



INFORME FINAL

ACCIDENTE

COL-25-02-DIACC

Colisión contra terreno montañoso
CFIT

Cessna 402C

Matrícula HK2522

8 de enero de 2025

Cerro Aná - La Virgen

Urrao, Antioquia - 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
1. INFORMACIÓN FACTUAL	7
1.1 Reseña del vuelo	7
1.2 Lesiones personales	12
1.3 Daños a la aeronave	13
1.3.1 Otros daños	13
1.4 Información personal.....	14
1.4.1 Piloto.....	14
1.4.2 Copiloto.....	15
1.5 Información sobre la aeronave y el mantenimiento.....	15
1.5.1 Aeronave	15
1.5.2 Motores.....	16
1.5.3 Hélices	16
1.6 Información meteorológica.....	17
1.6.1 Detalles de la información meteorológica	17
1.6.2 Situación sinóptica	17
1.6.3 Observaciones de superficie.....	18
1.6.4 Imágenes satelitales	19
1.6.5 Imagen del radar meteorológico	22
1.6.6 Información del radiosondeo GDAS.....	22
1.6.7 Conclusiones del análisis meteorológico	24
1.7 Ayudas para la navegación.....	25
1.8 Comunicaciones y tránsito aéreo.....	25
1.9 Información del aeródromo	26
1.10 Registradores de vuelo	26
1.10.1 Trazas radar.....	26
1.11 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto.	27
1.12 Información médica y patológica.....	29

1.12.1	Metodología	29
1.12.2	Condiciones médicas previas de la tripulación, revisión de certificación medicina aeronáutica	29
1.12.3	Descripción de las lesiones	30
1.12.4	Modelo CREEP	30
1.13	Incendio	32
1.14	Aspectos de supervivencia	32
1.15	Ensayos e investigaciones	32
1.16	Información orgánica y de dirección.....	34
1.16.1	Análisis de riesgo en la ruta Medellín – Juradó - Medellín	35
1.16.2	Información de despacho.....	41
1.17	Búsqueda y salvamento.....	41
1.18	Técnicas útiles o eficaces de investigación.....	41
2.	ANÁLISIS	42
2.1	Operaciones.....	42
2.2	Mantenimiento y Aeronavegabilidad	44
2.3	Despacho	47
2.4	Seguridad Operacional	48
2.5	Planteamiento de la hipótesis	48
2.5.1	Hipótesis de Vuelo visual en condiciones meteorológicas instrumentos.....	49
2.5.2	Hipótesis de Presión Autoimpuesta	49
2.5.3	Hipótesis de presión por decisiones o políticas operacionales	50
2.5.4	Hipótesis de presión por decisiones o políticas organizacionales....	50
3.	CONCLUSIÓN.....	52
3.1	Conclusiones	52
3.2	Causa probable.....	52
3.3	Factores contribuyentes.....	52
3.4	Categoría de ocurrencia (ADREP).....	52
	ANEXO 1	55
	ANEXO 2	56

SIGLAS

ADS-B	(Automatic Dependent Surveillance–Broadcast)(Vigilancia Dependiente Automática- Difusión).
AGL	Above ground level – Sobre el terreno.
CFIT	Controlled Flight into Terrain – Vuelo controlado contra el terreno.
CVR	Cockpit Voice Recorder – Grabadora de voces de cabina.
FDR	Flight Data Recorder – Grabadora de datos de vuelo
GOES	(Geostationary Operational Environmental Satellite)(Satélite Ambiental Operacional Geoestacionario).
GPS	Global Positioning System – Sistema de posicionamiento global.
HL	Hora Local.
IATA	International Air Transportation Association – Asociación de Transporte Aéreo Internacional.
IMC	Instrument meteorological conditions – Condiciones Meteorológicas por Instrumentos.
NM	Nautical Miles – Millas náuticas.
PCA	Piloto Comercial de Avión.
RAC	Reglamento Aeronáutico de Colombia.
UIMC	(unintended flight into instrument meteorological conditions) (Vuelo no intencionado en condiciones meteorológicas instrumentos).
UTC	Unidad de Tiempo Coordinado.
VFR	Visual Flight Rules – Reglas de vuelo visual.
VHF	Very High Frequency – Muy alta frecuencia.
VMC	Visual Meteorological Conditions – Condiciones Meteorológicas visuales.

SINOPSIS

Aeronave:	Cessna 402C – HK2522
Fecha y hora del Accidente:	8 de enero de 2025 - 17:36 HL (2236 UTC)
Lugar del Accidente:	Cerro Aná - La Virgen– Sur de Urrao / Antioquia
Coordenadas:	N 06°20'16.19" W 75°59'52.53"
Tipo de Operación:	Transporte aéreo no regular.
Número de ocupantes:	10
Categoría de ocurrencia ADREP:	CFIT

RESUMEN

El 8 de enero de 2025 a las 2153 UTC, la aeronave HK2522 despegó del Aeródromo de Juradó (SKJU) con destino al Aeródromo Olaya Herrera (SKMD) en Medellín, bajo un plan de vuelo visual (VFR). A bordo viajaban un piloto, un copiloto y ocho pasajeros (cinco adultos y tres menores).

Aunque el vuelo estaba programado para realizarse en condiciones visuales, gran parte de la ruta presentaba condiciones meteorológicas instrumentales (IMC), lo cual fue confirmado por imágenes satelitales del GOES-16 que mostraban nubosidad densa y grandes formaciones convectivas tanto en la ruta como en la zona del accidente.

El sistema ADS-B registró el primer dato de la aeronave a las 21:58:13 UTC, cinco minutos después del despegue, a una altitud de 2,975 pies. Posteriormente, se perdió la señal sin que se obtuviera presentación radar. Esto activó los protocolos de emergencia por parte de los servicios de tránsito aéreo, quienes notificaron a las autoridades correspondientes para iniciar la búsqueda. El 10 de enero, la aeronave fue localizada en el Páramo de Piedras Blancas, en el cerro Aná-La Virgen, municipio de Urrao, Antioquia, a una altitud de 9,424 pies y a 9.58 millas náuticas del aeródromo de Urrao.

El análisis del lugar del impacto reveló que la aeronave se encontraba en actitud de ascenso antes de colisionar con la vegetación, impactando primero un árbol ubicado 33.7 metros por debajo del punto final de ubicación.

La aeronave recorrió un total de 112.3 millas náuticas desde su despegue hasta el lugar del accidente. Como resultado del impacto, la aeronave fue completamente destruida y fallecieron sus diez ocupantes. No se presentó incendio posterior al accidente, el cual ocurrió aproximadamente a las 22:36 UTC (17:36 hora local).

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1 Reseña del vuelo

El 08 de enero de 2025 a las 16:53 HL (2153 UTC), la aeronave matrícula HK2522 despegó del Aeródromo de Juradó (SKJU) en el Departamento de Chocó, con destino al Aeródromo Olaya Herrera (SKMD), de Medellín – Antioquia, el Plan de vuelo presentado describió la ruta que se iba a realizar, en condiciones y bajo reglas de vuelo visuales (VMC / VFR).



Imagen 1. Ruta de vuelo propuesta en condiciones VFR

La Tripulación asignada al vuelo estuvo integrada por un Piloto y un Copiloto.

El propósito del vuelo fue transportar ocho (8) pasajeros (cinco adultos y tres menores de edad).

Aunque las condiciones del vuelo fueron propuestas bajo las reglas visuales, gran parte de la ruta se encontró en condiciones IMC.

De acuerdo con el registro del sistema ADS-B, la aeronave despegó de SKJU y emitió su primer registro ADS-B a las 21:58:13 UTC (16:58:13 HL), cuando la aeronave tenía un rumbo de 112° y una altitud de 2,975 pies.

A las 22:25:25 UTC (17:25:25 HL), la aeronave registró una altitud máxima de 11,200 pies, una velocidad de 173 nudos y un rumbo de 116°.

A las 22:32:50 UTC (17:32:50 HL), se presentó el último registro ADS-B y presentación radar con una altitud de 10,675 pies, una velocidad de 176 nudos y un rumbo de 107°.

Cuando se perdió la señal del ADS-B y no se volvió a obtener presentación radar, los servicios de tránsito aéreo dieron aviso inmediato de lo sucedido a la Dirección de Operaciones de Navegación Aérea y a su vez, esta Dirección emitió la respectiva

información al Grupo de Búsqueda y Rescate de la Aeronáutica Civil y a la Dirección Técnica de Investigación de Accidentes, se dio inicio de esta manera a la búsqueda de la aeronave.

El día 10 de enero tras realizar varios sobrevuelos, la aeronave fue encontrada en las coordenadas N 06° 20'16.19" W 075° 59'52.53", a 9424 pies de altura en el Páramo de Piedras Blancas, Cerro Aná -La virgen, jurisdicción del municipio de Urao, Departamento de Antioquia, a 9.58 NM del aeródromo Alí Piedrahíta de Urao Antioquia.



Fotografía 1. Imagen inicial restos de la aeronave.

Antes de su desaceleración final, la aeronave tuvo una actitud de ascenso, se evidenció que el avión tuvo contacto con la copa de los árboles que tenían una altura aproximada de 25 metros y estaban ubicados a 33.7 metros abajo del sitio de ubicación final.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO



Imagen 2. Graficación del desvío de la ruta diseñada en el Plan de vuelo operacional.

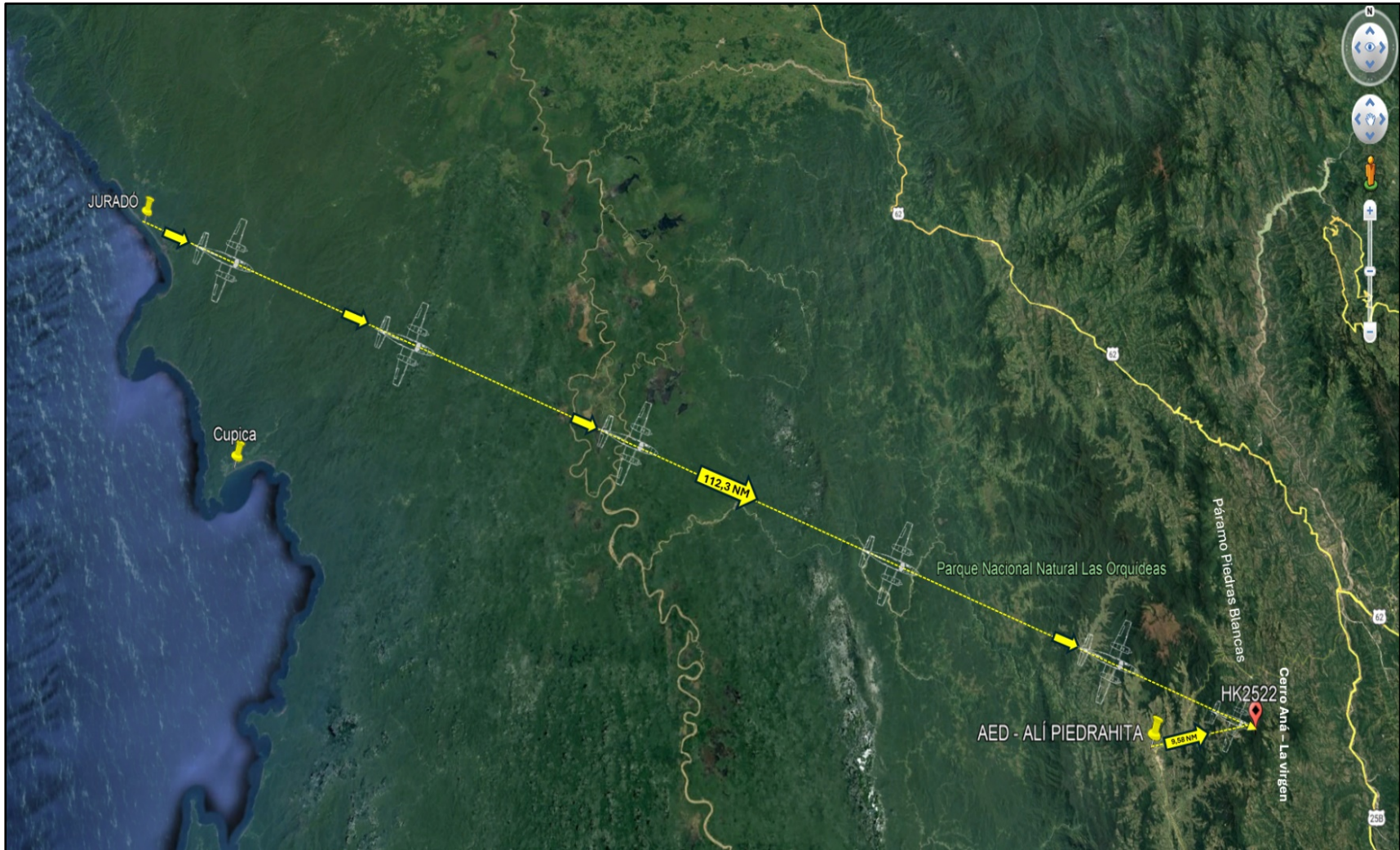


Imagen 3. Último recorrido de la aeronave.



Fotografía 2. Croquis final.

La aeronave recorrió una distancia total de 112.3 NM desde su despegue de Juradó hasta el lugar del accidente.

A consecuencia del impacto, se presentaron daños sustanciales de la aeronave y el deceso de sus diez (10) ocupantes.

No se presentó incendio.

El accidente se configuró aproximadamente a las 2236 UTC (17:36 HL), sin embargo desde las 2228 UTC (17:28 HL), el Controlador Aéreo de la dependencia Medellín Control, realizó constantes llamados a la aeronave sin obtener respuesta, desde ese momento se activó inicialmente la fase de INCERFA y posteriormente la fase de ALERFA, por la que se dio a conocer lo sucedido inicialmente al Director de Operaciones De Navegación Aérea de la Aeronáutica Civil.

El día de ocurrencia del accidente, la puesta del sol en el aeródromo Olaya Herrera fue a las 2318 UTC (18:18 HL), posterior a esta hora se declaró la fase de DETRESFA, lo cual fue consecuente con la detección de la señal del ELT (Emergency Locator Transmitter) (Transmisor Localizador de Emergencia) de la aeronave, ante esto último, el Grupo de Búsqueda y Rescate de la Aeronáutica Civil de Colombia, notificó toda situación a la Dirección Técnica de Investigación de Accidentes. De acuerdo con las indagaciones preliminares, la DIACC fue informada de la pérdida del contacto de la aeronave con las dependencias de Tránsito Aéreo.

1.2 Lesiones personales

Los ocupantes de la aeronave estaban compuestos por:

- Tripulación (Piloto y Copiloto).
- Ocho pasajeros.

Los diez ocupantes de la aeronave sufrieron lesiones mortales.

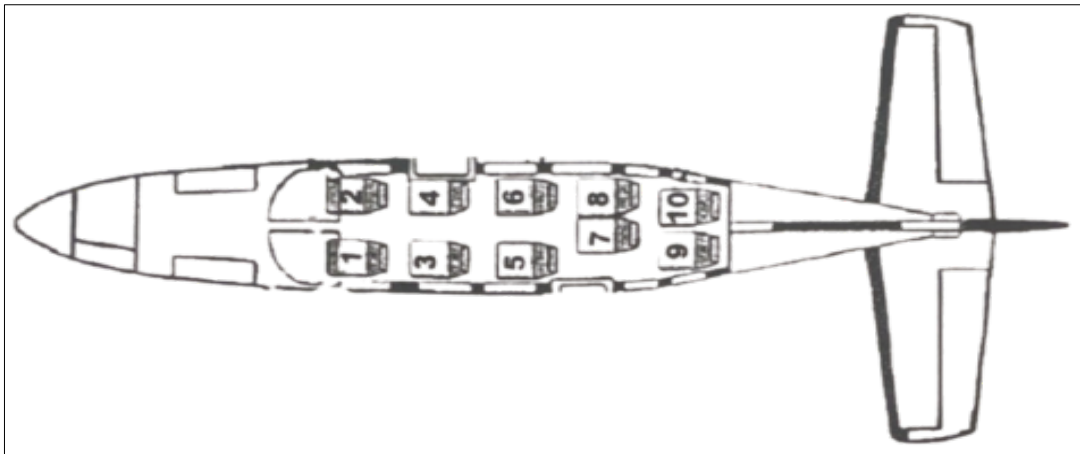


Imagen 4. Disposición de los ocupantes en la aeronave.

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros
Mortales	2	8	10	-
Graves	-	-	-	-
Leves	-	-	-	-
Ilesos	-	-	-	-
TOTAL	2	8	10	-

Cuadro No.1

1.3 Daños a la aeronave

Destruída.

1.3.1 Otros daños

Daños al medio ambiente



Fotografía 3. Imagen aérea del estado final del campo

El lugar del accidente estaba caracterizado por ser del tipo Bosque alto andino, con vegetación espesa y alejado de fuentes de agua.

El área sufrió daños al medio ambiente tanto por la acción misma del accidente, como también a causa del capital humano que se presentó en sitio con el fin de realizar algunas las labores de búsqueda y rescate.



Fotografía 4. Área de búsqueda para la ubicación de los cuerpos

1.4 Información personal

1.4.1 Piloto

Edad:	29 años.
Licencias:	PCA – IVA vigentes
Certificado médico:	Vigente – Vencimiento 25/08/2025
Equipos volados:	Cessna 206 / Cessna 402
Equipos volados como piloto:	Cessna 206 / Cessna 402
Último chequeo en el equipo:	29/07/2024
Total horas de vuelo:	3689 horas.
Total horas en el equipo C-402:	2900
Horas de vuelo últimos 90 días:	222.09
Horas de vuelo últimos 30 días:	67:28
Horas de vuelo últimos 03 días:	2:43
Horas de vuelo últimas 24 horas:	2:43

- Se evidenció que el Piloto tenía un contrato vigente con la empresa desde el 1 de abril de 2023.
- Se evidenció que el Piloto contaba con todos sus chequeos vigentes.
- Se evidenció que la documentación exigida al Piloto por la Autoridad Aeronáutica para la realización del vuelo, se encontraba vigente al momento del accidente.

1.4.2 Copiloto

Edad:	25 años.
Licencia:	PCA Vigente
Certificado médico:	Vigente – Vencimiento 11/08/2025
Equipos volados:	Cessna 402
Equipos volados como Copiloto:	Cessna 402
Último chequeo en el equipo:	29/07/2024
Total horas de vuelo:	754
Total horas en el equipo C-402:	485
Horas de vuelo últimos 90 días:	210:43
Horas de vuelo últimos 30 días:	47:29
Horas de vuelo últimos 03 días:	2:43
Horas de vuelo últimas 24 horas:	2:43

- Se evidenció que el Copiloto tenía un contrato vigente con la empresa desde el 26 de abril de 2024.
- Se evidenció que el Copiloto contaba con todos sus chequeos vigentes.
- Se evidenció que la documentación exigida al Copiloto por la Autoridad Aeronáutica para la realización del vuelo, se encontraba vigente al momento del accidente.

1.5 Información sobre la aeronave y el mantenimiento

1.5.1 Aeronave

Marca:	Cessna
Modelo:	402-C
Serie:	402C4322
Año de fabricación:	1980
Matrícula:	HK2522
Certificado aeronavegabilidad:	0004642
Certificado de matrícula:	R0010807
Fecha último servicio:	7-ENE-2025
Total horas de vuelo:	7.582.29
Total ciclos de vuelo:	14.387

Cumplimiento del programa de mantenimiento de la aeronave.

El programa de mantenimiento de la aeronave se encontraba al día al momento del accidente, la aeronave se encontraba aeronavegable.

1.5.2 Motores

Posición No. 1

Fabricante:	Continental
Modelo:	TSIO-520-AE3B
Serie:	1006664
Total horas de vuelo:	1821:51
Total ciclos de vuelo:	N/A
Total horas D.U.R.G:	1821:51
Fecha último servicio:	6-01-2024

Posición No. 2

Fabricante:	Continental
Modelo:	LTSIO-520-AE3B
Serie:	1006624
Total horas de vuelo:	2034:58
Total ciclos de vuelo:	N/A
Total horas D.U.R.G:	2034:58
Fecha último servicio:	6-01-2024

1.5.3 Hélices

Posición No. 1

Fabricante:	Mc Cauley
Modelo:	34F32C506-B
Serie:	821591
Total horas de vuelo:	4071:15
Total ciclos de vuelo:	N/A
Total horas DURG:	360:02
Fecha último servicio:	6-01-2024

Posición No. 2

Marca:	Mc Cauley
Modelo:	3AF32C507-C
Serie:	821069
Total horas de vuelo:	4021:27
Total ciclos de vuelo:	N/A
Total horas DURG:	360:02
Fecha último servicio:	6-01-2024.

1.6 Información meteorológica

1.6.1 Detalles de la información meteorológica

La información meteorológica obtenida para la investigación provino de diferentes fuentes verificables que incluyen las proporcionadas por: - Administración Nacional del Océano y la Atmósfera (NOAA), - Centro de Previsión de Tiempo y Estudios Climáticos (CPTEC), - Grupo de Meteorología Aeronáutica de la AEROCIVIL, - Cooperative Institute for Research in the Atmosphere - CIRA, - National Transportation Safety Board – NTSB de los Estados Unidos de América. - Centro de Ingeniería de Ciencias Espaciales (SSEC) de la Universidad de Wisconsin-Madison en Madison, Wisconsin La mayoría de las horas referidas están en UTC (- 5hrs para obtener la hora local colombiana). Las direcciones del viento están referenciadas al norte verdadero, la velocidad en nudos y ciertas distancias dadas en pies, metros y millas náuticas.

1.6.2 Situación sinóptica

La carta de Análisis Tropical de Superficie Unificada proporcionada por la NOAA, emitida el 08 enero 2025, a las 08:24 UTC preveía en el país, condiciones sinópticas relacionadas con vaguada panameña en el litoral pacífico colombiano. Extremo oriental de la Vaguada monzónica (VM-EPAC) cruza Costa Rica hasta la Baja Colombiana en 10N76W. Sistemas prevén formaciones nubosas convectivas en el transcurso del día con desarrollo de tormentas aisladas en las Regiones Caribe, Andina y Pacífica. Influencia del viento con dirección anticiclónica con direcciones prevalecientes NE, E en la Región Norte del país hasta Región Andina y Pacífica modulado por posicionamiento de altas/dorsales subtropicales en el atlántico central y oriental.

Tal y como se puede apreciar en las imágenes satelitales infrarrojas del GOES-16 para las 2220Z, 2230Z y 2240Z las cuales se obtuvieron con un aumento de 4X con una curva de mejora estándar aplicada para resaltar las cimas de las nubes más altas y frías asociadas con la convección profunda.

Las imágenes satelitales para la hora del accidente evidenciaban un área de nubes cumuliformes en el lugar del accidente.

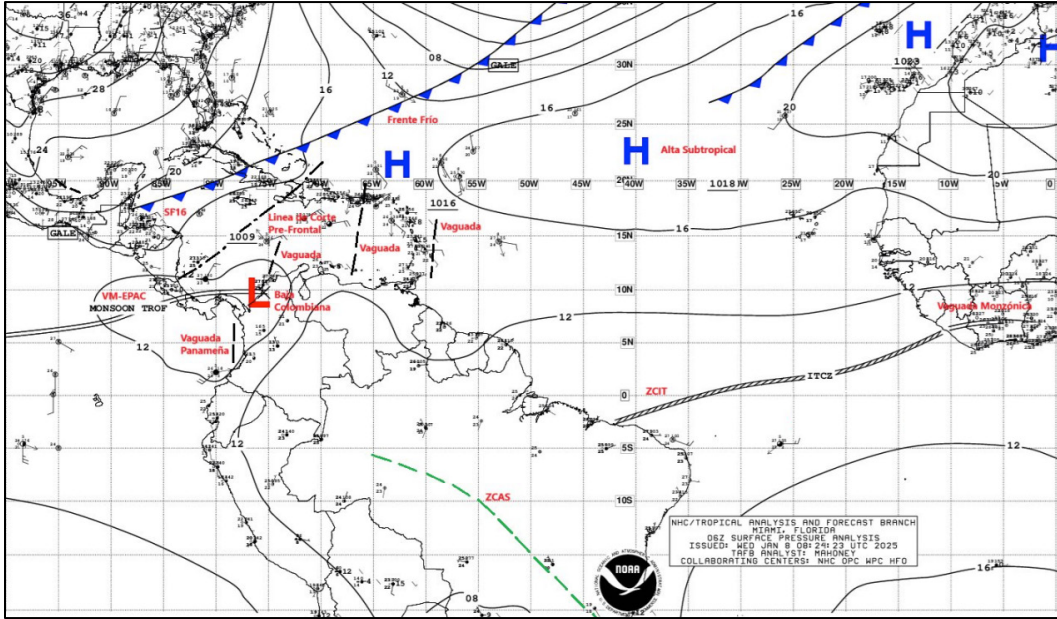


Imagen 5. Carta de Análisis de Superficie emitida el día 08 de enero 2025 a las 08:24 UTC

1.6.3 Observaciones de superficie

Informes METAR.

Las estaciones más cercanas correspondían a los aeródromos de Medellín (SKMD) ubicado a 25NM al E del punto del accidente mediante la emisión de informes METAR. Los reportes aplicables en el lapso en que ocurrió el accidente soportaban condiciones de atmósfera inestable convectiva:

METAR SKMD 082100Z 02014KT 340V060 9999 VCSH SCT035TCU 28/16 Q1015 RMK TCU VCSH/SE/SW=

Informe de las 21:00UTC (16:00HL), viento soplando desde los 020° con una intensidad de 14 nudos, con variaciones en dirección entre los 360° y 060°, visibilidad horizontal mayor a los 10 km, con presencia de chubascos en las vecindades, cobertura de nubes dispersas con techo de 3,500 pies AGL con evolución de torrecúmulos, temperatura de 28°C y temperatura de rocío 16°C, ajuste altimétrico 1,015hPa. Observaciones al informe, Torre cúmulos y chubascos en las vecindades al SE y SW.

METAR SKMD 082200Z 02011KT 340V050 9999 VCSH SCT035TCU SCT080 26/17 Q1015 RMK TCU VCSH/SW/NW=

Informe de las 22:00UTC (17:00HL), viento soplando desde los 020° con una intensidad de 11 nudos, con variaciones en dirección entre los 360° y 050°, visibilidad horizontal mayor a los 10 km, con presencia de chubascos en las vecindades, cobertura de nubes dispersas con techo de 3,500 pies AGL con evolución de torrecúmulos, y nubes dispersas a 8,000 pies AGL, temperatura de 26°C y temperatura de rocío 17°C, ajuste altimétrico 1,015hPa. Observaciones al informe, torrecúmulos y chubascos en las vecindades al SW y NW.

METAR SKMD 082300Z 04008KT 340V070 9999 VCSH SCT035CB BKN080 25/17 Q1016 RMK CB VCSH/S/SW=

Informe de las 23:00UTC (18:00HL), viento soplando desde los 040° con una intensidad de 08 nudos, con variaciones en dirección entre los 340° y 070°, visibilidad horizontal mayor a los 10 km, con presencia de chubascos en las vecindades, cobertura de nubes dispersas con techo de 3,500 pies AGL con evolución de cumulonimbos, y nubes fragmentadas a 8,000 pies AGL, temperatura de 25°C y temperatura de rocío 17°C, ajuste altimétrico 1,016hPa. Observaciones al informe, Cumulonimbos y chubascos en las vecindades al S y SW.

1.6.4 Imágenes satelitales

Imágenes infrarrojas (IR) y visibles (VIS) del satélite geoestacionario operativo ambiental número 16 (GOES-16) de la NOAA fueron obtenidas de un archivo del Centro de Ingeniería de Ciencias Espaciales (SSEC) de la Universidad de Wisconsin-Madison en Madison, Wisconsin, y fueron procesadas utilizando el software del Sistema de acceso interactivo a datos hombre-computadora (McIDAS).

La banda infrarroja 13 con una longitud de onda de 10,3 micrones (μm) proporcionó resolución espacial de 2 km, mientras que la banda visible 2 a 0,64 μm proporcionó una resolución de 0,5 km. Las imágenes proporcionaron imágenes cada 10 minutos sobre el área.

Las imágenes infrarrojas del GOES-16 para las 2220Z, 2230Z y 2240Z se obtuvieron con un aumento de 4X con una curva de mejora estándar aplicada para resaltar las cimas de las nubes más altas y frías asociadas con la convección profunda.

Las imágenes evidenciaban un área de nubes cumuliformes realzadas con temperaturas de brillo que oscilaban entre 223 y 227 Kelvin o entre -50,16 °C a las 2220Z, -12,16 °C a las 2230Z y 3,84 °C a las 2240Z sobre el lugar del accidente. Según el sondeo GDAS, esto correspondía a cimas de nubes que oscilaban entre 40.000 pies a las 2220Z y cerca de 24.000 pies a las 2230Z.

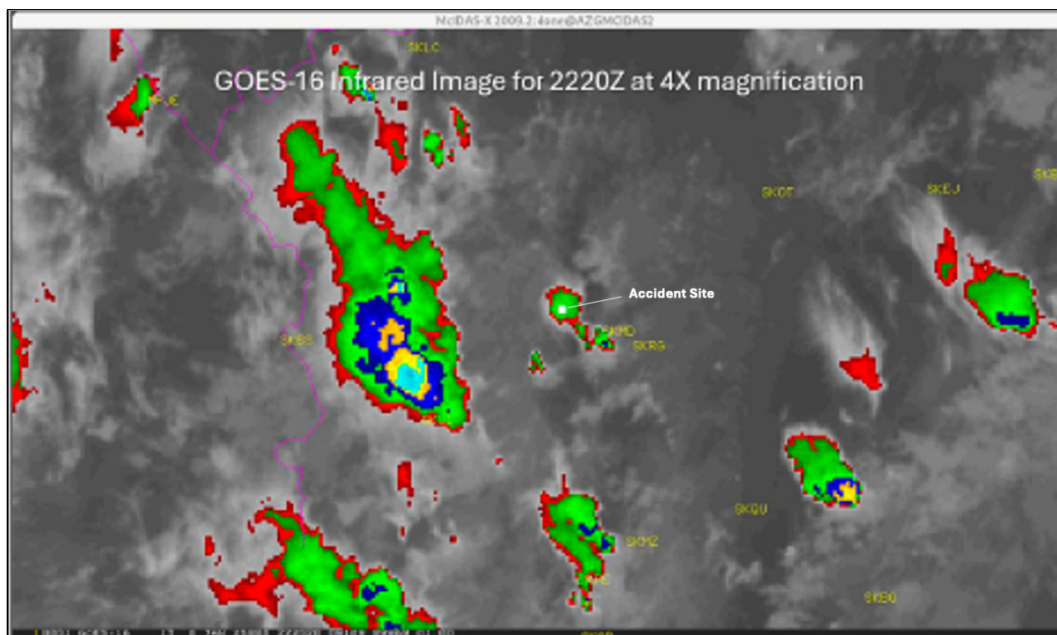


Imagen 6. Imagen Satelital IR, 08 de enero 2025 a las 22:20 UTC

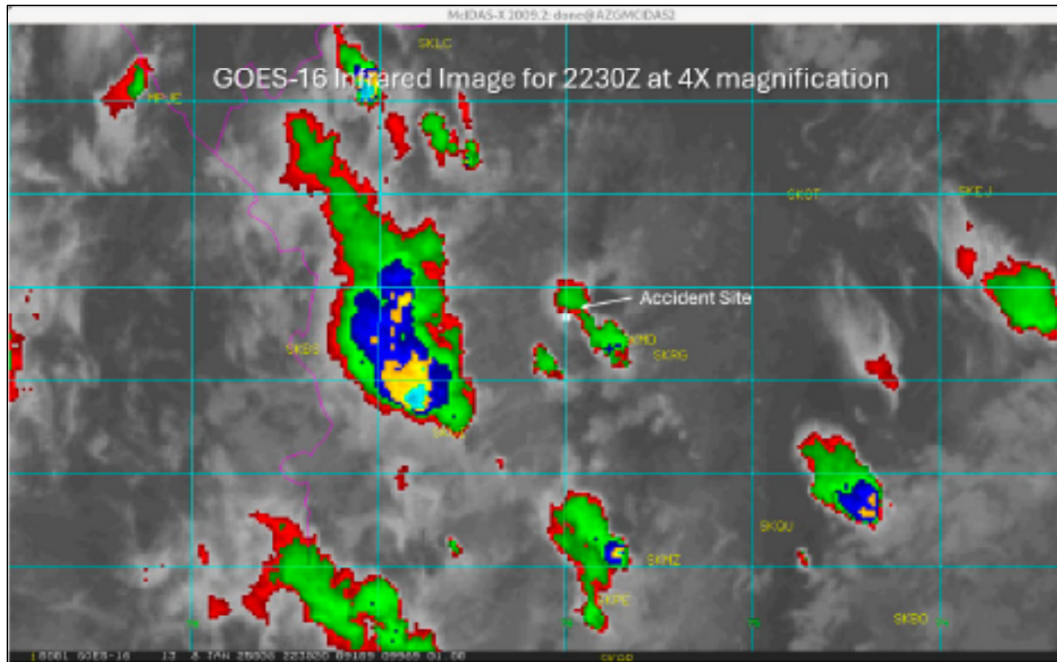


Imagen 7. Imagen Satelital IR, 08 de enero 2025 a las 22:30 UTC

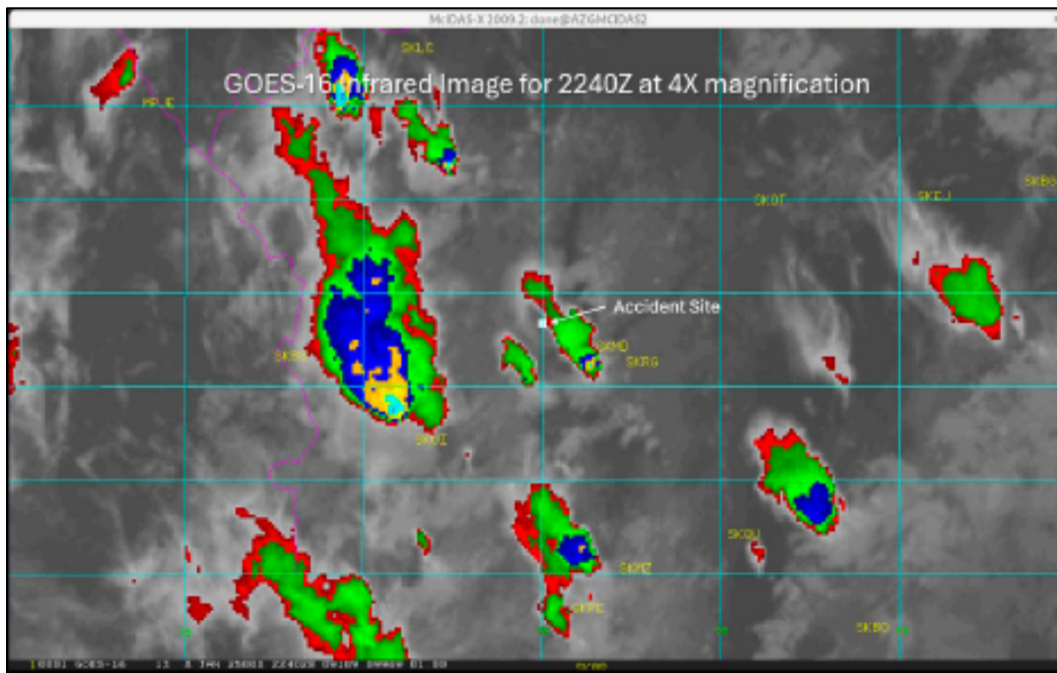


Imagen 8. Imagen Satelital IR, 08 de enero 2025 a las 22:40 UTC

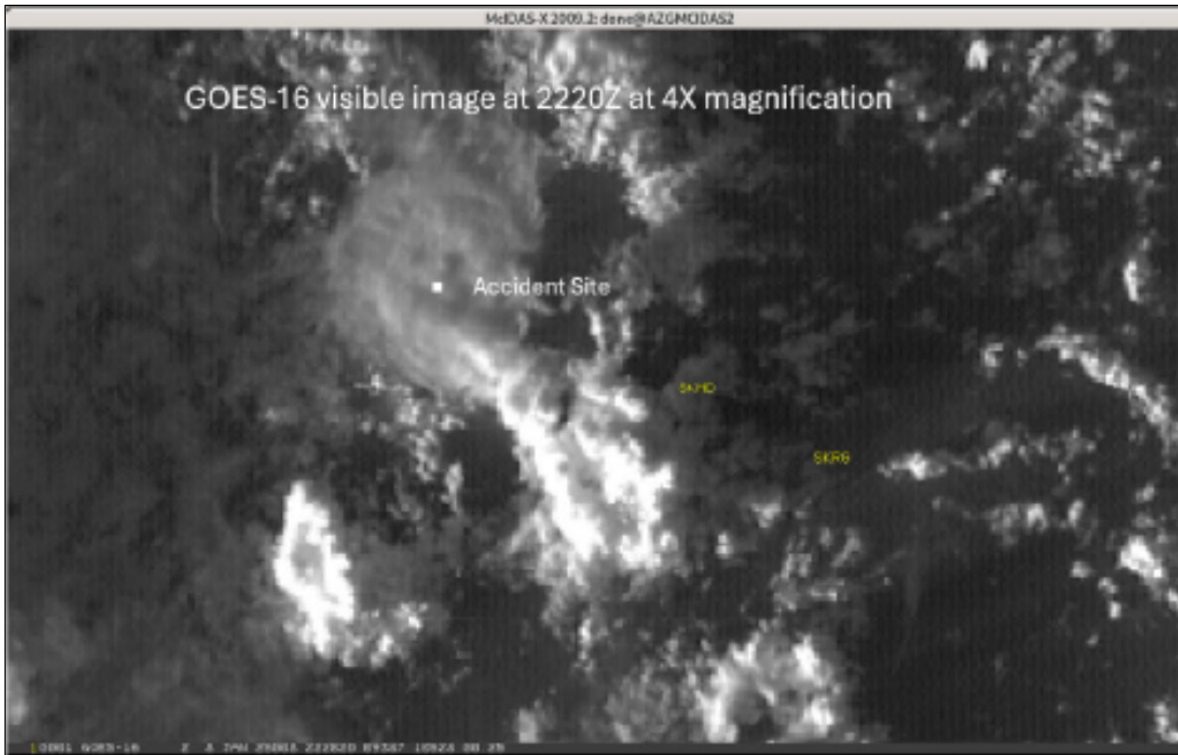


Imagen 9. Imagen Satelital VIS, 08 de enero 2025 a las 22:20 UTC

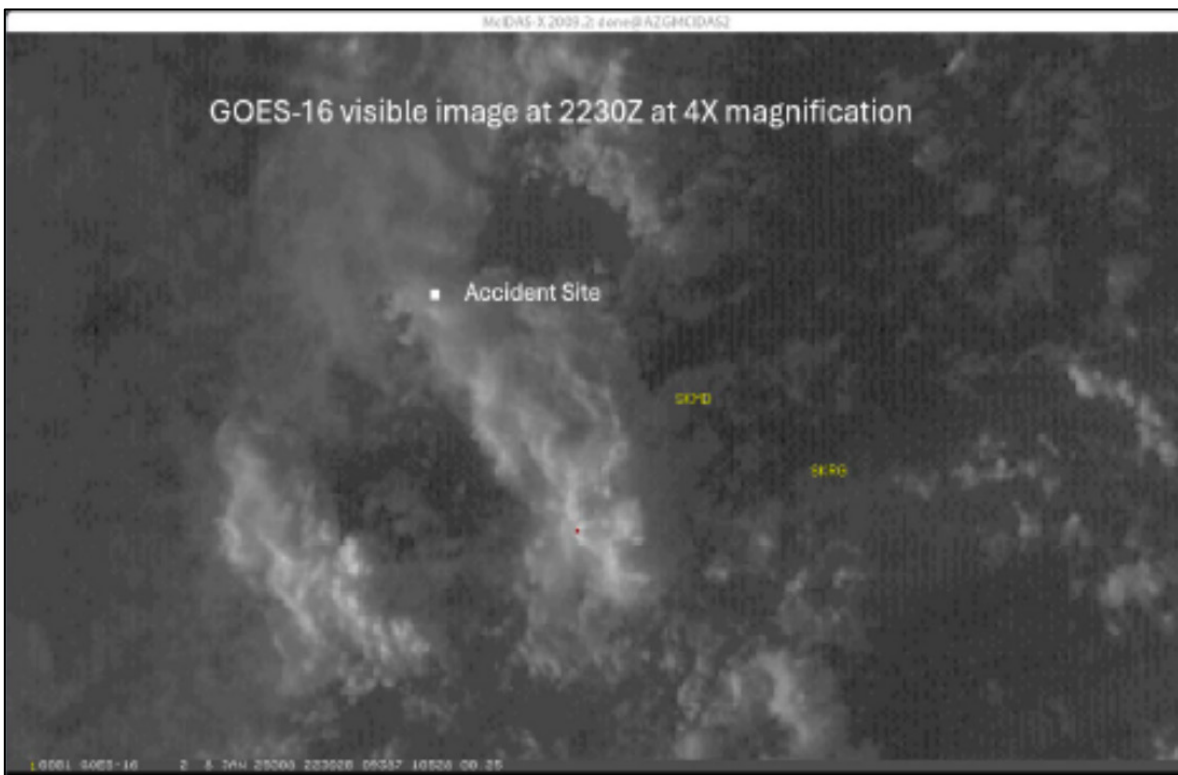


Imagen 10. Imagen Satelital VIS, 08 de enero 2025 a las 22:30 UTC

Se obtuvieron imágenes visibles del GOES-16 para las 22:20 y 22:30 horas con un aumento de 4X, con una curva de realce aplicada para resaltar las nubes para la puesta de sol.

Las imágenes seguían mostrando una zona de nubes cumuliformes que se extendía sobre el lugar del accidente, lo que implicaba que el vuelo probablemente se encontraba en condiciones meteorológicas instrumentales en el momento del accidente.

1.6.5 Imagen del radar meteorológico

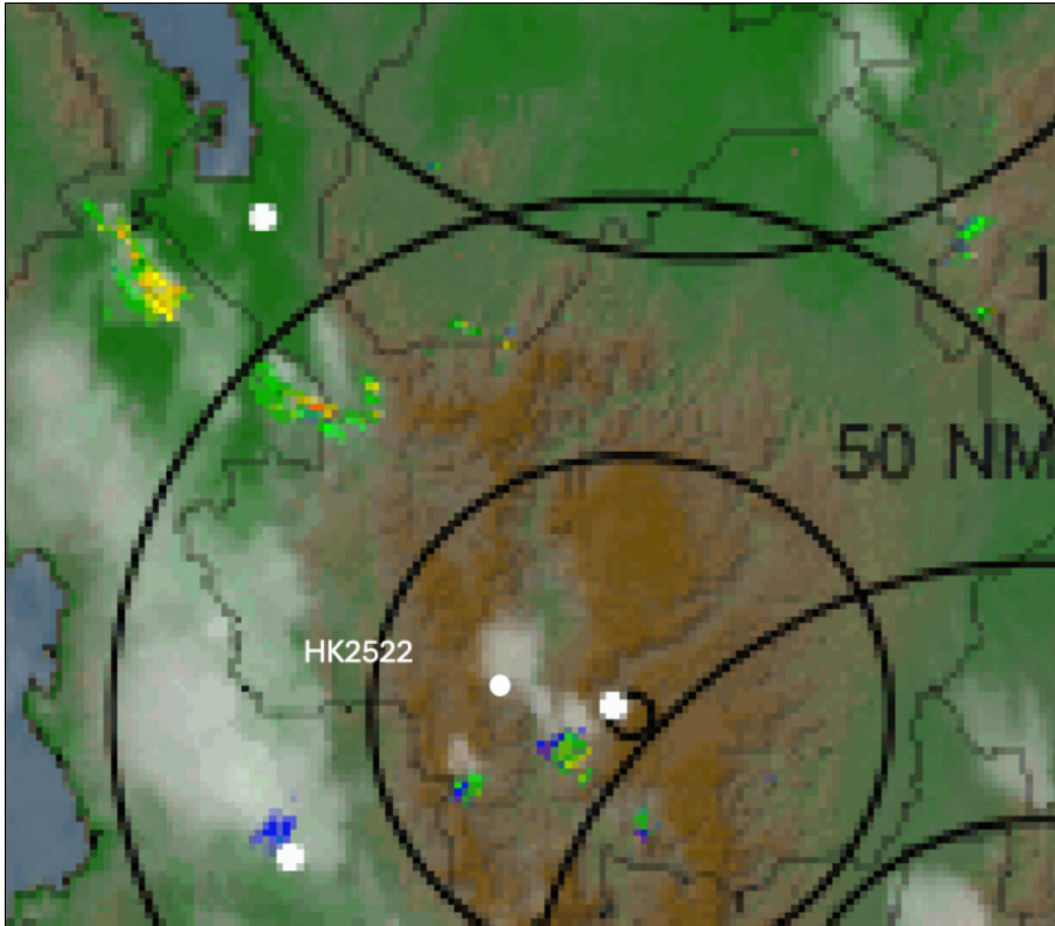


Imagen 11. Imagen RADAR Meteorológico– 08 de enero 2025 a las 22:35 UTC

1.6.6 Información del radiosondeo GDAS

Se efectuó un modelamiento de la atmósfera a través de modelamiento numérico de precisión. El Análisis basado en el Sistema de Asimilación Global de Datos (GDAS)2, es un sistema utilizado por el modelo del Sistema de Pronóstico Global (GFS) para inicializar pronósticos meteorológicos en puntos geográficos a través de observaciones de superficie, datos de radiosondeos, datos de perfil del viento, informes de aeronaves, observaciones de boyas, observaciones de radar y observaciones de satélite.

Los datos del sondeo del modelo numérico del Sistema de Asimilación de Datos Globales (GDAS1) se obtuvieron del archivo del Laboratorio de Recursos del Aire de la NOAA para las 21:00Z del 8 de enero de 2025, para el punto de cuadrícula más cercano al lugar del accidente en coordenadas N06°20'16.19"N, W075°59'52.53".

Luego, los datos del modelo se representaron gráficamente en un diagrama estándar Skew T Log P utilizando el software RAOB Analysis. La imagen No. 8 es un gráfico del sondeo GDAS desde la superficie hasta 450 hPa o aproximadamente 18,000 pies.

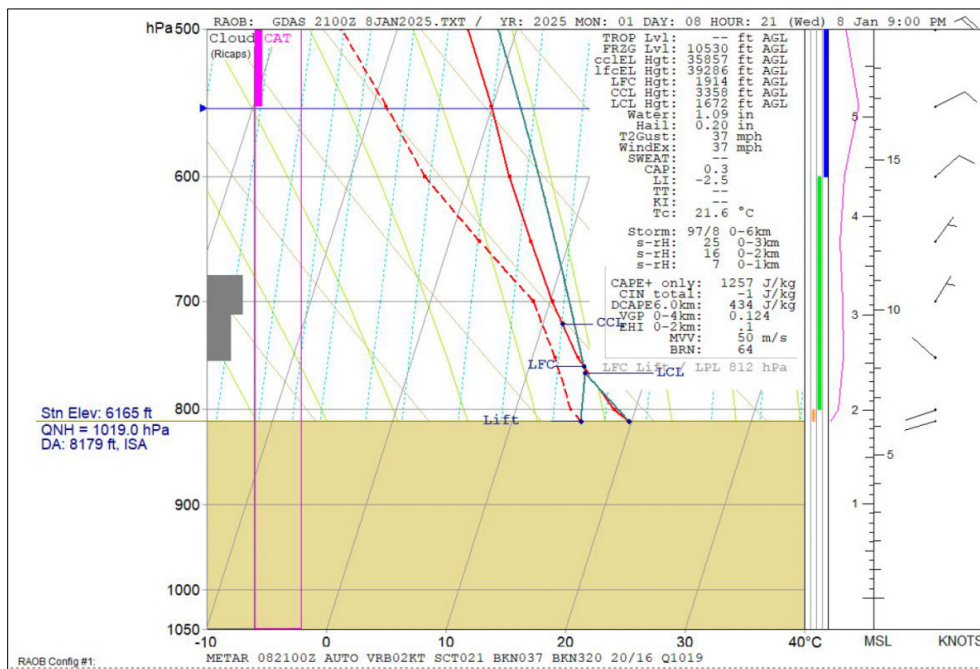


Imagen 12. Sondeo GDAS – 08 de enero 2025 a las 21:00 UTC en el punto más cercano al accidente

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 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 radio sondeo, informes de aeronaves, observaciones de boyas, observaciones de radar y observaciones por satélite.

El sondeo GDAS se desarrolló a una elevación de 6,165 pies cercano al punto de aplicación con una temperatura cercana a la superficie de 19,8 °C, una temperatura del punto de rocío de 15,8 °C, una humedad relativa del 78%, una presión superficial de 812 hectopascales (hPa) o 23,98 pulgadas de mercurio (inHg).

El nivel de condensación elevada LCL3 se identificó a 7,837 pies de altitud (1,672 pies AGL), el nivel de convección libre LFC4 a 8,079 pies de altitud (1,914 pies AGL) y el nivel de condensación convectiva CCL5 a 9,523 pies de altitud (3,358 pies AGL), la cima de las nubes convectivas estimada LFC-EL o el nivel de equilibrio fue de 45,450 pies. El contenido de agua precipitable fue de 1,09 pulgadas.

El nivel de congelación se identificó aproximadamente a 16,700 pies por encima de la altitud de crucero de la aeronave accidentada. La atmósfera se caracterizó como inestable con un índice de elevación (LI) de -2,5 y una energía potencial convectiva disponible (CAPE) de 1.257 julios por kilogramo (J/kg).

La velocidad vertical máxima de las corrientes ascendentes potenciales fue de 50 metros/segundo (m/s) o aproximadamente 9,842 pies por minuto (fpm). El sondeo mostró

a 10.000 pies un viento de 030° a 3 nudos, una temperatura de 10,8°C, una temperatura de punto de rocío de 9°C y una humedad relativa del 90%.

El METAR derivado en el punto de referencia indicó a las 2100Z un viento en superficie con dirección de 250° a una intensidad de 2 nudos, visibilidad de 6 kilómetros o más, con nubes a 2,100 pies AGL, y nubes fragmentadas a 3,700 pies con nubes más altas, una temperatura de 20°C, una temperatura de punto de rocío de 16°C y un ajuste de QNH de 1019 hPa.

A continuación, se muestra una tabla de los parámetros de sondeo GDAS de altura, presión (Pres), temperatura (T), temperatura del punto de rocío (Td), humedad relativa (RH), dirección y velocidad del viento y potencial de turbulencia en aire claro (CAT) desde la superficie hasta los 28,000 pies.

Altura (ft msl)	Pres (hPa)	T (°C)	Td (°C)	RH (%)	Viento (dir/kts)	CAT (FAA)
6165	812	19.8	15.8	78	252/ 2	
6586	800	18.2	14.6	80	249/ 2	
8393	750	13.8	11.9	88	313/ 1	
10296	700	10.2	8.6	90	028/ 3	
12312	650	6.8	2.5	74	033/ 6	
14460	600	3.3	-3.8	60	045/ 8	
16763	550	-0.1	-8.9	51	060/ 11	LGT
19250	500	-4.1	-14.7	43	064/ 19	
21953	450	-8.9	-20.2	39	065/ 24	LGT
24916	400	-14.3	-22.8	48	086/ 14	LGT
28196	350	-21.1	-31.7	38	120/ 19	

Imagen 13. Tabla de parámetros sondeo GDAS.

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).

LFC = Es la altitud en la atmósfera donde una parcela de aire se eleva adiabáticamente hasta que la saturación se vuelve más cálida que el ambiente al mismo nivel, así la flotabilidad positiva puede iniciar una convección autosostenida. Las nubes convectivas se forman en el nivel de convección libre (LFC) de la troposfera, la capa de la atmósfera más cercana a la Tierra.

CCL = Es la altitud a la cual una parcela de aire, si es calentada lo suficiente desde abajo, se eleva adiabáticamente hasta saturarse. (techo nuboso de nubes cumuliformes).

1.6.7 Conclusiones del análisis meteorológico

Con base en la información meteorológica obtenida, se pueden concluir las siguientes aproximaciones probables de las condiciones meteorológicas presentes en el sitio del accidente:

1. Situación sinóptica del país típica en el mes del año con incidencia de alta/dorsal subtropical del atlántico central que moduló el movimiento de las masas convectivas con dirección NE – E hacia el NW – W.
2. Presencia de fenómenos sinópticos que provocan inestabilidad atmosférica posicionados al NW del país.
3. Evolución de nubosidad convectiva en el área del accidente. Adicional, abundante humedad y nubosidad en el área del accidente con alta probabilidad de techos bajos y pérdida de condiciones visuales.
4. Información METAR confirma evolución de mal tiempo al SW y W del aeródromo SKMD, sector donde se produjo el accidente.
5. El radio sondeo GDAS cerca al punto del accidente reveló condiciones en las cuales el techo nuboso LCL y el nivel de formación de nubes convectivas LFC se encontraron por debajo de la elevación en la cual se encontró la aeronave accidentada (9,424 pies).

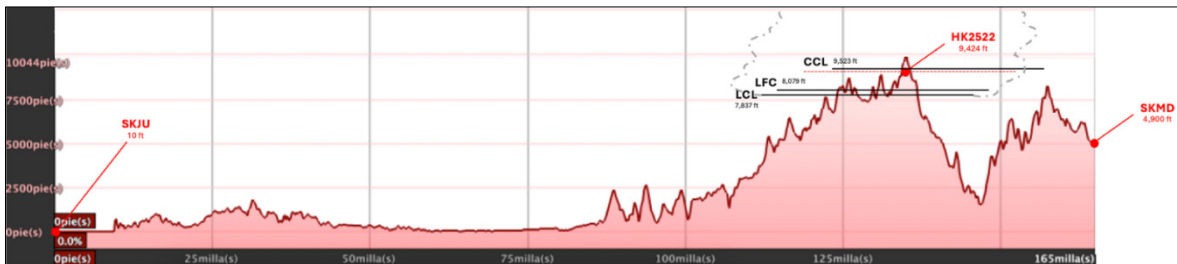


Imagen 14. LCL-LFC

6. Las evidencias meteorológicas estudiadas en el punto del accidente, y la evolución de las últimas trazas ADS- B confirman que en el área del accidente, resulta muy probable que la tripulación de la aeronave HK2522 haya entrado en condiciones IMC.

1.7 Ayudas para la navegación

El Plan de Vuelo de la aeronave para la ruta entre el aeródromo de Juradó (IATA JUO, OACI SKJU) y el Aeródromo Olaya Herrera de Medellín (IATA MDE, OACI SKMD), fue presentado para volar en condiciones y bajo reglas visuales (VMC- VFR).

En las condiciones propuestas en el plan de vuelo (Plan de vuelo VFR), la Tripulación no requería de procedimientos de vuelo instrumentos diseñados y publicados que requirieran de ayudas a la navegación aérea para su desarrollo.

1.8 Comunicaciones y tránsito aéreo

Al momento del accidente la aeronave se encontraba en la frecuencia 127.2 Mhz. Medellín Control.

En ninguna de las comunicaciones entre la Tripulación de la aeronave y la dependencia Medellín Control, fue emitida comunicación alguna sobre algún tipo de contingencia o emergencia que la tripulación o la aeronave pudieran tener.

La primera comunicación entre el CTA de la posición Medellín Control , Frecuencia 127.2 Mhz con la aeronave fue a las 22:07:36 UTC

La última comunicación con la aeronave en la misma frecuencia fue a las 22:23:56 UTC.

La aeronave estaba volando en espacio aéreo categoría Golf, no controlado.

Los registros de las comunicaciones entre el Piloto y el ATC, indicaron que, durante el lapso que la aeronave accidentada estuvo en comunicación con el controlador de Medellín Control en la Frecuencia de 127.2 Mhz., efectivamente había condiciones meteorológicas adversas en el sector, estas condiciones fueron manifestadas por otras tripulaciones, pero no por el Piloto de la aeronave accidentada.

1.9 Información del aeródromo

La aeronave despegó del aeródromo de Juradó – Chocó (IATA - JUR / OACI -SKJU).

El destino de la aeronave era el aeródromo Olaya Herrera (IATA MED, OACI SKMD), este aeródromo es administrado por el Concesionario AIRPLAN y sirve a la ciudad de Medellín, Departamento de Antioquia. Este aeródromo cuenta con todas las ayudas necesarias para el apoyo a la operación de empresas regulares y no regulares.

1.10 Registradores de vuelo

La aeronave, de acuerdo con sus características de fabricación y certificación, no tenía registradores de vuelo instalados.

1.10.1 Trazas radar

Aunque debido a la ausencia de registradores no se contó con información de la posición o datos de los últimos momentos del vuelo de la aeronave, la investigación logró obtener las últimas coordenadas de las trazas radar, lo que permitió conocer la velocidad, altitud y variaciones de rumbo antes de la colisión contra el terreno.

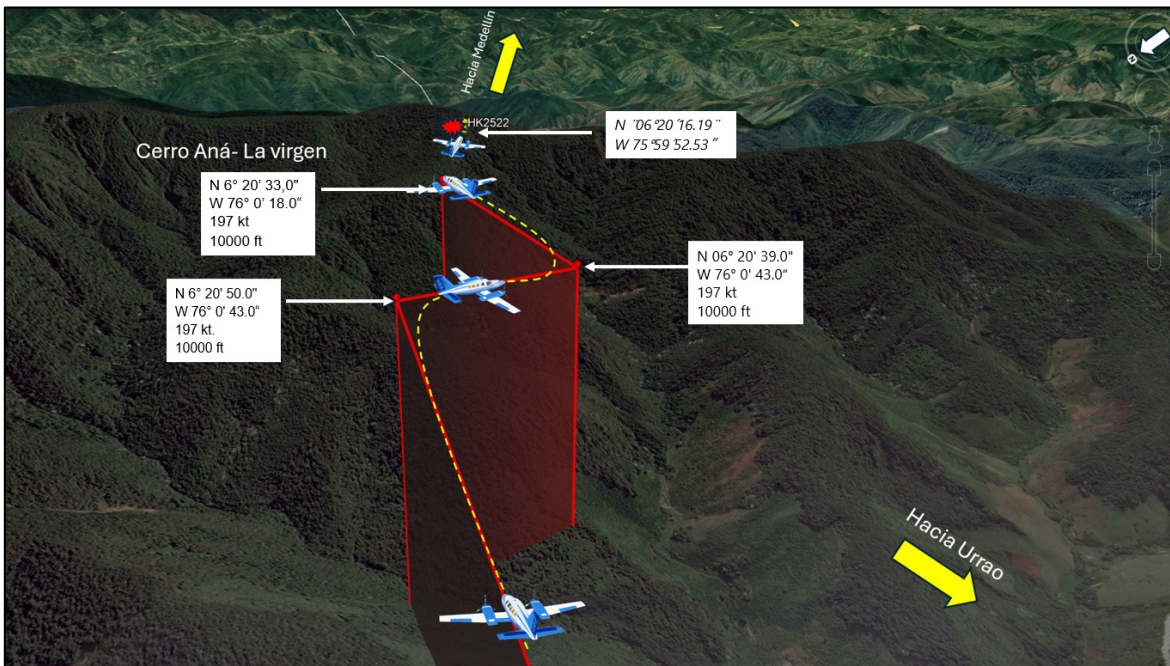


Imagen 15. Graficación de las últimas coordenadas radar de la aeronave.

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

La estructura de la aeronave quedó agrupada en el área del accidente, la colisión contra el terreno se produjo con una alta velocidad y bajo ángulo, debido al impacto con vegetación arbórea, se desprendió inicialmente el plano derecho y de manera consecutiva se produjo el impacto contra el terreno y desaceleración final de la parte izquierda del fuselaje.



Imagen 16. Dinámica de impacto.

El accidente se caracterizó por ser un Vuelo controlado contra el terreno, del que se derivó la destrucción total de la aeronave debido a la combinación de impactos, inicialmente contra la raíz de un árbol y posteriormente contra la superficie montañosa.

Las características de los daños a la aeronave se determinaron de acuerdo a lo siguiente:

Impacto con Vegetación Arbórea:

Durante el tramo final del vuelo de la aeronave, el avión golpeó su estructura con la parte superior de la vegetación arbórea.

Se evidenció que el avión tenía una actitud de ascenso al momento del contacto con la copa de los árboles, no se apreció desprendimiento de ninguna parte de su estructura ni daños considerables a las superficies sustentadoras ni de control a lo largo del último tramo del recorrido antes del contacto con el terreno.

El golpe del plano derecho de la aeronave contra la raíz de un árbol en el momento final antes del contacto con el terreno, generó una fuerza de impacto suficientemente significativa, como para causar el desprendimiento de esta superficie y el motor No.2

Contacto de la parte izquierda del fuselaje contra el Terreno:

Posterior al desprendimiento del plano derecho por golpe contra la raíz de un árbol, la estructura de la aeronave en su parte izquierda tuvo una fuerte desaceleración contra el terreno.

El impacto final con el área montañosa derivó en el desprendimiento del plano izquierdo y el motor No.1. seguido de una deformación plástica de lo que quedaba de la cabina.

Durante la inspección inicial a los restos de la aeronave, se pudo apreciar que esta estaba parcialmente cubierta por vegetación y troncos de árboles.

No hubo incendio post accidente.



Fotografía 5. Estado final del fuselaje.



Fotografía 6. Tren de nariz.



Fotografía 7. Hélice - motor 1.

1.12 Información médica y patológica

El Piloto y el Copiloto contaban con sus certificados médicos vigentes y aplicables para el tipo de operación, sin limitaciones.

El Piloto y el Copiloto habían cumplido con sus descansos y asignaciones de acuerdo con lo establecido por la normatividad vigente.

No se determinaron aspectos de performance humana que fueran factor causal en la ocurrencia del evento.

No se logró realizar examen de alcohol y drogas post Accidente.

1.12.1 Metodología

El personal Especialista de Medicina Aeroespacial de la Dirección Técnica de Investigación de Accidentes realizó la revisión de historial médico disponible en la plataforma de datos de la Aeronáutica Civil de Colombia y recopiló la información para realizar el análisis CREEP y emitir un concepto y recomendaciones.

1.12.2 Condiciones médicas previas de la tripulación, revisión de certificación medicina aeronáutica

Se realizó la revisión del registro de los tripulantes en la plataforma digital de la Aeronáutica Civil (Aerocivil), orientado a la verificación de aspectos relacionados con condiciones médicas que pudieran objetivarse como factores contribuyentes al accidente, se constató la ausencia de registros que consignen antecedentes médicos relevantes, patología activa,

dictámenes de juntas médicas o condiciones especiales que se asociaran al desarrollo del accidente.

Los Certificados médicos de los tripulantes, al momento del evento se encontraban vigentes.

1.12.3 Descripción de las lesiones

Se realizó un completo análisis de las lesiones de los ocupantes de la aeronave, esta información queda dentro de la reserva de la investigación.

En síntesis, los ocupantes sufrieron múltiples traumas producto de la desaceleración súbita.

En conjunto, dichos hallazgos configuraron un patrón lesional multisistémico de alta energía.

1.12.4 Modelo CREEP

Para el estudio del caso en particular se utilizó el modelo CREEP (Container, Restraint, Energy absorption, Environmental factors, Post-crash factors) es un enfoque utilizado en la medicina aeroespacial y la ingeniería de seguridad aérea para analizar los factores que afectan la supervivencia después de un accidente aéreo.

Container (Contenedor): Este aspecto del modelo se refiere a la integridad estructural de la aeronave y cómo afectó la supervivencia de los ocupantes se incluyó la resistencia de la cabina, la distribución de carga, y la protección contra impactos.

La aeronave presentó una disgregación estructural completa a lo largo de su eje longitudinal, con evidencia de colapso en las secciones anterior, media y posterior. En la parte anterior, se evidenciaron deformaciones plásticas en los revestimientos, pérdida de continuidad en cuadernas, fragmentación y dispersión de componentes de cabina, ruptura de la envolvente resistente por impacto frontal.

Se evidenció en la sección media del fuselaje, la dispersión de fragmentos estructurales con separación de subconjuntos como frames, stringers y paneles con una deformación progresiva por cargas de impacto y contacto con obstáculos naturales.

En la sección posterior, se identificaron fracturas en largueros, flexión crítica en la estructura de cola y ruptura en el conjunto alar, comprometiendo la integridad de los puntos de unión. El volumen destinado a los ocupantes presentó intrusión de elementos estructurales, pérdida de rigidez en los marcos de soporte y desplazamiento de sistemas de retención, evidenciando una pérdida total de habitabilidad estructural.

Restraint (Sistemas de Restricción): Se Analizó la efectividad de los cinturones de seguridad, arneses y otros dispositivos de sujeción para minimizar las lesiones durante el accidente.

Se evidenció un patrón de desprendimiento de los anclajes de los cinturones de seguridad, se generó la pérdida total de su capacidad de contención y retención sobre los ocupantes. Las cargas generadas durante el impacto superaron la tolerancia mínima de diseño aprobada para los sistemas de restricción bajo los estándares de certificación vigentes, se presentó la expulsión de todos los ocupantes de la aeronave.

Energy absorption (Absorción de Energía): Se refiere a la capacidad de la aeronave y sus componentes para absorber energía durante el impacto, lo que puede reducir las fuerzas G que experimentaron los ocupantes.

El análisis cinemático del evento permitió establecer la presencia de tres pulsos principales de desaceleración durante la secuencia de impacto.

En el primer pulso, correspondió al contacto con la copa de un árbol y un desplazamiento de 13.7 m, la interacción estructural produjo un pico de desaceleración de baja a moderada magnitud, con un valor medio de 43.28 m/s^2 ($\approx 4.41 \text{ g}$).

El segundo pulso, registrado tras un recorrido de 13.0 m al atravesar un estrato intermedio de árboles, ocasionó un incremento significativo en la transferencia de cargas longitudinales y verticales sobre la aeronave lo que generó un pico de desaceleración media de 129.85 m/s^2 ($\approx 13.24 \text{ g}$).

Finalmente, el tercer pulso se produjo en la colisión contra la base y raíz de un árbol de gran porte, seguido de un desplazamiento de aproximadamente 7.0 m sobre y parcialmente bajo el terreno, condición que produjo el pico de desaceleración con valores medios de 259.70 m/s^2 ($\approx 26.47 \text{ g}$). Los valores corresponden a estimaciones técnicas derivadas de la información factual disponible al momento.

Environmental factors (Factores Ambientales): Incluyó condiciones externas como clima, terreno y ubicación del accidente, que afectaron tanto la ocurrencia del accidente como las condiciones de supervivencia después del impacto, así como objetos propios de la aeronave o externos que pudieron ocasionar algún daño a los ocupantes.

El accidente ocurrió en un terreno de bosque alto andino, caracterizado por vegetación densa, inclinación marcada y difícil acceso.

Post-crash factors (Factores Post-accidente): Se examinaron los eventos y condiciones que ocurrieron después del impacto inicial, como incendios, desplazamiento del avión, rescate y atención médica de emergencia.

Posterior a la fase de DETRESFA, se activaron los protocolos de búsqueda y rescate con participación del BRAC, SAR, Defensa Civil, Bomberos, comités locales y regionales de gestión del riesgo, Ejército Nacional y Policía Nacional.

Se efectuó la coordinación interinstitucional hasta la localización de la aeronave y la confirmación del fallecimiento de todos los ocupantes. No se reportó presencia de fuego post impacto y se activaron los sistemas de localización ELT. Se activó el plan de atención de víctimas establecido por la empresa.

1.13.5 Concepto médico

Del análisis integral de la información disponible, se estableció que el evento bajo estudio correspondió a un impacto de alta energía con aplicación de fuerzas de desaceleración progresivas que alcanzaron valores máximos estimados en el orden de 26.47g , ampliamente superiores a los umbrales de tolerancia humana documentados en la literatura científica.

La magnitud de dichas cargas, sumada a la pérdida de la integridad estructural de la aeronave, generó un escenario incompatible con la preservación de la vida humana.

En este contexto, las condiciones permiten concluir que el accidente no era sobrevivible para ninguno de los ocupantes, siendo la fatalidad inmediata una consecuencia directa de la cinemática del impacto y de las fuerzas de desaceleración implicadas.

1.13 Incendio

No se presentó incendio.

No se halló evidencia de rastros de hollín en los restos de la aeronave que hubieran sido consecuentes con la presencia de fuego ni en vuelo, ni post-impacto.

No se halló evidencia de rastros de fuego en la vegetación del lugar del accidente.

1.14 Aspectos de supervivencia

Conforme a lo expuesto en el Numeral 1.13, el accidente no tuvo capacidad de supervivencia.

Los organismos y personas que se presentaron en el lugar del accidente fueron los siguientes:

- Dirección Técnica de Investigación de Accidentes (DIACC)
- Grupo de Búsqueda y Rescate SAR Aerocivil,
- Bomberos Urrao,
- Defensa Civil Urrao,
- Grupo de Búsqueda y Rescate Aeronáutico de Colombia (BRAC).
- Ejército Nacional de Colombia,
- Policía Nacional (Policía Judicial y PONAL SAR).
- Campesinos moradores de la zona.

El área de trabajo de los diferentes organismos abarcó un espacio aproximado de 500 metros cuadrados, como resultado final se logró realizar las labores de investigación en campo y la recuperación de los cuerpos de las víctimas.

1.15 Ensayos e investigaciones

Debido a que la extracción de los restos del avión accidentado implicaba un alto riesgo operacional tanto para la Tripulación y para la aeronave en la cual se tratara de realizar dicha operación, no fueron extraídos los componentes mayores de la aeronave (motores), de modo que no fue realizada ninguna prueba ni ensayo de las plantas motrices.

Producto de la alta energía con la que la aeronave entró en contacto con el terreno, los motores se hallaron enterrados.

El alto grado de inclinación del terreno montañoso, con superficie fangosa e inestable, impidió que pudiera realizarse una extracción manual de estos componentes, ya que existía un muy alto riesgo para la integridad física del personal que participó en las labores de

apoyo, ya que no existían los medios ni herramientas suficientes en sitio, para poder asegurar el volumen y el peso de estos elementos.

Con la ayuda de moradores de la zona donde ocurrió el accidente, se logró extraer la hélice del motor No.1.



Fotografía 8. Hélice del motor No.1.

Durante las labores de búsqueda de restos humanos en el lugar del accidente, el Grupo de Búsqueda y Rescate Aeronáutico de Colombia BRAC, extrajo una pala y parte del núcleo de la hélice, del motor No.2.



Fotografía 9. Núcleo de la Hélice del motor No.2

Estos componentes fueron sometidos a inspección en la OMA Aeroreparación LTDA.

La inspección de estos componentes no arrojó resultados concluyentes que orientaran la investigación sobre la operatividad de los motores.

Las palas de las hélices recuperadas evidenciaron una deformación plástica, típica de entrada con alta potencia y movimiento al contacto con el terreno.

1.16 Información orgánica y de dirección

- Pacífica de Aviación es una aerolínea colombiana de vuelos chárter con sede en el Aeropuerto Enrique Olaya Herrera de Medellín, Antioquia.
- La empresa se especializa en vuelos no regulares a destinos de la costa pacífica de Colombia y la costa atlántica.

- Dentro de las OsPecs de la empresa, se encuentran aprobadas para su operación aeronaves tipo LET 410 y Cessna 402.
- El Operador Aéreo de la aeronave HK2522 presta servicios de Transporte no Regular de pasajeros, al momento del accidente, su Certificado de Operación se encontraba vigente y autorizado por la Autoridad Aeronáutica de Colombia.
- Su base principal de operación se encuentra ubicada en el aeródromo Olaya Herrera, Medellín, Antioquia.
- El Operador contaba con manuales de operación propios, elaborados con base con base en el POH (Pilot Operation Hand Book) del fabricante.
- Las operaciones de la aeronave eran coordinadas por el aérea de Despacho, de acuerdo con los compromisos comerciales adquiridos.
- Se identificó que el Operador cumplía directamente el programa de mantenimiento de sus aeronaves, con el apoyo de talleres autorizados por la casa fabricante, y con la vigilancia de la entidad reguladora de aviación civil.
- Se encontraron falencias en el Operador en cuanto a la implementación de un sistema de gestión de calidad y de seguridad operacional por parte de la empresa.
- El Operador posee SOPs (Procedimientos estándares de Operación), alineados con la norma aeronáutica y con los fabricantes.

1.16.1 Análisis de riesgo en la ruta Medellín – Juradó – Medellín

- El Operador tenía un análisis de riesgo o Plan de vuelo operacional para la ruta entre el aeródromo Olaya Herrera de Medellín y el aeródromo de Juradó con su respectivo retorno hacia el aeródromo de Medellín, este plan de vuelo operacional fue diseñado específicamente para la aeronave tipo Cessna 402.
- Dicho análisis contemplaba información de rumbos, distancias, tiempos y combustible requerido para la realización de los vuelos.
- El Plan de Vuelo Operacional contemplaba la identificación de los puntos significativos en la ruta a sobrevolar, altitud mínima, consumos de combustible, rumbos, tiempos y distancias.

ESPACIO EN BLANCO


REV OPS.		FLIGHTPLAN VFR CESSNA 402C								
		OPERACIONES DE VUELO								
		OPERATIONAL FLIGHT PLAN CESSNA 402C								
		Cód. FLT-FTO- 01	Rev. 01	Fecha : 24/03/2022	Página 1 de 2					
SKMD-SKJU VFR		FUEL DATA			Alterno # 2 UIB					
00:56 Min		Altitud: 12.500	TOC	15 gal	0:20 Min	Fuel: 30 gal				
		Time 00:56	TOD	17 gal	0:33 Min	Time: 00:45				
		Min fuel: 130 GAL	LDG	2 gal	0:03 Min	Alterno # 1 EOH				
		Min fuel: Ida y Reg. 130 GAL	TOTAL	34 gal	00:56 Min	Fuel: 34 gal				
		Basic fuel	34 GAL			Time: 00:56				
POINT	FIX	MAG HDG	LEG DIST.	DIST	ETE	ETD FUEL	ETA	FUEL BURN	MEA	RADIO
SKMD	R 328° 17 NM RNG (VFR)								VFR	118,0
B. De San Antonio	R 315° 21 NM RNG R 281° 22 NM MRN N 06° 12' 0.0" W 75° 41' 50.0"	268°	8	8	00:06	6 GAL	00:06	6 GAL	VFR	127.2
N. urrao	R 297° 45 NM RNG R 045° 49 NM UIB N 06° 20' 25" W 76° 07' 50"	296°	27	35	00:14	9 GAL	00:20	15 GAL	11.500	127.2 118.4
Serrania (4500')	R 337° 80 NM UIB N 06° 51' 37" W 77° 18' 16"	301°	77	112	00:25	13 GAL	00:45	28 GAL	4.500	118.3
IFJUR (1500')	R 315° 60 NM UIB N 07° 02' 27" W 77° 40' 23"	303°	25	137	00:08	4 GAL	00:53	32 GAL	1.500	122.9
SKJU	R 309 55 NM UIB N 07° 05' 30" W 77° 44' 25"	314°	5	142	00:03	2 GAL	00:56	34 GAL	VFR	122.9
GEOGRAPHICAL POSITIONS				AIRPORT INFO						
Point	Fix	Elev ft	Alt. Min.	Name	Elev ft	Rwy	Mts	Facility		
CERRO S. JOSE	R 293° 40 NM RNG	10.500	12.500	Medellín	4922	02-20	2150	Fuel		
CERRO ZUMBACULO	R 300° 41 NM RNG	10.500	12.500	QUIBDO	192	13-31	1800	APP/FUEL		
Notes: VOR RNG 115.1 / VOR MRN 113.0/ VOR UIB 113.2/ VOR LCE 112.6				830 Medellín / 1230 Seminario / 590 La García / 1280 Concordia						

Imagen 17. Plan de vuelo operacional para la ruta MED-JUR.


		OPERACIONES DE VUELO								
		OPERATIONAL FLIGHT PLAN CESSNA 402C								
Cód. FLT-FTO-01			Rev. 01		Fecha : 24/03/2022			Página 2 de 2		
SKJU-SKMD VFR		FLIGHTPLAN VFR CESSNA 402C								
					FUEL DATA				Alterno # 2 PEI	
		Altitud: 11.500		TOC	28 GAL	0:23 Min		Fuel: 21 GAL		
		Time 00:57		TOD	9 GAL	0:30 Min		Time: 00:32		
0:57 Min		Min fuel: 90 GAL		LDG	4 GAL	0:04 Min		Alterno # 1 MDE		
		Min fuel: Iday Reg. 130 GAL		TOTAL	41 GAL	00:57 Min		Fuel: 10 GAL		
		Basic fuel		41 GAL				Time: 00:15		
POINT	FIX	MAG HDG	LEG DIST.	DIST	ETE	FUEL	ETA	FUEL BURN	MEA	RADIO
IFJUR (1500')	R315° 60 NM UIB N 07°02'27" W 77°40'23"	134°	5	5	00:03	3 GAL	00:03	3 GAL	VFR	122.9
Serrania (4500')	R337° 80 NM UIB N 06°51'37" W 77°18'16"	123°	25	30	00:11	12 GAL	00:14	15 GAL	4.500	118.3 118.4
N. urrao	R 297° 45 NM RNG R 045° 49 NM UIB N 06°20'25" W 76°07'50"	121°	77	107	00:30	17 GAL	00:44	32 GAL	11.500	127.2
B. De San Antonio	R 315° 21 NM RNG R 281° 22 NM MRN N 06°12'O. 0" W 75°41'50.0"	116°	27	134	00:09	5 GAL	00:53	37 GAL	11.500	118.0 127.2
SKMD	R 328° 17NM RNG (VFR)	088°	8	142	00:04	4 GAL	00:57	41 GAL	VFR	118.0 121.9
GEOGRAPHICAL POSITIONS				AIRPORT INFO						
Point	Fix	Elev ft	Alt. Min.	Name	Elev ft	Rwy	Mts	Facility		
CERROS. JOSE	R 293° 40 NM RNG	10.500	12.500	Medellín	4922	02-20	2150	Fuel		
CERRO ZUMBACULO	R 300° 41 NM RNG	10.500	12.500	QUIBDO	192	13-31	1800	APP/FUEL		
				EMISORAS COMERCIALES						
Notes: VOR RNG 115.1 / VORMRN 113.0/ VOR UIB 113.2/ VOR LCE 112.6				830 Medellín / 1230 Seminario/ 590 La García/ 1280 Concordia						

Imagen 18. Plan de vuelo operacional para la ruta JUR-MED.



Imagen 19. Desvío de la aeronave, del Plan de vuelo operacional de la empresa.

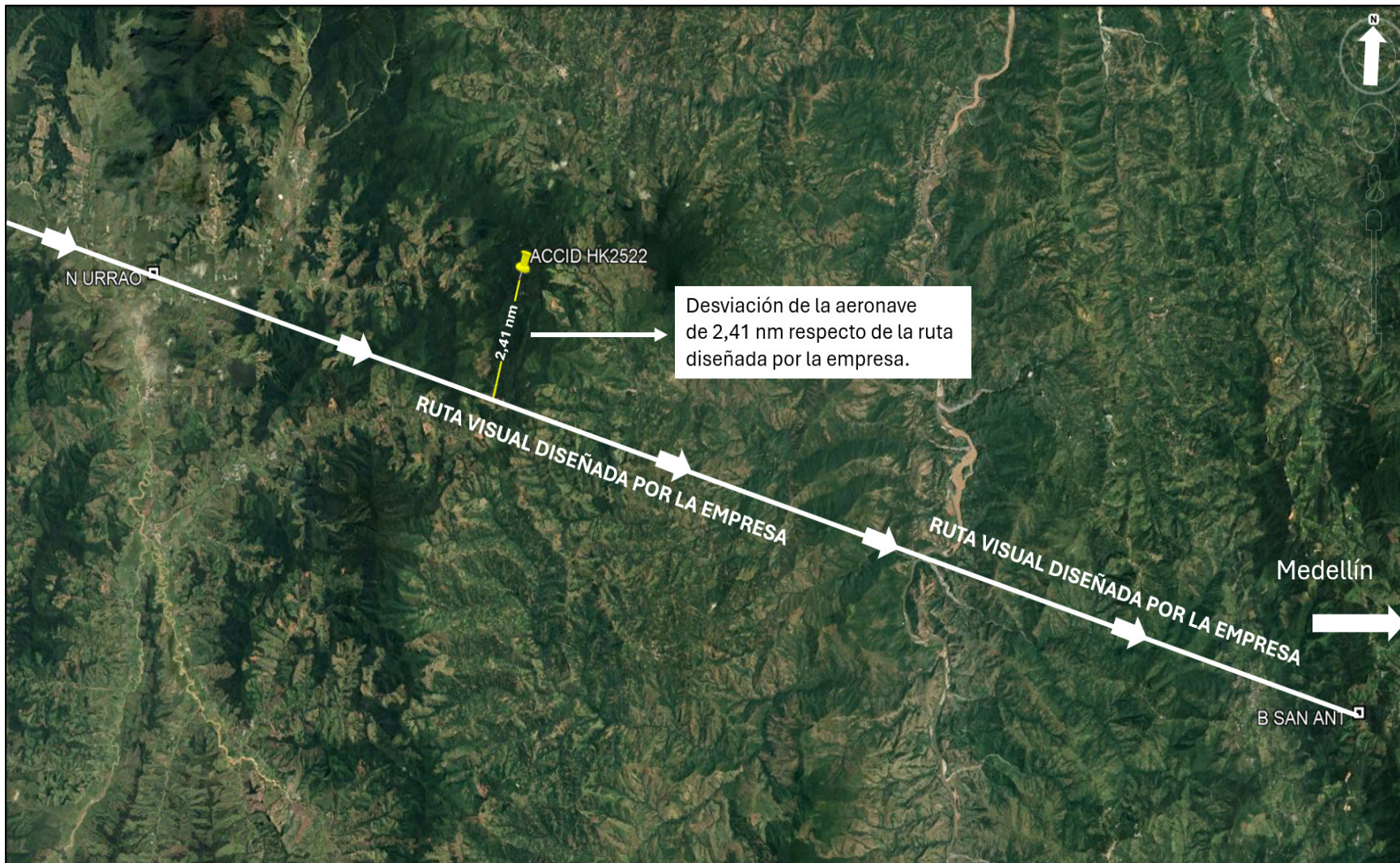


Imagen 20. Desviación en millas

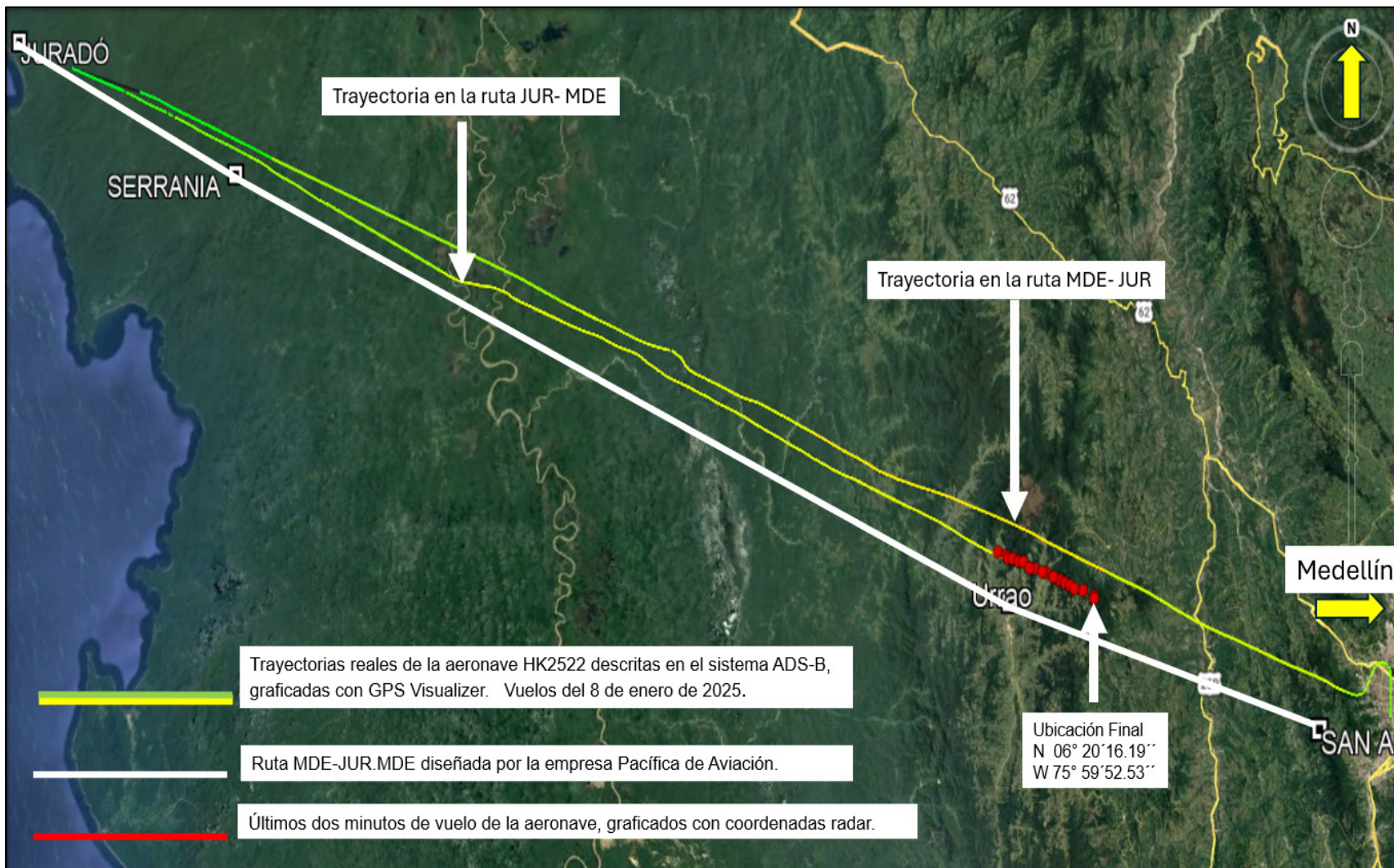


Imagen 21. Desviaciones de la ruta, en los últimos dos vuelos de la aeronave.

1.16.2 Información de despacho

La información suministrada por el Despacho se limitaba al embarque de pasajeros y carga.

El área de Despacho carecía de un suministro adecuado de información meteorológica previa al vuelo, de manera que fueran analizados los datos meteorológicos en tiempo real y de esta manera se planificaran de forma segura las operaciones.

El área encargada del despacho no proporcionaba la información detallada de viento, nubosidad y peligros como tormentas o engelamiento, datos que podían llegar a ser consultados en tiempo real de las estaciones meteorológicas, imágenes satelitales y radares meteorológicos, a disposición en las páginas oficiales del IDEAM y de la Aerocivil, para ser suministrados a las tripulaciones y que de esta manera pudieran tomar decisiones acerca de la ejecución de los vuelos.

El vuelo anterior al accidente se realizó entre el aeródromo Olaya Herrera de Medellín y el Aeródromo de Juradó (JUR), con sillas removidas exclusivamente en configuración de carga.

1.17 Búsqueda y salvamento

La aeronave Cessna 402C HK2522, se encontraba equipada con un Equipo Transmisor de Localización de Emergencia (Emergency Locator Transmitter) (ELT). El Transmisor de Localización de Emergencia (ELT) se activó el 8 de enero de 2025 y emitió una señal de 406 MHz durante aproximadamente 22 horas.

La señal fue detectada por el Sistema satelital de Búsqueda y Salvamento Global (COSPAS-SARSAT), y ayudó a los organismos de búsqueda y rescate a establecer el cuadrante aproximado, esto permitió que la aeronave accidentada fuera localizada el 9 de enero de 2026 a las 16:30 Hr L. en las coordenadas *N°06°20'16.19" W75°59'52.53"*, por un helicóptero civil, que estaba apoyando las labores de búsqueda.

Teniendo en cuenta las dificultades que planteaban las labores de búsqueda y rescate en terreno montañoso, La marcación emitida por el ELT, permitió reducir el tiempo y el área de búsqueda, e igualmente orientar a los diferentes organismos involucrados hacia el lugar del accidente,

En las operaciones aéreas de búsqueda participaron aeronaves de ala rotatoria de tanto de empresas civiles como pertenecientes a la Fuerza Pública.

1.18 Técnicas útiles o eficaces de investigación

Se emplearon las técnicas contenidas en el Documento 9756 Parte III de la OACI, evidencias físicas y testimoniales recopiladas además de la documentación técnica solicitada al explotador, así como las inspecciones a la empresa.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

2. ANÁLISIS

Para el desarrollo de la investigación se efectuó el análisis de las evidencias factuales que fueron recopiladas durante el proceso.

En visita realizada a las instalaciones de la empresa Pacífica de Aviación, en el aeropuerto de Medellín el día 28 de abril de 2025, se logró recopilar información que permitió realizar detallados análisis de los siguientes aspectos:

- Operaciones.
- Mantenimiento y Aeronavegabilidad.
- Despacho.
- Seguridad Operacional.

2.1 Operaciones

- Fue verificada la hoja de vida del Director de Operaciones de la empresa y se halló una alta competencia para el cargo.
- Fue verificado el manejo de antinarcóticos de las aeronaves y se encontró adecuado, con vigencia hasta el 5 de noviembre de 2025.
- Se evidenció que la experiencia de los Pilotos, requerida por los seguros, era la adecuada a las exigencias.
- Se evidenció la existencia de una sala de descanso para el personal de operaciones.
- Se evidenció que la programación y control de horas de vuelo de las Tripulaciones, era adecuada, así como los tiempos de servicio y descanso de los Pilotos y Copilotos.
- Se evidenció que no había control para el cambio de configuración de la aeronave para carga a pasajeros y viceversa.
- No se evidenció fiabilidad en el procedimiento de operaciones y despacho de aeronaves, se evidenció insuficiencia en el suministro de información meteorológica en ruta a las Tripulaciones, coordinado entre el área de Operaciones y el Despacho.
- No se evidenció un adecuado seguimiento a los vuelos, sobre todo cuando en la ruta hay condiciones meteorológicas adversas.
- Las operaciones en el aeródromo de Juradó revisten complejidad tanto para la seguridad de la aeronave en horas nocturnas, como para el alojamiento de las Tripulaciones en la población, la cual queda retirada de la pista, por este motivo se evitaba al máximo por parte de la Empresa, dejar la aeronave en ese sector.
- No se evidenciaron políticas o procedimientos operacionales escritos, relacionados con la operación hacia y desde Juradó, dirigidas a realizar una operación en condiciones seguras, cuando el vuelo de las aeronaves de la Empresa se iba a realizar en horas de la tarde, al límite del cierre de las operaciones en el aeródromo Olaya Herrera (SKMD) de Medellín.

- No se evidenciaron procedimientos escritos para determinar la hora límite de salida de Juradó hacia Medellín, adicional a lo anterior, las Tripulaciones preferían siempre agilizar la salida de Juradó, para evitar pernoctar.
- No se halló evidencia de la existencia de instrucciones impartidas a las Tripulaciones, ni en el Manual General de Operaciones (MGO) ni en ninguna otra directriz interna de la empresa, relacionadas con que los Pilotos evitaran agilizar la operación apartándose de procedimientos seguros, para llegar al aeródromo Olaya Herrera de Medellín al límite del cierre de la operación en ese aeródromo.
- El Operador contaba con un análisis de riesgo de la ruta, elaborado para los vuelos desde el Aeropuerto Olaya Herrera (SKMD) con destino al aeródromo de Juradó – Chocó (SKJU) y su respectivo vuelo de regreso.

El análisis estaba plenamente detallado en un Plan de Vuelo operacional.

- En el Manual General de Operaciones (MGO) de la empresa Pacífica de Aviación S.A.S. en sus numerales 3.12.10, 3.12.10.1 y 3.12.10.2, está descrito el CFIT (Controlled Flight into terrain) (Vuelo Controlado contra el terreno y sus causas.

Además, en su numeral 3.12.10.2 se describe en su primer punto como evitar un accidente tipo CFIT, de la siguiente manera, de manera textual:

“Hacer una buena planificación de vuelo, teniendo en cuenta cual será nuestra ruta de vuelo, cómo están las condiciones meteorológicas de nuestra ruta y destino, con que equipamiento disponemos para la llegada a nuestro destino (Aproximaciones instrumentales) y con qué equipamiento disponemos en nuestra aeronave.”.

- Respecto al punto anterior, no se halló evidencia acerca de cómo se realizaba una “buena planificación del vuelo”, orientando a las Tripulaciones de las condiciones meteorológicas en ruta.
- No hay claridad en el procedimiento de anclaje de la carga, arme y desarme de las sillas por parte de las Tripulaciones, aunque los Pilotos realizaban este procedimiento, no se halló evidencia alguna de una capacitación específica para realizar esta acción.
- El día 8 de enero de 2025, la aeronave realizó los siguientes vuelos:

ORIGEN	DESPEGUE HORA LOCAL	DESTINO	ATERRIZAJE HORA LOCAL	TIEMPO EN TIERRA
SKMD	9:37	SKMD	9:59	
SKMD	10:46	SKBS	11:26	
SKBS	13:53	SKMD	14:35	
SKMD	15:25	SKJU	16:17	36 minutos en tierra en Juradó.
SKJU	16:53	SKMD		

Cuadro No.2 Vuelos del día 8 de enero de 2025 HK2522

- La aeronave en su última salida de Medellín destino Juradó, salió con las sillas removidas y en configuración de carga.

- Posterior a su aterrizaje en el aeródromo de Juradó, se evidenció que la aeronave tuvo un tiempo total en tierra de 36 minutos.

Durante este tiempo, la Tripulación tuvo que realizar el siguiente proceso:

- Descargue de la aeronave,
 - Durante el proceso de descargue de la aeronave en Juradó, la Tripulación tuvo que descargar una motocicleta marca Yamaha NMAX de cilindraje de 125 cc , con un peso de 132kg, lo que demoró su proceso en tierra.



Fotografía 10. Motocicleta descargada por la Tripulación.

- Inmediatamente después de terminado el descargue, la Tripulación inició el procedimiento de asegurado de las sillas a los rieles del piso de la cabina.
- Posterior a asegurar las sillas a los rieles del piso de la cabina, la Tripulación procedió a abordar 8 pasajeros con un peso de 494 kg., 90 kg. de equipaje y 71 kg de carga, para un total de 655 kg.(1441 lb).
- Toda la operación en tierra era realizada por los Pilotos, solo tenían la ayuda de una persona contratada por la empresa en Juradó, para realizar labores de tipo logístico como transporte terrestre de la carga y pasajeros y realizar el respectivo pesaje.
- Se evidenció como hallazgo, que el Plan de Vuelo visual presentado para la aeronave en la ruta JUR-MDE, describía dos personas a bordo, cuando en realidad el vuelo tenía diez personas en total (Dos Tripulantes – Ocho Pasajeros).

2.2 Mantenimiento y Aeronavegabilidad

- Se identificó que Pacífica de Aviación S.A.S. cuenta con una OMA (Organización de Mantenimiento Aprobada) en sus instalaciones y se encuentra habilitada para su uso.
- Se evidenció que Pacífica de Aviación S.A.S. contrata algunos servicios de mantenimiento con la OMA SIALAS S.A.S.
- Se evidenció normalidad en el certificado de peso y balance de la aeronave, el cual había sido realizado por Sky Hub Services el 16 de noviembre de 2022.

- Se verificó la carta de aceptación del MPM (Manual Programa de Mantenimiento), con fecha del 16 de mayo de 2023, bajo radicado ID 2023242010012982, Revisión 01, no se encontró ningún hallazgo.
- Se evidenció que no se contaba con un procedimiento por parte de aeronavegabilidad para el control del cambio de la configuración de la aeronave de carga a pasajeros.
- No se evidenció que se realizara acceso y/o consulta a las instrucciones de aeronavegabilidad continuada ICA, tampoco existían prácticas referenciadas en el Manual Programa de Mantenimiento MPM.
- No se evidenció la existencia de prácticas pre-vuelo y post-vuelo que son referenciadas en los ICAs, y manuales del operador de hélice y motor.
- No se evidenció hallazgo en la licencia de la estación de radios, estaba activa desde el 20 de diciembre de 2021.
- Fueron verificadas las Especificaciones de operación y se encontró que no correspondían al personal que se encontraba en la empresa.
- Al momento de ocurrencia del accidente no existía en la empresa el cargo de Control Calidad, debido a que aún se tenían procesos propios de los manuales.
- El Manual de entrenamiento no se encontró actualizado ni adecuado a la estructura de la organización.
- El Manual de Entrenamiento Técnico tenía su revisión No.6 del 10 de febrero de 2023 y no contemplaba las características de los cargos, entrenamiento y cantidad de personal con su respectiva hoja de vida, este había sido un hallazgo durante la auditoría general realizada a la empresa en el mes de junio de 2024.
- Se verificó y se evidenció que la Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA) que estaba indicada en el FIAA (Formulario de Inspección Anual de la Aeronave), estaba autorizada para su funcionamiento.
- Fue verificado el FIAA en su sección de propietario e información general y se encontró un error en la sección de aprobación de la información por fecha de inspección.
- Se evidenció un adecuado control realizado el CPCP (Corrosion Prevention and Control Program), (Prevención de Corrosión y programas de control).
- Fueron verificados los dos últimos registros de mantenimiento con el fin de comprobar los ciclos de mantenimiento, se evidenció que existía control por ciclos de los trenes de aterrizaje con número total de 142225 ciclos al 21 de noviembre de 2024, su servicio de mantenimiento fue realizado a través de la orden de trabajo OT033-HK2522. TT:7486:59.
- Fueron verificados los contratos de mantenimiento y su alcance, se evidenció que al momento del accidente la Orden de Trabajo, OT mensual de pre-vuelo con la OMA (Organización de Mantenimiento Aprobada) SIALAS, no se encontraba vigente.

- Se evidenció un adecuado manejo de repuestos o componentes pertenecientes a otras aeronaves el cual era realizado por la OMA donde se realizaba la inspección de recibo.
- Aunque la oficina de aeronavegabilidad está ubicada en otra empresa, no en las instalaciones de Pacífica de Aviación, se evidenció un adecuado control del Status report por control de vida límite, overhaul y on-condition para la aeronave.
- Se verificó que las alteraciones referenciadas hubieran sido realizadas conforme a las prácticas en el POH aceptado, se evidenció que los suplementos no se encontraban organizados de manera adecuada en el POH, específicamente en su Capítulo 4.
- Las palas de la hélice G82NEA-5.5 que indica el FIAA, no corresponden a las referenciadas en el TCDS (Type Certificate Data Sheets). Se evidenció que el parte número de las palas de la hélice no corresponden a lo referenciado en el Certificado Tipo del avión.
- Se evidenció que la serie número de los motores en el Status Report que referencia el certificado de mantenimiento del proceso realizado por la OMA SIALAS, correspondía con el stiker, de acuerdo al trabajo realizado el 2 de enero de 2025.
- Se generó fe de erratas por errores cometidos en los stiker de mantenimiento, con su respectivo documento soporte de fecha 9 de enero de 2025.
- Se verificó porqué los trabajos realizados en los certificados de conformidad de mantenimiento, indican que dichos trabajos son realizados con el MPM (Manual Programa de Mantenimiento) de la empresa Aeroejecutiva de Aviación S.A.S y no de la empresa Pacífica de Aviación S.A.S.
- Por lo anterior se evidenció que fue generada fe de erratas por errores cometidos en los stiker de mantenimiento, con su respectivo documento soporte de fecha 9 de enero de 2025.
- Se evidenció que el MPM (Manual Programa de Mantenimiento) de la Empresa, no contemplaba las prácticas de mantenimiento referenciadas en el manual del operador de la hélice (S/N:MPC26-06) y motor (S/N:X30044).
- Se evidenció que no se tenía acceso al Manual del operador del motor, ni los ICAs (Instructions for Continued Airworthiness) (Instrucciones de aeronavegabilidad continuada), pendientes por las alteraciones Vortex y VHF.
- Se verificó que se tenía acceso al manual de servicio de mantenimiento de la aeronave, por medio del Fabricante, Textron Aviation.
- Se verificó el control de las AD's (Airworthiness Directive) Directivas de Aeronavegabilidad y boletines de servicio, encontrándose los siguientes hallazgos:
 - Se evidenció error en la verificación de cumplimiento de la Directiva 2005-18-20, esta directiva no aplica para las palas empleadas.
 - No está referenciado el control del AD 95-09-13.

- El AD 97-26-16 no es controlado según lo estipulado en el documento. No aparece en el Stiker de la OMA SIALAS.
- No se evidenció control de las Directivas en el motor S/N :516500. 2016-16-12 / 2014-05-29.
- Se evidenció que había control completo de Directivas de aeronavegabilidad de motor y hélice y de las alteraciones.
- Se verificaron los dos últimos registros de mantenimiento de los servicios realizados a la aeronave según su OT:044-HK2522 / 005-25, donde se realizó intervención a la aeronave y 002-25 donde se realizó intervención a los motores por parte de la OMA SIALAS, encontrándose sin hallazgos.
- No se halló un (Manual General de Mantenimiento) MGM de la empresa, el Manual fue enviado para la revisión del Inspector PMI de la empresa mediante radicado No.2024142040120693 del 24 de septiembre de 2024 y no se realizó respuesta por parte del Inspector PMI (Principal Maintenance Inspector) (Inspector Principal de Mantenimiento), al operador Pacífica de Aviación.
- Se encontró adecuado, el listado de capacidades de la OMA contratada SIALAS.
- Durante el desarrollo de la investigación, no se encontró ninguna evidencia que indicara que la aeronave hubiera tenido algún inconveniente de tipo mecánico que obligara a la tripulación a volar a alturas que pusieran en riesgo la seguridad del vuelo.
- El mantenimiento de la aeronave se encontraba al día al momento del accidente, la aeronave se encontraba Aeronavegable.

2.3 Despacho

- Se evidenció insuficiencia en el suministro de información meteorológica en ruta a las Tripulaciones por parte del área de Despacho.
- Se evidenció que no existía la preparación ni el conocimiento suficiente en meteorología aeronáutica por parte del encargado del área de Despacho, de manera que pudiera suministrar un apoyo eficiente de información previa al vuelo a las Tripulaciones.
- Se evidenció que la única información meteorológica a la que se limitaba el área de Despacho era el suministro de los informes METAR de los aeródromos controlados y a realizar una llamada al personal de apoyo en los aeródromos no controlados para indagar por las condiciones del tiempo.
- Se evidenció como hallazgo que no existía la debida coordinación con el área de operaciones de la Empresa, para el diligenciamiento y presentación de los Planes de Vuelo, dicho hallazgo se evidenció en la inconsistencia encontrada en el último Plan de vuelo presentado para cubrir la ruta entre Juradó (SKJU) y el aeródromo Olaya Herrera (SKMD), relacionada con la no inclusión en la información suplementaria del Plan de Vuelo, la cantidad real de las personas a bordo.

2.4 Seguridad Operacional

- Como hallazgo, no se encontró un Manual de Seguridad Operacional en la Empresa.
- Se evidenció que el Copiloto de la aeronave accidentada, también realizaba las labores de Director de Seguridad Operacional.
- Se evidenció que en el contrato de prestación de servicios para la Empresa, el Copiloto no tenía dentro de sus funciones, realizar las labores de Director de Seguridad Operacional.
- Se evidenció que, durante el ejercicio de las operaciones de vuelo como Copiloto, no había nadie en la Empresa que reemplazara sus funciones como Director de Seguridad Operacional.
- No se evidenció la existencia de un sistema de reportes dentro de la organización.
- No hay evidencia de la existencia de reportes.
- Durante la visita a la organización por parte del personal investigador, se consultó de manera aleatoria a sus colaboradores sobre temas básicos de la Seguridad Operacional y se evidenció que:
No hay claridad sobre ¿Qué reportar? ¿Cómo reportar? ¿A quién reportar?
- Posterior al accidente no se estableció nuevamente la figura de un Director de Seguridad Operacional y continuó así hasta el momento de la visita a la empresa del personal Investigador.

2.5 Planteamiento de la hipótesis

Con el fin de determinar una causa probable del accidente, así como los posibles factores contribuyentes, igualmente para documentar el Informe Final, específicamente las recomendaciones finales, la investigación fue orientada, hacia los siguientes aspectos:

- Análisis del estado de aeronavegabilidad de la aeronave.
- Factores de planeamiento del vuelo (Operaciones y Despacho).
- Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS).
- Factores de fatalidad de los siete (7) adultos. Tres (3) menores
- Operaciones de Búsqueda y Salvamento de los supervivientes.

La investigación planteó cuatro (4) hipótesis de circunstancias que podrían haber conducido al vuelo controlado contra el terreno de la aeronave.

Estas hipótesis se presentan en el siguiente cuadro, y son explicadas a continuación.

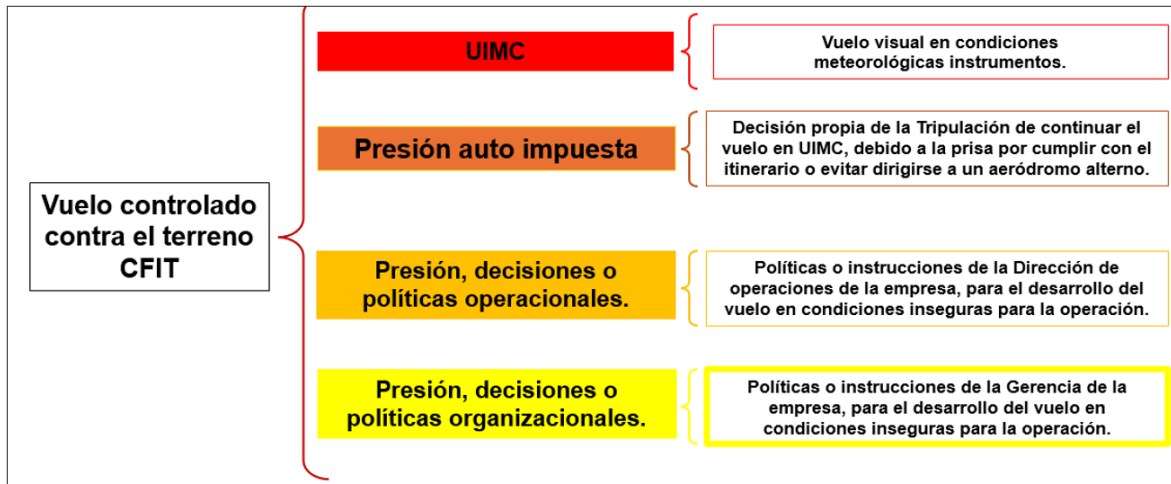


Imagen 22. Hipótesis establecidas en la investigación.

2.5.1 Hipótesis de Vuelo visual en condiciones meteorológicas instrumentos

Cuando un piloto que vuela bajo reglas visuales (VFR) entra en condiciones meteorológicas instrumentales (IMC), se enfrenta a una pérdida súbita de referencias visuales, lo que genera **desorientación espacial** y a consecuencia de lo anterior hay una fuerte dependencia de sensaciones físicas que puede dar lugar a percepciones engañosas de la posición.

Esto puede provocar ilusiones sensoriales como vuelo en espiral o la sensación de vuelo recto y nivelado cuando en realidad el avión tiene una actitud anormal de descenso inadvertido o no controlado.

A nivel psicológico, el piloto puede experimentar **estrés agudo, ansiedad y presión por continuar el vuelo**, lo que puede reducir su capacidad de análisis y toma de decisiones. La sobrecarga cognitiva, sumada a la falta de entrenamiento en vuelo por instrumentos, puede llegar a incrementar el riesgo de errores graves en la toma de decisiones en cabina, pérdida de control y, en muchos casos, derivarse un accidente con taxonomía CFIT o LOC-I en cuestión de minutos.

El resultado del análisis de las condiciones meteorológicas del día, hora y sector de ocurrencia del accidente reveló que en efecto el vuelo visual se realizó en condiciones meteorológicas adversas ya que existía un sistema convectivo de baja presión de grandes proporciones y en evolución a lo largo de la ruta que se pretendía volar en condiciones VFR.

2.5.2 Hipótesis de Presión Autoimpuesta

Cuando una Tripulación realiza un vuelo de una aeronave que opera bajo reglas VFR y que ingresa en condiciones meteorológicas adversas puede derivar en una condición de (UIMC), perdiendo referencias visuales críticas.

Sumado a lo anterior, la presión autoimpuesta de la Tripulación por llegar a su aeródromo de destino, posiblemente motivada por compromisos operativos o personales, puede llevar a continuar el vuelo en lugar de desviarse de la ruta para buscar mejores condiciones

meteorológicas o proceder a un aeródromo alternativo, puede incrementar el nivel de estrés y reducir la capacidad para evaluar riesgos.

Esta presión, sumada a la falta de entrenamiento en vuelo por instrumentos, puede generar sobrecarga cognitiva y desorientación espacial, favoreciendo la toma de decisiones erróneas.

La combinación de los factores mencionados puede llegar a conducir a un suceso no deseado para la seguridad operacional como puede ser un accidente el vuelo controlado contra el terreno (CFIT).

Factores humanos y meteorológicos, combinados con presión psicológica, pueden ser determinantes en la ocurrencia del accidente.

2.5.3 Hipótesis de presión por decisiones o políticas operacionales

Si la Dirección de Operaciones de una empresa presiona a un Piloto para realizar un vuelo en condiciones meteorológicas adversas o que vulneran la seguridad operacional, se introduce un **factor organizacional crítico** que puede agravar el riesgo. Esta presión externa, sumada a la **presión autoimpuesta del piloto por cumplir con el itinerario**, puede generar un entorno donde se prioriza el cumplimiento del vuelo sobre la seguridad operacional, afectando la toma de decisiones.

Un Piloto, bajo estrés y temor a sanciones o pérdida de confianza, podría optar por continuar el vuelo en lugar de proceder a un aeródromo alternativo o cancelar y retornar al aeródromo de salida, incluso en presencia de un sistema de baja presión con condiciones IMC severas.

Lo anterior puede llegar a incrementar la probabilidad de desorientación espacial, errores de juicio y pérdida de control, culminando en un accidente tipo CFIT. El anterior escenario refleja cómo la **cultura organizacional y la presión operacional** pueden llegar a ser factores contribuyentes y determinantes en la ocurrencia de un accidente aéreo.

Durante el desarrollo de la investigación y basados en el análisis de las evidencias recopiladas, se puede concluir de manera fiable que el factor de presión operacional se puede excluir de manera total, como factor contribuyente para la ocurrencia del accidente de la aeronave HK2522.

2.5.4 Hipótesis de presión por decisiones o políticas organizacionales

Si el Gerente o representante legal de una empresa, presiona a una Tripulación para realizar un vuelo con conocimiento de que hay condiciones meteorológicas adversas que pueden llegar a vulnerar la seguridad operacional y se introduce un factor organizacional crítico y de alto riesgo.

La presión jerárquica puede generar un entorno donde la seguridad operacional queda subordinada a los intereses comerciales o compromisos operativos, esto puede llegar a afectar gravemente la toma de decisiones del Piloto y en general de toda la Tripulación.

Bajo este escenario, el piloto podría experimentar estrés extremo, temor a sanciones o pérdida del empleo, lo que lo lleva a continuar el vuelo en lugar de desviarse para buscar una mejor ruta, cancelar la operación o proceder a un aeródromo alternativo, aun teniendo conocimiento de la presencia de un sistema de baja presión con condiciones IMC severas.

Esta combinación de presión externa y presión autoimpuesta puede incrementar la probabilidad de errores de juicio, desorientación espacial y pérdida de control, terminando así en una condición no deseada o en un accidente tipo CFIT.

Durante el desarrollo de la investigación y basados en el análisis de las evidencias recopiladas, se puede concluir de manera fiable que el factor de presión organizacional se puede excluir de manera total, como factor contribuyente para la ocurrencia del accidente de la aeronave HK2522.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

3. CONCLUSIÓN

3.1 Conclusiones

La condición mecánica de la aeronave no tuvo injerencia en la ocurrencia del suceso, la aeronave tenía su programa de mantenimiento al día y estaba en condición Aeronavegable.

La tripulación (Piloto y Copiloto), tenían toda su documentación vigente para la realización del vuelo de acuerdo con los requisitos exigidos por los Reglamentos Aeronáuticos Colombianos.

No existía un sistema adecuado sistema de seguridad operacional en la empresa, de manera que se pudiera realizar una correcta identificación de peligros y riesgos asociados con el fin de controlar peligros y mitigar riesgos.

El explotador había detallado mediante un estudio de riesgos y análisis de la ruta entre el Aeropuerto Olaya Herrera (IATA:MDE,OACI:SKMD) y el aeródromo (IATA: JUR, OACI: SKJU), la descripción de la ruta visual, altitudes de vuelo seguras en la ruta así como los puntos de descenso acordes con el rendimiento de la aeronave accidentada.

La Tripulación pese a estar volando bajo reglas visuales, entró en una situación peligrosa al encontrarse inesperadamente con condiciones meteorológicas adversas que obligaban a avisar a los servicios de Tránsito aéreo con el fin de cambiar su vuelo visual al vuelo por instrumentos.

3.2 Causa probable

Vuelo controlado contra el terreno, por ingreso en condiciones meteorológicas adversas, volando bajo reglas de vuelo visuales.

3.3 Factores contribuyentes

Deficiencias en el control y seguimiento efectivo de los vuelos por parte del área de operaciones, no se evidenció un control o monitoreo adecuado del vuelo por parte del operador.

Deficiencias en los procedimientos de Despacho, insuficiente suministro de información meteorológica previa al vuelo.

Deficiencia en los procedimientos de Inspección, seguimiento y vigilancia de la Autoridad Aeronáutica.

3.4 Categoría de ocurrencia (ADREP)

CFIT: Vuelo controlado contra el terreno

2. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

AL OPERADOR AÉREO.

RSO. 01- 202502-1

Evaluar y fortalecer el proceso de despacho operacional, mediante una provisión obligatoria de información meteorológica, que contenga un procedimiento formal para que el Despacho recopile, evalúe y suministre información meteorológica actualizada (METAR, TAF, radar, satélite), con datos de origen, ruta y destino.

RSO. 02 – 202502-1

Establecer estándares de operación que incluyan los vuelos VFR para rutas críticas, y criterios o políticas para la ejecución de vuelos en condiciones visuales.

RSO. 03 – 202502-1

Implementar un sistema efectivo de seguimiento y control de vuelos, de manera que se puedan identificar posibles violaciones o desviaciones operacionales por parte de las Tripulaciones.

RSO. 04 – 202502-1

Las áreas de Operaciones y Despacho deben garantizar que el plan de vuelo operacional se ejecute de manera estricta y bajo total adherencia al cumplimiento de estándares operacionales por parte de las Tripulaciones

RSO. 05 – 202502-1

Fortalecer el Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS), implementando una metodología de cultura de reportes de seguridad operacional, una implementación de la totalidad de los elementos y componentes del sistema de gestión del riesgo, con alcance a la totalidad de la Organización.

A LA SECRETARÍA DE AUTORIDAD AERONÁUTICA

RSO. 06 – 202502-1

Mejorar procedimientos de inspección, seguimiento y vigilancia dirigidos hacia la empresa de transporte aéreo no regular, incluyendo la Seguridad Operacional (SMS), a fin de que se logren corregir los hallazgos evidenciados en la investigación, debido al incumplimiento del operador aéreo en los siguientes Reglamentos Aeronáuticos Colombianos (RACs):

- RAC 4. Normas de Aeronavegabilidad y Operación de Aeronaves.
- RAC 91. Reglas Generales de Vuelo y Operación.
- RAC 135. Requisitos de Operación- Operaciones Nacionales e Internacionales Regulares y No Regulares.
- RAC 219. Gestión de Seguridad Operacional.

RSO. 07 – 202502-1

Dar a conocer el presente Informe de Investigación a los operadores de Transporte Comercial no 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 DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

ANEXO 1

TRANSCRIPCIÓN DE COMUNICACIONES

Transcripción de las grabaciones de la frecuencia 127.2 Mhz. Medellín Control, día 8 de enero de 2025, ACCIDENTE HK2522.		
HORA UTC	ESTACIÓN	TRANSCRIPCIONES
22:07:36	Medellín Control 127.2 Mhz.	Dos cinco dos dos contacto radar cruzando el Río Atrato
22:07:39	HK2522	Posición correcta dos cinco dos dos.
22:19:28	Medellín Control 127.2 Mhz.	Dos cinco dos dos, notifique San Antonio para cambio.
22:19:31	HK2522	Llamará San Antonio para cambio, dos cinco dos dos.
22:23:07	Medellín Control 127.2 Mhz.	Nueve cinco nueve, me informan que hay visibilidad mayor al techo aproximadamente a diez mil sobre Caldas, San Antonio..., hay nubosidad y mejor ingreso San Cristobal hacia el norte
22:23:17	959	Enterado de las condiciones, gracias, E 959 nueve cinco nueve
22:23:20	Medellín Control 127.2 Mhz.	Dos cinco dos dos ¿copió santi?, mejor ingreso vía San Cristobal, San Antonio... aparentemente hay nubosidad.
22:23:25	HK2522	Enterado J 959, continúa hacia San Antonio y pendiente... el dos cinco dos dos.
22:23:49	HK2522	Dos cinco dos dos inicia descenso, llamará San Antonio.
22:23:53	Medellín Control 127.2 Mhz.	Recibido dos cinco dos dos, notifique San Antonio para cambio
22:23:56	HK2522	Llamará San Antonio para cambio F 959 dos cinco dos dos.
22:24:02	959	Medellín E 959 y ocho nueve cinco nueve, solicito si es posible mantener presente rumbo, las condiciones en ARTUX y Caldas no se ven muy buenas.
22:24:11	Medellín Control 127.2 Mhz.	Ocho nueve cinco nueve, recibido, a su discreción y notifique..., solicitud de ingreso, pendiente.
22:24:17	959	Llamará con solicitud ingreso pendiente, eh, con solicitud de ingreso pendiente, ocho nueve cinco nueve.
22:28:08	Medellín Control 127.2 Mhz.	Dos cinco dos dos, notifique estimado a San Antonio.
22:28:22	Medellín Control 127.2 Mhz.	Dos cinco dos dos, Control.
22:28:43	Medellín Control 127.2 Mhz.	Hotel kilo dos cinco dos dos, Control.
22:28:52	9666	Medellín buena tarde, S 9666 ocho seis seis seis
22:28:55	Medellín Control 127.2 Mhz.	Ocho seis seis seis, buena tarde contacto radar, QNH uno cero dos tres, notifique listo a descenso.
22:29:00	9666	Uno cero dos tres, llamará listo a descenso, contacto radar, S 9666 ocho seis seis seis, gracias.
22:29:03	Medellín Control 127.2 Mhz.	9666 ocho nueve cinco nueve..., Control.
22:29:08	959	Adelante E 959 y ocho nueve cinco nueve.
22:29:09	Medellín Control 127.2 Mhz.	Podría hacer un puente con el dos cinco dos dos y notifique posición, por favor.
22:29:14	959	Hotel Kilo... dos cinco dos dos
22:29:33	959	Hotel kilo dos cinco dos dos..., negativo contacto con la aeronave.
22:30:31	959	Medellín E 959 y ocho nueve cinco nueve,
22:30:34	Medellín Control 127.2 Mhz.	Sigue, ocho nueve cinco nueve
22:30:37	959	Gracias, eh, vamos a interceptar ahora la Bravo seis ocho nueve, para mirar las condiciones por San Cristobal
22:30:42	Medellín Control 127.2 Mhz.	Recibido, ocho nueve cinco nueve, a discreción y notifique listo a descenso.
22:30:48	959	A discreción y llamará listo a descenso, 959 y ocho nueve cinco nueve.
22:32:26	Medellín Control 127.2 Mhz.	Hotel Kilo dos cinco dos dos, control.

ANEXO 2

PLAN DE VUELO

REPUBLICA DE COLOMBIA
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONAUTICA CIVIL
PLAN DE VUELO

PRIORIDAD <<= FF DESTINATARIO(S)
KIADMHYH SKBOFACX SKEDZQZX SKMDZTZX SKRGYFYW SKRGZTZX SKUIZPZX
SKUIZTZX

HORA DE DEPOSITO REMITENTE <<=

3 TIPO DE MENSAJ <<=(DLA 7 IDENTIFICACION AERONAVE HK2522 NUMERO DE VUELO 1GR-1 8 REGLA DE VUELO V TIPO DE VUELO N

9 NUMERO 1 TIPO DE AERONAVE C402 CAT DE ESTELA TURBULENTA / L 10 EQUIPO S CB1

13 AERODROMO DE SALIDA SKJU HORA 2130 <<=

15 VELOCIDAD CRUCERO N 0160 NIVEL A 0115

RUTA
DCT RAT DCT URR DCT SAN ANTONIO ANTONIO1B

16 AERODROMO DE DESTINO SKMD EET. TOTAL 0100 AERODROMO ALT SKRG 2do. AERODROMO ALT

18 OTROS DATOS
DOF/250108 CODE/0ACA9F OPR/PACIFICA DE AVIACION RMK/3185937078)<<=

INFORMACION SUPLEMENTARI

19 AUTONOMIA EJ 0300 PERSONAS A BORDO PJ 2 EQUIPO DE RADIO DE EMERGENCIA
UHF R/ X VHF X ELBA

EQUIPO DE SUPERVIVENCIA CHALECOS
Polar SI X Desertico X Maritimo X Selva S/ J/ Luz X Fluor X UHF X VHF X

BOTES NEUMATICOS
NUMERO D/ CAPACIDAD CUBIERTA C COLOR

COLOR Y MARCAS DE LA AERONAVE
AJ BLANCO Y AZUL

OBSERVACIONES
N/

PILOTO AL MANDO
PCA -

PRESENTADO POR	ESPACIO RESERVADO PARA REQUISITOS ADICIONALES	FECHA 080125	LICENCIA PCA
----------------	---	-----------------	-----------------

Usuario: Consecutivo 12 Clave Fecha de Registro: 080125 1628
Fecha de impresión: 19/12/25 08:45

Dirección de Informática



DIRECCIÓN TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Av. Eldorado No. 103 – 15, Piso 5°.

investigacion.accide@aerocivil.gov.co

Tel. +(57) 601 2963186

Bogotá D.C. – Colombia