10
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia	11
1.16. Ensayos e investigaciones	11
1.16.1 Análisis realizado por la compañía aérea Ryanair	11
1.16.2 Análisis realizado por el proveedor de servicios de tránsito aéreo (ENAIRE).....	11
1.16.3 Análisis realizado por la compañía aérea Vueling	12
1.17. Información sobre organización y gestión	14
1.17.1 Procedimientos de la compañía Vueling en caso de TCAS RA	14
1.17.2 Procedimientos del fabricante para la transferencia de control de la aeronave	15
1.18. Información adicional	15
1.18.1 Testimonio de la tripulación de la aeronave VLG2226.....	15
1.18.2 Testimonio de la tripulación de la aeronave RYR314Q.....	17
1.18.3 Testimonio del controlador ejecutivo de Sevilla	17
1.18.4 Alerta de conflictos e información extraída de los datos del sistema SACTA.....	17
1.18.5 Radar Modo C y Modo S. Información que presenta la pantalla radar del SACTA ..	19
1.18.6 Normativa relacionada para control de la velocidad vertical	21
1.18.7 Normativa relacionada con el uso de ACAS II	22
1.18.8 Boletín ACAS de Eurocontrol.....	23
1.18.9 Consulta a Airbus	25
1.18.10 Consulta a Eurocontrol.....	26
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces.....	26

2. ANÁLISIS	27
2.1. Generalidades	27
2.2. Generación del conflicto.....	27
2.3. Detección del conflicto	28
2.4. Gestión del conflicto.....	29
3. CONCLUSIONES	33
3.1. Constataciones.....	33
3.2. Causas/factores contribuyentes.....	35
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	37

Abreviaturas

°	grados
ACAS	Airborne Collision Avoidance System-Sistema anticollisión de a bordo
ACS-RAD	Control de Vigilancia de Área – Control de Radar
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AP	Auto Pilot- Piloto Automático
APS-RAD	Control de Vigilancia de Aproximación – Control de Radar
ATC	Air Traffic Control – Control de Tránsito Aéreo
ATPL	AirlineTransport Pilot Licence – Licencia de Piloto de Línea Aérea
CPL(A)	Comercial Pilot Licence- Licencia de piloto comercial (avión)
CRM	Crew Resource Management – Gestión de recursos de la tripulación
CTA	Controlador de Tráfico Aéreo
DGAC	Dirección General de Aviación Civil
EINN	Indicativo OACI aeropuerto de Shannon (Irlanda)
FD	Flight Director- Director de Vuelo
FDM	Flight Data Monitoring- monitorización de los datos de vuelo
FL	Flight level –Nivel de vuelo
FMGC	Flight Management and Guidance Computer-Computador de Guiado y gestión de vuelo
ft	Feet (s)-Pie(s)
ft/min	Feet (s)/ minute – Pie (s)/minuto
g	Aceleración de la gravedad
h	Horas
IAA	Irish Aviation Authority- Autoridad de Aviación Irlandesa
ILS	Instrumental Landing System-Sistema de aterrizaje Instrumental
JAR-FCL	Requisitos conjuntos de aviación para las licencias de la tripulación de vuelo
Kt	Kt(s)-Nudo(s)
LEBL	Indicativo OACI aeropuerto de Barcelona/El Prat
LECS	Indicativo OACI del Centro de Control de Tránsito Aéreo de Sevilla
LEMG	Indicativo OACI aeropuerto de Málaga/Costa del Sol
LEZL	Indicativo OACI aeropuerto de Sevilla
LPC	Line Proficiency check - Verificación de competencia de línea
N/A	No afecta
NE	Noreste
NM	Nautical miles – Millas náuticas

OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OPC	Operator Proficiency check - Verificación de competencia del operador
PAC	Predicción de Alerta de Conflicto
PF	Pilot Flying- Piloto a los mandos
PFD	Primary Flight Display- Pantalla principal de vuelo
PM	Pilot Monitoring- Piloto que supervisa
PNF	Pilot Not Flying – Piloto no a los mandos
RA	Resolution Advisory- aviso de resolución
SACTA	Sistema Automatizado de Control del Tránsito Aéreo
S/N	Serial Number-Número de Serie
SERA	Reglamento Europeo del Aire
SRA	Safety Risk Assessment- Gestión de Riesgos para la Seguridad
TA	Traffic Advisory- aviso de tráfico.
TCAS	Traffic collision avoidance system- Sistema de alerta de tráfico y prevención de colisiones
TCP	Tripulante de Cabina de Pasajeros
TMA	Terminal Manoeuvre Area- Área de control terminal
UTC	Tiempo Universal Coordinado
VAC	Violación de Alerta de Conflicto
VSI	Vertical Speed Indicator-Indicador de Velocidad Vertical

Sinopsis

Propietario y Operador 1:	Vueling
Aeronave 1:	Airbus A320-216, matrícula EC-KCU
Propietario y Operador 2:	Ryanair
Aeronave 2:	Boeing 737-800, matrícula EI-EKS
Fecha y hora del incidente:	Jueves, 30 de octubre de 2014, 20:57 horas ¹
Lugar del incidente:	TMA de Sevilla- (proximidades del punto VULPE)
Personas a bordo en aeronave 1:	2 tripulantes técnicos, 4 tripulantes de cabina de pasajeros (TCPs) y 153 pasajeros, todos ilesos
Personas a bordo en aeronave 2:	2 tripulantes técnicos, 5 tripulantes de cabina de pasajeros (TCPs) y 36 pasajeros, todos ilesos
Tipo de vuelo aeronave 1:	Transporte aéreo comercial Regular -Internacional- De pasajeros
Tipo de vuelo aeronave 2:	Transporte aéreo comercial Regular -Internacional- De pasajeros
Fecha de aprobación:	29 de Marzo de 2016

Resumen del incidente:

El día 30 de octubre de 2014, la aeronave Airbus A320-216, matrícula EC-KCU, operada por Vueling, había despegado del aeropuerto de Barcelona/El Prat (LEBL) con destino el aeropuerto de Sevilla (LEZL), vuelo con indicativo VLG2226. Al mismo tiempo la aeronave Boeing 737-800, matrícula EI-EKS, operada por Ryanair, se encontraba realizando el vuelo con indicativo RYR314Q, entre los aeropuertos de Shannon (Irlanda) (EINN) y Málaga/Costa del Sol (LEMG).

La aeronave con indicativo VLG2226, al preparar la aproximación instrumental a la pista 09 del aeropuerto de Sevilla (LEZL), observó que el viento del oeste favorecía tomar por la pista 27, así que solicitó a Control de Tránsito Aéreo de Sevilla (LECS) aterrizar por la misma. Tras coordinarlo, LECS autorizó el cambio de pista y, en distintas comunicaciones, sucesivos descensos desde el nivel de crucero a nivel de vuelo 170, con un régimen de

¹ La referencia horaria utilizada en este informe es la hora UTC salvo que se especifique expresamente lo contrario. Para obtener la hora local es necesario sumar 1 h a la hora UTC.

descenso de 2000 ft/min o inferior. Con objeto de alcanzar la altitud óptima para iniciar la aproximación, la tripulación aumentó su régimen de descenso por encima de los 2000 ft/min.

Las aeronaves con indicativo RYR314Q fue autorizada por Control Sevilla a descender desde el nivel de vuelo 410 a nivel de vuelo 150, con un régimen de descenso de 2000 ft/min o superior.

En las inmediaciones del punto de notificación VULPE, y cerca del nivel de vuelo 220, la separación entre los tráficos fue reduciéndose, hasta alcanzar un valor mínimo de 1,4 NM en horizontal y 100 ft en vertical. En las dos aeronaves se activaron sendos avisos de tráfico TCAS TA y unos segundos más tarde, debido al acercamiento entre ambas, avisos de resolución TCAS RA. La tripulación de la aeronave VLG2226 siguió instrucciones contrarias a las indicadas inicialmente por el TCAS RA – *“Adjust Vertical Speed, Adjust”* hasta que se produjo una reversión de instrucción del sistema a TCAS RA- *Climb Climb* la cual fue seguida adecuadamente por la tripulación.

Los ocupantes de ambas aeronaves resultaron ilesos y las aeronaves no sufrieron daños.

La investigación se centró entre otros aspectos en la actuación de la tripulación de la aeronave VLG2226 tanto en el aumento del régimen de descenso como en la reacción ante el aviso de resolución TCAS RA, puesto que ambos tripulantes insistieron en que el sistema les mostró visualmente instrucciones contrarias.

Se concluyó que el incidente se produjo porque la tripulación de la aeronave VLG2226 no cumplió con las instrucciones de régimen de descenso comunicadas por el controlador de LECS.

Se encontraron los siguientes factores contribuyentes:

- El hecho de que el controlador reautorizase a la aeronave VLG2226 a un nivel de vuelo inferior y no incluyese explícitamente en la comunicación las restricciones de régimen de descenso de nuevo
- El controlador instruyó a la aeronave VLG2226 a proceder directo al punto de notificación ROTEX e indicó que las restricciones de velocidad seguían vigentes, no siendo colacionada esta parte de la instrucción por parte de la tripulación y no requiriendo el controlador de LECS la colación completa.
- El controlador de LECS no disponía de la información de régimen de descenso en la pantalla radar.
- Que la tripulación de la aeronave VLG2226 no siguiera el aviso TCAS RA aumentando el régimen de descenso que llevaba.

Como consecuencia de la investigación se han emitido tres recomendaciones de seguridad dirigidas a la DGAC, a AESA y a OACI.

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1 Antecedentes de vuelo

El día 30 de octubre de 2014 la aeronave B-737-8AS, matrícula EI-EKS, realizaba un vuelo con indicativo de llamada RYR314Q entre los aeropuertos de Shanon (Irlanda) y Málaga/Costa del Sol (LEMG). Ya en contacto radar y radio con Control Sevilla (LECS) fue autorizada a descender desde el nivel de vuelo 410 a nivel de vuelo 150.

Por su parte, la aeronave A-320-216, matrícula EC-KCU, realizaba un vuelo con indicativo VLG2226 entre los aeropuertos de Barcelona/El Prat (LEBL) y el aeropuerto de Sevilla (LEZL). El copiloto actuaba como piloto a los mandos (PF) mientras que el comandante actuaba como el piloto que supervisa (PNF/PM).

La aeronave VLG2226 al preparar la aproximación instrumental a la pista 09 del aeropuerto de Sevilla observó que el viento del oeste favorecía tomar por la pista 27, así que solicitó a LECS aterrizar por la misma. La aeronave fue autorizada a descender primero a nivel de vuelo 310 y posteriormente a 250 manteniendo un régimen de descenso de 2000 ft/min o inferior, mientras que la aeronave RYR314Q fue instruida a descender con un régimen de 2000 ft/min o superior. De esa manera el controlador de LECS aseguraba la separación vertical entre las aeronaves, que en ese momento era superior a los 2000 ft, ya que las aeronaves llevaban trayectorias convergentes.

Una vez coordinado el cambio de pista el controlador autorizó a la aeronave VLG2226 a proceder al punto ROTEX², manteniendo las mismas restricciones. Transcurrido un minuto, la tripulación de la aeronave observó que debía aumentar el régimen de descenso para alcanzar el perfil óptimo, por lo que aumentó éste llegando hasta los 5000 ft/min. Poco después, la aeronave VLG2226 fue autorizada a descender a nivel de vuelo 170, en esta ocasión el controlador de LECS no incluyó en las comunicaciones que las restricciones de régimen de descenso seguían vigentes.

La distancia vertical entre las aeronaves comenzó a reducirse, al igual que la horizontal, debido a la trayectoria de las aeronaves. Esto provocó sendos avisos de tráfico del sistema TCAS embarcado y posteriormente se activaron avisos de resolución. La tripulación de la aeronave RYR314Q descendió siguiendo el aviso. Por su parte el copiloto de la aeronave VLG2226 desconectó el piloto automático y aumentó el régimen de descenso. Tras unos segundos la aeronave tuvo una reversión en el sentido marcado por el aviso TCAS RA, con una indicación de ascenso. En ese

² Punto de notificación.

momento el comandante actuó sobre la palanca de mando, sin pulsar el botón de prioridad, para detener el descenso y cumplir con lo indicado en el aviso TCAS RA. Por su parte el copiloto tiró de la palanca en el mismo sentido, lo que hizo que ambas entradas se sumaran, llegando la aeronave a incrementar su aceleración vertical a 2,02 g.

Tras varios segundos en los que ambos pilotos actuaron sobre los mandos, el aviso TCAS RA cambió a no descender y finalmente el sistema avisó de la situación de libre de conflicto. Las aeronaves se cruzaron con una distancia 1,4 NM en horizontal y 100 ft en vertical.

1.2. Lesiones personales

AERONAVE EC-KCU/ VLG2226

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Graves				
Leves				No se aplica
Ninguna	2+4	153		No se aplica
TOTAL	6	153		

AERONAVE EI-EKS/ RYR314Q

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Graves				
Leves				No se aplica
Ninguna	2+5	36		No se aplica
TOTAL	7	36		

1.3 Daños a las aeronaves

Ninguna de las aeronaves sufrió daños.

1.4 Otros daños

No se produjeron otros daños.

1.5 Información sobre el personal

1.5.1 Información sobre la tripulación de la aeronave VLG2226

El comandante de la aeronave VLG2226, de nacionalidad española y 43 años de edad, tenía licencia JAR-FCL de Piloto de Transporte de Línea Aérea (ATPL(A)) emitida por AESA con habilitación de tipo A320 válida y en vigor (hasta el 30 de abril de 2015). Asimismo, contaba con certificado médico de clase 1 y 2 válidos y en vigor (hasta el 14 de abril de 2015). Su experiencia era de 7254 horas de vuelo, 5957 de las cuales eran en el tipo.

El comandante había realizado los siguientes cursos de formación establecidos por normativa EU-OPS:

- Curso de Conversión al Operador, realizado los días 21 y 22 de Mayo de 2009.
- Curso de Comandante, realizado los días 4, 5 y 6 de Abril de 2011.
- Cursos OPC + LPC + entrenamiento en simulador realizado el 17 de septiembre de 2014, en los que se entrena CRM y maniobras TCAS.

De acuerdo a la información remitida por la compañía aérea durante los últimos 4 años, no se identificaba ninguna incidencia relativa al sistema TCAS que quedara reflejada en el historial de simuladores del comandante.

La actividad del comandante había comenzado a las 10:55 h y terminó a las 21:37 h. El incidente tuvo lugar a las 20:57 h por lo que el Comandante llevaba un tiempo acumulado de actividad de 10:02 h de un total de 10:42 h. El periodo de actividad de vuelo fue de 10:22 h³. El día anterior al del incidente había estado de imaginaria en casa (home standby) desde las 3:55 h hasta las 22:55 h⁴.

El copiloto de la aeronave VLG2226, de nacionalidad española y 29 años de edad, tenía licencia JAR-FCL de Piloto Comercial (CPL(A)) emitida por AESA con habilitación de tipo A-320 válida y en vigor (hasta el 31 de enero de 2015). Asimismo contaba con certificado médico de clase 1 válido y en vigor (hasta el 13 de abril de 2015) y clase 2 válido y en vigor (hasta el 28 de abril de 2018). Su experiencia era de 3550 horas de vuelo, 1572 de las cuales eran en el tipo.

³ Según normativa de EU-OPS el periodo máximo diario de actividad de vuelo que se tomará como base es de 13 horas.

⁴ Según normativa EU-OPS el periodo mínimo de descanso no deberá ser inferior a 12 h.

El copiloto había realizado los siguientes cursos de formación establecidos por normativa EU-OPS:

- Curso de Conversión al Operador, realizado del 11 al 18 de febrero de 2013.
- Cursos OPC + LPC + entrenamiento en simulador realizado el 5 de junio de 2014, en los que se entrena CRM y maniobras TCAS.

De acuerdo a la información remitida por la compañía aérea desde el 2013, no se identificaba ninguna incidencia relativa al sistema TCAS que quedara reflejada en el historial de simuladores del copiloto.

La actividad del Copiloto había comenzado a las 10:55 h y terminó a las 21:37 h. El incidente tuvo lugar a las 20:57 h por lo que el Copiloto llevaba un tiempo acumulado de actividad de 10:02 h de un total de 10:42 h. El periodo de actividad de vuelo fue de 10:22 h⁵. El día anterior al del incidente había comenzado su actividad a las 05:00 h finalizando a las 11:18 h⁶. El periodo de actividad de vuelo fue de 05:58 h.

1.5.2 Información sobre la tripulación de la aeronave RYR314Q

El comandante de la aeronave RYR314Q, de nacionalidad holandesa y 33 años de edad, tenía licencia JAR-FCL de Piloto de Transporte de Línea Aérea (ATPL(A)) emitida por la IAA con habilitación de tipo B737 300-900 válida y en vigor (hasta el 31 de marzo de 2015). Asimismo, contaba con certificado médico de clase 1 válido y en vigor hasta el 17 de enero de 2015 y clase 2 válido y en vigor (hasta el 17 de enero de 2019). Su experiencia era de 8000 horas de vuelo, 7800 de las cuales eran en el tipo.

El copiloto de la aeronave RYR314Q, de nacionalidad española y 24 años de edad, tenía licencia JAR-FCL de Piloto Comercial (CPL(A)) emitida por AESA con habilitación de tipo B737-800 válida y en vigor (hasta el 31 de mayo de 2015). Asimismo contaba con certificado médico de clase 1 válido y en vigor (hasta el 26 de junio de 2015) y clase 2 válido y en vigor (hasta el 26 de junio de 2018). Su experiencia era de 1716 horas de vuelo, 1500 de las cuales eran en el tipo.

1.5.3 Información sobre el personal de control

El controlador ejecutivo tenía la licencia de controlador de tránsito aéreo desde 1989 y ejercía las competencias de controlador aéreo en el sector del incidente

⁵ Según normativa de EU-OPS el periodo máximo diario de actividad de vuelo que se tomará como base es de 13 horas.

⁶ Según normativa EU-OPS el periodo mínimo de descanso no deberá ser inferior a 12 h.

desde el año 2002. Disponía de las habilitaciones necesarias y anotaciones de unidad requeridas (LECS APS/RAD y ACS/RAD) válidas y en vigor (hasta el 16 de octubre de 2015). Su competencia lingüística en inglés era de nivel 5 válida y en vigor (hasta el 16 de mayo de 2019). Contaba con el certificado médico clase 3 válido y en vigor (hasta el 26 de marzo de 2015).

El controlador planificador tenía la licencia de controlador de tránsito aéreo desde 2004 y ejercía las competencias en el sector del incidente desde 2012. Disponía de las habilitaciones necesarias y anotaciones de unidad requeridas (LECS ACS/RAD) válidas y en vigor (hasta el 17 de noviembre de 2015). Su competencia lingüística en inglés era de nivel 4 válida y en vigor (hasta el 16 de mayo de 2016). Contaba con el certificado médico clase 3 válido y en vigor (hasta el 16 de enero de 2016).

1.6 Información sobre las aeronaves

1.6.1 Información general de la aeronave VLG2226

La aeronave de matrícula EC-KCU, es un modelo AIRBUS 320-216 con número de serie 3109. Está equipada con dos motores tipo CFM56-5B6/P (SN 697212 y SN 697215). La aeronave tenía certificado de matrícula y de aeronavegabilidad válidos y en vigor.

La aeronave contaba con 22.577 h y 16.227 ciclos.

La aeronave estaba equipada con sistema TCAS II, versión 7.0.



Fotografía 1. Fotografía de la aeronave⁷

⁷ Imagen obtenida de <http://www.planespotters.net>.

1.6.1.1 Registro de mantenimiento de la aeronave VLG2226

La última revisión que se le había realizado a la aeronave con anterioridad al incidente, fue el 7 de noviembre de 2014. Esta inspección fue de tipo A, teniendo en ese momento la aeronave 22435 horas y 16147 ciclos de vuelo.

1.6.1.2 Sistema de mandos de vuelo del A-320

Las palancas de mando de piloto y copiloto se mueven independientemente; no están unidas mecánicamente, y piloto y copiloto, en un mismo instante, pueden estar comandando maniobras distintas. La maniobra que el avión estima que se le está solicitando es la correspondiente a la suma algebraica de las dos solicitudes.

La sensación de fuerza en los mandos proporcionada por el sistema es independiente de las fuerzas aerodinámicas en las superficies de mando e independientemente de las fuerzas que eventualmente el otro piloto esté haciendo en su palanca de mando.

Cualquiera de los dos pilotos puede anular las acciones del otro piloto pulsando en su palanca de mando un botón de cancelación. El último piloto que pulse ese botón es el que tiene el control de la aeronave, y una señal luminosa en el panel de instrumentos del otro piloto le advierte de ello. La anulación de la otra palanca solo es efectiva mientras se mantiene el botón pulsado. El sistema proporciona un aviso sonoro cuando se accionan ambas palancas "DUAL INPUT".



Figura 1. Palanca de mandos A320 e indicador de prioridad de control

1.6.1.3 Sistema de Vigilancia y Anticolisión

La aeronave A320 (VLG2226) estaba equipada con un sistema anticolidión TCAS II versión 7.0, que tiene capacidad para detectar cualquier aeronave situada en las proximidades que esté equipada con transpondedor. Dependiendo de la cercanía y

evolución de las aeronaves intrusas el sistema proporciona varios niveles de protección, en función del tiempo calculado al punto de máximo acercamiento entre las aeronaves.

Los avisos de tránsito (TA) informan a la tripulación de la presencia de una aeronave que puede constituir una amenaza, y la alertan para que pueda estar preparado para una acción evasiva. El aviso de resolución (RA) advierte al piloto de la presencia de una aeronave que constituye una amenaza, y recomienda una maniobra evasiva que garantice una separación suficiente.

Dependiendo de la situación, el sistema genera diversos avisos RA. Es capaz de generar avisos que no sean tan bruscos como ascender o descender. Por ejemplo, el sistema permite generar avisos del tipo *"Adjust Vertical Speed, Adjust"*⁸ cuando la aeronave se encuentra en evolución. Este aviso viene acompañado de una reducción en el régimen de descenso o ascenso que lleva la aeronave antes de ser emitido. El régimen necesario viene indicado de forma que la tripulación de la aeronave debe ajustar el régimen de ascenso o descenso a la zona verde del indicador de velocidad vertical. En algunos casos también puede venir indicada en el *"Pitch Cue"* (Indicación del guiado de cabeceo) del PFD⁹ de la aeronave.

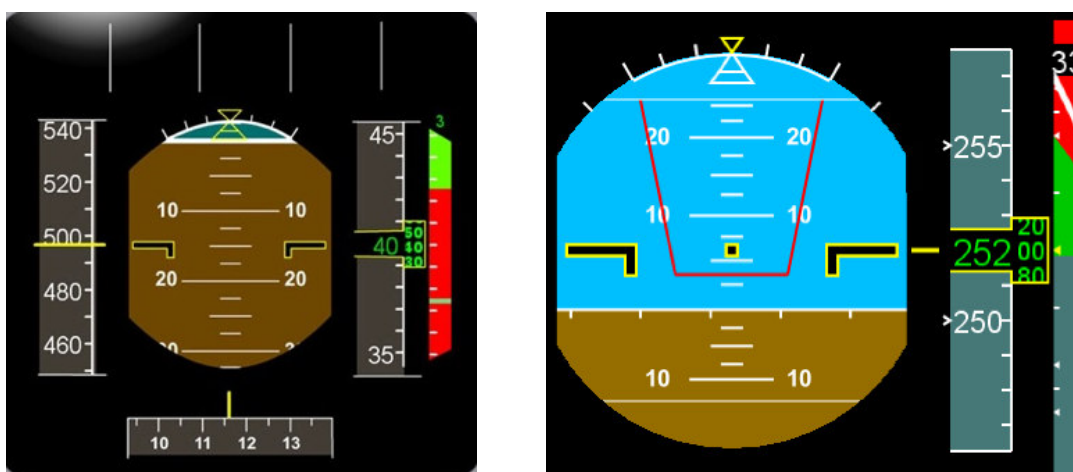


Figura 2. Indicaciones del Régimen vertical del TCAS

1.6.2 Información general de la aeronave RYR314Q

La aeronave de matrícula EI-EKS, es un modelo BOEING 737-8AS con número de serie 38504. Está equipada con dos motores tipo CFM 56-7B (S/N 802903 y S/N 802906). La aeronave tenía certificado de matrícula y de aeronavegabilidad válidos y en vigor.

⁸ Ajustar la Velocidad Vertical.

⁹ PFD- *Primary Flight Display*- Pantalla principal de vuelo.

La aeronave contaba con 15188 h y 8723 ciclos.



Fotografía 2. Fotografía de la aeronave¹⁰

1.6.2.1 Registro de mantenimiento de la aeronave RYR314Q

La última revisión que se le había realizado a la aeronave con anterioridad al incidente, fue el 7 de agosto de 2014. Esta inspección fue de tipo A, teniendo en ese momento la aeronave 14293 horas totales de vuelo.

1.7 Información meteorológica

De acuerdo a la información proporcionada por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), la situación meteorológica en la zona del incidente alrededor de las 21:00 h fue de cielo despejado, buena visibilidad en todas las alturas y viento de dirección NE (30° - 40°) y 50 Kt de velocidad. No hubo precipitación significativa ni avisos de fenómenos adversos.

1.8 Ayudas para la navegación

N/A.

¹⁰ Imagen obtenida de <http://www.allaircraft.net>.

1.9 Comunicaciones

Se dispone de las comunicaciones mantenidas por las aeronaves durante el suceso con el controlador ejecutivo del sector del TMA de Sevilla en el que se produjo el incidente.

Según dichas comunicaciones, a las 20:48:54 h el controlador autorizó a la aeronave RYR314Q a iniciar el descenso hacia FL150 y unos minutos más tarde la instruyó a mantener un régimen de descenso de 2000 ft/min o superior. Estas comunicaciones se realizaron en inglés.

A las 20:54:19 h, el controlador autorizó a la aeronave VLG2226 a descender hacia FL250 con un régimen de descenso de 2000 ft/min o inferior. La tripulación colacionó la autorización correctamente. A continuación, el controlador volvió a instruir a la RYR314Q a mantener un régimen de descenso de 2000 ft/min o superior, a lo que ésta colacionó y añadió que en ese momento descendía a 3000 ft/min. A las 20:54:50 h el controlador indicó a la aeronave que esperara la pista 27 para el aterrizaje (de acuerdo a como había solicitado la tripulación con anterioridad), y la instruyó a proceder directo al punto ROTEX y a continuar con la misma restricción por el momento. La tripulación no incluyó en la colación que debía seguir con las mismas restricciones y el controlador no indicó a la tripulación que colacionara de forma completa las instrucciones. El idioma utilizado en estas comunicaciones fue el inglés.

A las 20:55:30 h, la aeronave VLG2226 notificó alcanzar FL250, y el controlador la autorizó a continuar hacia FL170. En este caso el controlador no recordó que la aeronave debía seguir con las restricciones de régimen de descenso instruidas con anterioridad. Estas comunicaciones se realizaron en español. Transcurrido un minuto, le informó, en inglés, de que tenía un tráfico cercano a 9 NM y 2000 ft por debajo. La tripulación indicó que había copiado la información.

A las 20:57:15 h el controlador preguntó a la aeronave VLG2226 si había aumentado su régimen de descenso y le informó de que tenía un tráfico a sus doce y 500 ft por debajo. Seguidamente la aeronave RYR314Q notificó un TCAS RA. El controlador preguntó entonces a la RYR314Q cuál era su régimen de descenso y ésta contestó que era de 2500 ft/min. A continuación preguntó a la VLG2226 cuál era su régimen de descenso sin obtener respuesta. Todas estas comunicaciones se realizaron en inglés.

A las 20:57:59 h, la tripulación de la aeronave RYR314Q notificó estar libre de conflicto y continuar con un régimen de 2000 ft/min o superior. El controlador ejecutivo explicó que el tráfico que tenía por encima había incrementado su régimen de descenso y fue transferida a la frecuencia de aproximación de Málaga. Estas comunicaciones se realizaron en inglés.

A continuación el controlador preguntó a la aeronave VLG2226 cuál era su régimen de descenso, y ésta contestó que era de 2200 ft/min. El controlador le respondió entonces que le había instruido claramente a 2000 ft/min o inferior, y que al haber incrementado el régimen de descenso había provocado la alerta del TCAS. La tripulación de la aeronave VLG2226 comentó que la restricción del régimen de descenso era inicial, y que al autorizarlos a descender hacia FL170 no se le había comunicado ninguna limitación en cuanto a régimen de descenso. A continuación el controlador autorizó a la VLG2226 a descender sin restricciones hacia FL130 y la transfirió a la frecuencia de aproximación. Estas comunicaciones se realizaron en español.

1.10 Información de aeródromo

N/A.

1.11 Registradores de vuelo

Debido al tiempo transcurrido desde que ocurrió el incidente hasta que la CIAIAC tuvo conocimiento del mismo no fue posible preservar los registradores de vuelo aunque se ha contado con la información extraída por parte de los operadores para su investigación interna mediante el análisis del FDM¹¹.

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

Las aeronaves implicadas en el incidente no sufrieron daño alguno.

1.13 Información médica y patológica

No hubo ningún vestigio de que factores fisiológicos o incapacidades afectaran a la actuación de los miembros de la tripulación en vuelo.

1.14 Incendio

No hubo indicios de incendio en vuelo.

¹¹ *Flight Data Monitoring*- monitorización de los datos de vuelo

1.15 Aspectos relativos a la supervivencia

No se realizaron actividades de búsqueda y salvamento como consecuencia de este incidente, ya que las aeronaves continuaron con sus respectivos vuelos sin otros contratiempos.

1.16 Ensayos e investigaciones

Ryanair facilitó datos extraídos por la compañía respecto al vuelo. Tanto ENAIRE como la compañía Vueling (con el soporte del fabricante Airbus) realizaron sendas investigaciones internas del incidente y comunicaron sus conclusiones a la CIAIAC. A continuación se exponen los puntos básicos de estos análisis realizados.

1.16.1 Análisis realizado por la compañía aérea Ryanair

De acuerdo a los datos facilitados por la compañía Ryanair el régimen de descenso mantenido por su aeronave fue en todo momento de 2000 ft/min o superior [máximo de 3000 ft/min y mínimo de 2000 ft/min]. El aviso TCAS RA se activó cuando la aeronave cruzaba FL222 y se emitió libre de conflicto cuando alcanzó FL204. Durante la activación del TCAS la aeronave RYR314Q incrementó el régimen de descenso desde 2300 ft/min a 2800 ft/min.

1.16.2 Análisis realizado por el proveedor de servicios de tránsito aéreo (ENAIRE)

ENAIRE realizó una investigación interna y emitió un informe en el que se extrajeron las siguientes conclusiones:

«El TCAS RA se debe a que VLG2226 no cumplió con la autorización ATC de mantener el régimen de descenso de 2.000 ft o inferior, instrucción que fue proporcionada claramente por el controlador.

RYR314Q sí cumplió en todo momento su instrucción de mantener un régimen de 2.000 ft o superior.

Ambos tráficos ejecutaron TCAS RA, RYR314Q aumentando su régimen de descenso y VLG2226 disminuyendo su régimen llegando a descender a FL214 para posteriormente ascender a FL219.

La separación radar fue de 1,8 NM y 0 ft ambos tráficos a FL214.

Se trata de un incidente sin contribución ATM y severidad B¹² .»

¹² Severidad B- Major Incident- Incidente según el esquema de clasificación de severidad de sucesos de la ESSAR2 de Eurocontrol. Incidente asociado con la operación de una aeronave en el cual la seguridad de ésta puede haber estado comprometida, habiendo ocasionado una cuasicolisión entre la aeronave y obstáculos u otras aeronaves.

1.16.3 *Análisis realizado por la compañía aérea Vueling*

La compañía aérea Vueling realizó una investigación interna, contando con el apoyo del fabricante Airbus. Del análisis de los datos del FDM, se afirmó lo siguiente:

A las 20:55:25 h la aeronave VLG2226 estaba en descenso a una altitud seleccionada de FL250 y una velocidad vertical establecida de descenso de 1800 ft/min. Atravesando FL302, la velocidad vertical seleccionada fue cambiada a -2400 ft/min y el rumbo magnético establecido de 245°.

A las 20:55:40 h, cruzando FL296, se cambió la altitud seleccionada a FL170 y la velocidad vertical fue cambiada a -5000 ft/min.

A las 20:56:59 h, cruzando a través de FL238 la velocidad vertical seleccionada se redujo a -4000 ft/min. Seguidamente, a las 20:57:03, cruzando FL234, se activó un aviso TCAS de información de tránsito (TA). A continuación la velocidad vertical seleccionada fue de -1000 ft/min.

A las 20:57:17 h la aeronave estaba cruzando FL226 con un régimen de descenso de 3200 ft/min, cuando se activó el TCAS con un mensaje de resolución (RA) tipo *"Adjust Vertical Speed, Adjust – Ajustar Velocidad Vertical, Ajustar"* y una indicación de mantener un régimen de descenso de 1000 ft/min o menor (zona verde del *Vertical Speed Tape* desde -1000 ft/min hacia regímenes de descenso menores o incluso regímenes de ascenso). El mensaje estuvo activo durante 14 segundos. Tres segundos después de que el RA se iniciara el piloto a los mandos (PF), que en ese momento era el copiloto, desactivó el piloto automático (AP¹³) e incrementó el régimen de descenso hasta los 4400 ft/min. El régimen de descenso indicado por el RA cambió a las 20:57:29, con una indicación de descenso de 500 ft/min o menor. En ese momento la tripulación desactivó ambos FDs¹⁴.

A las 20:57:33, cruzando FL216 con un régimen de descenso de 4400 ft/min el aviso RA cambió a *"Climb Climb – Ascender ascender"*, con un régimen de 1500 ft/min o superior durante 13 segundos. En ese momento quedó registrado que ambos pilotos tiraron de la palanca de mandos del avión hacia arriba, sin haber pulsado el botón de prioridad, incrementándose la aceleración vertical hasta los 2,03 g. De acuerdo al informe, no se activó la alarma de *"Dual Input"*, debido a que es considerada por el sistema una prioridad menor a la del TCAS.

¹³ AP: *Auto pilot*-Piloto automático.

¹⁴ FD- *Flight Director*- director de vuelo

Tanto comandante como copiloto estuvieron actuando sobre la palanca durante 10 segundos simultáneamente. La altitud mínima alcanzada por la aeronave antes de ascender fue de 21340 ft.

A las 20:57:45 h, la aeronave se encontraba en ascenso a través de FL216, volvió a cambiar el TCAS RA, siendo de nuevo "*Adjust vertical Speed* – Ajustar velocidad vertical", con una duración de 12 segundos. De acuerdo a los datos grabados, el copiloto incrementó el ángulo de cabeceo hasta los 5°, y el régimen de ascenso aumentó hasta los 2800 ft/min.

A las 20:57:58 se emitió el "*Clear of conflict* – libre de conflicto" del sistema TCAS embarcado. De acuerdo a los datos de la palanca de mandos del copiloto, la altitud de la aeronave se estabilizó en FL220.

En el informe se indica que se hicieron pruebas con el sistema TCAS embarcado, resultando éstas satisfactorias e indicando que el sistema no presentaba fallos.

A su vez se realizó otra prueba "in situ" del TCAS, la cual resultó también satisfactoria.

Asimismo, se indicó que durante los entrenamientos en simulador de la tripulación no se identificó ninguna incidencia relativa al TCAS por parte de la tripulación.

En el informe se incluyeron una serie de recomendaciones dirigidas a diferentes departamentos de la compañía aérea para que realizasen las siguientes acciones:

- Un refuerzo cara a la tripulación afectada del procedimiento reflejado en el manual del fabricante conforme a las evasiones del sistema TCAS en vuelo, así como del proceso de transferencia de controles entre tripulantes.
- A modo general y con alcance a todas las tripulaciones, un recordatorio en el que se defina la importancia en el cumplimiento de las instrucciones ATC, utilización del idioma común (Inglés) en las comunicaciones aeronáuticas y en aquellas situaciones en las que puedan coincidir en la misma frecuencia otras aeronaves de habla no española, y difusión de las conclusiones extraídas en este SRA (Safety Risk Assessment).
- Actualización al TCAS II 7.1 para todas las aeronaves, acelerando en lo posible el plazo previsto.

De acuerdo a la información facilitada posteriormente por la compañía Vueling se llevaron a cabo las siguientes medidas mitigadoras:

- Se publicó la información relativa al evento para todas las tripulaciones a través de su Web Safety.
- Se revisó el caso en cursos presenciales, tanto en el de 2014-15 como en el actual 2015-16, volviendo a recordar el problema de los avisos, el evento y la transición al TCAS 7.1
- Se publicaron notas informativas en las que se solicitaba atención especial a los procedimientos y fraseología a utilizar en los TCAS. También se hizo hincapié en la necesidad de cumplir con las instrucciones ATC y disminuir el régimen de descenso/ascenso cuando se está próximo al nivel autorizado.
- Se realizaron maniobras en simulador de TCAS RA "Adjust Vertical Speed, Adjust" en aquellos modelos de simulador que lo soportaban.

La compañía confirmó la actualización de la versión del TCAS a la 7.1 en todas sus aeronaves a fecha de 1 de diciembre de 2015, de acuerdo a como se establece en la normativa.

1.17 Información sobre organización y gestión

1.17.1 Procedimientos de la compañía Vueling en caso de TCAS RA

Vueling establece las siguientes acciones a realizar cuando se activa un aviso TCAS RA en vuelo:

- El piloto a los mandos (PF) debe desconectar el piloto automático (AP) y ajustar la velocidad de descenso al sector verde del VSI en 5 segundos, y requerir al PNF/PM que ambos FDs sean desconectados.

Ambos FDs deben ser desconectados una vez lo esté el AP para:

- ~ Asegurar modo de velocidad de autoempuje
- ~ Evitar posibles confusiones entre la barra de órdenes del FD y el sonido TCAS y las indicaciones del TCAS en el VSI
- El piloto que no está a los mandos (PNF) debe desconectar ambos FDs, pero no tratará de ver a la aeronave intrusa.
- El PF evitará una maniobra excesiva y mantendrá la velocidad vertical fuera del área roja del VSI y dentro del área verde. Nunca se procederá en sentido opuesto a la dirección del RA ya que los RAs de las aeronaves están coordinados.

- El PNF deberá notificar a ATC la activación del TCAS RA mediante la fraseología estandarizada (véase tabla).

Circumstances	Phraseologies	
	Pilot	ATC
After a flight crew starts to deviate from any ATC clearance or instruction to comply with an airborne collision avoidance system (ACAS) resolution advisory (RA)	TCAS RA	ROGER
After the response to an ACAS RA is completed and a return to the ATC clearance instruction is initiated.	CLEAR OF CONFLICT, RETURNING TO (assigned clearance)	ROGER (or alternative instructions)
After the response to an ACAS RA is completed and the assigned ATC clearance or instruction has been resumed.	CLEAR OF CONFLICT, (assigned clearance) RESUMED	ROGER (or alternative instructions)
After an ATC clearance or instruction contradictory to the ACAS RA is received, the flight crew shall follow the RA and inform ATC directly.	UNABLE, TCAS RA	ROGER

Tabla 1. Fraseología radar estandarizada extraída de los procedimientos de la compañía Vueling

1.17.2 Procedimientos del fabricante para la transferencia de control de la aeronave

Para la transferencia del control de la aeronave entre pilotos se debe realizar el siguiente procedimiento:

PF/PM DUTIES TRANSFER
Ident.: PRO-NOR-SOP-90-00011914.0001001 / 23 DEC 14
Applicable to: ALL
To transfer control, flight crewmembers must use the following callouts: - To give control: The pilot calls out "YOU HAVE CONTROL". The other pilot accepts this transfer by calling out "I HAVE CONTROL", before assuming PF duties. - To take control: The pilot calls out "I HAVE CONTROL". The other pilot accepts this transfer by calling out "YOU HAVE CONTROL", before assuming PM duties.

Tabla 2. Procedimiento de transferencia de control de la aeronave de Airbus

1.18 Información adicional

1.18.1 Testimonio de la tripulación de la aeronave VLG2226

En declaraciones posteriores al incidente, la tripulación de la aeronave VLG2226 afirmó que al preparar la aproximación ILS 09 en Sevilla vieron que el viento (300/05) era más favorable para aterrizar por la pista 27, por lo que solicitaron a control de Sevilla aterrizar por la misma. Al mismo tiempo, solicitaron descenso para alcanzar

un perfil óptimo ya que vieron reducida la distancia para el aterrizaje. ATC les autorizó descenso desde el nivel de crucero a FL310 con un régimen de descenso máximo de 2000ft/min.

Antes de alcanzar ese nivel, ATC les confirmó que les autorizaba a proceder a la pista 27. Cambiaron en el FMGC¹⁵ la pista y la aproximación y comprobaron que estaban considerablemente altos con respecto a la distancia a la pista, por lo que solicitaron continuar descenso y recuperar un perfil óptimo. ATC les autorizó a continuar el descenso a FL250. Un minuto más tarde les autorizó a volar directamente a ROTEX, lo que aún les presionaba más en su relación distancia/altitud, así que incrementaron considerablemente su régimen de descenso. Solicitaron de nuevo más descenso, ya que prácticamente estaban alcanzando FL250 y el controlador les autorizó a continuar descenso a FL170.

En las tres o cuatro últimas comunicaciones con ATC éste nunca les recordó que seguían limitados a 2000 ft/min en su descenso, así que (erróneamente) incrementaron su régimen pensando que esa limitación había desaparecido. Cerca de FL220 recibieron un aviso TCAS TA. Unos segundos más tarde el aviso fue RA *"Descend"* (descienda). El comandante afirmó que aplicaron a la perfección el procedimiento que tantas veces habían practicado en el simulador para ajustar la velocidad de descenso dentro de la zona verde. Después de unos segundos manteniéndose en esa zona, hubo en el VSI una especie de barrido rápido que movió hacia arriba la línea separadora entre el rojo y el verde, de manera que de repente se vieron totalmente dentro de la zona roja del indicador, a la vez que escucharon el aviso sonoro de *"Climb, Climb Now"*. En ese momento reaccionó antes que el copiloto para iniciar la maniobra de ascenso lo antes posible. El comandante reconoció que en ese "momento de grandísimo estrés" no aplicó el procedimiento especificado por el fabricante para dirigirse a su compañero e informarle que tenía el control de la aeronave con la frase *"I have control"*, pues su intención era salir lo antes posible de la zona roja. Entonces saltó el aviso *"Dual input"* y su correspondiente luz verde. Poco después escucharon el aviso *"Clear of conflict"* (libre de conflicto). Comunicaron el evento a ATC y éste les reprochó que no hubieran seguido sus instrucciones, a lo que la tripulación del VLG2226 contestó que pensaban que no seguía vigente esa restricción ya que ATC no la había recalado en sus cuatro últimas comunicaciones.

En su informe el comandante hizo referencia a la posibilidad de fatiga ya que era su cuarto salto del día.

¹⁵ FMGC- *Flight Management and Guidance Computer*-Computador de Guiado y gestión de vuelo.

1.18.2 Testimonio de la tripulación de la aeronave RYR314Q

La tripulación de la aeronave RYR314Q señaló, en declaraciones posteriores al incidente, que tras abandonar el FL410 bajo el control de Sevilla, tenían que mantener un régimen superior a 2000 ft/min en el descenso, y cumplieron con ello descendiendo aproximadamente a 2500 ft/min. Una aeronave de Vueling que entraba en Sevilla recibió la instrucción de descender a un régimen máximo de 2000 ft/min. Alrededor de FL240 recibieron un aviso TCAS RA. Siguieron el procedimiento de aviso TCAS RA y poco después el aviso cambió a "Adjust vertical speed" (ajuste velocidad vertical) y "Clear of conflict" (libre de conflicto).

1.18.3 Testimonio del controlador ejecutivo de Sevilla

El controlador ejecutivo del centro de control de Sevilla (LECS) declaró que la aeronave RYR314Q fue autorizada a FL150 con un régimen de descenso de 2000 ft/min o superior. La aeronave VLG2226 fue autorizada primero a FL250, con régimen de 2000 ft/min o inferior, y posteriormente a FL170 sin mencionar cambio alguno en sus restricciones. El controlador indicó además, que se le proporcionó información a la aeronave VLG2226 del tráfico que le afectaba cuando éste se encontraba 2.000 ft por debajo y a unas 7 NM a las 2 de su posición. En las proximidades de VULPE¹⁶, y observando que la VLG2226 estaba solo 1 NM por encima, el controlador ejecutivo preguntó a la tripulación de la VLG2226 por su régimen de descenso, ésta no contestó y la RYR314Q notificó un aviso TCAS RA. Posteriormente la VLG2226 pidió disculpas, diciendo que pensaban que al autorizarlos a FL170 ya no tenían restricciones. Esta declaración es coincidente con la proporcionada por el controlador planificador.

1.18.4 Alerta de conflictos e información extraída de los datos del sistema SACTA¹⁷

Los puestos de control de tránsito aéreo disponen de un sistema predictivo denominado alerta de conflictos. De los datos enviados por la aeronave, el sistema detecta situaciones en la que dos aeronaves pueden llegar a tener un conflicto real. Dependiendo de la distancia a la que se encuentran las aeronaves el sistema genera avisos sonoros y visuales. El primero de ellos, cuando las aeronaves mantienen todavía la distancia radar prescrita se denomina Predicción Alerta de Conflictos (PAC). Una vez que esa distancia se ve vulnerada se genera otro aviso denominado Violación de la Alerta de conflictos (VAC). En la pantalla aparecen estos mensajes PAC y VAC, además de activarse una señal sonora para alertar al controlador.

¹⁶ Punto de notificación.

¹⁷ SACTA- Sistema Automatizado de Control del Tránsito Aéreo.

Según los datos procedentes de este sistema, hasta las 20:55:39 h la aeronave VLG2226 mantuvo un régimen de descenso inferior a los 2000 ft/min, mientras que la aeronave RYR314Q llevaba un régimen superior a los 2000 ft/min. En ese momento la aeronave RYR314Q estaba 3600 ft por debajo de la posición de la aeronave VLG2226. A partir de ese instante, la aeronave VLG2226 comenzó a descender con mayor régimen. Así a las 20:57:08 h llevaba un régimen de -5025 ft/min. La aeronave RYR314Q mantuvo un régimen ligeramente superior a los 2000 ft en todo momento.

A las 20:56:23 h se activó la alerta de conflictos del sistema del controlador. En este caso se activó la alerta PAC (Predicción Alerta de Conflicto), ya que la distancia mínima de separación radar en ese momento no se estaba vulnerando. La aeronave VLG2226 llevaba un régimen de descenso de unos 4475 ft/min¹⁸, y la distancia entre las aeronaves era de 9,7 NM en horizontal y 2800 ft en vertical.

A las 20:57:18 la alerta de conflictos emitió un VAC (Violación de alerta de conflicto). En ese momento la distancia entre las aeronaves era de 3,8 NM y 300 ft.

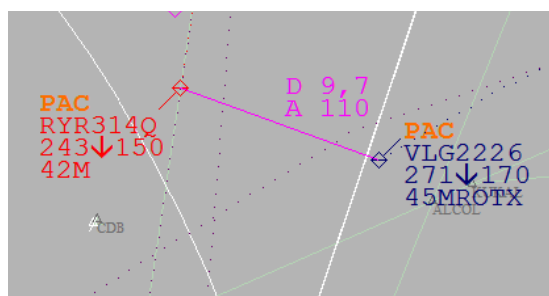


Figura 3. Posición de las aeronaves a las 20:56:23

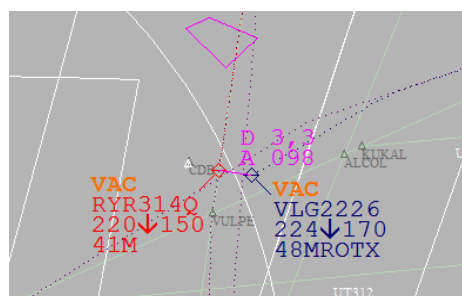


Figura 4. Posición de las aeronaves a las 20:57:23

A las 20:57:23 h, la aeronave RYR314Q descendía a 2.344 ft/min, mientras que la aeronave VLG2226 lo hacía a 3.981 ft/min. Ambas se encontraban separadas por 3,3 NM en horizontal y 400 ft en vertical.

Segundos después, a las 20:57:43, se alcanzó la mínima separación entre ambas aeronaves, que fue de 1,4 NM en horizontal y a 100 ft en vertical.

¹⁸ Dato no accesible para el controlador. Véase apartado 1.18.5.

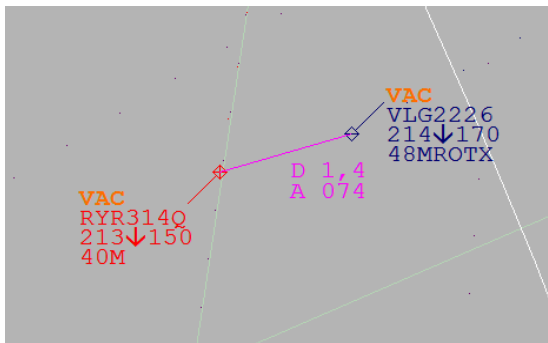


Figura 5. Posición de las aeronaves a las 20:57:43

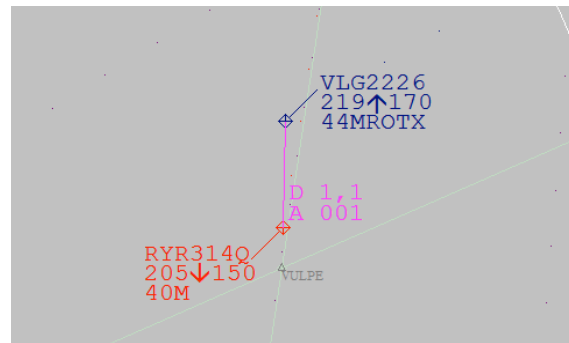


Figura 6. Posición de las aeronaves a las 20:57:58

La distancia mínima horizontal a la que se encontraron las aeronaves fue de 0,9 NM. En ese momento la distancia vertical se había incrementado a 1100 ft.

1.18.5 Radar Modo C y Modo S. Información que presenta la pantalla radar del SACTA

El controlador podía observar los siguientes datos en la pantalla del radar presentado por el sistema SACTA:

- Posición de la aeronave.
- El distintivo de llamada.
- El nivel de vuelo en el que se encuentra.
- La actitud que lleva la aeronave, ya sea ascenso, descenso o establecida.
- El nivel de vuelo autorizado (Este campo es introducido por el controlador).
- Velocidad respecto a tierra que lleva la aeronave (Ground Speed).
- El punto al que se dirige la aeronave. Este campo también es introducido por el controlador.

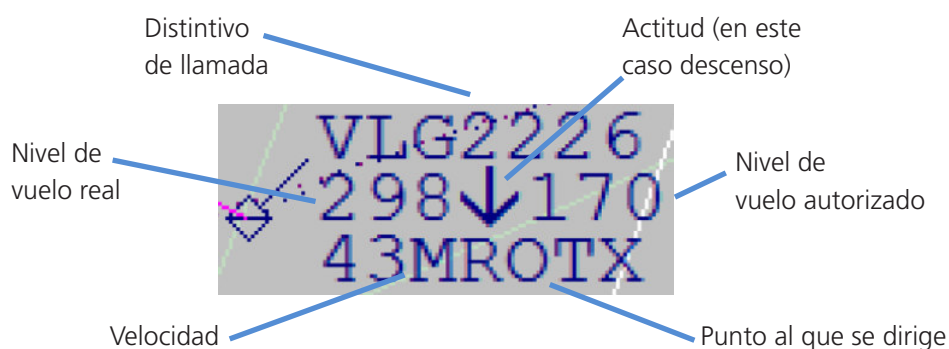


Figura 7. Etiqueta radar mostrada en la pantalla del controlador

El controlador no tiene la posibilidad de observar el régimen de descenso de las aeronaves.

Actualmente la mayor parte de los radares secundarios del territorio nacional son modo C. En este caso, la aeronave envía la altitud barométrica que lleva, pero no envía la velocidad vertical o régimen de descenso.

El sistema a través de la herramienta PALESTRA¹⁹ calcula posteriormente dicha velocidad con los datos obtenidos de las respuestas de la aeronave para permitir realizar a ENAIRE los correspondientes análisis de sucesos internos.

De acuerdo a la información proporcionada por el proveedor de servicios de navegación aérea (ENAIRE), actualmente se está abordando el cambio de radares a Modo S²⁰. Dicho cambio proporciona una serie de ventajas tecnológicas que harán que mejore la identificación de la aeronave, además de que la aeronave envía una serie de datos, entre los que se encuentran:

- Altitud seleccionada.
- Ángulo de alabeo, ángulo de dirección real.
- Velocidad indicada.
- Velocidad respecto al terreno.
- Rumbo magnético.
- Resolución del TCAS.
- Régimen vertical.

¹⁹ PALESTRA- Plataforma de Análisis y Estudio del Tráfico Aéreo.

²⁰ Está previsto sustituir 17 radares entre 2016 y 2017 y 12 radares en el periodo de 2018 a 2023 a un ritmo de 2-3 radares anuales.

Debido a que los datos que envían las aeronaves en cuanto a velocidad vertical, basados en altitudes barométricas, pueden sufrir variaciones significativas por varios factores, entre los que se encuentran turbulencias o movimientos pequeños pero rápidos, EASA indica²¹ que el régimen vertical basado en altitudes barométricas es muy inestable y algunos países que están utilizando el modo S han desestimado presentarlo en la pantalla al controlador o han indicado que no se use debido a excesiva sensibilidad de este parámetro.

Debido a lo anteriormente expuesto, ENAIRE, dentro de sus programas de mejora del sistema SACTA, ha valorado las opciones más viables para explotar los datos obtenidos de las aeronaves en modo S y presentarlos al controlador considerando los plazos ya establecidos de los planes de implantación, de la completa sustitución de radares modo S, migración a otros sistemas operativos ya aprobados, la cobertura radar modo S y las priorización de parámetros útiles. En la presente actualización se centran en presentar datos que sean fiables y que ayuden al controlador sin saturarlo, tales como la altitud seleccionada y la velocidad indicada. ENAIRE, en línea con EASA y otros países que utilizan el modo S, no considera prioritario presentar los datos del régimen vertical de la aeronave ya que es necesario realizar un exhaustivo análisis de datos para confirmar la viabilidad de utilizar este parámetro antes de planificar su implantación, tanto en el caso de la presentación a ATC como en el caso de mejora de la predicción de trayectorias en redes de seguridad.

1.18.6 Normativa relacionada para control de la velocidad vertical

El Reglamento de Circulación Aérea prescribe:

«4.2.22.1.2. Puede aplicarse el control de la velocidad vertical entre dos aeronaves que asciendan o dos aeronaves que desciendan a fin de establecer o mantener una determinada mínima de separación vertical. »

«4.2.22.1.6. Se comunicará a la aeronave si ya no se requiere aplicar ninguna restricción de la velocidad vertical de ascenso o de descenso.»

En el mismo sentido estos apartados están relacionados con el 4.7.1.1 y el 4.7.1.4 del Documento 4444 de OACI:

4.7.1.1 Para facilitar una circulación segura y ordenada del tránsito, pueden impartirse instrucciones a la aeronave para que ajuste el régimen de ascenso o el régimen de descenso. Puede aplicarse el control de la velocidad vertical entre dos aeronaves que asciendan o dos aeronaves que desciendan a fin de establecer o mantener una determinada mínima de separación vertical. 4.7.1.4 Se comunicará a la aeronave si ya no se requiere aplicar ninguna restricción de la velocidad vertical de ascenso o de descenso.

²¹ <https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/NPA%202012-19.pdf>.

1.18.7 Normativa relacionada con el uso de ACAS II

El SERA²² (Reglamento Europeo del Aire) establece lo siguiente en el artículo 4.2.19 relativo a los procedimientos aplicables a las aeronaves dotadas de sistemas anticolidión de a bordo (ACAS): *«El uso y los procedimientos operativos de los sistemas de anticolidión a bordo (ACAS) se ajustará a lo previsto en el Reglamento (UE) n.º 1332/2011 de 16 de diciembre de 2011 por el que se establecen requisitos comunes de utilización del espacio aéreo y procedimientos operativos para los sistemas anticolidión de a bordo.»*

Por su parte, este Reglamento (UE) nº1332/2011, establece las actuaciones de las tripulaciones en operaciones relativas al uso del ACAS II:

«Cuando ACAS II produzca una indicación de RA:

- a) el piloto al mando se ajustará inmediatamente a las indicaciones de la indicación de RA, aunque ello contradiga una instrucción de control de tránsito aéreo (ATC), salvo que de este modo ponga en peligro la seguridad de la aeronave;*
- b) la tripulación de vuelo, tan pronto como la carga de trabajo lo permita, notificará a la unidad de ATC adecuada todo RA que requiera una desviación de la instrucción o autorización ATC en curso;*
- c) una vez resuelto el conflicto, la aeronave:*
 - i. volverá rápidamente a las condiciones de las instrucciones o autorizaciones ATC reconocidas, o*
 - ii. cumplirá toda instrucción o autorización ATC modificada emitida.»*

En virtud del Reglamento (UE) No 1332/2011 de la Comisión de 16 de diciembre de 2011 por el que se establecen requisitos comunes de utilización del espacio aéreo y procedimientos operativos para los sistemas anticolidión de a bordo, desde el 1 de marzo de 2012 todas las aeronaves, que operen en rutas hacia, dentro o desde la Unión con una masa certificada de despegue superior a 5700 Kg o aquellas aeronaves autorizadas a transportar 19 pasajeros deberán estar equipadas con el ACAS II versión lógica 7.1. Aquellas que obtuvieran el certificado de aeronavegabilidad antes de la fecha anteriormente indicada, deberán estar equipadas con esta versión del ACAS a más tardar el 1 de diciembre de 2015.

La versión lógica 7.1 presenta dos mejoras fundamentalmente a la 7.0. Una de ellas consiste en mejorar la respuesta del TCAS a la inversión del sentido del RA cuando es necesario, bien porque una de ellas no está equipada con TCAS o bien porque

²² SERA- Standardized European Rules of the Air.

una de las aeronaves involucradas en el encuentro no ha seguido el TCAS RA correctamente. La otra es sustituir el RA *"Adjust Vertical Speed"*, que requiere reducciones en el régimen de ascenso y descenso a 2000, 1000, 500 o 0 ft/min por otro que indica *"Level Off"* y requiere un régimen de 0 ft/min. Con ello se quieren solventar las confusiones que han tenido algunas tripulaciones en la interpretación del RA *"Adjust Vertical Speed"*.

En el documento 8168 de OACI adjunto B se marcan líneas de entrenamiento ACAS para pilotos. En ella se indican dos tipos de entrenamiento, uno teórico y otro práctico en simulador.

Entre la parte de entrenamiento teórico uno de los puntos a desarrollar consiste en la coordinación de la tripulación. División de tareas entre el piloto al mando y el que no está a los mandos, incluyendo una definición clara de si el piloto a los mandos o el comandante volará la aeronave durante el aviso del TCAS RA. Asimismo, hace hincapié en la utilización de la fraseología estándar para estos casos para comunicar a ATC que la aeronave está siguiendo un aviso TCAS RA.

En la parte práctica se indica que el simulador deberá ser lo más parecido a la pantalla TCAS y controles a la embarcada en las aeronaves, aunque permite la utilización de pantallas de ordenador, con la misma apariencia en caso de que el operador no disponga de simulador de vuelo.

Entre las tareas se especifica que se debe verificar que el piloto interpreta adecuadamente y responde a los TCAS RA.

Los escenarios entrenarán maniobras que deben incluir RAs iniciales que requieran cambios en la velocidad vertical, que no requieran cambios en la velocidad vertical, que mantengan regímenes, que crucen en el nivel de vuelo de la aeronave intrusa y que se pidan incrementar el régimen, inversión del sentido de los RAs, RAs débiles, RAs emitidos cuando la aeronave está a una altitud máxima, y RAs con varias aeronaves involucradas.

1.18.8 Boletín ACAS de Eurocontrol

El Boletín ACAS es una publicación realizada por Eurocontrol y enfocada al sistema ACAS. En dicho boletín se informa de estudios realizados acerca de este sistema, sucesos ocurridos en los que se ha activado una alerta de conflicto y buenas prácticas respecto al uso y reacción del sistema.

La actuación que una tripulación tiene que realizar para seguir un TCAS RA se puede mostrar en tres presentaciones diferentes (VSI-TCAS), según la configuración

instalada en la aeronave. En el caso del incidente analizado el indicador de la aeronave VLG2226 era el "*Vertical Speed Tape*".

El TCAS RA "*Adjust Vertical Speed*" requiere de la tripulación una reducción en el régimen de descenso o ascenso que lleve la aeronave. El boletín número 3 se enfocó en interpretaciones erróneas por parte de tripulaciones a las alertas RA "*Adjust Vertical Speed*". Se afirma aquí que este tipo de RA es el que más se activa, por lo que es esencial seguirlo con exactitud. Se indica que en el corto periodo de 14 meses se detectaron 12 sucesos en los que la tripulación maniobró la aeronave en el sentido contrario al indicado en un RA "*Adjust Vertical Speed*" inicial (se estaban analizando otros posible sucesos). El RA se mostró en los casos analizados en el "*Vertical Speed Tape*" o en el "*Semi-circular VSI*"²³. Sin embargo, un suceso parecido ocurrió con una aeronave en el que se mostraba el RA en el "*Pitch cue*" (indicación de guiado de cabeceo) del PFD.

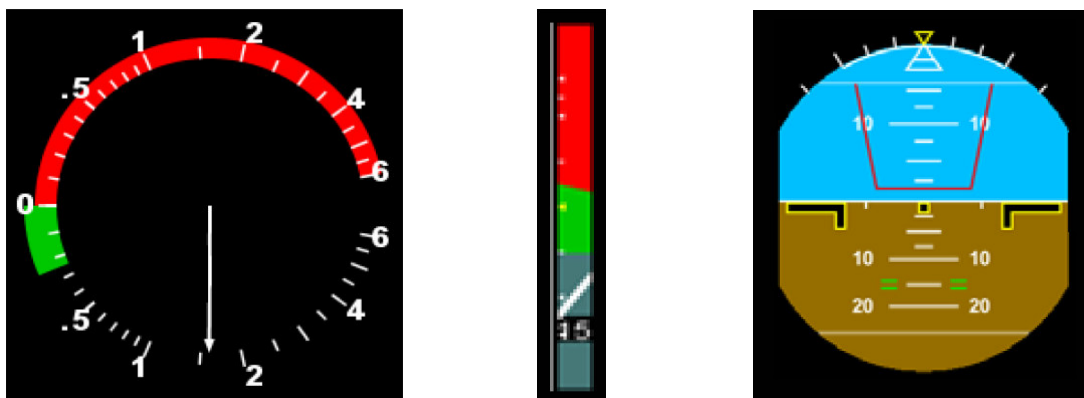


Figura 8. Presentación TCAS-VSI.

De izda a dcha: Semicircular VSI, Vertical Speed Tape y Pitch Cue

Se indica en el boletín ACAS de Eurocontrol que cuando el RA se muestra en el "*Vertical Speed Tape*" en algunas ocasiones es difícil de interpretar. Asimismo, el RA mostrado en el PFD puede ser también difícil de interpretar cuando es un RA débil, por la ausencia de una zona verde, además de que no informa a la tripulación de la velocidad vertical requerida por el RA. No obstante, muchos operadores de aeronaves y pilotos consideran que el RA mostrado en el "*Pitch cue*" del PFD es más intuitivo para otros tipos de RA. Por ello, si el RA se muestra tanto en el PFD como en el "*Vertical Speed Tape*" puede mejorar la interpretación por parte de la tripulación de los casos de RA tipo "*Adjust Vertical Speed*".

²³ VSI-Vertical Speed Indicator- Indicador de Velocidad Vertical.

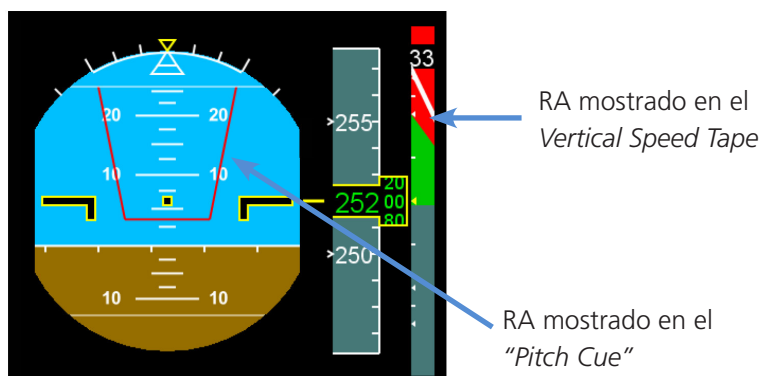


Figura 9. Indicaciones del RA tanto en *Pitch Cue* como en *Vertical Speed Tape*

Según información de Eurocontrol, una compañía europea ha estado monitorizando la respuesta de sus tripulaciones a las indicaciones de RA. Ha identificado un problema relacionado con el RA "*Adjust Vertical Speed*".

- Alrededor del 4% de las reacciones iniciales fueron erróneas y en contra de lo indicado.
- La mayoría de los errores fueron rápidamente corregidos, pero algunos derivaron en sucesos graves.

Se detectaron algunos factores contribuyentes en el estudio realizado por la compañía.

- Solo se entrenan en simulador escenarios con RA tipos "*Climb*" (ascenso) o "*Descend*" (descenso). El RA tipo "*Adjust Vertical Speed*" se genera posteriormente de la reacción inicial a uno de los anteriores, pero no en primer término.
- El alerta sonora "*Adjust Vertical Speed*" no especifica la dirección de la maniobra requerida.
- La interpretación del RA mostrado en el "*Vertical Speed Tape*" es menos intuitiva que la mostrada en el "pitch cue" del PFD.

1.18.9 Consulta a Airbus

Se realizó una consulta a Airbus²⁴ sobre la existencia de más casos en los que las

²⁴ Airbus participó en los comités de estandarización pertinentes (RTCA SC-147 y EUROCAE WG-75) diseñando el cambio a la versión 7.1. Por lo tanto eran conocedores de los problemas con los RA del "*Adjust vertical speed*, *adjust*" RAs.

tripulaciones hubieran realizado la maniobra contraria a la requerida por el sistema y alegado que el código de colores en el VSI así se lo hubiera indicado. Airbus respondió que no tenía registro de ningún operador informando de un comportamiento anómalo en los colores del indicador VSI-TCAS. Así mismo el fabricante Airbus informó de que toda cuestión o informe recibido de un operador así como las comunicaciones relativas a estas consultas se archivan, por lo cual si se quisiera recuperar algún caso en el cual se hubiera cuestionado la indicación proporcionada por el VSI- TCAS éste se encontraría en el sistema.

1.18.10 Consulta a Eurocontrol

En la misma línea y en base al estudio realizado por Eurocontrol en el que se indicaba que en el corto periodo de 14 meses, se detectaron 12 sucesos en los que la tripulación maniobró la aeronave en el sentido contrario al indicado en un RA "*Adjust Vertical Speed*" inicial se consultó a Eurocontrol por la existencia de más casos o de testimonios de tripulaciones relacionados con el posible error de valores en las indicaciones del VSI-TCAS. Eurocontrol se ofreció a utilizar sus herramientas con la información de la aeronave para poder visualizar la respuesta de la aeronave y de la tripulación en ese caso particular así como para evaluar diferentes escenarios para demostrar el efecto de las diferentes y posibles respuestas de la tripulación (Escenarios "*What if*"). Finalmente no fue necesario porque el análisis realizado por Airbus tras la notificación de Vueling era similar y no iba a aportar valor añadido a la investigación.

Uno de los argumentos para desarrollar la versión 7.1 fue que el anuncio de "*Adjust Vertical Speed*" no era intuitivo y realmente no decía a la tripulación qué hacer (subir o bajar) mientras que el anuncio de "*Level Off*" no era ambiguo e instruía a realizar una maniobra estándar sin dar lugar a interpretaciones. En este caso, se afirmaba que en caso de una indicación confusa en la pantalla del VSI-TCAS (por ejemplo el código de colores del "*Vertical Speed Tape*") la tripulación contaría también con la información oral para tomar la decisión correcta.

Este tipo de confusiones durante los RA de *Adjust Vertical Speed* había sucedido en todo tipo de aeronaves (y en los tres tipos de presentaciones) aunque sí se había observado más frecuentemente en aeronaves de Airbus. Desafortunadamente, Eurocontrol sólo contaba con datos estadísticos y no con los informes oficiales con los correspondientes testimonios de las tripulaciones.

1.19 Técnicas de investigación útiles o eficaces

N/A.

2. ANALISIS

2.1. Generalidades

El día 30 de octubre de 2014 la aeronave B-737-8AS, matrícula EI-EKS, realizaba un vuelo con indicativo de llamada RYR314Q entre los aeropuertos de Shanon (Irlanda) y el aeropuerto de Málaga/Costa del Sol. Por su parte, la aeronave A-320-216, matrícula

EC-KCU, realizaba un vuelo con indicativo VLG2226 entre los aeropuertos de Barcelona/El Prat y el aeropuerto de Sevilla. Era su cuarto salto del día y actuaba el copiloto como PF y el comandante como PNF.

Ambas aeronaves se encontraban en contacto radar y radio con el mismo sector del centro de control de tránsito aéreo de Sevilla (LECS).

La aeronave VLG2226 solicitó un cambio de pista de aterrizaje debido a que el viento era más favorable por la pista que no estaba activa, y fue coordinado entre los distintos sectores de ACC Sevilla. Las trayectorias de ambas aeronaves eran convergentes, estando la aeronave RYR314Q por debajo de la posición de la aeronave VLG2226. Así la aeronave RYR314Q había sido autorizada a descender a FL150, mientras que la aeronave VLG2226 había sido instruida a mantener FL310 al alcanzar debido a tráfico.

2.2. Generación del conflicto

A las 20:54:11 h la aeronave RYR314Q fue instruida a mantener un régimen de descenso de 2000 ft/min o superior y a notificar cualquier cambio. Seguidamente, el controlador de ACC Sevilla autorizó a descender a la aeronave VLG2226 a FL250 manteniendo un régimen de descenso de 2000 ft/min o inferior. La comunicación se realizó en inglés para que ambas aeronaves tuvieran información y pudieran tener conciencia situacional. La aeronave VLG2226 colacionó correctamente la instrucción. De esta manera, aunque la aeronave VLG2226 había sido autorizada a descender a un nivel de vuelo que no había dejado libre la RYR314Q, con las instrucciones de régimen de velocidad el controlador se aseguraba de que la separación vertical se iba a mantener durante el cruce, y se favorecía de esta manera la maniobra de la aeronave VLG2226, teniendo ésta un descenso continuo. Además, el controlador repitió nuevamente a la aeronave RYR314Q la instrucción de mantener un régimen de 2000 ft/min o superior.

De acuerdo al Reglamento de Circulación Aérea, se permite este tipo de instrucciones para proporcionar separación vertical entre dos aeronaves que se encuentran en evolución (véase apartado 1.18.6).

Seguidamente, a las 20:54:50 h el controlador de ACC Sevilla instruyó a la aeronave VLG2226 a volar directo al punto ROTEX y a mantener las mismas restricciones. La aeronave colacionó la instrucción, pero no la de seguir con las mismas restricciones. El controlador no solicitó que se repitiera la instrucción de mantener las restricciones de velocidad. Ambas comunicaciones se realizaron en inglés.

De acuerdo a los datos radar la aeronave RYR314Q mantenía un régimen de descenso superior a 2000 ft/min, mientras que, de acuerdo a los datos proporcionados por la compañía Vueling, extraídos del FDM, la aeronave VLG2226 llevaba un régimen de descenso inferior y tenía seleccionada una velocidad vertical de 1800 ft/min.

A las 20:55:25 h la aeronave VLG2226 seleccionó un régimen de descenso de 2400 ft/min y notificó que estaba alcanzando FL250. Seguidamente el controlador de ACC Sevilla la autorizó a descender a FL170 y en ese momento la tripulación seleccionó una velocidad de descenso de 5000 ft/min. En esta última comunicación el controlador no incluyó explícitamente en la instrucción que la aeronave debía continuar con las mismas restricciones de régimen de descenso. A partir de este momento la distancia vertical entre las aeronaves, que era de 3600 ft, comenzó a reducirse.

El comandante reconoció en su informe que debido a que el controlador no recordó que la restricción de velocidad seguía vigente, unido a que querían alcanzar un perfil óptimo de descenso, seleccionaron erróneamente un régimen superior al indicado.

La normativa, tanto nacional como internacional, establece que es el controlador el que debe comunicar a la aeronave si ya no se requiere aplicar ninguna restricción de velocidad de descenso o ascenso, hasta ese momento las restricciones de velocidad se deberían seguir aplicando. Sin embargo, en el caso de que un controlador autorice a una aeronave a un nivel de vuelo diferente y la restricción siga vigente se considera necesario reiterar y recordar explícitamente la restricción, para evitar posibles malinterpretaciones u olvidos. Por esto motivo se emiten tres recomendaciones de seguridad al respecto.

2.3. Detección del conflicto

A las 20:56:23 h la alerta de conflicto del controlador se activó indicando un aviso PAC (Predicción de Alerta de Conflicto). En ese momento el controlador informó a la aeronave VLG2226, en inglés, de la presencia de la aeronave RYR314Q, a las 11 de su posición a 9 NM y 2000 ft por debajo.

La aeronave, de acuerdo a los datos radar remitidos en ese momento descendía con un régimen de 4475 ft/min y la distancia vertical entre las aeronaves era de 2800 ft, llegando a alcanzar unos segundos después 5025 ft/min.

De acuerdo a los datos extraídos por Airbus del FDM de la aeronave VLG226, a las 20:56:59 h la velocidad vertical seleccionada se redujo a -4000 ft/min. Seguidamente, a las 20:57:03 h, cruzando FL234, se activó un aviso TCAS de información de tránsito (TA), y seguidamente la tripulación seleccionó una velocidad vertical de -1000 ft/min.

El controlador no disponía en la información presentada por el sistema SACTA en su pantalla radar del régimen de descenso que llevaban las aeronaves, por lo que no era evidente identificar que una de las aeronaves no estaba cumpliendo con las restricciones de velocidad instruidas. Con el modo C la velocidad vertical no es enviada por la aeronave, y es calculada por el sistema a posteriori. Se hicieron consultas a ENAIRE sobre la posibilidad de la inclusión del dato del régimen de descenso en la información presentada al controlador con la actualización de SACTA y radares a modo S. Esta posibilidad se desestimó finalmente debido a que la velocidad vertical podía sufrir grandes variaciones por turbulencias o movimientos verticales pequeños pero rápidos en la aeronave. Por este motivo no se ha considerado oportuno realizar una recomendación de seguridad para que el proveedor de servicios actualice el sistema SACTA y presente esta información en la pantalla del controlador con la actualización de radares a Modo S.

2.4. Gestión del conflicto

Unos segundos después, a las 20:57:15 h, el controlador preguntó a la aeronave VLG2226 si había incrementado su régimen de descenso, y la informó de que el tráfico se encontraba a las 12 de su posición y 500 ft por debajo. En ese momento se activó la alerta de conflicto en la posición de control con un aviso VAC (Violación de Alerta de Conflicto). De acuerdo a los datos extraídos por Airbus del FDM, en ese momento se activó un aviso TCAS RA tipo *"Adjust Vertical Speed"* en la aeronave VLG2226. La tripulación no contestó y no notificó por frecuencia que estaba siguiendo un aviso TCAS RA, de acuerdo a como indica la normativa y los procedimientos de la compañía.

Por su parte la tripulación de la aeronave RYR314Q notificó por frecuencia que estaban siguiendo un aviso TCAS RA.

De acuerdo a los datos extraídos del FDM por parte de AIRBUS, se activó un aviso TCAS RA tipo *"Adjust Vertical Speed"* (mensaje sonoro) con una indicación de descenso máximo de 1000 ft/min, es decir, la tripulación debería haber visto en el

Vertical Speed Tape del PFD una zona roja desde -1000 ft/min a regímenes de descenso mayores, y una zona verde desde -1000 ft/min a regímenes de descenso menores o incluso regímenes de ascenso. El copiloto, que en ese momento era el piloto a los mandos, desactivó el AP a los tres segundos e incrementó el régimen de descenso a 4400 ft/min, lo que iría en contra de lo indicado por el TCAS. Doce segundos después del inicio de la activación del TCAS RA, los FDs fueron desactivados por la tripulación. En ese momento el nuevo régimen de descenso calculado por el sistema TCAS e indicado en el *Vertical Speed Tape* se redujo de -1000 ft/min a -500 ft/min o menor, mientras el aviso sonoro continuaba siendo "*Adjust Vertical Speed*". De acuerdo a los procedimientos de la compañía el AP debe ser desconectado por el PF una vez se haya emitido el aviso TCAS RA. Los FDs deben ser desconectados por el PNF a requerimiento del PF una vez desconectado el AP para evitar posibles confusiones en el seguimiento del TCAS RA. No obstante, no se puede afirmar que los pilotos malinterpretasen el sentido del régimen vertical indicado en el TCAS por no desactivar los FDs, aunque se entiende que transcurrió demasiado tiempo hasta que estos fueron desconectados.

El comandante confirmó en su testimonio que aumentaron el régimen de descenso para ajustar la velocidad a lo indicado por el TCAS, ya que según su versión la zona verde estaría desde -1000 ft/min a regímenes de descenso mayores (lo contrario a lo extraído de los datos del FDM).

La compañía Vueling realizó una prueba del sistema TCAS "in situ" que resultó satisfactoria y una serie de comprobaciones posteriores no detectándose fallos en su funcionamiento. Asimismo, se realizó una consulta a AIRBUS que indicó que no se habían notificado casos de fallo en la codificación de las indicaciones de velocidad vertical en el VSI-TCAS.

Por su parte la tripulación había realizado los entrenamientos de TCAS pertinentes en el simulador de vuelo, no detectándose carencia alguna por parte de ellos.

Según información de Eurocontrol se han analizado varios casos similares a lo ocurrido a la tripulación del VLG2226, en los que las tripulaciones habrían seguido instrucciones contrarias a las indicadas por el TCAS RA cuando se había activado en primer lugar un "*Adjust Vertical Speed*". Se extrajeron una serie de conclusiones a los estudios realizados, entre las que cabe señalar:

- Actualización del software del TCAS II de la versión 7.0 a la 7.1 con el cambio del aviso sonoro "*Adjust Vertical Speed*" por "*Level off*" y requerimiento de nivelar en lugar de reducir el régimen de ascenso/descenso de la aeronave, al considerarse más intuitivo para las tripulaciones. El reglamento europeo 1332/2011 establece que a partir del 1 de diciembre de 2015 todas las aeronaves, que operen en rutas hacia, dentro o desde la

Unión Europea con una masa certificada de despegue superior a 5700 Kg o aquellas aeronaves autorizadas a transportar 19 pasajeros, deberán estar equipadas con el ACAS II versión lógica 7.1. En el momento de redacción del presente informe la fecha límite de implementación de la versión 7.1 habría expirado.

- En la mayoría de los casos los TCAS RA *"Adjust Vertical Speed"* son entrenados en simuladores como consecuencia de otro RA inicial de ascenso o descenso.
- La interpretación del RA mostrado en el *"Vertical Speed Tape"* es menos intuitiva que la mostrada en el *"Pitch cue"* del PFD, para algunos casos. Por ello, se considera que podría ser de ayuda que fueran presentados en ambos sitios.

Después de analizar la actuación y testimonio de la tripulación, la información del FDM y la existencia de más casos en los que la tripulación actuó de forma contraria a lo indicado por el TCAS, no se ha podido determinar con exactitud si pudo producirse una interpretación errónea por parte de la tripulación o bien un fallo del sistema en el código de colores del VSI-TCAS.

La compañía aérea informó que todas sus aeronaves cumplían con la actualización 7.1 de la versión lógica del TCAS. Como medidas mitigadoras y preventivas procedió a la difusión de la información relativa a este incidente entre sus tripulaciones, publicó notas informativas orientadas al cumplimiento de los procedimientos y fraseología TCAS e incorporó maniobras de *"Adjust Vertical Speed"* como primer aviso RA en el entrenamiento en simulador (actualmente Level Off), así como otros avisos que no requieren cambios bruscos de régimen de velocidad vertical por parte de la aeronave (como por ejemplo *"monitor vertical speed - vigilar velocidad vertical"*). Por este motivo no se ha emitido una recomendación de seguridad al respecto.

A las 20:57:33 h, la aeronave VLG2226 descendía con un régimen de 4400 ft/min. En ese momento cambió el sentido del RA, emitiéndose un *"Climb, Climb Now"* – Ascender ascender ahora – que requería un régimen de ascenso de 1500 ft/min. En ese momento, quedó registrado en el FDR que ambos pilotos tiraron de la palanca de mandos para reducir el régimen de descenso, sin que ninguno de ellos pulsara el botón de prioridad. El comandante afirmó que en ese momento la pantalla del indicador de velocidad del PFD se refrescó, viendo que la aguja de la velocidad vertical se encontraba en la zona roja, lejos de la zona verde, por lo que reaccionó rápidamente para ajustar la velocidad a la requerida por el TCAS, aunque no tenía la intención de hacerse con el control de la aeronave, por lo que en esa situación de estrés no aplicó el procedimiento de cambio en el control de los mandos de la aeronave que requiere el operador. Esto provocó que la aeronave

incrementara su aceleración vertical hasta los 2,03 g. No se emitió el aviso sonoro de *"Dual input"*, ya que se estaba emitiendo el aviso TCAS RA que tiene prioridad sobre este. Ambos pilotos estuvieron actuando simultáneamente sobre los mandos de la aeronave durante 10 segundos.

La altitud mínima alcanzada por la aeronave antes de ascender fue de 21340 ft, y la distancia mínima a la que se encontraron las aeronaves fue de 1,4 NM y 100 ft.

A las 20:57:58 h se emitió el *"Clear of conflict – libre de conflicto"* del sistema TCAS de la aeronave VLG2226, hecho que no fue notificado por la tripulación a ATC. La altitud de la aeronave se estabilizó en FL220. En ese momento, la aeronave RYR314Q notificó a ATC que estaba libre de conflicto (*"Clear of conflict"*).

Una vez analizados estos hechos se considera que la tripulación de la aeronave VLG2226 no gestionó adecuadamente los recursos en cabina, no coordinándose y no aplicando correctamente los procedimientos de la compañía y del fabricante.

- La tripulación mantuvo durante 12 segundos los FDs de la aeronave conectados una vez activado el TCAS RA.
- La tripulación no notificó a control que se había activado un aviso TCAS RA, ni cuando se emitió el libre de conflicto.
- Finalmente, la tripulación no siguió el procedimiento de transferencia de control especificado por el fabricante, a consecuencia del cual tanto comandante como copiloto actuaron sobre las palancas introduciendo de forma simultánea, durante 10 segundos, órdenes de control en el sistema de mando.

De acuerdo al informe del comandante de la aeronave VLG2226 estos hechos ocurrieron en el cuarto salto del día, indicando posibilidad de fatiga, lo que pudo afectar en la correcta actuación de la tripulación. Aunque los tiempos de descanso y de actividad estaban de acuerdo a regulación EU-OPS se comprobó que el incidente ocurrió cuando la tripulación llevaba 10:02 h de actividad de un total de 10:42 h totales, es decir, al final del periodo de actividad total.

En los últimos entrenamientos en simulador realizados por parte de la tripulación no se detectó ninguna debilidad en relación con el CRM.

3. CONCLUSIONES.

3.1. Constataciones

- Las aeronaves tenían toda la documentación en vigor y eran aeronavegables.
- Los miembros de las tripulaciones de las aeronaves RYR314Q y VLG2226 tenían sus licencias y certificados médicos válidos y en vigor.
- La tripulación de la aeronave VLG2226 llevaba 10:02 h de actividad de un total de 10:42 h totales, es decir, al final del periodo de actividad total.
- El controlador ejecutivo tenía su licencia, anotaciones de unidad y certificado médico válido y en vigor.
- La aeronave VLG2226 solicitó un cambio de pista de aterrizaje debido al viento, que fue aprobado por parte de LECS.
- Las trayectorias de ambas aeronaves eran convergentes.
- Ambas aeronaves se encontraban en contacto radar y radio con el mismo sector de ACC Sevilla (LECS).
- La aeronave RYR314Q estaba por debajo de la posición de la aeronave VLG2226.
- La aeronave RYR314Q fue autorizada a descender a FL150 y a mantener un régimen de descenso de 2000 ft/min o superior.
- La aeronave VLG2226 fue autorizada a descender a FL250 y mantener un régimen de descenso de 2000 ft/min o inferior.
- La tripulación de la aeronave VLG2226 no colacionó la restricción en una de las comunicaciones y el controlador no corrigió esta ausencia de colación.
- El controlador de LECS autorizó a la aeronave VLG2226 a descender a FL170 y la tripulación seleccionó una velocidad de descenso de 5000 ft/min. No indicó en la instrucción que las restricciones de velocidad seguían vigentes.
- La aeronave RYR314Q mantuvo un régimen de descenso superior a 2000 ft/min, acorde a las instrucciones proporcionadas por el controlador.
- El controlador no tiene acceso en su pantalla a la velocidad de descenso de las aeronaves en el sistema SACTA.
- Se activó en el sistema de control el aviso PAC (Predicción de Alerta de Conflicto).
- El controlador, utilizando el idioma inglés, informó a la aeronave VLG2226 de la presencia de la aeronave RYR314Q.
- Se activó un aviso VAC (Violación de Alerta de Conflicto) en la posición de control.

- El controlador preguntó a la tripulación de la aeronave VLG2226 si había incrementado su régimen de descenso, y la informó de que el tráfico se encontraba a las 12 de su posición y 500 ft por debajo.
- La tripulación de la aeronave no contestó ni comunicó que estaban teniendo un TCAS RA.
- La tripulación de la aeronave RYR314Q notificó por frecuencia que tenía un aviso TCAS RA.
- De acuerdo a los datos del FDM, en ese momento se activó un aviso TCAS RA tipo "*Adjust Vertical Speed*" en la cabina del VLG2226 indicando un descenso de 1000 ft/min o menor.
- El copiloto, piloto a los mandos, desactivó a los tres segundos el piloto automático e incrementó el régimen de descenso a 4400 ft/min régimen.
- La tripulación de la aeronave VLG2226 desconectó los FDs 12 segundos después de activarse el TCAS RA.
- A continuación se produjo un cambio en el sentido del RA de la aeronave VLG2226, emitiéndose un "*Climb Climb – Ascender ascender*" que requería un régimen de ascenso de 1500 ft/min.
- El comandante y el copiloto actuaron sobre la palanca de mandos del avión, sin que ninguno de ellos pulsara el botón de prioridad.
- Esto provocó un incremento en la aceleración vertical de la aeronave hasta los 2,03 g.
- Ambos pilotos actuaron sobre la palanca de mandos simultáneamente durante 10 segundos.
- La distancia mínima a la que se encontraron las aeronaves fue de 1,4 NM y 100 ft.
- La tripulación de la aeronave RYR314Q notificó por frecuencia que se encontraban libres de conflicto "*Clear of Conflict*".
- La tripulación de la aeronave VLG2226 no notificó a control que se encontraban libres de conflicto "*Clear of Conflict*".
- La tripulación del VLG2226 informó posteriormente que el aviso del TCAS en el VSI-TCAS les indicó como zona verde instrucciones contrarias a las que mostraban los datos del FDM y por ello se aumentó el régimen de descenso para ajustarlo a esa zona.
- La compañía y el fabricante realizaron análisis y pruebas del TCAS no detectándose fallos en el funcionamiento del sistema.

- Se ha detectado por Eurocontrol la existencia de más casos de tripulaciones que reaccionan de forma contraria a los avisos de TCAS en modo *"Adjust Vertical Speed"* debido a su posible ambigüedad.
- Esto ha dado lugar a una revisión del sistema TCAS y de la normativa transformando este tipo de avisos en *"Level Off"*, más intuitivo y conciso a la hora de reaccionar.
- Según información del fabricante Airbus no se tiene constancia de más casos de reacciones contrarias al TCAS por error de VSI-TCAS (*Vertical Speed Tape*).
- No se ha podido tener acceso a los testimonios de las tripulaciones de los casos estudiados por Eurocontrol para poder discernir el tipo de fallo de estas tripulaciones al llevar a cabo las instrucciones contrarias a las teóricamente indicadas por el TCAS.
- La compañía Vueling ha realizado acciones formativas e informativas sobre la tripulación afectada en el incidente y sobre el resto de tripulaciones sobre el TCAS y CRM.

3.2. Causas/factores contribuyentes

El incidente se produjo porque la tripulación de la aeronave VLG2226 no cumplió con las instrucciones de régimen de descenso impuestas por el controlador de LECS. La tripulación debió mantener un régimen de descenso de 2000 ft/min o menor, sin embargo lo aumentó y provocó un acercamiento con la aeronave RYR314Q que se encontraba en una trayectoria convergente, por debajo de la aeronave VLG2226 y descendiendo con un régimen superior a los 2000 ft/min.

Se considera que pudieron influir en la generación del incidente los siguientes factores contribuyentes:

- El controlador instruyó a la aeronave VLG2226 a proceder directo al punto de notificación ROTEX e indicó que las restricciones de velocidad seguían vigentes, no siendo colacionada esta parte de la instrucción por parte de la tripulación y no requiriendo el controlador de LECS la colación completa.
- Posteriormente, el controlador reautorizó a la aeronave VLG2226 a un nivel de vuelo inferior y, en este caso, no incluyó explícitamente en la comunicación que las restricciones de régimen de descenso seguían vigentes, lo que llevó a la tripulación a seleccionar erróneamente un régimen de descenso mayor.
- El controlador no disponía de la información de régimen de descenso de las aeronaves en la pantalla radar lo que influyó en que no pudiera detectar que la VLG2226 no cumplía con las restricciones de descenso instruidas.

Se considera que se pudo agravar el incidente debido a los siguientes factores contribuyentes:

- La tripulación de la aeronave VLG2226 no siguió el aviso de resolución del TCAS "*Adjust Vertical Speed, Adjust*", y aumentó el régimen de descenso en vez de reducirlo. No se ha podido constatar si se debió a una incorrecta ejecución de la maniobra por parte de la tripulación o a un fallo en las indicaciones de régimen de descenso del VSI-TCAS del sistema embarcado.
- Aunque los tiempos de descanso y de actividad estaban de acuerdo a regulación EU-OPS y no se ha podido demostrar una posible fatiga se considera que el hecho de que la tripulación se encontrara al final de su periodo de actividad pudo influir en general en el modo en que se gestionó la situación.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

En el presente incidente se ha detectado que una tripulación no siguió las restricciones de velocidad de descenso impuestas por ATC. Dichas restricciones fueron instruidas junto con una autorización de descenso. Posteriormente el controlador autorizó a la aeronave a continuar el descenso a un nivel de vuelo inferior, no incluyendo en dicha comunicación las restricciones de régimen de descenso ni indicó que las restricciones seguían vigentes. Este hecho pudo provocar un malentendido en la tripulación que desembocó en un incumplimiento de la instrucción, y como consecuencia un acercamiento a otra aeronave en el que se vulneró la distancia mínima de separación radar. La normativa vigente tanto nacional como internacional sólo señala que se comunicará a la aeronave si ya no se requiere aplicar ninguna restricción de la velocidad vertical de ascenso o de descenso. Por ello se proponen las siguientes recomendaciones de seguridad:

REC 63/16: Se recomienda a la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) que tome la iniciativa normativa para que se incluya en el Reglamento de Circulación Aérea un artículo en el que establezca que, cuando una aeronave esté autorizada a ascender/descender y tenga impuestas restricciones de régimen de ascenso/descenso, los controladores repitan estas instrucciones de restricción siempre que la aeronave sea autorizada a otro nivel de vuelo o haya transferencia de comunicaciones entre sectores o dependencias de control y se mantengan las restricciones de régimen de ascenso/descenso sobre ella.

REC 64/16: Se recomienda a la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) que realice las disposiciones normativas pertinentes para que se incluya en el Reglamento de Circulación Aérea un artículo en el que establezca que, cuando una aeronave esté autorizada a ascender/descender y tenga impuestas restricciones de régimen de ascenso/descenso, los controladores deberán repetir estas instrucciones de restricción siempre que la aeronave sea autorizada a otro nivel de vuelo o haya transferencia de comunicaciones entre sectores o dependencias de control y se mantengan las restricciones de régimen de ascenso/descenso sobre ella.

REC 65/16: Se recomienda a la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) que considere la necesidad de incluir en el Documento 4444 un artículo en el que establezca que, cuando una aeronave esté autorizada a ascender/descender y tenga impuestas restricciones de régimen de ascenso/descenso, los controladores repitan estas instrucciones de restricción siempre que la aeronave sea autorizada a otro nivel de vuelo o haya transferencia de comunicaciones entre sectores o dependencias de control y se mantengan las restricciones de régimen de ascenso/descenso sobre ella.

Durante la investigación la compañía Vueling informó que se habían llevado a cabo acciones como consecuencia del análisis interno realizado en cuanto a la formación y refresco de tripulaciones así como la actualización del sistema a la versión lógica 7.1 del TCAS así como la de los simuladores tal y como requería la normativa vigente. En este sentido se ha considerado que estas acciones son satisfactorias y suficientes y no se emiten recomendaciones de seguridad a este respecto.

ENAIRE, dentro de sus programas de mejora del sistema SACTA, tiene contemplada la evolución y actualización del sistema SACTA en función de la completa sustitución de radares modo S, de cambios en los sistemas operativos y priorización de parámetros que proporcionen las aeronaves útiles para el controlador. En este caso, habiendo confirmado que la razón de que el régimen de descenso no se incluya en próximas actualizaciones del SACTA como parámetro prioritario a presentar al controlador es porque en general está basado en información barométrica de las aeronaves la cual no ofrece estabilidad en los datos, se considera que no es necesario emitir una recomendación de seguridad al respecto.