



INFORME FINAL INCIDENTE GRAVE

COL-22-67-DIACC

Cercanía a terreno montañoso en aproximación, con maniobra evasiva
CFIT

Airbus A320-214

Matrícula HK5413

27 septiembre de 2022

En vuelo, aproximación SKCL

TMA Cali – Valle del Cauca, Colombia

ADVERTENCIA

El presente Informe Final refleja los resultados de la investigación técnica adelantada por la Autoridad AIG de Colombia – Dirección Técnica de Investigación de Accidentes, DIACC, en relación con el evento que se investiga, a fin de determinar las causas probables y los factores contribuyentes que lo produjeron. Así mismo, formula recomendaciones de seguridad operacional con el fin de prevenir la repetición de eventos similares y mejorar, en general, la seguridad operacional.

De conformidad con lo establecido en la Parte 114 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, RAC 114, y en el Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional, OACI, *“El único objetivo de las investigaciones de accidentes o incidentes será la prevención de futuros accidentes o incidentes. El propósito de esta actividad no es determinar culpa o responsabilidad”*.

Por lo tanto, ningún contenido de este Informe Final, y en particular las conclusiones, las causas probables, los factores contribuyentes y las recomendaciones de seguridad operacional tienen el propósito de señalar culpa o responsabilidad.

Consecuentemente, el uso que se haga de este Informe Final para cualquier propósito distinto al de la prevención de futuros accidentes e incidentes aéreos, y especialmente para fines legales o jurídicos, es contrario a los propósitos de la seguridad operacional y puede constituir un riesgo para la seguridad de las operaciones.

CONTENIDO

SIGLAS	5
SINOPSIS	6
RESUMEN	6
1. INFORMACIÓN FACTUAL	8
1.1 Reseña del vuelo.....	8
1.1.1 Detalle de la maniobra evasiva y de la terminación del vuelo.....	9
1.1.2 Investigación del evento.....	11
1.2 Lesiones personales.....	11
1.3 Daños sufridos por la aeronave.....	12
1.4 Otros daños.....	12
1.5 Información personal.....	12
1.5.1 Piloto al mando - PIC.....	12
1.5.2 Copiloto – SIC.....	13
1.6 Información sobre la aeronave y el mantenimiento.....	14
1.6.1 Aeronave.....	14
1.6.2 Motores.....	15
1.7 Información Meteorológica.....	15
1.8 Ayudas para la Navegación.....	15
1.9 Comunicaciones y Tránsito Aéreo.....	19
1.9.1 Comunicaciones.....	19
1.9.2 Tránsito Aéreo.....	20
1.9.3 NOTAM.....	21
1.10 Información del Aeródromo.....	23
1.11 Registradores de Vuelo.....	23
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto.....	26
1.13 Información médica y patológica.....	27
1.14 Incendio.....	27
1.15 Aspectos de supervivencia.....	27
1.16 Ensayos e investigaciones.....	27
1.17 Información orgánica y de dirección.....	31
1.18 Información adicional.....	31
1.18.1 Declaraciones de miembros de la tripulación.....	31
1.18.1.1 Declaraciones del CM1 – PIC – PF.....	31
1.18.1.2 Declaraciones del CM2 – SIC – PM.....	32
1.18.2 Eventos GPWS previos en CTA CLO.....	32
1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación.....	33

2. ANÁLISIS	34
2.1 Procedimientos operacionales	34
2.2 Control de tránsito aéreo.....	35
2.3 Análisis Bow-tie	37
2.3.1 Análisis de factores humanos involucrados.....	37
3. CONCLUSIÓN	40
3.1 Conclusiones	40
Generales	40
Aspectos Técnicos	40
Aspectos Operacionales	41
Aspectos de Tránsito Aéreo.....	41
3.2 Causas probables.....	42
3.3 Taxonomía OACI.....	42
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	43

SIGLAS

AGL	Por encima del suelo
ATC	Control de Tránsito Aéreo
CAS	Velocidad Calibrada
CM1	Posición izquierda en cabina de mando
CM2	Posición derecha en cabina de mando
ft	Pies
gal	Galones
GPWS	Sistema de Alerta de Proximidad con el Terreno
GS	Velocidad en tierra
DIACC	Dirección Técnica de Investigación de Accidentes
FIAA	Formato de Información Actualizada de la Aeronave
HL	Hora Local
IFR	Reglas de Vuelo Instrumentales
KT	Nudos
kg	Kilogramos
lb	Libras
m	Metros
MSAW	Sistema de Alerta de Altitud Mínima
MSA	Altitud Mínima de Sector
NM	Millas Náuticas
NTSB	National Transportation Safety Board
PCA	Piloto Comercial de Avión
PF	Piloto Volando
PIC	Piloto en Comando
PM	Piloto Monitoreando
PTL	Piloto de Transporte de Línea
RA	Radio altímetro
SIC	Segundo en Comando
SKCL	Aeródromo Internacional Alfonso Bonilla Aragón (Cali)
SKSP	Aeródromo Gustavo Rojas Pinilla (San Andrés)
UTC	Tiempo Coordinado Universal
VFR	Reglas de Vuelo Visual
VMC	Visual Meteorological Conditions

SINOPSIS

Aeronave:	Airbus A320-214
Fecha y hora local:	27 septiembre 2022, 20:49:41 HL (01:49:41 h ¹)
Lugar del Incidente Grave:	En vuelo, aproximación RNAV SKCL, TMA Cali, cerca de punto RNAV USEVU, departamento de Valle del Cauca, Colombia
Coordenadas:	N03°25'40" – W076°39'59"
Tipo de Operación:	Transporte Comercial Regular de Pasajeros
Personas a bordo:	177 ocupantes: 6 Tripulantes, 171 pasajeros
Taxonomía:	CFIT

RESUMEN

El 27 septiembre 2022 la aeronave Airbus A320-214 desarrollaba un vuelo regular de transporte entre el aeropuerto Gustavo Rojas Pinilla (SKSP), de San Andrés Isla, y el aeródromo Alfonso Bonilla Aragón (SKCL) que sirve a la ciudad de Cali, con 6 tripulantes y 171 pasajeros.

Durante la ejecución de la aproximación RNAV ASIKO1C a SKCL, la tripulación debió efectuar una maniobra evasiva ante la alerta GPWS, cuando sobrevolaba terreno montañoso del Parque Natural Los Farallones de Cali, alcanzando una altura mínima de 1,528 pies (465 m) sobre la superficie. La maniobra ejecutada fue satisfactoria, y la tripulación posteriormente aterrizó en SKCL sin otra novedad.

No se presentaron lesionados o daños en la aeronave. El Incidente Grave ocurrió a las 20:49 HL, de noche, y en condiciones meteorológicas visuales, VMC.

La investigación determinó que los factores contribuyentes a la cuasi-colisión contra el terreno montañoso, seguido de la maniobra evasiva de alerta EGPWS durante la llegada RNAV fueron las siguientes:

- Omisión por parte de la tripulación, de la ejecución estricta del procedimiento publicado de Llegada Normalizada ASIKO1C, y, en su lugar, continuar la navegación directamente al punto CL807, sin verificar las altitudes mínimas del sector a sobrevolar.
- Debilidades en la asertividad de las comunicaciones (CRM), al no informar el PF las intenciones de navegación al PM, lo que contribuyó al desaprovechamiento de los recursos de cabina disponibles para detectar la desviación, y haber determinado así, que se efectuaría un sobrevuelo por terrenos elevados.
- Exceso de confianza del PF, quien, como tenía referencia visual con la zona montañoso y la ciudad de Cali, sesgó su juicio y no consideró que el vuelo se

¹ Todas las horas (h) expresadas en este informe corresponden a hora internacional UTC. Para obtener la hora local (HL) deben ser sustraídas 5 h. El evento ocurrió el 28 de septiembre en hora UTC.

encontraba bajo condiciones peligrosas por la insegura separación entre el terreno y la aeronave.

- Inapropiada actuación del ATC, que autorizó a la aeronave a volar directamente al punto CL807 de la llegada ASIKO1C, sin efectuar verificación y evaluación de su posición y altitud en relación con las altitudes mínimas del sector.
- Des habilitación del sistema MSAW por parte del ATS de Cali, a pesar de encontrarse la herramienta en buen estado, y falta de implementación de defensas alternativas para suplir la desconexión de este dispositivo clave para la prevención de CFIT.
- Falta de utilización de los recursos y alertas por parte del control RADAR, para detectar que el sobrevuelo de la aeronave se hacía por fuera de los procedimientos de aproximación RNAV establecidos, y por debajo de las altitudes mínimas de sector.

Fueron emitidas 09 recomendaciones de seguridad operacional en la investigación.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1 Reseña del vuelo

El 27 de septiembre de 2022, la aeronave de transporte comercial Airbus A320-214 estaba programada para efectuar vuelos de transporte comercial de pasajeros desde el aeropuerto internacional José María Córdoba, del municipio de Rionegro, Antioquia.

La aeronave inició operaciones a las 19:33 h efectuando los vuelos Medellín (MDE) – Cali (CLO) ULS5354, y CLO – San Andrés (ADZ) ULS5388, arribando a las 23:19 h.

En el aeropuerto Internacional Gustavo Rojas Pinilla de la isla de San Andrés (OACI: SKSP), se planeó el vuelo ULS5389 hacia el aeropuerto Internacional Alfonso Bonilla Aragón que sirve a la ciudad de Cali (OACI: SKCL), con 171 pasajeros, 6 tripulantes a bordo y 8,100 kg de combustible, sin mercancías peligrosas a bordo.

La ruta IFR planeada correspondía a procedimientos y puntos:

BIXO2B - BIXOX - DCT - MORLI - UN420 - BUSMO - UW90 - ASIKO - ASIK1C (USEVU-CL807 - CL806 - CL805 - LOMIN) - SKCL.

A las 23:51 h, se efectuaron el remolque y la puesta en marcha, y, posteriormente, el rodaje a la pista 06. A las 00:18:55 h, la aeronave despegó de SKSP y procedió de acuerdo con la ruta propuesta en el plan de vuelo IFR, con nivel de vuelo FL370.

El CM1 actuaba como Piloto Volando (PF), y el CM2 como Piloto Monitoreando (PM).

Después de efectuar los cambios de frecuencia con el Centro de Control Panamá, se le autorizó a la aeronave que continuara con propia navegación hacia SKCL.

La tripulación planeó efectuar la aproximación a SKCL con la Llegada RNAV ASIKO1C, para la pista 02, la cual requería la siguiente secuencia de maniobras (ver Imagen No. 1):

- Volar por ASIKO, a través de 11,000 pies con rumbo 164° 47NM.
- Proceder al punto USEVU, para alcanzar 10,000 pies.
- Virar a rumbo 177° 15NM, al punto CL807, para alcanzar 9,700 pies.
- Virar a rumbo 096° y volar hacia el punto CL806, para alcanzar 9,000 pies 4NM.
- Proceder al punto CL805 para alcanzar 7,800 pies.
- Desde allí, cambiar a rumbo a 016° al punto LOMIM (IF), para alcanzar 6,000 pies 6NM e interceptar el ILS para la pista 02.

De acuerdo con los datos del Registrador de Datos de Vuelo (FDR), y datos FDA, a las 01:34:30 h, mientras mantenía FL370, y rumbo 150°, la aeronave inició el descenso con selección de altitud FL250.

A las 01:48:46 h, cuando la aeronave alcanzaba 11,260 pies, con rumbo 153° y a 17 NM del VOR DME CLO, la altitud se seleccionó a 9,700 pies, en modo OP DES, A/THR en idle, y un régimen de descenso de 2,340 pies/min.

A las 01:49:31 h, la aeronave se encontraba a 14 NM del VOR DME CLO, y descendía a 9,890 pies (3,350 pies RA), con rumbo 154°, una tasa de descenso de 870 pies/min y una velocidad de 257 nudos CAS.

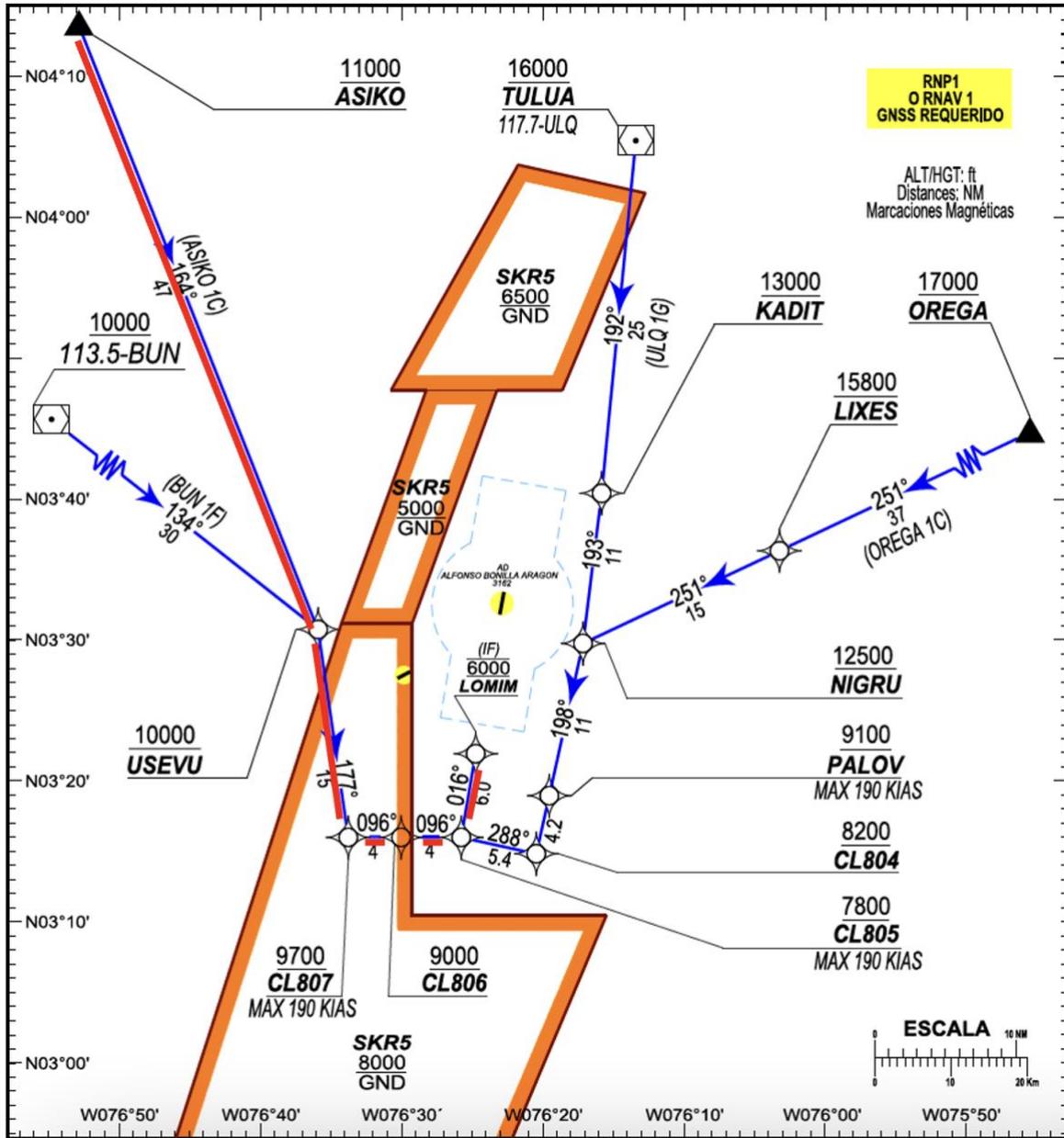


Imagen No. 1 – Procedimiento STAR RNAV ASIKO 1C (Rojo) Pista 02 SKCL – 16 jul 2020, AIP Colombia.

Desde las 01:49:33 h hasta las 01:49:43 h, (10 segundos), la lectura del Radio Altimetro (RA) se redujo de 2,930 pies a 1,530 pies mientras la aeronave descendía a una tasa de descenso de 530 pies/min.

1.1.1 Detalle de la maniobra evasiva y de la terminación del vuelo

A las 01:49:39 h, cuando la aeronave descendía a través de 9,796 pies (1,740 pies RA) con rumbo 154° (a 14NM del VOR DME CLO), en coordenadas N03°25'40" W076°39'59", se activó la alerta del modo 2A GPWS TERRAIN.

La tasa de descenso era entonces de 570 pies/min, y la velocidad era de 251 nudos CAS.

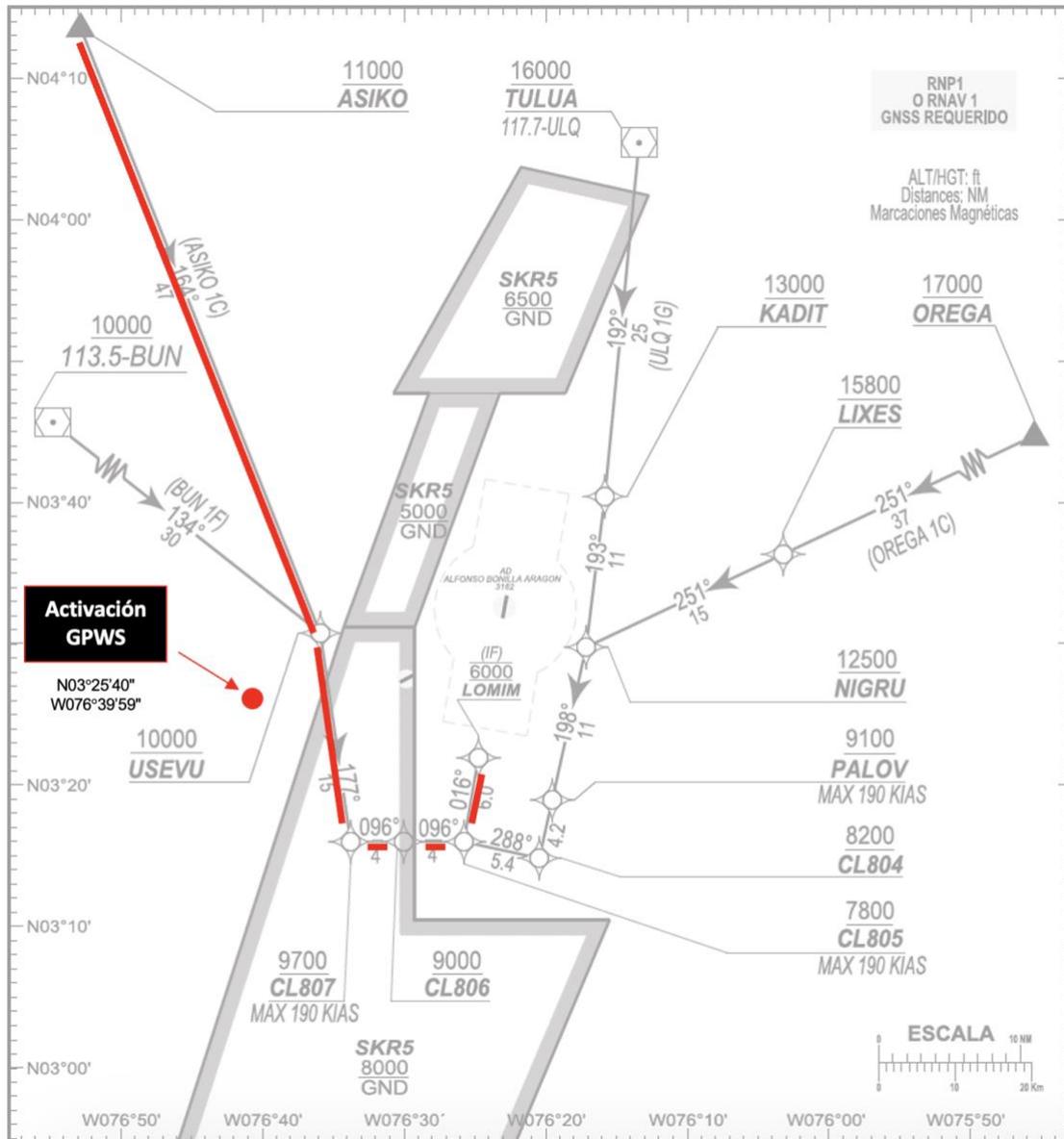


Imagen No. 2 – Punto de activación de la alerta GPWS en comparación con STAR ASIKO 1C.

A las 01:49:41 h, (02 segundos después), a través de 9,776 pies (1,600 pies RA), se activó la advertencia reactiva GPWS "PULL UP". La tasa de descenso era de 360 pies/min. La velocidad era de 250 nudos CAS.

A las 01:49:42 h, (01 segundo después), a través de 9,763 pies (1,529 pies RA), las palancas de empuje se movieron a TOGA y en este momento el PF efectuó input positivo de control de mando y ascenso inmediato a 12,000 pies.

A las 01:49:43 h, a través de 9,760 pies (1,528 pies RA), con el AP1 desconectado, la aeronave registró una actitud de rata positiva de ascenso de +150 pies/min y la velocidad se mantuvo en 250 nudos CAS.

A las 01:49:44 h, mientras la aeronave ascendía a través de 9,756 pies (1,570 pies RA), la advertencia de GPWS cesó.

A las 01:49:59 h, a 13 NM del VOR DME CLO, la aeronave ascendía a través de 10,500 pies, con una tasa de ascenso de 4,300 pies/min y una velocidad de 253 nudos CAS.

La altitud objetivo estaba seleccionada en 9,700 pies; sin embargo, la aeronave siguió ascendiendo, en rumbo 154°, y alcanzó una altitud de 11,470ft QNH a las 01:50:26 h. Posteriormente la tripulación conectó el AP1.

A las 01:50:31 h, a 12 NM del VOR DME CLO, la aeronave comenzó nuevamente a descender hacia la altitud objetivo, 9,700 pies.

La aeronave descendió en rumbo 154°, y a las 01:51:24 h comenzó a virar a la izquierda hacia rumbo 096°, a través de 9,800 pies, con una tasa de descenso de 1,170 pies/min.

Con la situación controlada, la tripulación descendió a 6,000 pies hacia LOMIM e interceptó el Localizador ILS pista 02, y aterrizó a las 01:59 h, sentando ruedas a 720 m del umbral.

La tripulación no notificó al ATC de Cali sobre la activación de GPWS. Y el ATC no indagó a la tripulación sobre el inusitado ascenso a 12,000 pies.

La toma de contacto se efectuó con un peso al aterrizaje de 59.7 ton, y una aceleración vertical (VRTG) máxima de 1.23G.

La aeronave rodó a la plataforma por sus propios medios y posteriormente se efectuó desembarque de los pasajeros, sin novedad.

No se presentaron lesionados ni daños a la aeronave en la maniobra de evasiva realizada por la tripulación.

1.1.2 Investigación del evento

Teniendo en cuenta las características del evento, en la que se requirió una maniobra reactiva para evitar colisión contra el terreno, la Autoridad de Investigación de Accidentes DIACC clasificó el evento como Incidente Grave.

Siguiendo los protocolos de Anexo 13 de la Organización de Aviación Civil Internacional y la Reglamentación Aeronáutica de Colombia RAC 114, se efectuó la Notificación de la ocurrencia a la Organización de Aviación Civil Internacional, y a la Bureau d'Enquêtes et d'Analyses – BEA de Francia, como Estado de Diseño y de Fabricación de la aeronave.

Fue asignado un Representante Acreditado por parte de la BEA, y un Asesor Técnico por parte de AIRBUS, para asistir el proceso investigativo que adelantó la Dirección Técnica de Investigación de Accidentes, DIACC.

1.2 Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros
Mortales	-	-	-	-
Graves	-	-	-	-
Leves	-	-	-	-
Ilesos	6	171	177	-
TOTAL	6	171	177	-

1.3 Daños sufridos por la aeronave

Ninguno.

1.4 Otros daños

Ninguno.

1.5 Información personal

1.5.1 Piloto al mando - PIC

Edad:	47 años
Licencia:	Piloto de Transporte de Línea - PTL
Certificado médico:	Vigente hasta el 15-oct-22
Equipos volados como piloto:	F50 – MD83 – A320
Último chequeo en el equipo:	18 abril de 2022
Horas totales de vuelo:	11,636:55 h
Total horas en el equipo:	4,500 h
Horas de vuelo últimos 90 días:	229:23 h
Horas de vuelo últimos 30 días:	74:59 h
Horas de vuelo últimos 3 días:	17:06 h
Horas de vuelo últimas 24 horas:	11:19 h

El Piloto al mando era poseedor de una licencia Piloto de Transporte de Línea - PTL expedida el 21 de octubre de 2014, con habilitación como Piloto de aeronave A-320.

De acuerdo con información de bitácora de vuelo, el piloto contaba con 11,636:55 h totales de vuelo de las cuales 4,667:55 correspondían a PIC y 7,014:06 como SIC.

Inició su carrera en la aviación en el año 1993 cuando obtuvo su licencia de Piloto Comercial de Avión FAA. Posteriormente, en el año 1996, voló en Colombia el equipo F50 acumulando aproximadamente 2,400 h, y MD83 acumulando un aproximado de 1,400 h.

A partir del año 2004 voló el equipo A320 en el Estado de Qatar por aproximadamente 5 años hasta convertirse en PIC del equipo A320.

En el año 2012 retornó a Colombia y voló el equipo A320. En 2015 voló en el Estado de Vietnam por dos años. A finales del año 2021, ingresó a la compañía del Operador. acumulando un total de 525:57 h desde febrero de 2022 como PIC.

Contaba con entrenamiento periódicos efectuados el 15 de enero y el 06 de abril de 2022, en la que se abordaron varias asignaturas requeridas para su proeficiencia, con resultados satisfactorios.

El 16 de abril 2022, tuvo entrenamiento en simulador con resultados satisfactorios. El 18 de abril de 2022 presentó su chequeo final de proeficiencia en simulador ante la Autoridad Aeronáutica con resultados satisfactorios.

De acuerdo con su programación de asignaciones, el día del evento cumplía su segunda asignación del mes.

1.5.2 Copiloto – SIC

Edad:	27 años
Licencia:	Piloto Comercial de Avión - PCA
Certificado médico:	Vigente hasta el 22/04/2023
Equipos volados como piloto:	C172 – PA32 – PA34 – A320
Último chequeo en el equipo:	26 agosto de 2022
Horas totales de vuelo:	840:53 h
Total horas en el equipo:	497:00 h
Horas de vuelo últimos 90 días:	177:35 h
Horas de vuelo últimos 30 días:	51:03 h
Horas de vuelo últimos 3 días:	11:19 h
Horas de vuelo últimas 24 horas:	11:19 h

El Copiloto era poseedor de una licencia Piloto Comercial de Avión – PCA expedida el 12 de enero de 2016, con habilitación en mono motores tierra hasta los 5,700 kg, Copiloto en bimotors tierra hasta los 5,700 kg y Copiloto en aeronaves de más de 5,700 kg A-318/19/20/21.

El Copiloto contaba con 497:00 h totales de vuelo en el equipo A320.

Inició su carrera en la aviación en el año 2014, y obtuvo su licencia de Piloto Comercial de Avión FAA en el 2015. Posteriormente, en el año 2015, efectuó convalidación de licencia en Colombia

En el año 2016 se habilitó en aeronaves bimotor, y en el año 2018 comenzó a volar en transporte aéreo comercial de pasajeros, en el equipo A320.

En el año 2022 se vinculó con la compañía del Operador acumulando un total de 343:34 h desde febrero de 2022 como SIC.

Contaba con entrenamientos periódicos efectuados el 11 de abril y el 16 de agosto de 2022, en la que se abordaron varias asignaturas requeridas para su proeficiencia, con resultados satisfactorios.

El 25 de agosto 2022, tuvo entrenamiento en simulador con resultados satisfactorios. El 26 de agosto de 2022 presentó su chequeo final de proeficiencia en simulador ante la Autoridad Aeronáutica con resultados satisfactorios.

De acuerdo con su programación de asignaciones, el día del evento cumplía su séptima asignación del mes.

1.6 Información sobre la aeronave y el mantenimiento

1.6.1 Aeronave

Marca:	Airbus
Modelo:	A320-214
Serie:	3240
Año de fabricación:	2007
Matrícula:	HK5413
Certificado aeronavegabilidad:	No. 0006200
Certificado de matrícula:	No. R0010663
Fecha último servicio:	27 agosto de 2022, Chequeo en Línea 3 días
Total horas de vuelo:	43,073:36 h
Total Ciclos:	26,430

El Airbus A320-214 es una aeronave de categoría de transporte fabricada en el año 2007, de plano bajo, bimotor, con tren de aterrizaje convencional retráctil propulsada por motores a reacción CFM56-5B4/3.

La última inspección anual de la Autoridad Aeronáutica fue realizada en mayo de 2022.

La verificación de la condición técnica de la aeronave confirmó su estado vigente de aeronavegabilidad, cumpliendo los requisitos exigidos por la Autoridad Aeronáutica. No se evidenciaron anotaciones o reportes recientes de novedades o malfuncionamiento de los motores o sistemas de la aeronave en los últimos días.

La revisión de sus registros de mantenimiento no reveló alteraciones mayores relacionadas con la instrumentación de navegación de la aeronave.

La aeronave contaba con un contrato de mantenimiento vigente contratado.

La condición técnica y operacional de la aeronave y sus componentes no tuvieron incidencia en la ocurrencia del Incidente Grave.

La aeronave cuenta con una capacidad de 180 pasajeros, 6 tripulantes y 4 auxiliares. De acuerdo con el último certificado de peso y balance efectuado el 09 de mayo de 2022, la aeronave registraba un peso bruto máximo de despegue de 77,000 kg y un peso vacío de 41,664 Kg.

Cuenta con aviónica de navegación Collins y GPWS/TAWS Honeywell PN: 965-1676-003, S/N: EMK5-30826.

El 07 de septiembre de 2022 se efectuó actualización del MCDU-FMS mediante orden de trabajo 1023691 con resultados satisfactorios. La base de datos de navegación se encontraba actualizada y vigente para la ejecución del vuelo.

Las condiciones de peso y balance se encontraban dentro de los límites establecidos por el fabricante para la ejecución del vuelo. Este factor no incidió en el evento.

1.6.2 Motores

Marca:	CFM International	Modelo:	CFM56-5B4/3
Serie:	No. 1, 697426.	No. 2, 697427	
Total horas de vuelo:	No. 1. 38,217:24 h.	No. 2, 35,301 h.	

1.7 Información Meteorológica

La tripulación del vuelo ULS5389 contaba con información meteorológica de SKCL, de las 01:00 h (49 min antes del evento) y 02:00 h, (11 min después del evento).

A las 01:00 h las condiciones reportadas fueron: SKCL 280100Z 34008KT 9999 FEW030 23/18 Q1014 NOSIG RMK A2996 =

Esto es, viento de los 340 grados con una intensidad de ocho (08) nudos, visibilidad horizontal mayor a 10 km, presencia de nubes escasas a un techo de 3,000 pies AGL, temperatura ambiente de 23 grados Celsius y 18 grados Celsius de temperatura rocío. Ajuste altimétrico 1,014 mb y 29.96 inHg.

A las 02:00 h, las condiciones fueron: SKCL 280200Z 35011KT 9999 FEW030 SCT120 23/18 Q1015 NOSIG RMK A2999 =

Es decir, viento de los 350 grados con una intensidad de once (11) nudos, visibilidad horizontal mayor a 10 km, presencia de nubes escasas a un techo de 3,000 pies AGL, y nubes dispersas a un techo de 12,000 pies AGL, temperatura ambiente de 23 grados Celsius y 18 grados Celsius de temperatura rocío. Ajuste altimétrico 1,015mb y 29.99 inHg.

De acuerdo con el registro de las comunicaciones ATC, en aproximación a SKCL se dio información de QNH 1,015 mb. Los registros de datos de vuelo confirmaron que al producirse la advertencia GPWS, la tripulación tenía ajustado en su altímetro 1,015 mb.

1.8 Ayudas para la Navegación

La aeronave contaba con aviónica de navegación Collins y GPWS/TAWS Honeywell PN: 965-1676-003, S/N: EMK5-30826. La base de datos de navegación se encontraba actualizada y vigente a la ejecución del vuelo.

La tripulación de la aeronave programó el vuelo bajo reglas de vuelo por Instrumentos (IFR) - RNAV entre SKSP y SKCL. Las ayudas a la navegación se encontraban operativas.

Cuando ocurrió la proximidad con el terreno, se cumplía el Procedimiento de Llegada RNAV ASIKO1C, el cual es utilizado para efectuar la aproximación a SKCL para la pista 02. Este procedimiento la siguiente secuencia de maniobras (ver Imagen No. 3):

- Volar por ASIKO, a través de 11,000 pies con rumbo 164° 47NM.
- Proceder al punto USEVU, para alcanzar 10,000 pies.
- Virar a rumbo 177° 15NM, al punto CL807, para alcanzar 9,700 pies.
- Virar a rumbo 096° y volar hacia el punto CL806, para alcanzar 9,000 pies 4NM.
- Proceder al punto CL805 para alcanzar 7,800 pies.

- Desde allí, cambiar a rumbo a 016° al punto LOMIM (IF), para alcanzar 6,000 pies 6NM e interceptar el ILS para la pista 02.

El área del sector Cali, tiene vigente una carta de altitudes mínimas de sector (MSA) con cuales se enmarcan altitudes mínimas por el sector SW – W y NW que oscilan entre los 10,000 pies, 14,000 pies y 15,300 pies (Imagen No. 4).

La condición de las ayudas a la navegación en tierra y la aviónica de la aeronave no tuvieron influencia en la ocurrencia del Incidente Grave.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

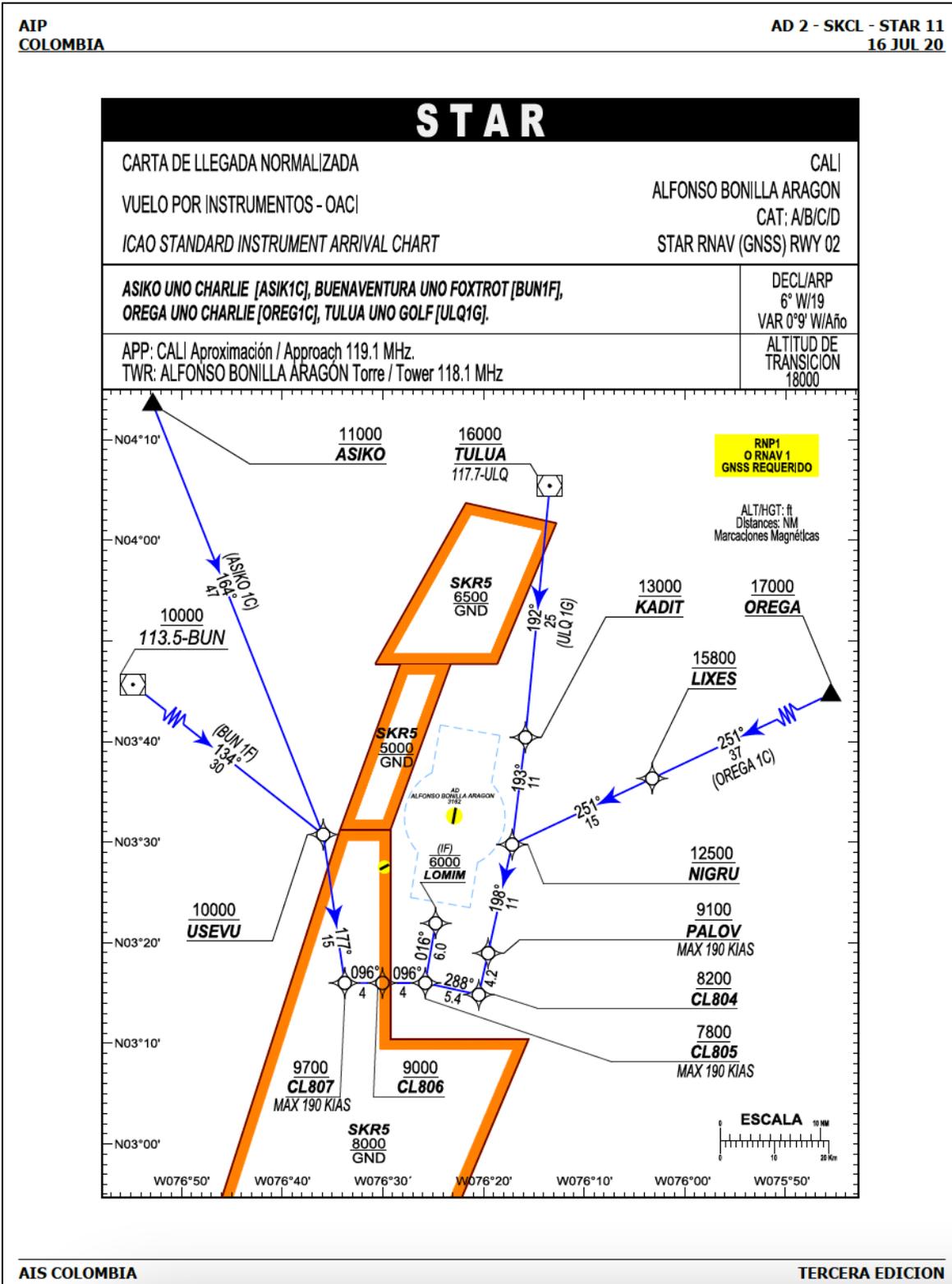


Imagen No. 3 – Carta de llegada normalizada ASIK1C – Fuente: AIP Colombia

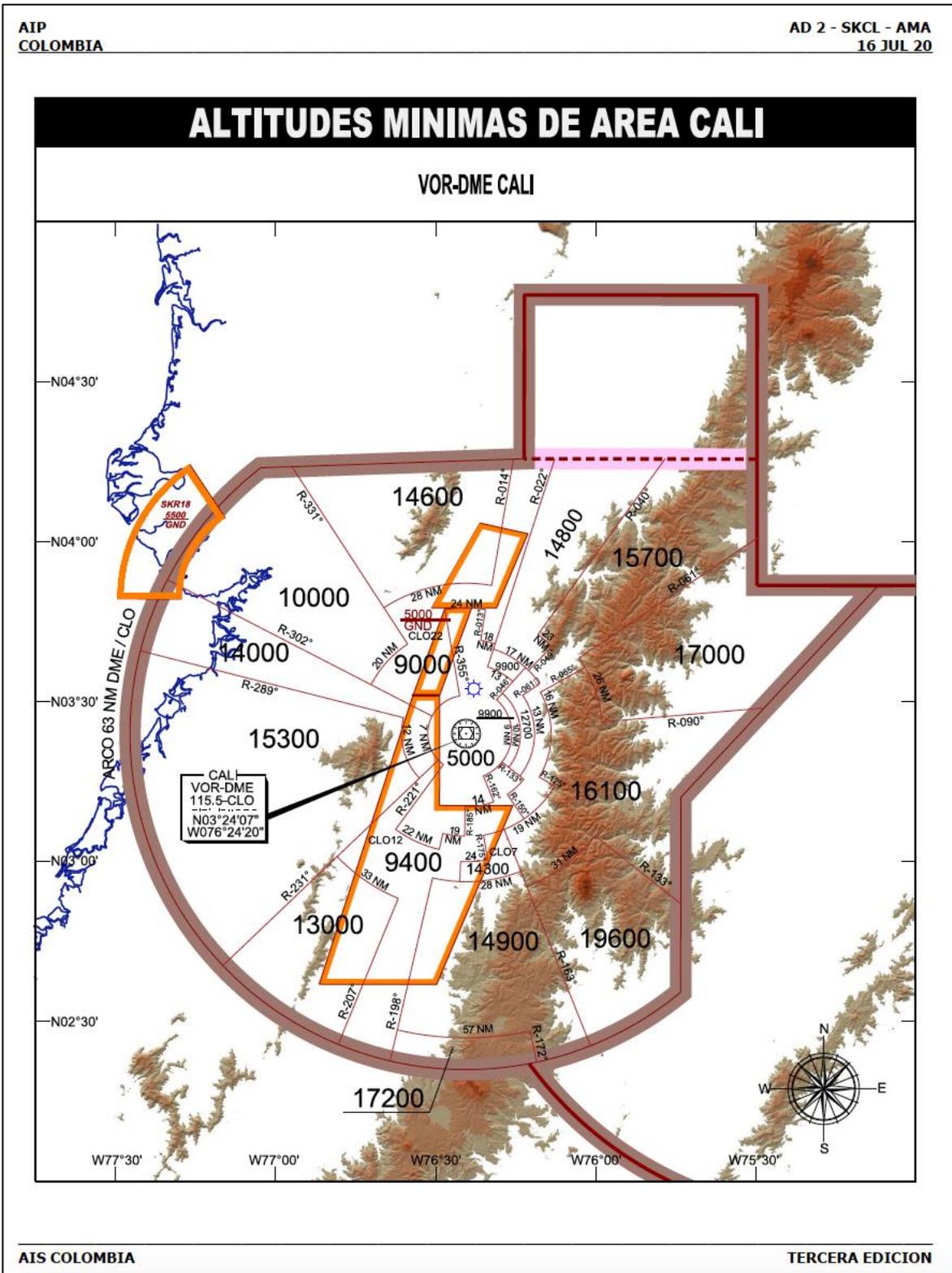


Imagen No. 4 – Carta de Altitudes Mínimas de Sector Cali – Fuente: AIP Colombia

1.9 Comunicaciones y Tránsito Aéreo

1.9.1 Comunicaciones

Cuando se presentó la activación de alerta GPWS, la tripulación de la aeronave mantenía comunicaciones con la dependencia de Cali Aproximación (CLO APP) en frecuencia 119.1MHz.

Las grabaciones fueron allegadas al proceso investigativo para confirmar cualquier autorización o desviación dentro de la ruta programada. Los llamados e instrucciones fueron desarrollados dentro de la normatividad vigente y no existió malfuncionamiento en las transmisiones o recepciones.

Las comunicaciones efectuadas antes y durante el evento fueron las siguientes:

UTC²	Estación	Llamada
01:36:16	F/O	Cali Aproximación buenas noches vuelo 5389 a través de tres
01:36:25	ATC	Vuelo 5389 buen día contacto RADAR, alfa uno cinco siete cuatro, autorizado descenso vía ASIKO 1C y aproximación ILS Yankee pista 02. QNH uno cero uno cinco.
01:36:40	F/O	QNH uno cero uno cinco autorizados descensos vía ASIKO 1C aproximación ILS Yankee pista 02 Ultra 5389.
01:36:51	ATC	Correcto
01:49:28	F/O	Cali Aproximación vuelo 5389 solicita volar directo a LOMIM
01:49:34	ATC	Vuelo 5389 buena noche, autorizado directo a LOMIM
ACTIVACIÓN DEL GPWS		
01:49:40	ATC	Autorizado directo a LOMIM vuelo 5389
01:49:57	F/O	Aproximación 5389 ascenso para uno dos mil pies
01:50:04	ATC	¿Vuelo 5389 cómo me copia?
01:50:10	F/O	Fuerte y Claro, Cali aproximación vuelo 5389 en ascenso para uno dos mil pies
01:50:20	ATC	Recibido vuelo 5389 Ehh... está autorizado a la aproximación ILS yankee siga descenso a seis mil pies y autorizado directo LOMIM de acuerdo con la solicitud...
01:50:33	F/O	Continua descenso para seis mil pies, autorizado directo a LOMIM vuelo 5389
01:50:41	ATC	Correcto...

² Horas UTC del audio ATC no coincidentes con la hora real del suceso

1.9.2 Tránsito Aéreo

Se efectuó investigación a la información de sistemas RADAR y comunicaciones del Tránsito Aéreo en el Centro de Control de Cali.

En cuanto a la información provista en las pantallas del Sistema RADAR, la hora se encontró en total sincronía con la hora satelital tanto del GPS, como de la hora en tiempo real para Colombia.

No obstante, se determinó que el Sistema de grabación de las comunicaciones, tanto de las frecuencias aeronáuticas como de los canales de coordinación, **se encontraba adelantada en 14 minutos y 37 segundos**. A la investigación se explicó que el desfase del tiempo en los sistemas de grabación, se dio por la actualización de la hora del sistema a través de diferentes direcciones IP, lo cual puede hacer que ocurra un adelanto en la hora que se registra en las comunicaciones.

El desfase en la hora de los sistemas de grabación incumple con lo dispuesto en el Anexo 11 OACI, Servicios de Tránsito Aéreo, Capítulo 2, Numeral 2.25, 2.25.3 ya que los relojes de las dependencias de servicios de tránsito aéreo, y otros dispositivos para registrar la hora, deben ser verificados según sea necesario, a fin de que den la hora exacta, con una tolerancia de ± 30 segundos, con respecto a la hora UTC.

La Autoridad Aeronáutica, a través de la Dirección de Telecomunicaciones y Ayudas a la Navegación Aérea, debería revisar y garantizar a través de procedimientos, la corrección del modo de alimentación de datos o recepción de la información que generan el desfase continuo en la hora de los sistemas de grabación de frecuencias. **REC.04-202267-2-DIA**

Se encontró, así mismo, que la llegada RNAV ASIKO1C, ruta de llegada RNAV que cubría la aeronave, no se encontraba señalizada, activada o “dibujada” en el mapa de la pantalla RADAR, por lo cual al personal ATC le era imposible determinar si una aeronave que ingresara al sector con la STAR RNAV ASIKO1C, estaría realmente volando el procedimiento o si se encontraba por fuera de él.

El Controlador de tránsito aéreo involucrado confirmó que es frecuente que las tripulaciones ingresando por la STAR RNAV ASIKO1C soliciten volar directo al punto final de la aproximación, y que la mayoría de las veces se aprueban dichas solicitudes (tanto en horas diurnas como nocturnas).

Adicionalmente, al verificar las competencias del Controlador, se evidenció que la competencia lingüística del idioma Inglés se le había vencido el 4 de noviembre de 2020.

Se evidenció así mismo, el desconocimiento del Controlador sobre la existencia y operatividad del sistema MSAW. Informó que ese tipo de alarmas son usualmente desactivadas ya que continuamente se encuentran sonando.

La Autoridad Aeronáutica, a través de la Dirección de Telecomunicaciones y Ayudas a la Navegación Aérea debería fortalecer el seguimiento y control del personal de Controladores de tránsito aéreo cumplan con las competencias lingüísticas requeridas para el cargo en sus adiciones de RADAR y Aeródromo, conforme a lo dispuesto en el RAC 65. **REC.05-202267-2-DIA**

En declaraciones del Coordinador de Aeronavegación Regional Occidente, sobre el sistema de alarma MSAW y el NOTAM publicado, se informó que en las pantallas RADAR se encuentran programadas las diferentes AMA del sector, y que cuando una aeronave ingresa a un sector con una altitud diferente al AMA publicada, el sistema activa la alarma; por este motivo, hay una señal audible, de manera continua, por lo que se optó por no utilizar el sistema, e informar mediante NOTAM que el sistema no estaría operativo.

Ante los factores presentados en el sistema MSAW, y su importancia en la gestión segura del tránsito, La Autoridad Aeronáutica, a través de la Dirección de Telecomunicaciones y Ayudas a la Navegación Aérea, deberá realizar de inmediato, la revisión y calibración de los equipos de vigilancia RADAR en el país, para determinar el correcto funcionamiento del sistema de alarma MSAW (Minimum Safety Altitude Warning) en las pantallas RADAR.

La inoperatividad tanto de las alarmas audibles y visuales en las pantallas RADAR, constituye un peligro operacional con los riesgos derivados del mismo. **REC.06-202267-2-DIA**

1.9.3 NOTAM

El NOTAM A1471/22, (18-jul-22), vigente desde las 11:15 UTC, al 18 de octubre de 2022 a las 23:59 UTC, que notificaba que el Sistema de Alerta de Altitud Mínima - MSAW (Minimum Safety Altitude Warning) del área de control CTA Cali no se encontraba disponible.

*SKED A1471/22 18JUL1115-18OCT2359 EST H24 MSAW CALI CTA NOT
AVBL SFC / UNL*

El Aviso de Altitud Mínima de Seguridad (MSAW) es una red de seguridad basada en tierra que tiene por objeto advertir al Controlador de tráfico aéreo (ATC) sobre el aumento del riesgo de un vuelo controlado hacia el terreno, generando de manera oportuna, una alerta visual sobre la proximidad de la aeronave al terreno o a los obstáculos.

El objetivo principal de la MSAW es mejorar la seguridad y no controlar el cumplimiento de ningún mínimo especificado. En la práctica, el MSAW forma parte del sistema ATC.

La inspección en los sistemas RADAR encontró que, aunque existe el NOTAM (A1471/22), la herramienta MSAW funcionaba correctamente. Al indagar por el motivo de emisión del NOTAM, se informó que el NOTAM había sido publicado por la parte operativa de Aeronavegación (Tránsito Aéreo) de la Autoridad Aeronáutica, y no por parte de Soporte Técnico.

1.10 Información del Aeródromo

No aplicable. El Incidente Grave ocurrió en vuelo.

1.11 Registradores de Vuelo

La aeronave contaba con un Registrador de Voces de cabina (CVR), Honeywell PN: 980-6022-001 SN: CVR120-12613 y un Registrador de Datos de Vuelo (FDR) Honeywell: PN: 980-4700-042 SN: SSFDR-18660.

Se efectuaron las coordinaciones necesarias y se logró la recuperación de los datos de vuelo FDR; sin embargo, debido a la continuación de la actividad de vuelo de la aeronave, no fue posible contar con las grabaciones de voces de cabina, CVR, del evento.

El Operador debería revisar y fortalecer sus mecanismos de notificación de eventos y desviaciones operacionales por parte de las tripulaciones, así como la evaluación y gestión oportuna del SMS para prever potencialmente la preservación de evidencias en el curso de una investigación, como los Registradores de Vuelo. **REC.03-202267-2-DIA**

La investigación, en coordinación con el Operador, la BEA y Airbus, realizó la extracción de la información FDR para el análisis FDA del evento (Imagen No. 6).

Se efectuó una extracción satisfactoria de datos de vuelo confirmando la maniobra de activación del GPWS. Se confirmó, mediante los datos preliminares de vuelo, que la aeronave voló por fuera de las aerovías RNAV publicadas para la llegada ASIKO1C, sin sobrevolar los puntos ASIKO y USEVU (Imagen No. 7).

Así mismo, con base en los registros de datos obtenidos, se confirmó lo siguiente:

1. A las 01:49:39 h, cuando la aeronave descendía a través de 9,796 pies, con 1,740 pies Radio altimétrico (RA), con rumbo 154°, y a 14NM al VOR DME CLO, se activó la alerta del modo 2A GPWS TERRAIN. La rata de descenso era de 570 pies/min, y la velocidad era de 251 nudos CAS.
2. La altura RA más baja se registró a las 01:49:42 h, a través de 9,753 pies con 1,529 pies AGL y 250 nudos CAS.

Los detalles particulares fueron utilizados para enmarcar la historia del vuelo, y se encuentran contenidos en el aparte 1.1 del presente informe.

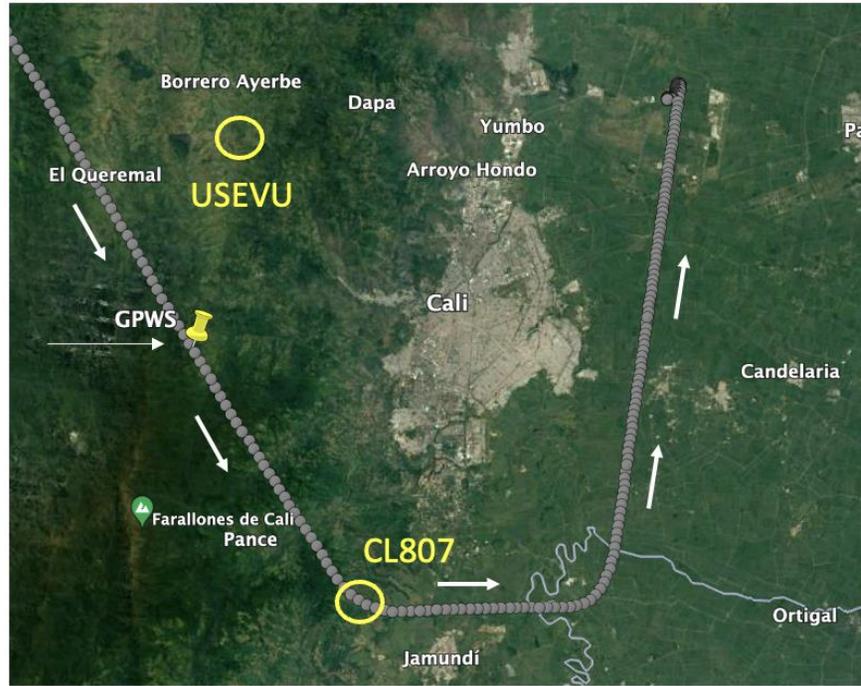


Imagen No. 6 – Información FDR registrada vuelo ULS5389.

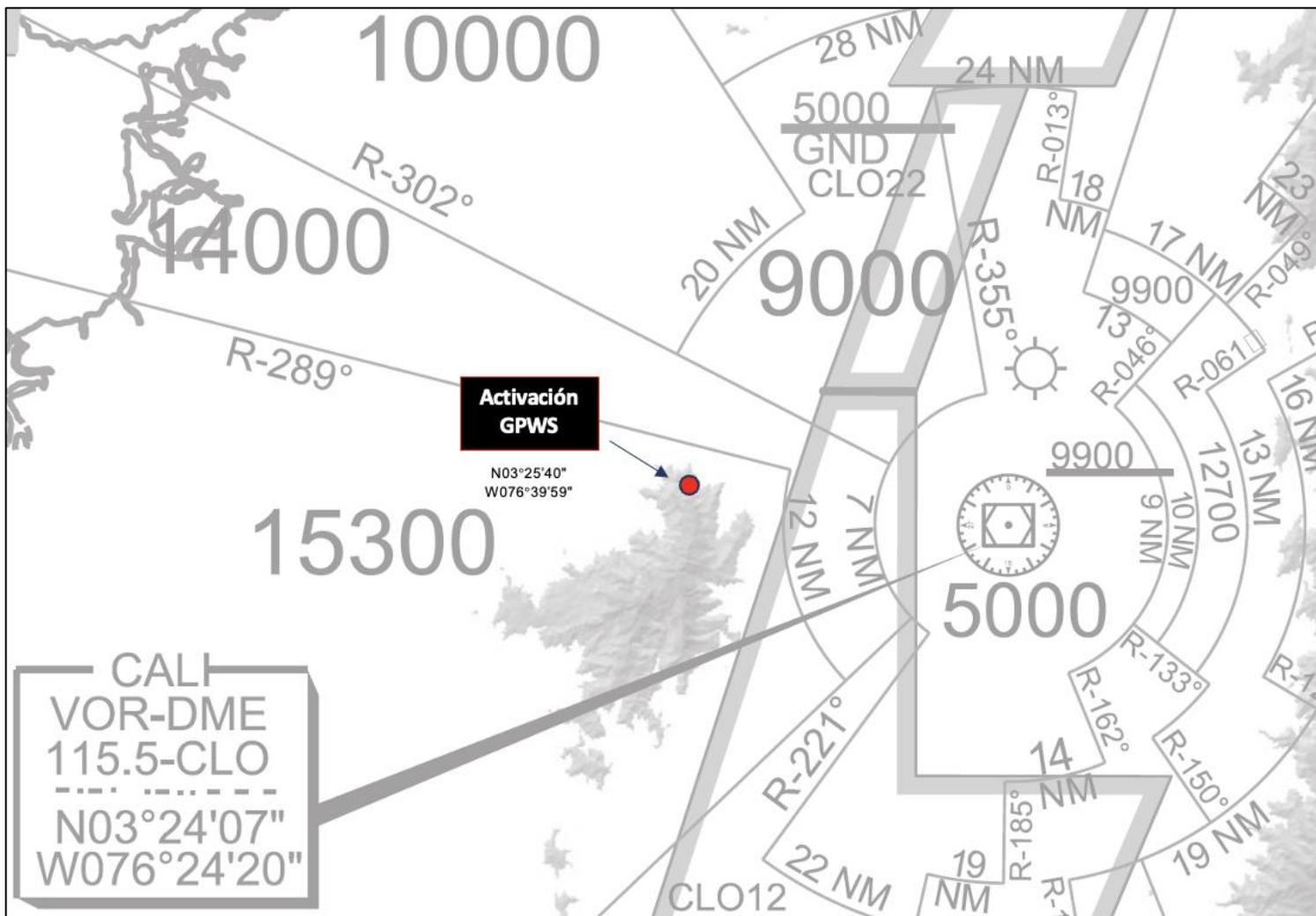


Imagen No. 7 – Punto de activación alerta GPWS en Altitudes Mínimas de Sector Cali – AIP Colombia.

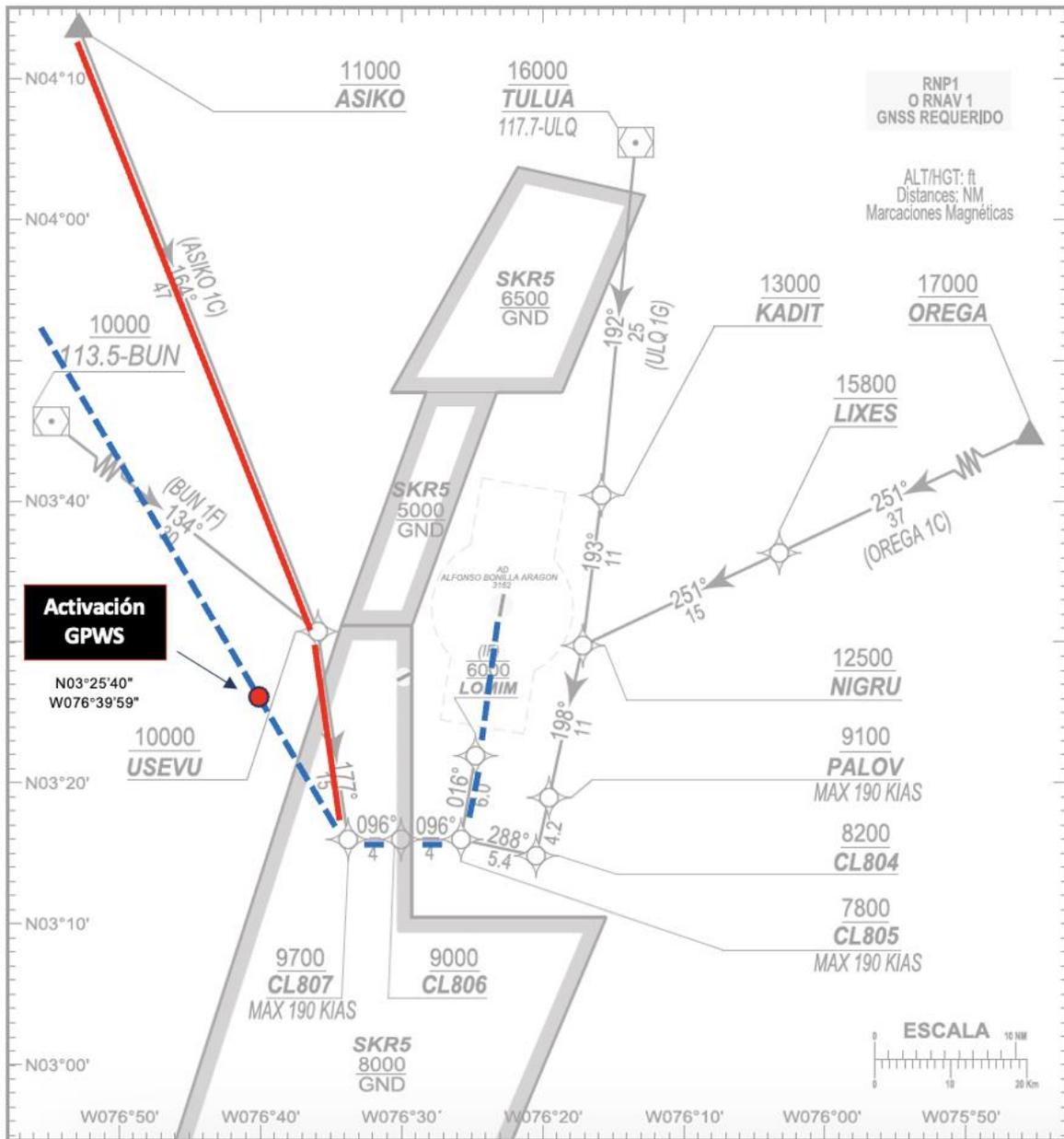


Imagen No. 8 – Trayectoria de vuelo (Azul) real efectuada por la aeronave en la llegada STAR ASIKO 1C

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

No hubo impacto de la aeronave. El Incidente Grave ocurrió en las coordenadas N03°25'40" – W076°39'59", cuando la aeronave alcanzó una altitud de 9760 pies, y 1,528 pies RA, en la zona conocida como el Parque Nacional Natural Los Farallones de Cali. El terreno montañoso tenía a una elevación de 8,232 pies ASL.

1.13 Información médica y patológica

La tripulación contaba con sus certificados médicos vigentes. En el evento no se presentaron lesionados. Ambos tripulantes debían utilizar lentes correctivos. Dentro del proceso investigativo, se determinó que esta condición no fue factor determinante para la ocurrencia del evento.

1.14 Incendio

No aplica.

1.15 Aspectos de supervivencia

No aplicable.

1.16 Ensayos e investigaciones

Con el fin de verificar las altitudes y presentación del terreno en la pantalla de navegación (ND) durante la ejecución de la llegada RNAV ASIKO1C, se solicitó a través de la Jefatura de Seguridad Operacional operador efectuar un vuelo de comprobación en la ruta SKSP – SKCL.

Durante el desarrollo de este vuelo de prueba, se logró comprobar que al cruzar el punto USEVU en selección de *managed descent mode*, a través de 11,900 pies de altitud, el ND muestra color amarillo en el modo de terreno con elevaciones máximas de 13,400 pies a la derecha de la trayectoria de vuelo RNAV. (Imagen No. 9).

Al alcanzar los 10.000 pies de altitud en descenso, el color del terreno en el ND presenta ecos rojos en la parte derecha, denotando una diferencia de más de 2,000 pies de altura con el terreno. (Imagen No. 10).

Para determinar la presentación real de la ruta volada por la tripulación del vuelo ULS5389 en el ND, se proyectó desde Panamá (VOR Taboga TBG), una trayectoria de navegación directa al punto CL807, de ASIKO 1C. Esta programación directa se ve reflejada en el ND con líneas de trazos amarillos. De activarse la programación directa en el modo de navegación, dichos trazos amarillos se convierten en una línea verde continua. (Imagen No. 11).

La prueba pudo verificar que, si se programa esta navegación, la aeronave sobrevolaría las altitudes mínimas del sector (MSA) en Cali de 15,300 pies, tal cual como ocurrió en el vuelo ULS5389 según los registros FDA.



Imagen No. 10 – Vista recreada en vuelo a 10,000 pies de altitud, en el PFD y en el ND, en procedimiento RNAV ASIKO1C.

Fuente: Jefatura de Seguridad Operacional del Operador.



Imagen No. 11

Izquierda: Comparativo de vista ND de vuelo directo TBG – CL807 (Trazos amarillos) y ruta RNAV ASIKO1C (trazos verdes continuos).

Fuente: Jefatura de Seguridad Operacional del Operador.

Derecha: Registro de vuelo real ULS5389.

1.17 Información orgánica y de dirección

La compañía del Operador es una organización aeronáutica dedicada a operaciones de transporte regular de pasajeros con CDO-124 vigente al momento del Incidente Grave.

Su base principal se encuentra localizada en el aeropuerto José María Córdova en el municipio de Rionegro, Antioquia y contaba con seis (6) aeronaves, Airbus A320.

La estructura organizacional la componen cinco (5) vicepresidencias: Operaciones, Financiera, Legal, Tecnología y Comercial. La organización es dirigida por el Presidente, quien depende de una junta directiva, y tiene a su cargo jerárquico la Dirección de Calidad y SMS, La Dirección de Recursos humanos y la Dirección de gestión del Mantenimiento y Aeronavegabilidad; así como las 5 Vicepresidencias.

El Operador contaba con un SMS aceptado por la Autoridad Aeronáutica.

El evento fue notificado por parte del Departamento de Seguridad Operacional del operador a la Autoridad Aeronáutica al siguiente día de ocurrido. La Dirección Técnica de Investigación de Accidentes de Colombia, DIACC tuvo conocimiento posteriormente del evento, por parte del Departamento de Seguridad Operacional del operador.

1.18 Información adicional

1.18.1 Declaraciones de miembros de la tripulación

1.18.1.1 Declaraciones del CM1 – PIC – PF

El CM1 confirmó que durante el desarrollo de la navegación, después de una indicación de desvío por parte de Panamá Control, cuando se le autorizó al vuelo asumir su propia navegación, él decidió volar directamente al punto CL807 de la llegada ASIKO1C. Esta decisión no fue transmitida al CM2.

Comentó que seleccionó las restricciones de altitudes para la llegada y que en dicha aproximación tenía visual de las montañas y la ciudad de Cali. Indicó que, cuando se encontraban aproximadamente lateral al punto USEVU, se produjo la alerta GPWS, ante lo que efectuó la maniobra evasiva siguiendo los *memory ítems* hasta que cesó la alerta.

Confirmó que, posteriormente a la maniobra, el aterrizaje se efectuó sin otras novedades.

El PIC confirmó que previamente había realizado desviaciones en otras rutas para efectuar vuelos directos a puntos; y que quizá, de acuerdo con su opinión, existió complacencia y exceso de confianza en la navegación, ante las circunstancias presentadas en el vuelo.

Aun cuando el PIC fue consciente de su error operacional, realizó comentarios acerca de la defensa ulterior que existía para ponerlo en conocimiento de su desviación, y que correspondía a la vigilancia ATC.

Dentro de la información proporcionada, se encontró en sus aspectos personales, que recientemente había pasado por una etapa de duelo que venía siendo manejada satisfactoriamente por el Operador, quien le había otorgado, de acuerdo con sus políticas, los periodos libres necesarios y seguimiento para ayudar a sobrellevar la situación.

1.18.1.2 Declaraciones del CM2 – SIC – PM

El CM2 relató que posteriormente al despegue, cuando sobrevolaban Panamá, el ATC les autorizó reasumir su propia navegación. Continuaron el vuelo directo a la posición BUSMO; comentó que, posteriormente, fueron transferidos con Bogotá Control, y luego a Cali Aproximación, quien les fue autorizado descenso y realización de la llegada ASIKO1C. Mencionó que el ATC no instruyó para que se volara directo a la posición CL807.

Aclaró que el volar a la posición CL807 fue una decisión autónoma del PF (PIC), y que en ningún momento escuchó las intenciones previas por parte del él. Al preguntarle sobre la supervisión de la ruta seleccionada en su ND, mencionó que manejaba un rango visual amplio en la pantalla, y que no era perceptible visualmente confirmar la desviación programada al punto CL807 con relación a USEVU. Solo advirtió esta condición al sobrevolar lateralmente a USEVU.

Confirmó que hubo sobre confianza en la navegación efectuada por el PF y que a su modo de ver, faltó mayor supervisión en sus funciones como PM para este segmento de navegación. Aclaró que faltó mayor comunicación asertiva con el PF y que no se le hizo conocer las intenciones de cambio de navegación a un punto directo.

1.18.2 Eventos GPWS previos en CTA CLO

La investigación encontró dos Incidentes Graves relacionados con maniobras evasivas ante alerta GPWS, acaecidos el 03 de julio de 2017³ y 27 de marzo de 2018⁴ en aproximación a SKCL.

En la investigación COL-17-20-GIA, una aeronave Airbus A320 que volaba la ruta SKLT – SKCL, cuando se encontraba aproximadamente a 37 NM de CLO VOR, en la posición ESARO, presentó activación de alarma de proximidad contra el terreno (GPWS) con maniobra evasiva.

Entonces, la investigación del Incidente Grave (año 2017) encontró como causas similares a los hallazgos del evento que es objeto de esta investigación, las siguientes:

Pérdida de conciencia situacional por parte de la tripulación, al no considerar su posición y las características de la senda de descenso requerida antes de iniciar la aproximación, en relación con las altitudes MEA y MORA del sector que volaban, atendiendo las instrucciones del ATC sin análisis alguno, llevando al avión a un estado no deseada en una peligrosa aproximación al terreno (riesgo de CFIT).

Equívocada autorización por parte del Control de Tránsito Aéreo, ATC, del Centro de Control Bogotá, al asignar a la aeronave un nivel de vuelo en ruta inferior al mínimo establecido; y de Aproximación Cali al confirmar el equivocado nivel de vuelo asignado a la aeronave por Bogotá, y no percatarse luego que la aeronave descendía a altitudes inferiores a la MEA, mientras se acercaba al VOR CLO.

Dentro de las recomendaciones de seguridad relevantes arrojadas por dicha investigación, se encontró la REC. 06-201720-02 en la que se estableció que:

³ Informe Final COL-17-20-GIA, A320

⁴ Informe Final COL-18-19-GIA, A320

La Autoridad Aeronáutica debería gestionar, a través de la Dirección de Servicios a la Navegación Aérea, la implementación y funcionalidad de las alarmas de altitud y proximidad con el terreno del Control RADAR de la Regional Valle, de manera que se cuente permanentemente con señales y alarmas tanto visuales como auditivas, reforzando de esta manera la efectividad de los Controladores y permitiendo mitigar eventos de proximidad de aeronaves al terreno.

En la investigación COL-18-19-GIA, una aeronave Airbus A320 en la ruta SKBO – SKCL, cuando se encontraba aproximadamente a 40.5 NM de CLO VOR, entre las intersecciones OREGA y MANGA, presentó activación de alarma de proximidad contra el terreno (GPWS) con maniobra evasiva.

En esa ocasión, la investigación del Incidente Grave (año 2018), encontró como causas similares a los hallazgos del evento que es objeto de esta investigación, las siguientes:

Pérdida de Conciencia Situacional por parte de la tripulación, al programar erróneamente un límite de altitud de descenso establecido en el procedimiento de llegada MANGA8, no percatarse del error y descender por debajo de la MEA sobre un terreno montañoso; esta circunstancia aproximó la aeronave al terreno y originó la activación de la alarma «PULL UP, TERRAIN».

Falla en la comunicación de cabina, por cuanto no hubo una retroalimentación de los procedimientos durante el vuelo, lo que demuestra niveles de complacencia altos en la cabina de mando hacia el primer oficial que se encontraba en entrenamiento operacional inicial.

En este caso, además, se halló como factor contribuyente:

Falla en la vigilancia RADAR que debía ejercer el Controlador de CLO APP, quien no detectó y por lo tanto no advirtió a la aeronave N596EL, sobre su descenso por debajo del MEA y de la altitud establecida en el STAR MANGA8.

Dentro de las recomendaciones de seguridad relevantes efectuadas en dicha investigación se encontró la Recomendación REC. 05-201809-02, recabada en la investigación COL-17-20-GIA, REC 06-201720-02, que estableció que:

La Autoridad Aeronáutica debería gestionar, a través de la Dirección de Servicios a la Navegación Aérea la implementación y funcionalidad de las alarmas de altitud y proximidad con el terreno del Control RADAR de la Regional Valle, de manera que se cuente permanentemente con señales y alarmas tanto visuales como auditivas, reforzando de esta manera la efectividad de los Controladores y permitiendo mitigar eventos de proximidad de aeronaves al terreno.

1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación

No se aplicaron técnicas especiales para la investigación.

2. ANÁLISIS

2.1 Procedimientos operacionales

La tripulación era apta para la realización del vuelo. El PF tenía amplia experiencia en el equipo como PIC y varias veces había realizado la misma ruta.

En el entorno en que se gesta el Incidente Grave, el hecho de *volar directo* a ciertos puntos es una situación que usualmente se da en la navegación aérea por parte de las tripulaciones; pero estos cambios requieren de elevados índices de conciencia situacional, y elevada gestión del riesgo, no solo en la tripulación, sino en el tránsito aéreo, quien es el actor que autorizará en última instancia las intenciones de la tripulación.

Es claro, ante la evidencia estudiada en la investigación, que durante la ejecución de la aproximación RNAV ASIKO1C, el PF no voló el procedimiento al punto USEVU tal como está especificado en la carta, optando por cambiar la ruta, y dirigirse *directo* al punto CL807.

Las intenciones de sobrevolar a este punto (CL807) se gestaron mucho antes de encontrarse en cercanías a Cali aproximación. Los cálculos efectuados en la investigación concuerdan con las declaraciones del PF, quien indicó que esta decisión fue planeada mucho antes, y de acuerdo con los registros de vuelo, esto se efectuó aproximadamente desde la posición BUSMO.

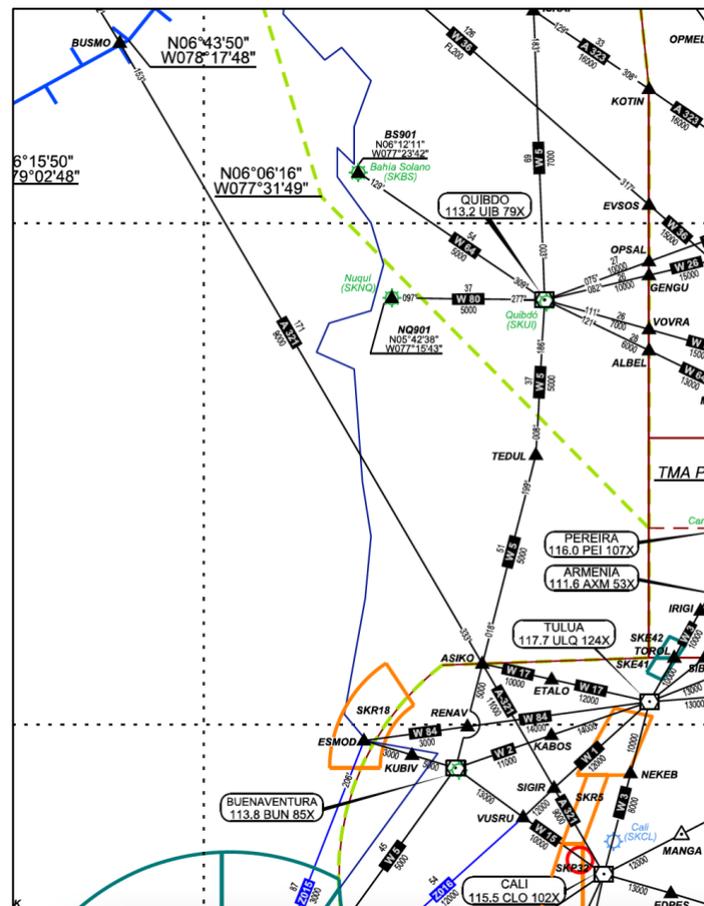


Imagen No. 12 – Ubicación del punto BUSMO y su relación con ASIKO y SKCL.

Dentro de las evidencias recopiladas, no se encontró que durante el sobrevuelo por BUSMO hasta el inicio de la aproximación a Cali, existiera una autorización explícita del ATC para volar directamente al punto CL807. El ATC solo dio autorización para volar directo a LOMIM.

De la misma forma, la tardanza en solicitar la autorización se reflejó activamente al no existir una comunicación asertiva del PF con el PM, quien no conocía las intenciones de desvío en la ruta ejecutados por el PF, y que no realizó monitoreo detallado de su entorno en la cabina; por lo tanto, no identificó el cambio de ruta que se programó en el MCDU.

La continuación del vuelo desde BUSMO hasta el punto CL807, sin sobrevolar USEVU, generó una desviación en la ruta hacia la derecha de hasta 3.8NM que ubicó a la aeronave sobre un sector en el que la altitud mínima era de 15.300 pies.

La compañía debería reforzar las actividades de entrenamiento en las tripulaciones, en los procedimientos de vuelo en los que pueden llegar a requerirse rutas directas, teniendo en cuenta la evaluación de las restricciones establecidas en los procedimientos y los entornos geográficos. **REC.01-202267-2-DIA**

Una defensa latente, rota en efecto, correspondía al NOTAM emitido, el cual pasó desapercibido para la tripulación, y que notificaba la inoperatividad del sistema MSAW en el sector Control Terminal Cali, situación por la cual, requería elevar la conciencia situacional de la tripulación ante una aproximación que se efectuaba en vuelo nocturno.

Al presentarse el evento GPWS, la tripulación realizó los *memory ítems* descritos en el FCOM; sin embargo, se confirmó con la información del FDR, que la maniobra fue realizada parcialmente ya que el *Side Stick* no fue llevado completamente atrás, haciendo que la aeronave alcanzara solamente un ángulo de pitch entre +1.7° a 11.3° dentro de los 13 seg. Aun así, esta condición no fue causal del evento.

De otra parte, según los datos de vuelo obtenidos para el análisis, se determinó que el sistema de alerta de proximidad contra el terreno (EGPWS) de la aeronave se comportó según lo diseñado y permitió dar las alertas disponibles para evitar la colisión.

2.2 Control de tránsito aéreo

Dentro de las actuaciones del tránsito aéreo se pone de presente la continua supervisión que debe ejercerse a las aeronaves en un espacio aéreo determinado. Esto contempla la verificación que realice el ATC a través de la visualización de etiquetas en la pantalla RADAR y si observa cualquier desviación de los procedimientos establecidos, efectuar el llamado correspondiente.

Un mecanismo ulterior, aparte de la visualización del Controlador sobre la ruta, que permite advertir al Controlador de tráfico aéreo (ATC) sobre el aumento del riesgo de un vuelo controlado hacia el terreno, es el Aviso de Altitud Mínima de Seguridad (MSAW), el cual genera una alerta visual sobre la proximidad de la aeronave al terreno o a los obstáculos.

Fue evidente en esta dependencia el desconocimiento del Controlador de la existencia y operatividad del sistema MSAW; e informó que ese tipo de alarmas son usualmente

desactivadas ya que continuamente se encuentran sonando; esta errónea práctica va en contravía de lo descrito en el Documento 4444 Gestión del Tránsito Aéreo, Capítulo 8, Servicio de Vigilancia ATS, numeral 8.4.1, que establece:

8.4.1 Debería emplearse, en la mayor medida posible, la información procedente de los sistemas de vigilancia ATS, incluidas las alertas y avisos relacionados con la seguridad, tales como alertas en caso de conflicto y avisos de altitud mínima de seguridad, para proporcionar el servicio de control de tránsito aéreo, a fin de que mejoren la capacidad, la eficiencia y la seguridad.

Tal como fue comprobado en la investigación, el NOTAM (A1471/22) fue emitido, al parecer, solo con el fin de evitar las alarmas frecuentes que arrojaba el MSAW, sin prever que al inhabilitar este sistema se perdía una importante medida de prevención contra vuelos en cercanía del terreno e impactos contra el terreno.

Ahora bien, si a pesar de esta consideración, la decisión fue inhabilitar el MSAW, el control de tránsito aéreo debió establecer defensas alternativas de seguridad para minimizar los riesgos que el sistema deshabilitado debía evitar. Como podía ser, por ejemplo, un seguimiento estricto, consciente, detallado y permanente por parte del ATC, a las aeronaves que se acercaran a sobrevolar terreno montañoso. Y, la habilitación de toda la información y simbología disponible en las pantallas RADAR. Medidas preventivas que, en este caso, no se aplicaron por el ATC.

Es así como, la inspección en los sistemas RADAR permitieron evidenciar que esta herramienta RADAR (el MSAW), se encontraba en buen estado para operar. Sin embargo, esta herramienta no fue utilizada para poder advertir a la tripulación del vuelo ULS5389 de la desviación en la ruta y de un sobrevuelo por debajo de la MSA del sector. El NOTAM fue

Esta situación se vio plenamente reflejada en el llamado que hace la tripulación segundos antes del evento GPWS, cuando el ATC autorizó volar directo a LOMIM, sin determinar que la aeronave estaba sobrevolando por un sector con una altitud por debajo de la MSA.

Los informes finales de investigación COL-17-20-GIA y COL-18-19-GIA son coincidentes en errores de la tripulación durante las aproximaciones a SKCL, y dichas investigaciones han arrojado hallazgos relevantes en el ATC, específicamente en la supervisión y en la utilización del MSAW. Al existir recurrencia en este factor, es determinante que se adopten medidas para garantizar su funcionamiento.

La Autoridad Aeronáutica debería instruir a todos los Centros de Control y Salas RADAR de las Regionales de Aeronavegación, con el fin de cumplir a cabalidad con los Manuales de Vigilancia RADAR y al momento de autorizar procedimientos de desvío por fuera de los parámetros publicados en las SID o STAR. **REC.07-202267-2-DIA**

Con todo lo analizado, se evidencia una conducta consuetudinaria tanto por parte de tripulaciones como de Controladores al permitir que no se cumplan los procedimientos RNAV tal y como están diseñados, generando una grave desviación operacional que pone en riesgo la seguridad operacional.

2.3 Análisis Bow-tie

Con el fin de analizar las causas probables que originaron el accidente, se utilizó el modelo Bow-tie. El modelo lo compone un peligro, un evento, amenazas, medidas de mitigación, consecuencias y los controles que impiden que las amenazas se materialicen, asociados a la gestión de las consecuencias.

Un peligro es un factor existente que, de no ser controlado, puede causar daño. Un evento, describe la situación en la que se ha perdido el control de un peligro. Un peligro se materializa siempre en un evento. Las amenazas  son las vías a través de las cuales el peligro  puede materializarse, y en donde deben existir controles preventivos  que deberían prevenir que el evento  suceda.

Los controles preventivos pueden ser normas, prácticas, equipos o personas con la intención de detener el progreso de la cadena causal de amenazas, antes que se conviertan en un evento. Las consecuencias, describen los efectos de un evento y representan la culminación de una cadena causal. Las medidas de mitigación,  a su vez, tienen el objetivo de prevenir o minimizar las consecuencias  de un evento.

Este modelo puede demostrar la manera mediante la cual, un peligro sistémico inherente en la operación se materializa a través de las amenazas, desencadenando en un evento, así como en sus consecuencias.

Con el fin de establecer las causas del accidente, esta herramienta es útil para identificar las amenazas sistémicas, así como los controles preventivos, y estimar el funcionamiento de los controles preventivos en la situación dada.

(Ver la Imagen No. 13, Análisis Bow-tie).

En el análisis de las declaraciones de la tripulación se logró identificar en conjunto con el Especialista de Factores Humanos del Operador, que los dos tripulantes habían tenido situaciones familiares, en fechas cercanas a la del evento; sin embargo, aseguraron que, bajo su concepto y percepción personal, dichas situaciones no afectaban de ninguna manera su performance operacional, por lo que se abstuvieron de notificar al Operador para haber solicitado permanecer un tiempo por fuera de la línea.

Por otra parte, el análisis realizado de las entrevistas no se logró identificar limitaciones relacionadas con una alteración en el estado fisiológico asociado a la fatiga o condiciones laborales desfavorables que hayan podido contribuir con una reducción en el desempeño de la tripulación.

2.3.1 Análisis de factores humanos involucrados

- Pérdida de conciencia situacional: la tripulación disminuyó su estado de alerta al enforcar su atención en el procedimiento de aproximación y no percibió objetivamente lo que estaba pasando en el entorno, ni lo que podía pasar al no reconocer la posición real de la aeronave en relación con la altura sobre el terreno.
- Comunicación: el PF, no solicitó autorización, ni comunicó al ATC de Cali su decisión de volar directo a CL807 previamente; tampoco compartió información suficiente y asertiva con el PM, respecto a la desviación aplicada en la ruta de vuelo; por esta razón, se perdió la defensa existente para que el PM corroborara dicho desvío, y él realmente asumió que se estaba sobrevolando la ruta de la llegada ASIKO1C.

- Error en toma de decisiones: el PF, decidió autónomamente hacer cambios en la ruta original de Procedimiento ASIK1C, ajustándola por una ruta de vuelo directo a CL807, en la cual, evidentemente no se tuvo en cuenta la altitud mínima del sector (MSA) por el que se navegaría en la nueva ruta establecida.
- Exceso de confianza: el PF, cambio la ruta de navegación, basándose en prácticas ocasionales ejecutadas por algunos Pilotos, aun siendo consciente que en zona montañosa no se debía aplicar.
- Complacencia: el PM, no percibió los cambios de información que fueron registrados por el PF en el ND y MCDU con relación a la navegación para volar directamente al punto CL807. El PM no verificó la ligera desviación en la ruta por el rango establecido en el ND.
- Falta de buen juicio: a pesar de volar en condiciones IFR, los dos tripulantes refieren la existencia de condiciones visuales sobre el terreno. Esta situación les creó un sensación de tranquilidad y seguridad que sesgó la adecuada evaluación del riesgo en la aproximación.
- Falta de adherencia a procedimientos estandarizados: a pesar de que la maniobra evasiva se aplicó inmediatamente por el PF una vez se identificó la alerta GPWS, la ejecución de la maniobra se realizó parcialmente según lo evidenciado en el análisis de los datos de vuelo, al no llevar el *side stick* completamente atrás.

El Operador debería fortalecer en sus actividades de entrenamiento de las tripulaciones, el adecuado desarrollo de habilidades no técnicas, tales como la conciencia situacional, la toma de decisiones, la comunicación y el buen juicio. **REC.02-202267-2-DIA**

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

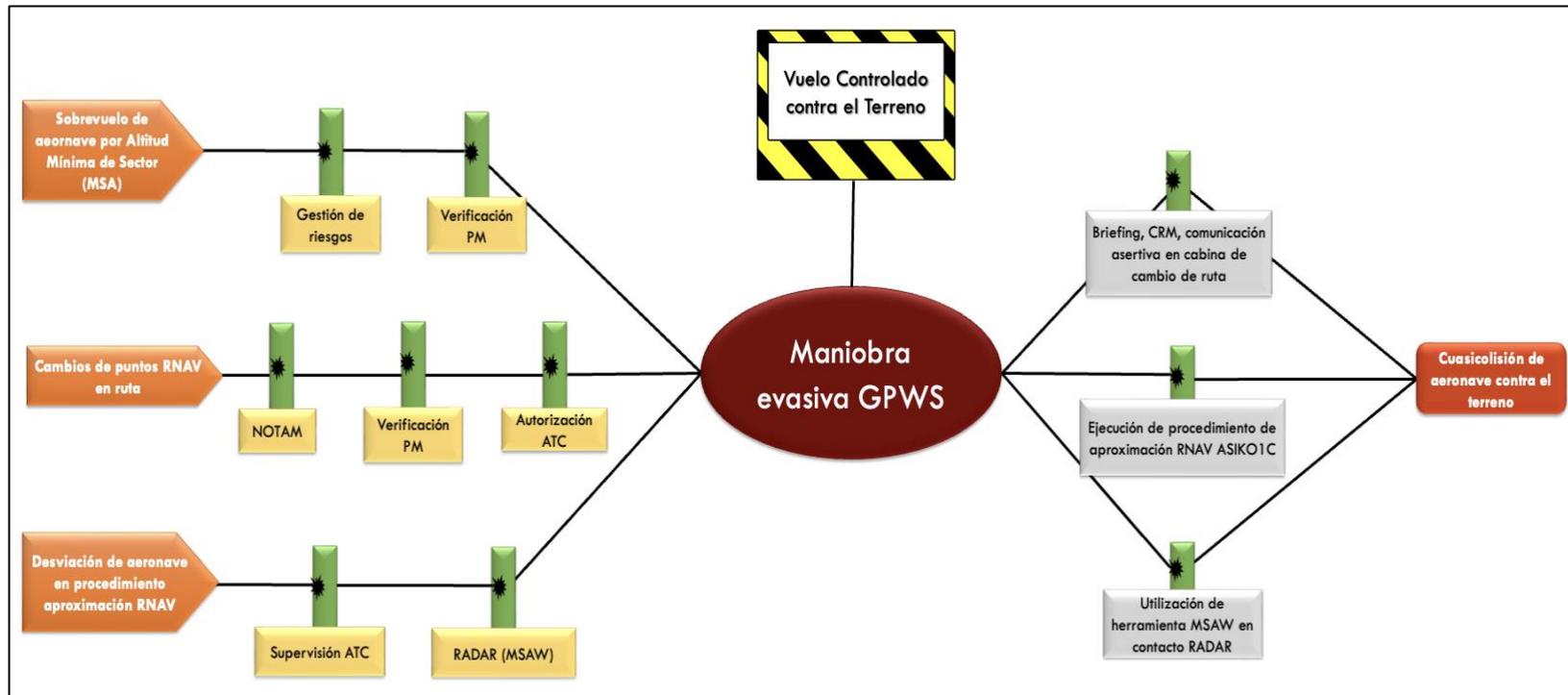


Imagen No. 13 - Diagrama BOW-TIE aplicado a la investigación.

3. CONCLUSIÓN

Las conclusiones, las causas probables y los factores contribuyentes establecidas en el presente informe, fueron determinadas de acuerdo con las evidencias factuales y al análisis contenido en el proceso investigativo.

Las conclusiones, causas probables y factores contribuyentes, no se deben interpretar con el ánimo de señalar culpabilidad o responsabilidad alguna de organizaciones ni de individuos. El orden en que están expuestas las conclusiones, las causas probables y los factores contribuyentes no representan jerarquía o nivel de importancia.

La presente investigación es de carácter netamente técnico con el único fin de prevenir futuros incidentes y accidentes.

3.1 Conclusiones

Generales

La aeronave efectuaba un vuelo de transporte de pasajeros por itinerario desde SKSP y SKCL.

La tripulación programó la ejecución de la aproximación RNAV a SKCL ASIKO1C.

Cuando la aeronave descendía en el procedimiento RNAV a través de 9,796 pies (1,740 pies RA), se activó la alerta del modo 2A GPWS TERRAIN.

La aeronave alcanzó una altitud mínima de 9,763 pies (1,529 pies RA), y el PF ejecutó acción evasiva con TOGA e input de *side stick* hacia arriba.

La tripulación logró efectuar la maniobra evasiva satisfactoriamente, y posteriormente aterrizó con normalidad en el aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón de la ciudad de Cali.

No se presentaron lesionados, ni daños en la aeronave.

Se logró la recuperación de los datos de vuelo FDR; sin embargo, debido a la continuación de la actividad de vuelo de la aeronave, no fue posible contar con las grabaciones de voces de cabina CVR del evento.

La investigación encontró dos Incidentes Graves relacionados con maniobras evasivas ante alerta GPWS, acaecidos el 03 de julio de 2017 y 27 de marzo de 2018 en aproximación a SKCL.

Los informes finales de investigación COL-17-20-GIA y COL-18-19-GIA arrojaron hallazgos relevantes tanto en las tripulaciones, como en el ATC, específicamente en la supervisión y en la utilización del MSAW.

Aspectos Técnicos

La aeronave y sus sistemas se encontraban operando adecuadamente y no existieron condiciones técnicas atribuibles al evento.

El EGPWS alertó a la tripulación de la condición de peligro de acuerdo con su función específica, y no hubo malfuncionamiento del mismo.

Aspectos Operacionales

La tripulación se encontraba apta y entrenada para ejecutar la asignación del vuelo de acuerdo con los registros evaluados.

Mientras volaba la aproximación RNAV a SKCL ASIKO1C, el PF estableció vuelo directo a la posición RNAV CL807 sin hacer previa solicitud, comunicación o recibir autorización del ATC del aeropuerto de Cali.

Los cálculos efectuados en la investigación confirmaron que el cambio de ruta directo CL807, se efectuó aproximadamente desde la posición BUSMO.

El PF, no comunicó al PM el cambio de ruta programado en el MCDU, lo que desencadenó la desorientación geográfica por parte del PM respecto a la ubicación real de la aeronave, dejando así, en evidencia el desaprovechamiento de recursos en la cabina.

El PM, no realizó un monitoreo detallado de su entorno en la cabina, por lo tanto, no identificó el cambio de ruta que se programó en el MCDU.

El PF no tuvo en cuenta el *Mínimum Off Route Altitude* (MORA) de las cartas de navegación sobre el sector que sobrevolaría la aeronave.

La tripulación desconoció el NOTAM incluido en el Plan de Vuelo Operacional que advertía que no habría disponibilidad del sistema de alerta de altitud mínima del sector (MSAW), en el área de control terminal de Cali.

La tripulación se vio sesgada en su evaluación de peligros por cuando tenía contacto visual con el terreno.

La aeronave se aproximó a una altura mínima de 1,528 pies del terreno, en descenso, situación que activó el anuncio PULL UP – TERRAIN del GPWS.

El PF realizó parcialmente el procedimiento *memory ítem* para una situación de proximidad con el terreno tal como lo estipula el FCOM, pues el *side stick* no fue llevado completamente atrás.

No existieron reportes de la tripulación hacia el ATC de Cali sobre la activación de GPWS.

Aspectos de Tránsito Aéreo

La llegada RNAV ASIKO1C, ruta de llegada RNAV que cubría la aeronave, no se encontraba señalizada o dibujada en el mapa de la pantalla RADAR.

Al verificar las competencias del Controlador, se evidenció que la competencia lingüística del inglés había vencido el 4 de noviembre de 2020.

La herramienta MSAW del sistema RADAR de APX CLO había sido deshabilitado, para evitar el sonido que se originaba por su frecuente activación por motivos diferentes a proximidad de aeronaves con el terreno.

Es decir que, aunque existía el NOTAM (A1471/22), la inspección en los sistemas RADAR permitió evidenciar que esta herramienta RADAR funcionaba sin novedad.

Ante la inhabilitación del MSAW, el ATS no estableció defensas alternativas, para prevenir la cercanía de aeronaves al terreno.

Se evidenció el desconocimiento del Controlador de la existencia y operatividad del sistema MSAW.

El Controlador no ejerció un seguimiento y control estricto del vuelo, no apreció su desviación del procedimiento estándar de llegada, ni que la aeronave volaba por debajo de la altitud mínima del sector, MSA.

Los tiempos que registraban el sistema de grabación ATS, tanto de las frecuencias aeronáuticas como de los canales de coordinación, se encontraba desfasada cerca de 14 minutos.

No existieron indagaciones del ATC de Cali sobre el inusitado ascenso de la aeronave a 12,000 pies, como procedimiento ante la activación del GPWS.

3.2 Causas probables

La Investigación determinó que el Incidente Grave, ante la cuasi-colisión contra el terreno montañoso, seguido de la maniobra evasiva de alerta EGPWS durante la llegada RNAV, se configuró por los siguientes factores contribuyentes:

- Omisión por parte de la tripulación, de la ejecución estricta del procedimiento publicado de Llegada Normalizada ASIKO1C, y, en su lugar, continuar la navegación directamente al punto CL807, sin verificar las altitudes mínimas del sector a sobrevolar.
- Debilidades en la asertividad de las comunicaciones (CRM), al no informar el PF las intenciones de navegación al PM, lo que contribuyó al desaprovechamiento de los recursos de cabina disponibles para detectar la desviación, y haber determinado así, que se efectuaría un sobrevuelo por terrenos elevados.
- Exceso de confianza del PF, quien, como tenía referencia visual con la zona montañoso y la ciudad de Cali, sesgó su juicio y no consideró que el vuelo se encontraba bajo condiciones peligrosas por la insegura separación entre el terreno y la aeronave.
- Inapropiada actuación del ATC, que autorizó a la aeronave a volar directamente al punto CL807 de la llegada ASIKO1C, sin efectuar verificación y evaluación de su posición y altitud en relación con las altitudes mínimas del sector.
- Deshabilitación del sistema MSAW por parte del ATS de Cali, a pesar de encontrarse la herramienta en buen estado, y falta de implementación de defensas alternativas para suplir la desconexión de este dispositivo clave para la prevención de CFIT.
- Falta de utilización de los recursos y alertas por parte del control RADAR, para detectar que el sobrevuelo de la aeronave se hacía por fuera de los procedimientos de aproximación RNAV establecidos, y por debajo de las altitudes mínimas de sector.

3.3 Taxonomía OACI

CFIT: Vuelo Controlado contra el Terreno - Cuasi colisión

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

AL OPERADOR AÉREO

REC. 01-202267-2 - DIA

Reforzar en las actividades de entrenamiento de las tripulaciones, las técnicas de vuelo en navegación, en las que se ejecutan rutas directas a puntos RNAV, teniendo en cuenta la evaluación de las restricciones establecidas en los procedimientos y los entornos geográficos.

REC. 02-202267-2 - DIA

Fortalecer en las actividades de entrenamiento CRM de las tripulaciones, el adecuado desarrollo de *habilidades no técnicas* tales como mantener la conciencia situacional, el proceso de toma de decisiones, la permanente y asertiva comunicación y el buen juicio.

REC. 03-202267-2 - DIA

Revisar y fortalecer los mecanismos existentes de notificación de eventos a la Autoridad de Investigación de Accidentes, así como los procedimientos de evaluación y gestión oportuna del SMS para prever la preservación de evidencias en el curso de una investigación, como los Registradores de Vuelo.

A LA SECRETARÍA DE SERVICIOS A LA NAVEGACIÓN AÉREA

REC. 04-202267-2

A través de la Dirección de Telecomunicaciones y Ayudas a la Navegación Aérea, revisar los sistemas de grabación de frecuencias de comunicación ATS, para garantizar que no exista desfase de las horas de los sistemas con la hora oficial de otros equipos y recursos.

REC. 05-202267-2

A través de la Dirección de Telecomunicaciones y Ayudas a la Navegación Aérea, fortalecer el seguimiento y control al personal de Controladores de tránsito aéreo, para garantizar que cumplan con las competencias lingüísticas requeridas para el cargo, en sus adiciones de RADAR y Aeródromo, conforme a lo dispuesto en el RAC 65.

REC. 06-202267-2

A través de la Dirección de Telecomunicaciones y Ayudas a la Navegación Aérea, realizar de inmediato, la revisión y calibración de los equipos de vigilancia RADAR en el país, para determinar el correcto funcionamiento del sistema de alarma MSAW (Minimum Safety Altitud Warning) en las pantallas RADAR. Así mismo, garantizar que, la presentación de situación RADAR sea consecuente con el cumplimiento de las AMAs de los sectores aplicables.

REC. 07-202267-2

Instruir a todos los integrantes de los Centros de Control y Salas RADAR de las Regionales de Aeronavegación, sobre aspectos fundamentales de factores humanos, su relación con la vigilancia, la supervisión y la alera situacional permanente en el cumplimiento de sus funciones y actividades propias de gestión de Tránsito Aéreo.

REC. 08-202267-2 - DIA

Instruir a todos los Centros de Control y Salas RADAR de las Regionales de Aeronavegación, en el cumplimiento de los Manuales de Vigilancia RADAR y las autorizaciones de procedimientos de desvío por fuera de los parámetros publicados en las SID o STAR.

A LA SECRETARÍA DE AUTORIDAD AERONÁUTICA**REC. 09-202267-2 - DIA**

Dar a conocer el presente Informe de Investigación a los operadores de transporte aéreo comercial regular de pasajeros, para que apliquen las recomendaciones según sea pertinente y que, además, se tenga en cuenta el Informe para mejorar los Sistemas de Gestión de Seguridad Operacional.



DIRECCIÓN TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Av. Eldorado No. 103 – 15, Piso 5º.

investigacion.accide@aerocivil.gov.co

Tel. +(57) 601 2963186

Bogotá D.C. – Colombia