

Grupo de Investigación de Accidentes

GRIAA

GSAN-4-5-12-035



AERONÁUTICA CIVIL
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

INFORME FINAL ACCIDENTE

COL-18-35-GIA

**Encuentro con Turbulencia
Fuerte**

HAIC Y12E

Matrícula HK 5036

26 de Agosto de 2018

Cartagena del Chairá, Caquetá
Colombia



ADVERTENCIA

El presente Informe Final refleja los resultados de la investigación técnica adelantada por la Autoridad AIG de Colombia – Grupo de Investigación de Accidentes, GRIAA, 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

DEFINICIONES	5
SIGLAS	6
SINOPSIS	7
RESUMEN	7
1. INFORMACIÓN FACTUAL	8
1.1 Historia de vuelo	8
1.2 Lesiones personales.....	11
1.3 Daños sufridos por la aeronave	11
1.4 Otros daños.....	12
1.5 Información personal	13
1.6 Información sobre la aeronave y el mantenimiento.....	14
Motores	14
Hélices.....	14
Radar Meteorológico	14
1.7 Información Meteorológica	15
1.7.1 Imágenes satelitales.....	15
1.7.2 Datos de modelo numérico de sondeo Atmosférico - GDAS.....	19
1.7.3 Carta de pronóstico de tiempo significativo - SIGMET	21
1.8 Ayudas para la Navegación	21
1.9 Comunicaciones	21
1.10 Información del Aeródromo	22
1.11 Registradores de Vuelo	22
1.11.1 Registrador de Datos de Vuelo.....	22
1.11.2 Registrador Voces de Cabina	22
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto	23
1.13 Información médica y patológica.....	23
1.14 Incendio.....	23
1.15 Aspectos de supervivencia.....	23
1.16 Ensayos e investigaciones	23
1.17 Información sobre la organización y la gestión	24

1.18	Información adicional.....	25
1.18.1	Declaración del Piloto.....	25
1.18.1	Declaración del Copiloto	26
1.19	Técnicas útiles o eficaces de investigación	26
2.	ANÁLISIS	27
2.1	Operaciones de vuelo.....	27
2.2	Condiciones meteorológicas	28
3.	CONCLUSIÓN	29
3.1	Conclusiones	29
	Causa(s) probable(s)	30
	Taxonomía OACI	30
4.	RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	31
	ANEXO I	32
	TRANSCRIPCIÓN REGISTRADOR DE VOCES DE CABINA.....	32
	ANEXO II	34
	GRAFICAS REGISTRADOR DE DATOS DE VUELO	34



DEFINICIONES

Turbulencia: Es el cambio de dirección y/o velocidad del viento en tramos de vuelo extremadamente cortos; estos flujos irregulares producen sobre las aeronaves cambios repentinos en la trayectoria y pérdidas en la sustentación.

Gravedad: Fuerza de atracción que efectúa la masa de la Tierra sobre los cuerpos situados en el campo gravitatorio terrestre. Esta fuerza produce la caída de los cuerpos hacia la superficie terrestre con una aceleración independiente de la masa del cuerpo que cae, cuyo valor es $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ y que se conoce por *aceleración de la gravedad*.

Centro de Gravedad: En un cuerpo, punto donde está aplicado el vector representativo del peso del cuerpo.

Visibilidad: En sentido aeronáutico, se entiende por visibilidad el valor más elevado entre lo siguiente: a) La distancia máxima a la que puede verse y reconocerse un objeto de color negro de dimensiones convenientes, situado cerca del suelo al ser observado ante un fondo brillante; b) La distancia máxima a la que puedan verse e identificarse las luces de aproximadamente mil candelas ante un fondo no iluminado.

Altitud: Distancia vertical de un punto de la superficie terrestre respecto al nivel del mar.

SIGLAS

AGL	Por encima del nivel del suelo
ATC	Control de Transito Aéreo.
ELT	Equipo Localizador Transmisor
CVR	Cockpit Voice Recorder. Grabador de voz cabina.
FDR	Flight Data Recorder. Grabador datos de vuelo
ft	Pies
FO	Primer Oficial
GRIAA	Grupo de Investigación de Accidentes
HL	Hora Local
h	Horas
KT	Nudos
lb	Libras
LOC-I	Pérdida de control en vuelo
m	Metros
MSL	Altitud tomando como referencia el nivel medio del mar.
PCA	Piloto Comercial de Avión
PIC	Piloto en Comando
PF	Piloto Volando
PM	Piloto Monitoreando
SKAC	Aeródromo Araracuara – Amazonas
SKFL	Aeródromo Florencia - Caquetá
UTC	Tiempo Coordinado Universal
VFR	Reglas de Vuelo Visual
VMC	Visual Meteorological Conditions



SINOPSIS

Aeronave:	HAIC Y12E, HK5036
Fecha y hora del Incidente Grave:	26 de agosto de 2018, 15:23:45 HL
Lugar del Incidente Grave:	En vuelo, 10.000 MSL - Jurisdicción del Municipio de Cartagena del Chairá, Caquetá
Coordenadas:	N00° 9'32.40" W73°27'54.00"
Tipo de Operación:	Transporte Aéreo Regular de Pasajeros
Explotador:	Servicios Aéreo a Territorios Nacionales - SATENA
Personas a Bordo:	01 Piloto, 01 Copiloto, 01 Ingeniero de Vuelo, 17 pasajeros. Total: 20

RESUMEN

Durante la ejecución del vuelo comercial de transporte de pasajeros entre el aeródromo de Araracuara, Amazonas (SKAC) y la Ciudad de Florencia, Caquetá (SKFL), la aeronave HAIC Y12E de matrícula HK5036 presentó un encuentro con turbulencia fuerte ocasionando la pérdida de control de la aeronave, un descenso abrupto y condiciones de pérdida y de sobre velocidad.

La tripulación logró recuperar el control de la aeronave posteriormente al encuentro turbulento, y después de efectuar las verificaciones de sistemas y estado de la aeronave, decidió continuar el vuelo hacia SKFL corrigiendo el rumbo y altitud; y a las 16:09 HL efectuó el aterrizaje sin más novedades.

Como resultado del evento, un (1) pasajero sufrió lesiones leves.

Aunque la aeronave aterrizó sin mayores consecuencias, en el encuentro turbulento se produjeron esfuerzos y deformaciones estructurales en la aeronave que, a la luz de la reglamentación en investigación de accidentes, podrían afectar adversamente la resistencia estructural, la performance o las características de vuelo; determinando la clasificación del evento como accidente aéreo.

La investigación determinó que el accidente se produjo por las siguientes causas probables:

- Sobrevuelo de la aeronave en proximidades de una zona de turbulencia asociada a la actividad convectiva en evolución de nubes cumuliformes.
- Exceso de confianza al sobrevolar un área que era reconocida como vulnerable al desarrollo de turbulencia convectiva, la cual fue tempranamente, detectada, y claramente visualizada en el radar meteorológico, ocasionando la desestimación de las consecuencias del fenómeno turbulento para el vuelo.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1 Historia de vuelo

El 26 de agosto de 2018, la aeronave HAIC Y12E, de matrícula HK 5036, explotada por la compañía Servicios Aéreos a Territorios Nacionales – Satena, fue programada para efectuar vuelo comercial de transporte de pasajeros entre el aeródromo de Araracuara (OACI: SKAC), Amazonas, y el aeródromo de Florencia (OACI: SKFL), Caquetá, con 3 tripulantes y 17 pasajeros.

La tripulación en SKAC, solicitó información del aeródromo de destino, informándose que, a la hora, había precipitación con tendencia a disminuir y condiciones VMC para las 15:00 HL de acuerdo con información de ATC SKFL.

La tripulación efectuó el briefing a los pasajeros sobre posibles condiciones meteorológicas adversas en ruta, y se indicó la necesidad de mantener los cinturones de seguridad abrochados y ajustados en la operación de vuelo.

El vuelo inició con rodaje a la pista 29, y a las 14:54 HL, se efectuó el despegue sin flaps, condiciones VMC, con viraje a la derecha hasta alcanzar 10,500 pies para dirigirse hacia SKFL.

El vuelo se desarrolló, actuando el PIC como PM y el FO como PF.

Al encontrarse en la fase de ascenso, la tripulación se enfrentó a nubosidad en ruta que reducía la visibilidad sin turbulencia, y al contrastar el radar meteorológico a bordo, se emitían ecos verdes que no constituían riesgo para el vuelo.

Una vez nivelado el vuelo a 10.500 pies, continuaron el vuelo en fase crucero hacia SKFL sobrevolando la capa de nubes, y verificando la información emitida por el radar meteorológico con el fin de evitar ingresar en formaciones de mal tiempo.

Transcurridos 10 min aproximadamente, el FO identificó en trayectoria, a 10 -15 NM, según la pantalla radar, dos pequeñas formaciones de eco amarillo y rojo. La tripulación evaluó las condiciones para continuar el vuelo, y, efectuó un viraje de 20 grados por la derecha hacia el E, con el fin de sobrevolar entre los dos ecos amarillo y rojo.

Esta decisión operacional fue aprobada por el PIC, quien efectuaba supervisión sobre el FO durante el vuelo.

Aproximadamente dos (2) minutos después de establecer el rumbo para atravesar los ecos, a las 15:23:45 HL, se presentó un encuentro turbulento moderado el cual generó una pérdida de altitud y acciones por parte del FO como PF para mantener la actitud del avión.

En este momento, se presentó una aceleración pronunciada de la aeronave, con sacudidas muy fuertes, y el PIC, tomó controles de la aeronave reduciendo la potencia a 1.000 de torque, hasta que se presentó un encuentro turbulento fuerte debido a la cual la aeronave se sacudió bruscamente con ascensos y descensos pronunciados.

En cabina, en el panel de luces de advertencia, se encendió la indicación de luz de pérdida (stall) en dos (2) oportunidades, junto con la indicación de sobre velocidad (overspeed). La aeronave continuó describiendo una condición anormal de vuelo, dando una indicación de

máxima tasa de descenso en el variómetro, siendo infructuosos los comandos que la tripulación aplicaba a los controles de vuelo.

La tripulación se concentró en mantener condiciones de actitud de la aeronave utilizando como referencia el horizonte artificial para recobrar la aeronave. Durante el encuentro turbulento, la tripulación redujo la potencia y haló los controles para recobrar actitud de vuelo recto y nivelado.

Segundos después, se logró recobrar la condición a vuelo recto y nivelado cuando la aeronave alcanzaba, aproximadamente, 6.000 pies. (Hay que recordar que la altitud inicial era 10.500 pies). Al tener condiciones VMC nuevamente, la tripulación se percató que la aeronave mantenía vuelo en contra rumbo del destino, SKFL.

El PIC continuó ejerciendo funciones como PF, y después de una verificación de parámetros de vuelo y condición estructural de la aeronave, se decidió virar la aeronave para continuar rumbo hacia SKFL y ascender a 10,500 pies nuevamente.

El vuelo continuó bordeando formaciones nubosas. En cabina, se confirmó que uno de los ocupantes había sufrido lesiones leves como consecuencia de no mantener ajustado el cinturón de seguridad durante el encuentro turbulento.

La tripulación se comunicó en vuelo con una dependencia ATC Militar (Tres Esquinas, Caquetá) quien dio información actualizada de las condiciones meteorológicas con favorabilidad en el aeródromo de destino y en los alternos, así como las indicaciones para sobrevolar bordeando el sistema de mal tiempo en ruta.

El vuelo continuó normalmente, y para la aproximación y aterrizaje, el PIC entregó las funciones de PF al FO nuevamente. El aterrizaje se realizó por la pista 30 en condiciones normales hasta la plataforma en donde se efectuó el desembarque de los pasajeros de manera normal.

Como consecuencia del encuentro turbulento, se produjeron esfuerzos y deformaciones estructurales en la aeronave que, a la luz de la reglamentación en investigación de accidentes, podrían afectar adversamente la resistencia estructural, la performance o las características de vuelo; y a la luz de la inspección visual, dichas reparaciones exigían la ejecución de una reparación importante. Esta condición fue tomada en cuenta para determinar la clasificación del evento como accidente aéreo.

La Autoridad de Investigación de Accidentes (AIA) de Colombia (Grupo de Investigación de Accidentes – GRIAA) fue notificada del evento por parte de la compañía aérea y fue iniciada una investigación formal del evento.

De acuerdo con protocolos nacionales e internacionales, se efectuó la Notificación del accidente al Estado de Diseño y Fabricación de la aeronave a la Aircraft Accident Investigation Division (AAID) de la República de China quien asignó un Representante Acreditado a la investigación.

Así mismo, se solicitó la asignación de un Representante Acreditado por parte de la National Transportation Safety Board – NTSB de los Estados Unidos, para documentar plenamente los aspectos meteorológicos de la investigación



Fotografía No. 1: Aeronave HK5036 luego del aterrizaje en SKFL



Imagen No. 1: Ubicación del encuentro turbulento ruta SKAC - SKFL



1.2 Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros
Mortales	-	-	-	-
Graves	-	-	-	-
Leves	-	1	-	-
Ilesos	3	16	-	-
TOTAL	3	17	20	-

1.3 Daños sufridos por la aeronave

Luego del análisis técnico realizado a la aeronave se encontraron los siguientes daños, perceptibles a simple vista, asociados a altas velocidades verticales, fuerzas G y sobre velocidad:

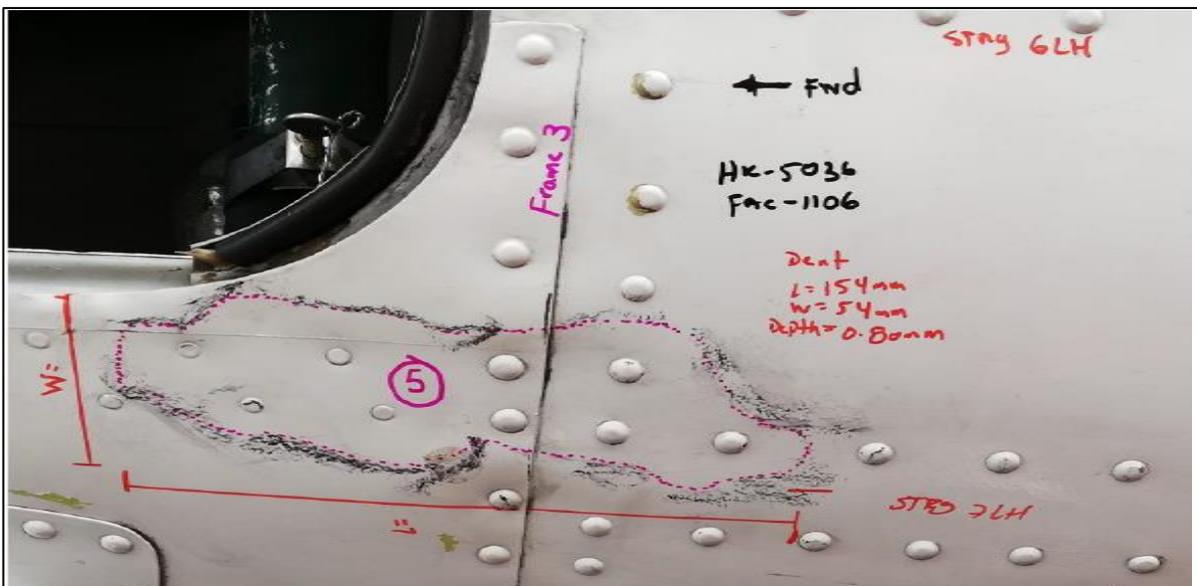
- Afectación de la piel de la aeronave en 75 puntos, de la aeronave por sobre esfuerzo aerodinámico en los remaches.
- Importante afectación estructural visible en todos los pliegues o intersecciones de la piel, debido al alto esfuerzo al que fue sometido el avión por la turbulencia.
- Gran número de remaches sin cabeza, o sueltos, en toda la estructura de la aeronave, afectándose directamente la piel superior de los planos, entre los pliegues de vigas principales y costillas.
- Gran número de remaches sin cabeza, o sueltos, sobre el fuselaje superior en la “zona 200” de la aeronave, principalmente en los pliegues de la piel y el fuselaje, sobre todo en los larguerillos y formadores del mismo.
- Los marcos de la zona de las puertas, consideradas zonas críticas en todo tipo de aeronaves se afectaron por los esfuerzos aplicados.
- Se encontraron pliegues en la estructura y filtraciones de aceite en la parte externa de la aeronave

Ante la carencia de documentación de mantenimiento (no suministrada por el fabricante), para poder evaluar los daños generados, se utilizaron como referencia “documentos aprobados”, los cuales permiten realizar tareas o trabajos de manera estandarizada en todo tipo de aeronaves; se trata de las Circulares Informativas AC 43-13-1A y 1B, que ofrecen información básica para poder evaluar daños visibles a simple vista en la superficie de la estructura del avión.

Se determinó que solamente los daños visibles descritos, afectaban de varias maneras a la aeronave, frente a las definiciones de daño mayor o daño importante, reparación mayor, y accidente aéreo, como son la afectación resistencia estructural, de su rendimiento, del diseño, del peso y balance, y de sus características de vuelo.



Fotografía No. 2: Daños por sobre velocidad en la piel de la aeronave lado Derecho



Fotografía No. 3: Daños en la piel y remaches de la parte externa de la bodega de nariz.

1.4 Otros daños

No se presentaron otros daños.

1.5 Información personal

Piloto

Edad:	36 años
Licencia:	Piloto de Transporte de Línea
Certificado médico:	Vigente hasta 25 de julio de 2019
Equipos volados como piloto:	Y12 E (Registrado en Autoridad Aeronáutica)
Último chequeo en el equipo:	12/07/2017
Total horas de vuelo:	3,659:00 h
Total horas en el equipo:	1,709:34 h
Horas de vuelo últimos 90 días:	144:34 horas
Horas de vuelo últimos 30 días:	65:01 horas
Horas de vuelo últimos 03 días:	20:33 horas

El Piloto al mando realizó su chequeo el 12 de julio de 2017 con resultados satisfactorios. El 26 de mayo de 2018, efectuó entrenamiento recurrente en el equipo Y-12E con un total de 21 horas y resultados satisfactorios.

Había efectuado el entrenamiento de vuelo inicial en la aeronave el 16 de enero de 2015.

Su evaluación de proeficiencia y recobro de autonomía fue realizado los días 30 de mayo, 06 de junio y 12 de julio de 2017.

El 27 de enero de 2015 obtuvo chequeo de vuelo como PIC en Y-12. El 28 de abril de 2018, se realizó vuelo LOFT con resultados satisfactorios.

El 10 de mayo de 2018 tuvo entrenamiento recurrente en simulador con resultados satisfactorios. Mantenía vigentes sus cursos SMS, mercancías peligrosas y CRM.

Copiloto

Edad:	34 años
Licencia:	Piloto Comercial de Avión
Certificado médico:	Vigente hasta 17 enero 2019
Equipos volados como piloto:	Y12 E (Registrado en Autoridad Aeronáutica)
Último chequeo en el equipo:	15.08.2018
Total horas de vuelo:	2,542:23
Total horas en el equipo:	21:55 horas
Horas de vuelo últimos 90 días:	21:55 horas
Horas de vuelo últimos 30 días:	21:55 horas
Horas de vuelo últimos 03 días:	18:37 horas

El Copiloto realizó entrenamiento inicial en tierra en el equipo Y-12 el 16 de febrero de 2018. El 19 abril de 2018, obtuvo su licencia civil como piloto de aeronaves monomotores tierra hasta 5,700 kg.

El 15 de agosto de 2018 presentó chequeo de vuelo ante Autoridad Aeronáutica con resultados satisfactorios y obtuvo su adición a la licencia del equip Y-12 como Piloto en Comando (PIC).

Manténía vigentes sus cursos SMS, mercancías peligrosas y CRM.

1.6 Información sobre la aeronave y el mantenimiento

Marca: Harbin
Modelo: Y12E
Serie: 017
Matrícula: HK 5036 /FAC 1106
Certificado de Aeronavegabilidad: 0005470, Vigente
Certificado de Matrícula: R0005417
Total horas de vuelo: 3643:53

Motores

Marca: Pratt & Whitney
Modelo: PT6A-135A
Serie: PCE-PZ0990/ PCE-PZ1640
Total horas de vuelo: 2,076:10/1,843:00
Total ciclos de vuelo: 3,381:15/1,437:85
Fecha último servicio: 23 agosto de 2018.

Hélices

Marca: Hartzell
Modelo: HC-D4N-3N
Serie: FY3521/ FY3525
Total horas de vuelo: 4,685:00/4,685:00
Total ciclos de vuelo: 3,643,93/3,643,93
Fecha último servicio: 23 agosto de 2018

Radar Meteorológico

Marca: Honeywell
Descripción: Color Weather Radar Receiver/Transmitter
PN: ART2000
Capacidad de Rango Evasivo: 279 NM max. con 10° antena
305 NM max. con 12° antena

La aeronave estaba con su aeronavegabilidad vigente; se evidenció la realización de trabajos de mantenimiento efectuados de acuerdo con lo establecido por el fabricante. La aeronave y sus sistemas se encontraban operando adecuadamente al momento de presentarse el encuentro turbulento y no tuvieron incidencia del evento.

El Radar meteorológico instalado a bordo de la aeronave, se encontraba operando adecuadamente al momento del evento. Las formaciones convectivas durante la ruta fueron identificadas activamente por la tripulación.

1.7 Información Meteorológica

El encuentro turbulento tuvo lugar, cuando la aeronave se encontraba sobrevolando a 10,000 pies de altitud. Con el fin de evidenciar las condiciones meteorológicas reinantes en el área del accidente, se requirió la asistencia de la National Transportation Safety Board – NTSB de los Estados Unidos, para documentar plenamente los aspectos meteorológicos para la investigación.

1.7.1 Imágenes satelitales

Se obtuvieron imágenes satelitales en canal infrarrojo del satélite GOES-16 a 4X para el lapso entre las 20:15Z (15:15 HL), 20:30Z (15:30 HL) y 20:45Z (15:45 HL), con un realce de curva estándar de mejora de temperatura.

La ubicación donde se configuró el encuentro turbulento, según registro FDR, (LAT 0.159 - LON -73.465), se encuentra marcada por un cuadrado blanco en las imágenes satelitales, y las líneas azules corresponden a latitud y longitud.

Las imágenes mostraban un conglomerado de nubes cumulonimbus hacia el E a las 2015Z, con un área de nubes de nivel bajo y medio, con nubes cumulonimbus acumulándose y desarrollándose sobre el área del evento a las 2030Z y 2045Z.

Las temperaturas de los toques nubosos correspondían a 269° Kelvin, (-4°C) a las 2015Z, o 18.000 pies. A las 2030Z las cimas de las nubes aumentaron a 240° K (-33° C) o, 32,500 pies, y a las 2045Z, a 235° K (-38°C), registrando un crecimiento máximo a 34,500 pies.

ESPACIO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

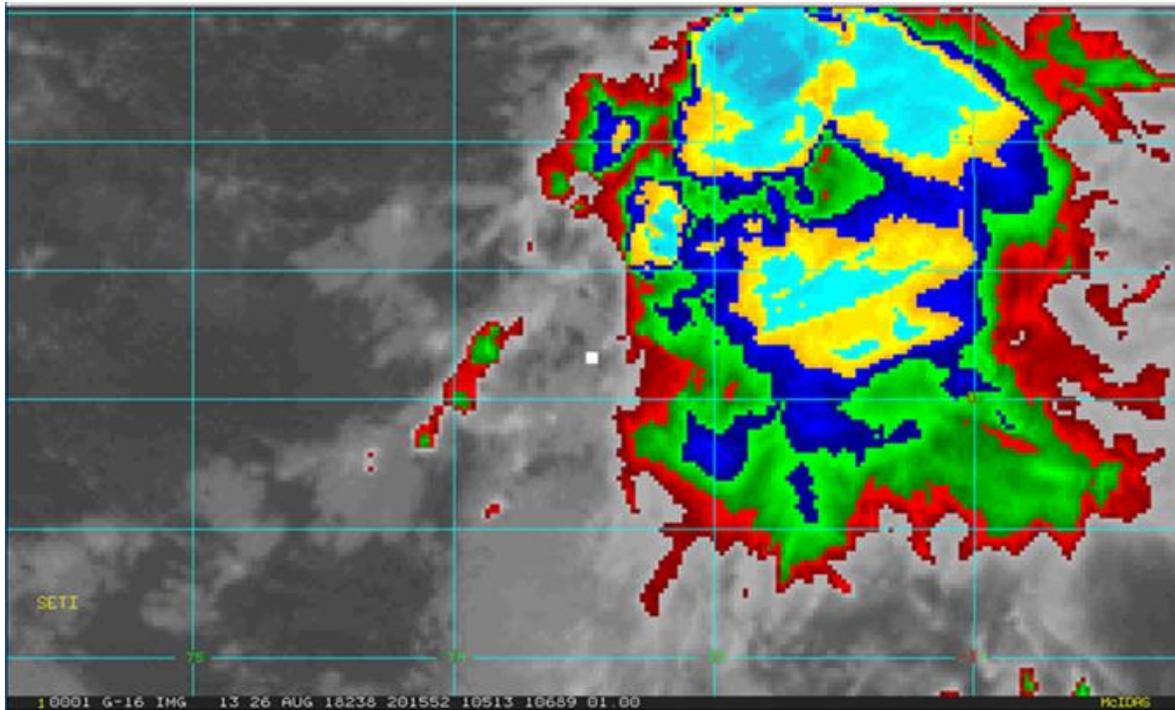


Imagen No. 02 Imagen satelital IR – 26 de agosto de 2018, 20:15:52 UTC

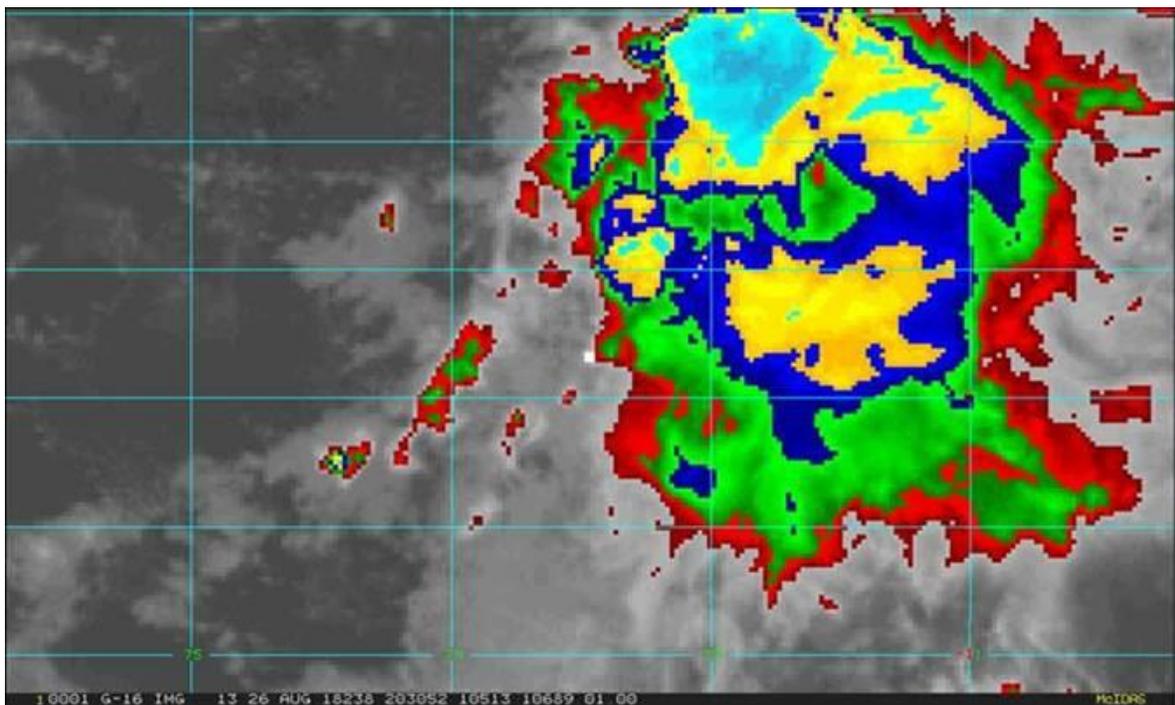


Imagen No. 03 Imagen satelital IR – 26 de agosto de 2018, 20:30:52 UTC

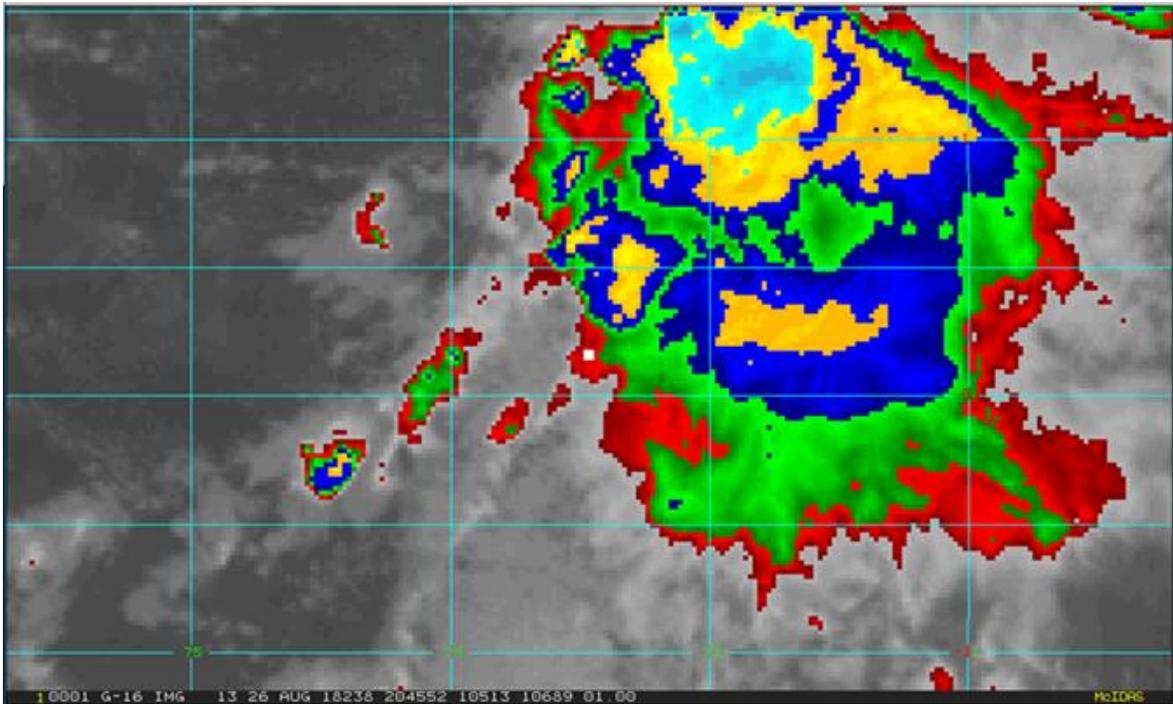


Imagen No. 04 Imagen satelital IR – 26 de agosto de 2018, 20:45:52 UTC

La imagen satelital en canal visible GOES 16 a una magnificación de 2X para las 20:15Z, 20:30Z, y 20:45Z, evidenciaba el desarrollo de una banda de nubes cumulonimbus en el área del suceso a las 20:30Z.

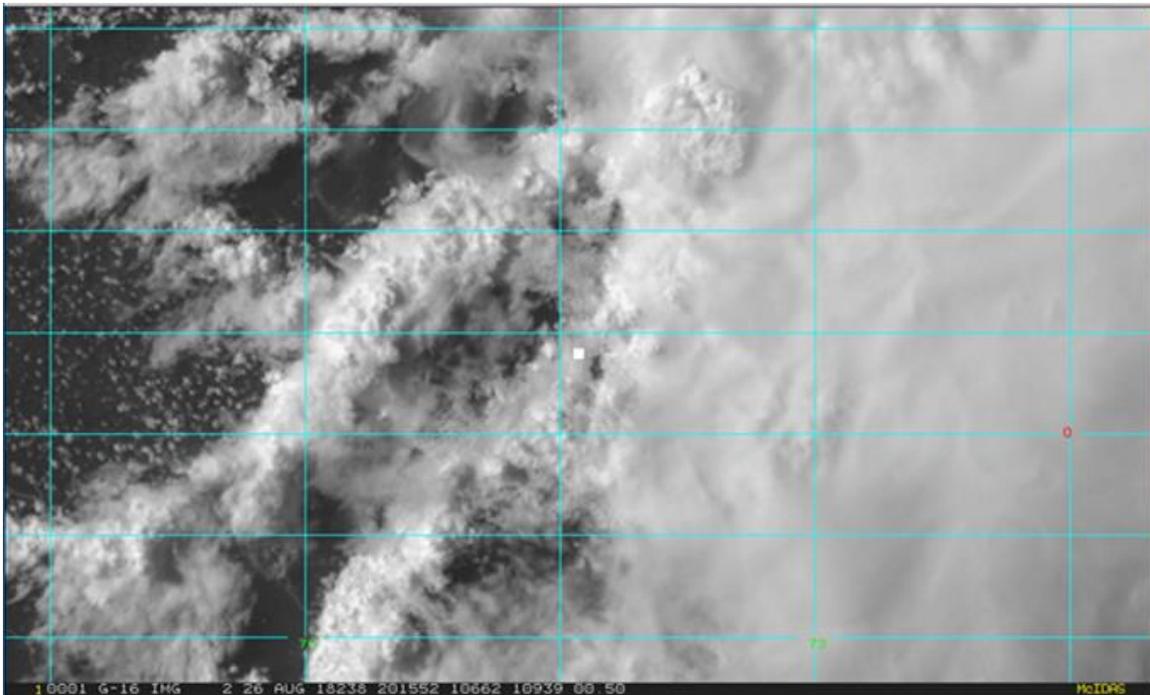


Imagen No. 05 Imagen satelital VIS – 26 de agosto de 2018, 20:15:52 UTC

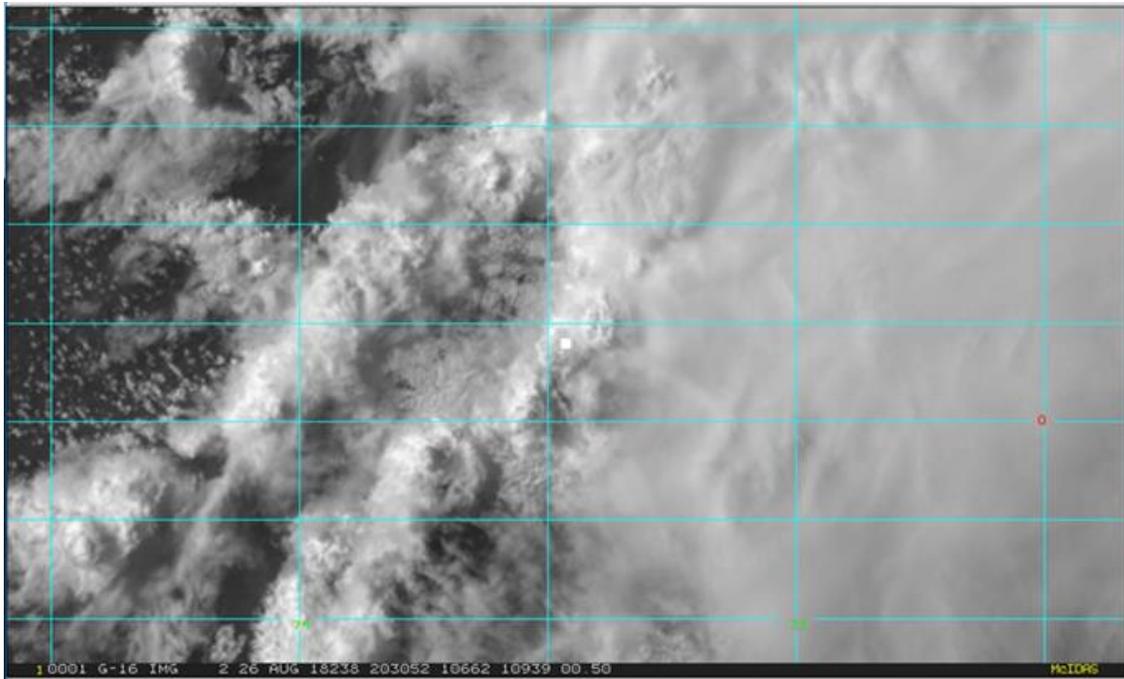


Imagen No. 06 Imagen satelital VIS – 26 de agosto de 2018, 20:30:52 UTC

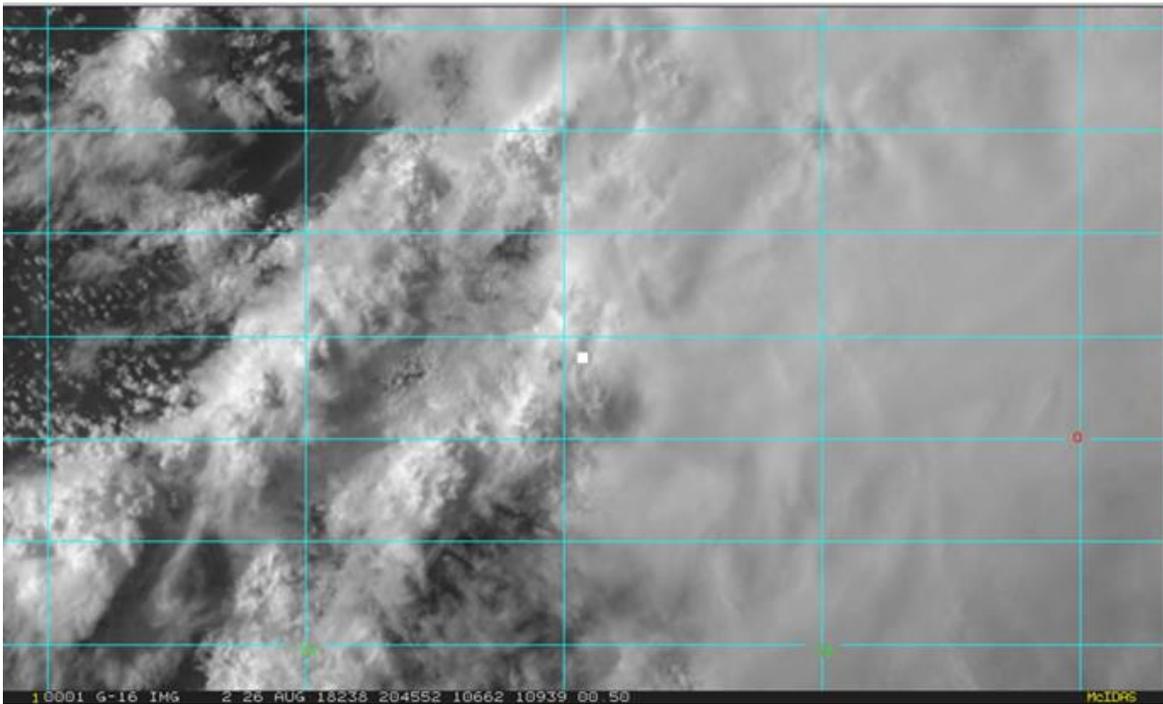


Imagen No. 07 Imagen satelital VIS – 26 de agosto de 2018, 20:45:52 UTC



1.7.2 Datos de modelo numérico de sondeo Atmosférico - GDAS

Se obtuvo un modelo numérico de sondeo del Sistema de Asimilación de Datos Globales (GDAS)¹ del archivo del Laboratorio de Recursos Aéreos de la NOAA para las 2100Z del 26 de agosto de 2018 utilizando un diagrama estándar Skew-T log P.

El sondeo del modelo indicó una elevación de la superficie de 574 pies sobre las coordenadas del lugar del encuentro turbulento, con una humedad relativa del 84%. El nivel de saturación (LCL)² se esperaba a 1,230 pies AGL, el nivel de convección libre (NCL)³, o la base esperada de los cúmulos a 1,928 pies AGL, y el nivel de condensación convectiva (NCC)⁴ a 4,893 pies AGL. El nivel de congelación se identificó a 15,130 pies, y el contenido de agua precipitable fue de 2,02 pulgadas.

La atmósfera se caracterizó como inestable según el índice de elevación (LI) de -6, y el índice K de 33,7 indicó una probabilidad aproximada del 80% de tormentas eléctricas del tipo de masa de aire. La Energía Potencial Convectiva Disponible (CAPE) fue de 2.846 J / Kg y también apoyó el fuerte desarrollo de tormentas eléctricas de tipo multicelular.

La velocidad vertical máxima más inestable de las corrientes ascendentes potenciales se estimó en 75 m/s o 150 nudos. Las ráfagas de viento máximas esperadas por convección se estimaron en 38 nudos.

ESPACIO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

¹ El Sistema Global de Asimilación de Datos (GDAS) es un sistema utilizado por el Modelo del Sistema Nacional de Pronósticos Ambientales del Centro Nacional para la Predicción del Medio Ambiente (NCEP - USA) para inicializar pronósticos meteorológicos a través de observación de datos. El GDAS añade los siguientes tipos de observaciones en un espacio tridimensional: observaciones de superficie, datos de globos meteorológicos, datos de perfil de viento por radiosondeo, informes de aeronaves, observaciones de boyas, observaciones de radar y observaciones por satélite.

² LCL = Nivel de la atmósfera donde una parcela de aire elevada alcanza su punto de saturación y, como resultado, el vapor de agua que contiene se condensa formando gotitas de agua (techo nuboso).

³ NCL = Es la altura a la que una parcela de aire que asciende se torna más cálida que la atmósfera circundante y experimenta empuje convectivo.

⁴ NCC = Es la altura a la cual una parcela de aire, si es calentada lo suficiente desde abajo, se eleva adiabáticamente hasta saturarse. En el común de los casos es el techo de las nubes cumuliformes, las que son producidas por convección térmica a partir de un calentamiento en superficie.

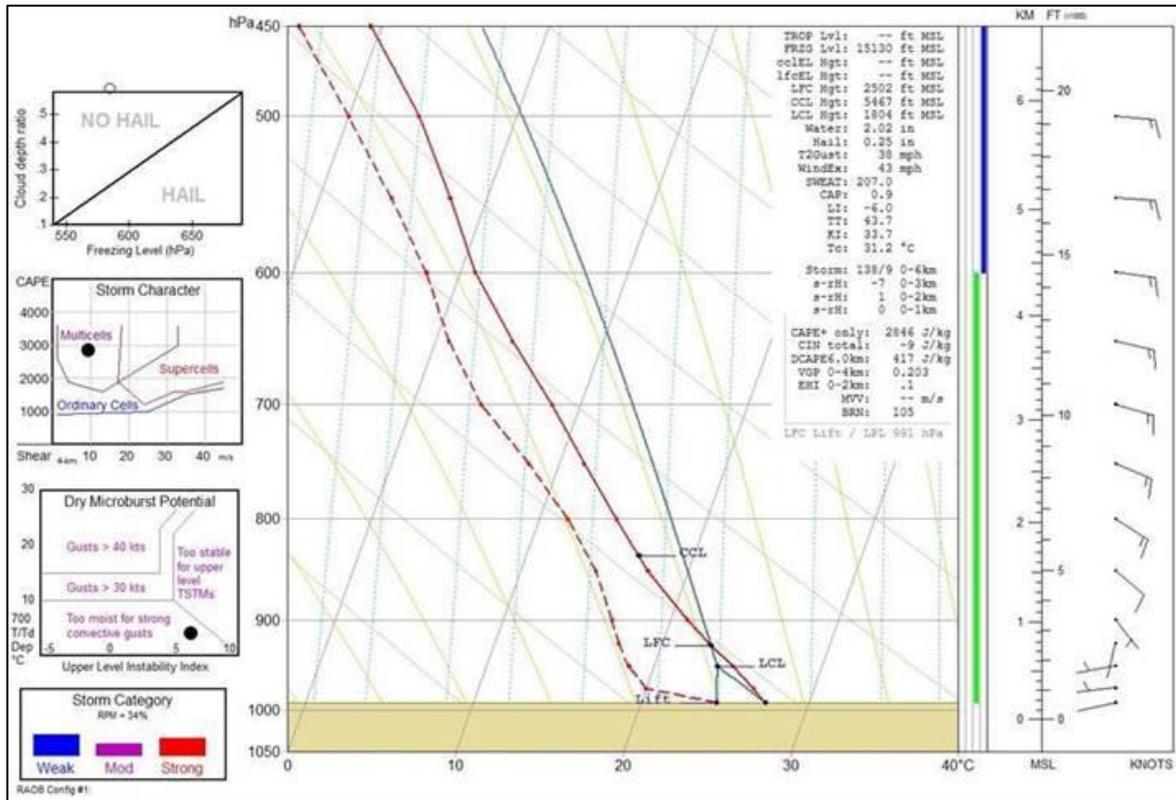


Imagen No. 08 Sondeo atmosférico – 26 de agosto de 2018, 21:00 UTC

El perfil del viento indicó vientos leves del W en la superficie, con vientos que variaban hacia el E con la altura y velocidades del viento que aumentaban lentamente. El viento medio de 0 a 6 kilómetros fue de 110° a 12 nudos. El viento a 10,000 pies era de 110° a 13 nudos con una temperatura de 8°C.

ESPACIO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

1.7.1 Carta de pronóstico de tiempo significativo - SIGMET

La Carta de Pronóstico del Tiempo Significativo, del Pronóstico de Área Mundial (WAF) válido para el período evidenciaba nubes cumulonimbus embebidas en otras nubes y aisladas, en una cobertura inferior a 1/8, sobre la región del evento con cimas de hasta 52,000 pies.

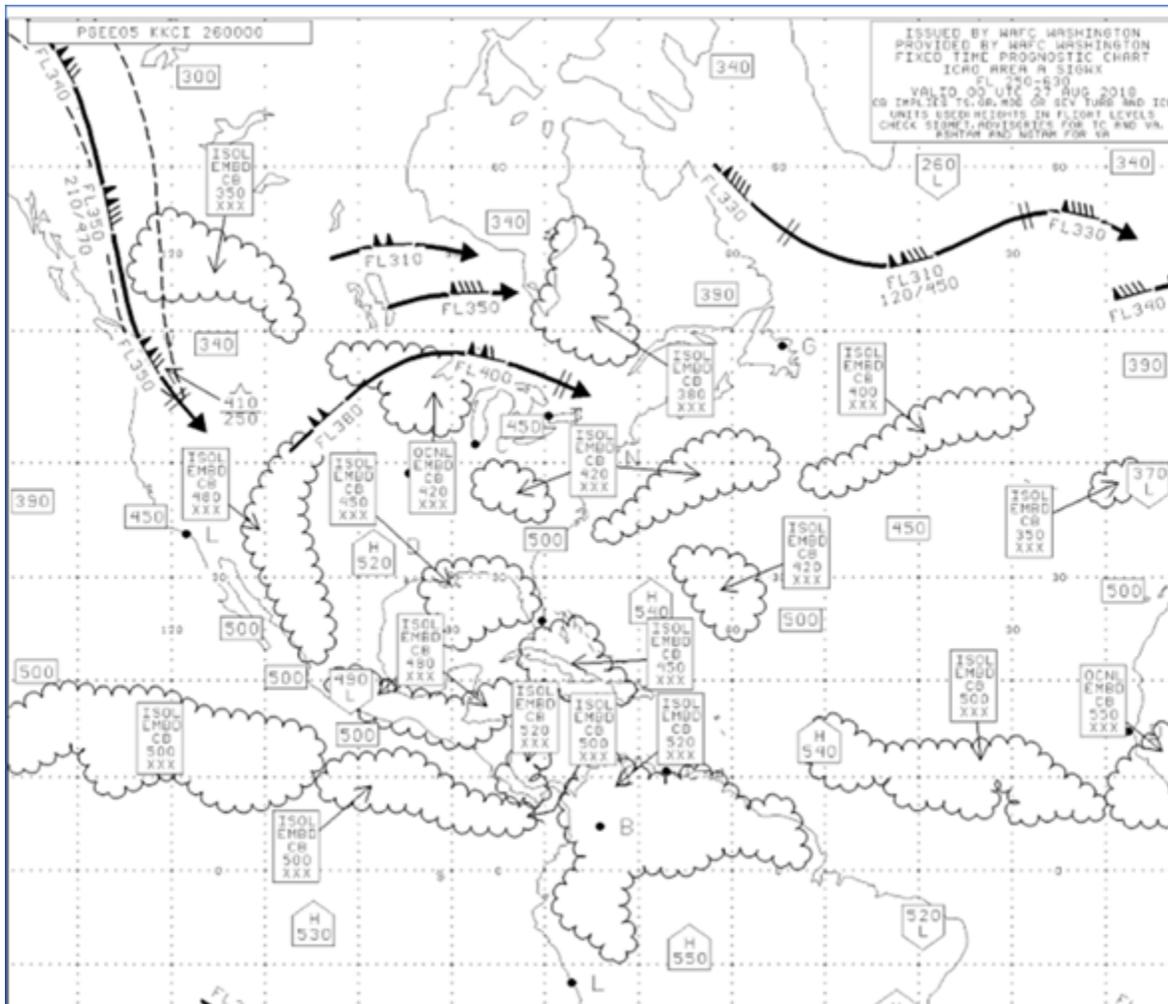


Imagen No. 09 Carta SIGMET valida para 26 de agosto de 2018

1.8 Ayudas para la Navegación

No fueron un factor en el accidente. Las radio ayudas de referencia Puerto Leguizamó (PLG) 112.8MHz, Tres Esquinas (TQS) 114.2 MHz y Florencia (FLA) 112.4 MHz no presentaban afectación en su funcionamiento.

1.9 Comunicaciones

Las comunicaciones se llevaron a cabo mediante frecuencia UNICOM 122.8 MHz en SKAC al ser aeródromo no controlado. Posteriormente, se obtuvo comunicación con FIR BOG,

Tres Esquinas Control y Torre Florencia. Las comunicaciones no tuvieron malfuncionamiento en la transmisión y recepción, y no fueron un factor en el accidente.

1.10 Información del Aeródromo

No aplica. El suceso se presentó en vuelo.

1.11 Registradores de Vuelo

La aeronave estaba equipada con un Registrador de Datos de Vuelo (FDR) y un Registrador de Voces de Cabina (CVR). Los registradores fueron removidos y custodiados una vez la aeronave arribó a SKFL.

La lectura de los registradores se realizó en el Estado Colombiano, en un taller autorizado con capacidad de lectura y recuperación de datos. Dicha labor se realizó con supervisión de la Autoridad de Investigación de Accidentes de Colombia.

1.11.1 Registrador de Datos de Vuelo

Fueron descargados los datos de vuelo satisfactoriamente. Durante la evidencia de los últimos parámetros de vuelo, se identificó un descenso pronunciado de la aeronave acompañado de altas marcaciones de velocidad, cabeceo, rumbo y alabeo. También se registró el cese de grabación del FDR posiblemente por los altos valores de aceleración registrados.

- El cambio de altitud se inició al tiempo FDR 160:13:58 con una pérdida de 500 pies, y posteriormente una pérdida de altitud de 10,000 pies a las 160:14:24 a 5,515 pies a las 160:14:46.
- La velocidad vertical se calculó en 12,231 pies/minuto.
- La velocidad máxima registrada fue de 248 nudos IAS al tiempo 160:14:41 durante el descenso.
- La variación del rumbo magnético fue de 333 a 54 grados del tiempo 160:14:31 al tiempo 160:14:46, lo que equivale a un viraje de 81 grados en 15 segundos, con una rata de rumbo de 5.4 grados/segundo.
- Los valores de aceleración vertical mostraron una alta rata de gravedades desde -1.674 G (160:14:30) hasta +3.596 G (160:14:45) lo que equivale a 0,351 G/segundo. Esto es consecuente con la activación del sensor de apagado del medidor G.
- La actitud de cabeceo también registró altos y repentinos cambios desde un vuelo recto y nivelado, hasta un cabeceo de -63 grados con tendencia posterior a recuperación.
- Todas las observaciones de los datos de vuelo confirman la exposición de la aeronave a un encuentro turbulento fuerte

1.11.2 Registrador Voces de Cabina

Las grabaciones del registrador de voces de cabina fueron descargadas satisfactoriamente en un archivo de audio de 30 minutos. Las grabaciones fueron audibles y legibles para proporcionar una transcripción de las mismas, las cuales hacen parte del Anexo I al presente

informe. Dichas grabaciones se interrumpieron a las 15:23:45 HL, hora cuando se registró la elevada rata de gravedades.

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

No se presentó impacto de la aeronave, por lo que no fue necesario documentar restos de la aeronave.

1.13 Información médica y patológica

La tripulación contaba con sus certificados médicos vigentes aplicables para el tipo de operación. No existieron limitantes fisiológicas que fueran conducentes a la ocurrencia del accidente. Un pasajero sufrió lesión menor durante el encuentro turbulento.

De acuerdo con las declaraciones, la lesión fue producto del cambio abrupto de la aceleración vertical de la aeronave y la inutilización del cinturón de seguridad.

1.14 Incendio

No se presentó incendio.

1.15 Aspectos de supervivencia

Ni la tripulación ni los pasajeros necesitaron de la asistencia de personal para su evacuación, y no fue necesario activar los procedimientos de Búsqueda y Salvamento.

1.16 Ensayos e investigaciones

Con el fin de verificar los parámetros de vuelo y acciones de la tripulación durante el encuentro turbulento se utilizó un software especializado para efectuar animación de los parámetros de vuelo, en sincronía con las grabaciones del puesto de mando (CVR).

Durante la animación se logró identificar la evolución de la actitud de vuelo de la aeronave durante el encuentro turbulento, notando el descenso abrupto de la misma, y el cambio de rumbo pronunciado durante el evento. La animación complementó el análisis de los eventos acaecidos en la aeronave.

ESPACIO INTENCIONALMENTE EN BLANCO



Imagen No. 10 - Animación de condición de vuelo a las 15:23:11 – HK5036 durante encuentro turbulento

1.17 Información sobre la organización y la gestión

La compañía SATENA es una organización aeronáutica con certificado de operación vigente, dedicada a desarrollar actividades de Transporte Aéreo Regular. De acuerdo con las disposiciones normativas, está autorizada a transportar, pasajeros, carga y mercancías peligrosas.

Su sede principal se encuentra ubicada en el aeropuerto Eldorado de la ciudad de Bogotá. Cuenta con bases auxiliares en Medellín, Villavicencio y Florencia, entre otras.

La compañía tiene autorizada la operación de aeronaves ATR-42, Embraer ERJ 145, Embraer ERJ-170 y Harbin Y-12.

Dentro de la estructura organizacional aplicable al momento del accidente, la compañía contaba con un Presidente, Vicepresidente y siete Direcciones.

La compañía cuenta con un Sistema de Gestión de Seguridad Operacional que depende del Departamento de Seguridad y que fue aceptado por la Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil.

La compañía contaba con un Manual General de Operaciones (MGO) de revisión No. 6 del 18 de abril de 2016. Así mismo, contaba con un Manual de entrenamiento y competencia de revisión No. 19 del 01 de junio de 2017.

La tripulación involucrada en el evento había cumplido la programación y el contenido temático descrito en el Manual de entrenamiento y competencia.

1.18 Información adicional

1.18.1 Declaración del Piloto

El Piloto comentó que, en el vuelo anterior, se tuvo contacto en frecuencia con un helicóptero que informó que se encontraba evadiendo unos cúmulos.

En SKAC, efectuaron el despegue por la pista 29 en condiciones meteorológicas visuales y ascendieron para 10,500 pies. Comentó que, a los 30 minutos de vuelo aproximadamente, FO, utilizó el TRK/TILT del KDM 850 para trazar la ruta más segura con el fin de cruzar la nubosidad que tenían al frente. Relató que en el rango de las 10-20 NM, se veían dos formaciones de color amarillo y rojo, recomendando que continuara la ruta y que redujera potencia a 1,000 de torque, en caso de que el avión se llegase a mover.

Al cabo de unos minutos, comentó que logró evidenciar que se encontraban en descenso y ordenó al FO que no perdiera más altura en un tono suave, y luego en un tono más fuerte, y en ese momento, tomó el control del avión hasta que se ingresó en turbulencia severa, la cual produjo la sacudida arriba y abajo dos veces violentamente.

Relató que el avión subió la nariz, y bajó el plano derecho, con la visualización de objetos que quedaron suspendidos en cabina perdiendo condiciones VMC. Adicionó que el avión se aceleró y ordenó al FO para que redujera potencia, y en ese instante se produjo la indicación de velocidad de más de 158 nudos con intentos de recuperar el control de la aeronave.

Finalmente, después de los intentos en las entradas a los comandos de vuelo, la aeronave se niveló a los 6,000 pies de altitud, en donde salieron a un claro, reajustaron potencia y redujeron la velocidad a 120 nudos.

Allí, verificó los parámetros de la aeronave y sin más novedades, ajustó el rumbo, ascendió nuevamente a 10,500 pies y continuaron el vuelo a SKFL.

1.18.1 Declaración del Copiloto

El Copiloto comentó que al encontrarse en la fase de ascenso se enfrentaron a una nubosidad que reducía la visibilidad, que visualmente parecía una capa pareja de estratos poco densos a esa altitud, sin turbulencia.

Al contrastar en el radar meteorológico, se visualizaban ecos verdes que fueron interpretados como condiciones que no daban mal tiempo en vuelo. Relató que nivelaron a 10,500 ft y continuaron la ruta hacia SKFL sobrevolando entre la capa de nubes, y visualizando la información del radar meteorológico.

Pasados unos 10 minutos de estar volando en esta condición, identificaron en trayectoria a lo lejos, entre 10-15 millas, según la pantalla del KMD-850, dos (2) pequeñas formaciones de color amarillo, y para saber qué rumbo debía seleccionar con el fin de evitar cruzar dichas formaciones, utilizó el modo TRK/TILT del KMD-850, y efectuó el viraje por la derecha unos 20° hacia el E, con el fin de establecer rumbo para pasar entre los dos sectores amarillos que mostraba el radar meteorológico.

Comentó que el PIC estuvo de acuerdo de las intenciones de cambio de rumbo y vuelo.

Unos dos minutos después de haber establecido dicho rumbo, relató que empezaron a sentir una turbulencia, en ese momento moderada, y que la aeronave perdió altitud. Mencionó que a ese punto el PIC le indicó que no perdiera altitud a lo que le contestó que no eran sus acciones las que estaban desencadenando en la pérdida de altitud.

Después de que el PIC insistió, el avión comenzó a sacudirse más fuerte. En ese momento el PIC, tomó los controles del avión para recuperar la actitud de la aeronave. El PIC ordenó reducir potencia y en ese momento, el avión ascendía y descendía excesivamente. Él observó la luz de pérdida activarse dos veces y la activación de sobre velocidad con una indicación del variómetro máxima en descenso.

Comentó que, posteriormente a esta condición lograron recuperar la actitud de la aeronave y tras la verificación de parámetros decidieron continuar el vuelo hacia SKFL.

1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación

La investigación siguió las técnicas y métodos recomendados por el Documento 9756, Parte III de OACI.

ESPACIO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

2. ANÁLISIS

2.1 Operaciones de vuelo

La tripulación de la aeronave contaba con sus licencias técnicas y certificados médicos para el desarrollo del vuelo. Así mismo, contaban con entrenamientos y proeficiencia vigente al momento del accidente.

Durante el vuelo hacia SKAC, la tripulación conoció y era consiente que, en ruta, se estaban presentando formaciones cumuliformes tras el reporte de otra tripulación que sobrevolaba el área.

Esta condición se hizo previsible en el vuelo hacia SKFL en donde, a través del ND, identificaron ecos de formación en ruta, que en su momento fueron conocidas por la tripulación, tal como fue evidenciado en los registros del CVR. Si bien es cierto que el F/O se encontraba desarrollando funciones de PF, se evidenció que el PIC como PM mantuvo asertividad en supervisar las acciones de vuelo en el PF.

El eco del radar aparece en el ND en una escala de colores que van desde rojo (alta reflectividad) hasta verde (baja reflectividad). La intensidad del eco se asocia con el tamaño, composición y cantidad de las gotas de agua; y, según lo evidenciado, la tripulación fue consiente de la visualización de dos (2) formaciones de ecos rojos y amarillos en trayectoria.

Es deber ser de la tripulación escanear con regularidad las condiciones meteorológicas que se encuentran en ruta, configurando los diferentes rangos y ángulos (tilt) del radar para detectar condiciones meteorológicas relacionadas con retornos de reflectividad de sistemas de mal tiempo.

La tripulación evaluó cómo sería la trayectoria de vuelo deseable para evitar cualquier afectación por turbulencia, y para ello decidió atravesar las dos formaciones realizando ajustes en el radar meteorológico y seleccionando un rumbo de vuelo para continuar el vuelo.

Si bien es cierto durante el vuelo, debería evitarse sobrevolar áreas de color amarillo, rojo y magenta, y la tripulación de una u otra forma, fue consiente de la presencia de la condición meteorológica en ruta.

Ambos tripulantes comprendían el funcionamiento del radar meteorológico y de sus herramientas asociadas. La tripulación de acuerdo con su declaración era consiente de la información que recibían sobre el radar meteorológico. El equipo, funcionaba y reflejaba las condiciones meteorológicas.

Resulta probable que haya existido un exceso de confianza al sobrevolar entre las dos formaciones, las cuales habían sido detectadas a tiempo, y esto conllevó a que se desestimaran las consecuencias que tendría la decisión de continuar el vuelo bajo esas condiciones.

Las consecuencias del encuentro turbulento fueron bastante importantes, en el sentido que se afectó gravemente la actitud de vuelo, la pérdida de altura, el cambio a contra rumbo, el alto factor de carga, la sobre velocidad aerodinámica de la aeronave y la pérdida de las condiciones VMC.

La tripulación trató de mantener el control de la aeronave, pero fue evidente, que la misma se hizo incontrolable, por más comandos que aplicaba la tripulación sobre los controles de vuelo. Con fortuna, después de sobrepasar la zona turbulenta, la tripulación volvió a mantener el control de la aeronave y de esta forma, tras una verificación, decidió continuar el vuelo hacia SKFL.

El CRM en cabina fue adecuado desde la óptica de la investigación. No se evidenciaron actuaciones deficientes o problemáticas en las funciones de vuelo del PIC y del FO, si bien se mantenía un vuelo bajo F/O como PF, y PIC como PM; el CRM de la tripulación fue desarrollado bajo las actuaciones propias de la aerolínea y en ningún momento interfirieron con la ocurrencia del evento, tanto así que la comunicación entre ambos era relacionada precisamente en la identificación de los ecos de radar y prever el sobrevuelo pese a las condiciones presentadas.

2.2 Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas, tal como fue evidenciado en la información factual, mostraban la formación y evolución de sistemas convectivos a microescala, típicos por la presencia de alta humedad y calentamiento diurno, que se encontraba evolucionando y desplazándose en dirección E – W. Esta condición fue comprobada así mismo, con las imágenes satelitales en canal IR y canal VS, en las cuales se ve el crecimiento de formaciones cumuliformes.

Mediante GDAS se encontró que el área en donde se presentó la turbulencia indicaba un nivel de condensación convectiva (NCC) de 4,983 pies AGL, que equivale al techo de las nubes cumuliformes, es decir, las que son producidas por convección térmica a partir de un calentamiento en superficie. La aeronave sobrevolaba a 10,000 pies MSL, y para el momento del encuentro turbulento, los topes nubosos alcanzaban una altura de 32,500 pies AGL.

Aun cuando la decisión de la tripulación fue sobrevolar entre las dos formaciones, para evitar condiciones inseguras, el hecho de volar en proximidades de una formación convectiva los ubicaba en un área en que las inmediaciones atmosféricas tenían una alta probabilidad de presentar actividad turbulenta, tal como ocurrió.

En efecto, ante las características atmosféricas evidenciadas, la aeronave sobrevoló un área de fuerte actividad convectiva tras la evolución y crecimiento de nubosidad de tipo cumuliforme que al momento se encontraba en etapa de maduración.

La actividad convectiva produce corrientes ascendentes y descendentes en las que evoluciona la humedad visible, y ante esta situación, el aire presenta una perturbación pronunciada que, al interactuar con el vuelo de la aeronave, producirá cambios significativos en las aceleraciones verticales, longitudinales y laterales.

En otras palabras, la actividad convectiva produjo en el momento, una corriente descendente que indujo cambios significativos en la aeronave, dando de esta forma, un encuentro con un fenómeno de turbulencia fuerte en el que se afectaron considerablemente la actitud, la altitud y el rumbo de la aeronave.

3. CONCLUSIÓN

3.1 Conclusiones

La tripulación de vuelo contaba con sus licencias y certificados médicos vigentes para la realización del vuelo. Así mismo, contaban con sus entrenamientos de vuelo y proeficiencia en el equipo.

La aeronave se encontraba aeronavegable y cumplía con los requisitos técnicos para el desarrollo del vuelo. Su programa de mantenimiento se encontraba al día.

La aeronave contaba con radar meteorológico, el cual funcionó con normalidad, señalando apropiadamente las condiciones en la ruta, específicamente la formación de nubes convectivas.

El vuelo se desarrolló, operando el PIC como PM y el FO como PF.

Las condiciones en ruta no eran favorables, y la tripulación tenía conocimiento de esta condición, tal como se evidenció en los registros CVR.

La tripulación se enfrentó a nubosidad en ruta a un nivel de 10,000 pies, que reducía la visibilidad sin turbulencia, y al contrastar el radar meteorológico a bordo, se emitían ecos verdes que no constituían riesgo para el vuelo.

El FO identificó en trayectoria, entre las 10-15 NM, según la pantalla radar, dos pequeñas formaciones de eco amarillo y rojo. La tripulación evaluó las condiciones con ajuste de rumbo con el fin de sobrevolar entre los dos ecos amarillo y rojo.

Existió un exceso de confianza en la tripulación al sobrevolar actividad convectiva en ruta, y esto conllevó a que se destimaran las consecuencias que tendría la decisión de continuar el vuelo bajo esas condiciones.

El área en donde se presentó la turbulencia indicaba un nivel de condensación convectiva (NCC) de 4,983 pies AGL, que equivale al techo de las nubes cumuliformes, que son producidas por convección térmica a partir de un calentamiento en superficie.

La aeronave sobrevolaba a 10,000 pies MSL, y para el momento del encuentro turbulento, los toques nubosos alcanzaban una altura de 32,500 pies AGL.

La aeronave sobrevoló un área de fuerte actividad convectiva tras la evolución y crecimiento de nubosidad de tipo cumuliforme que al momento se encontraba en etapa de maduración.

A las 15:23:45 HL, se presentó un encuentro turbulento fuerte el cual generó una pérdida de altitud y acciones por parte del FO como PF para mantener la actitud del avión.

El encuentro turbulento ocasionó una pérdida de 5,000 pies de altura, en 22 segundos, acompañado de la indicación de pérdida y sobre velocidad.

El régimen de descenso fue de 12.231 pies/min.

Se registró una velocidad máxima de 248 nudos IAS, es decir, 71 nudos por encima de la VNE establecida por el fabricante, que son 177 nudos.

La aeronave tuvo cambios abruptos de actitud, experimentando elevadas fuerzas G que ocasionaron esfuerzos y deformaciones estructurales en la aeronave.

La tripulación logró recobrar la condición a vuelo recto y nivelado cuando alcanzó, aproximadamente, 6.000 pies.

Una vez evaluada la condición de la aeronave y de los pasajeros, la tripulación reasumió el vuelo hacia SKFL.

La aeronave aterrizó en SKFL sin otra novedad.

Como resultado del encuentro con la turbulencia, un (1) pasajero, que no hizo uso apropiado del cinturón de seguridad, sufrió lesiones leves.

La aeronave sufrió daños sustanciales que afectaban su resistencia estructural, su rendimiento, su diseño y sus características de vuelo.

Causa(s) probable(s)

La investigación determinó que el accidente se produjo por las siguientes causas probables:

Sobrevuelo de la aeronave en proximidades de una zona de turbulencia asociada a la actividad convectiva en evolución de nubes cumuliformes.

Exceso de confianza al sobrevolar un área que era reconocida como vulnerable al desarrollo de turbulencia convectiva, la cual fue tempranamente, detectada, y claramente visualizada en el radar meteorológico, ocasionando la desestimación de las consecuencias del fenómeno turbulento para el vuelo.

Taxonomía OACI

TURB: Turbulencia

LOC-I: Pérdida de Control en Vuelo

ESPACIO INTENCIONALMENTE EN BLANCO



4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

A LA EMPRESA SATENA

REC. 01-201835-2

Fortalecer en las tripulaciones el conocimiento y aplicación de los componentes del CRM, para evitar actitudes autoritarias y temerarias, y la inadecuada y no consensuada toma de decisiones, sobre todo ante peligros tan importantes y evidentes como una condición meteorológica claramente adversa.

REC. 02-201835-2

Revisar y fortalecer en los manuales de operaciones, de entrenamiento y en los procedimientos estándar de operación de la empresa, los procedimientos y acciones a seguir por parte de las tripulaciones ante la presencia de fenómenos meteorológicos adversos, cuando estos sean conocidos a través de reportes, detectados por los recursos a bordo como el radar, u observados directamente por la tripulación.

REC. 03-201835-2

Proveer a todas las tripulaciones de la empresa, una capacitación de repaso sobre la interpretación de las imágenes y de los anuncios del radar meteorológico, así como de los peligros que representan fenómenos tales como los cumulonimbos.

REC. 04-201835-2

Cuando se trate de adquisición de un nuevo equipo para la empresa, debe asegurarse de recibir o tener acceso a toda la documentación de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, con el fin llevar un programa de mantenimiento debidamente controlado por la empresa.

A LA AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA

REC. 04-201835-2

Dar a conocer el presente informe de investigación a los Operadores de Transporte Aéreo Regular, para que apliquen las recomendaciones, según sea pertinente, y se tenga en cuenta el informe para mejorar los sistemas de Gestión de Seguridad Operacional.

ESPACIO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

ANEXO I

TRANSCRIPCIÓN REGISTRADOR DE VOCES DE CABINA

PIC	Piloto en Comando
FO	Primer Oficial
#\$@!;	Lenguaje expletivo
??	Ininteligible

Nota: Los tiempos descritos fueron tenidos en cuenta del archivo de audio obtenido en la descarga CVR del equipo.

28:24	PIC	Mantenga ese rumbo y ahorita lo voltea a mano derecha...
28:25	FO	Ok, mi Mayor...
28:29	PIC	Si quiere un poquitico a la izquierda
29:12	PIC	Vamos a demostrarle a los pasajeros que yo hablo con la verdad!
29:19	FO	Como?
29:21	FO	No, que le decía que redujéramos más para que no se me fuera a acelerar por la turbulencia
29:29	PIC	No, todavía no, más a la derecha
29:30	FO	Ok...
29:37	PIC	?? el cumulo que el capi decía que estaba dándole la vuelta ...
29:44	PIC	Recupere altura
29:47	FO	OK, mi Mayor...
29:49	PIC	Vire un poquito más pa' la derecha...
29:50	FO	Más?...
29:51	PIC	Sí un poquito, a ese rumbo 330° póngale 340°
29:56	FO	340° ahora mi Mayor
29:58	PIC	Apenas toque esa nube, sí se revuelca duro reduce esto...
30:01	FO	Listo mi Mayor
30:11	PIC	Redúzcale!
30:14	PIC	Tirese más a la derecha!
30:17	PIC	No lo descienda, no lo descienda...
30:21	PIC	No lo descienda, no lo descienda...
30:22	FO	??
30:25	PIC	No lo descienda #\$@!;
30:27	FO	Pero no lo estoy....

30:28	PIC	Tengalo!
30:31	FO	??? la nube.... ???
30:32	PIC	Ud lo deja solo, y mire ya perdió 500 pies
30:36	FO	Tirese más a la derecha
30:38	PIC	Uy #\$\$@j!
30:42	PIC / FO	#\$\$@j!
30:43	PIC	Adelante! Adelante!
30:44	PIC	Ahhh! #\$\$@j!
30:47	FO	No mi Mayor! Que paso?
30:49	PIC	Tranquilo, Tranquilo!
30:51	PIC	Pérdida!
30:53	FO	No!! Mi Mayor!!!
30:54	PIC	Ya, ya! Fresco! Fresco!
	PIC	????
	PIC	Corte!

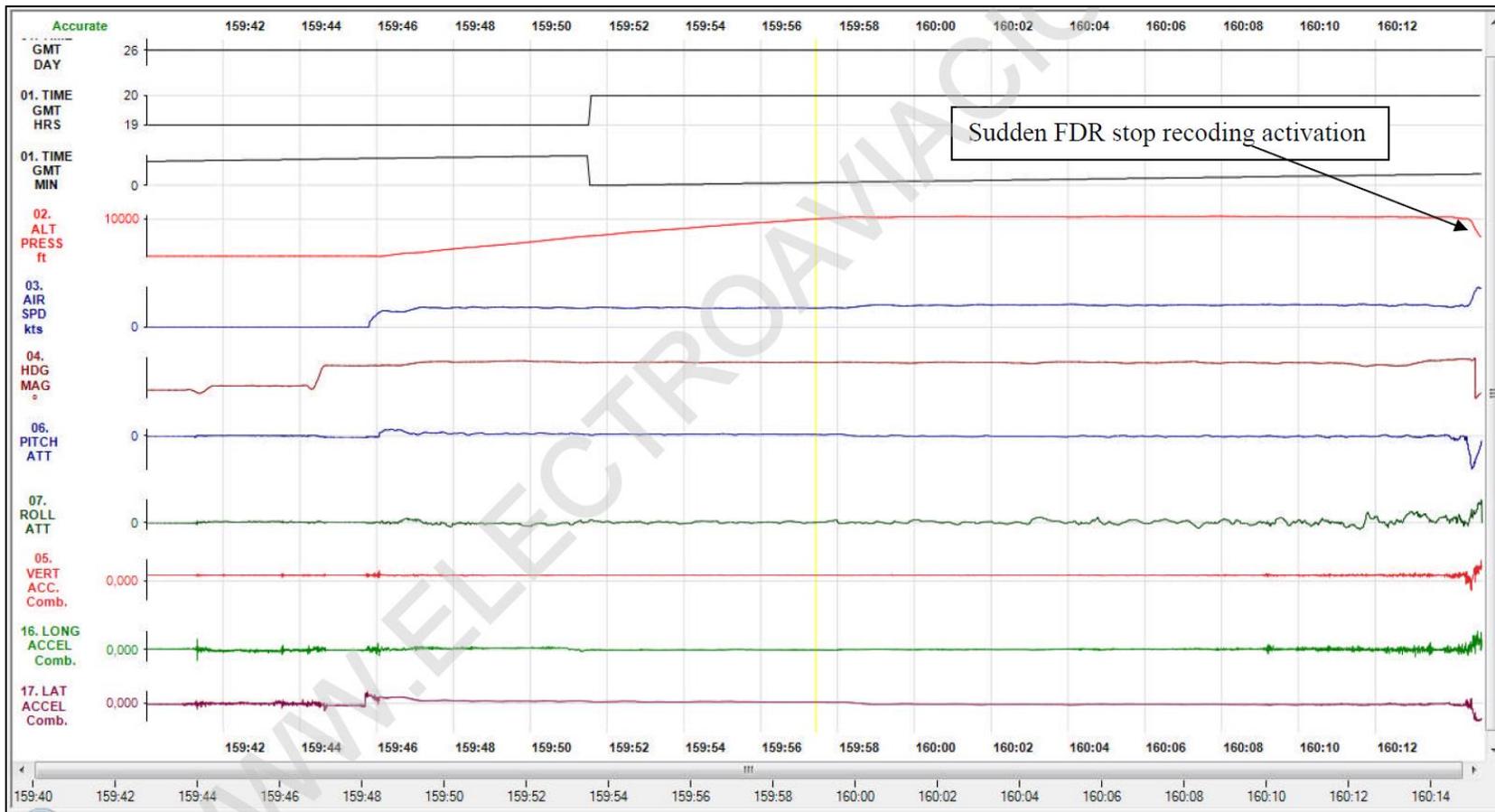
Fin de la transcripción...

ESPACIO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

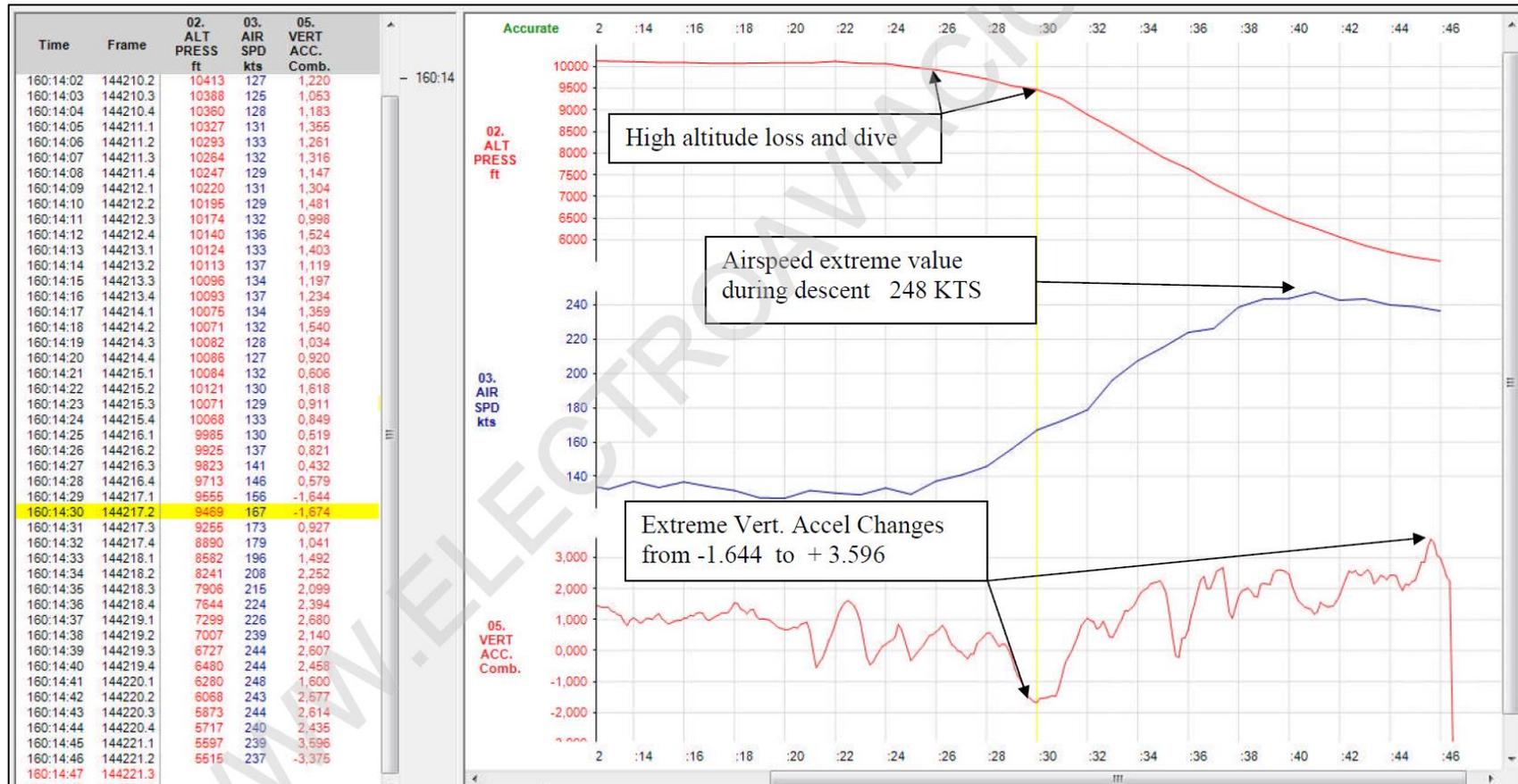


ANEXO II

GRÁFICAS REGISTRADOR DE DATOS DE VUELO



Gráfica No. 1: Parámetros generales de vuelo



Gráfica No. 2: parámetros críticos de vuelo durante el encuentro turbulento.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Av. Eldorado No. 103 – 15, Piso 5º.

investigacion.accide@aerocivil.gov.co

Tel. +(571) 2963186

Boğotá D.C. - Colombia



Grupo de Investigación de Accidentes

GRIAA

GSAN-4.5-12-052



AERONÁUTICA CIVIL
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL