



INFORME PROVISIONAL ACCIDENTE

COL-24-02-DIACC

Falla de motor e impacto con el terreno

Cessna 421C

Matrícula HK4983

7 de enero de 2024

Finca Jericó- Valledupar, Cesar

ADVERTENCIA

El presente Informe Provisional refleja el avance de la investigación técnica de forma extendida, 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, se emite el presente informe provisional al cumplirse el aniversario del suceso.

Ningún contenido de este Informe Provisional tiene el propósito de señalar culpa o responsabilidad.

Consecuentemente, el uso que se haga de este Informe Provisional 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	8
1. INFORMACIÓN FACTUAL	9
1.1 Reseña del vuelo.....	9
1.2 Lesiones personales.....	11
1.3 Daños sufridos por la aeronave	11
1.4 Otros daños	11
1.5 Información personal.....	11
1.6 Información sobre la aeronave y el mantenimiento.....	13
1.6.1 Aeronave.....	13
1.6.2 Motores.....	15
Posición No. 1.....	15
Posición No. 2.....	15
1.6.3 Hélices	16
Posición No. 1.....	16
Posición No. 2.....	17
1.6.4 Peso y Balance.....	17
1.6.5 Rendimiento.....	18
1.7 Información Meteorológica.....	21
1.7.1 Situación Sinóptica.....	21
1.7.2 Observaciones de Superficie - Información METAR	23
1.7.3 Información Satelital.....	24
1.7.4 Información RADAR	25
1.8 Ayudas para la Navegación	25
1.9 Comunicaciones y Tránsito Aéreo	25
1.10 Información del Aeródromo.....	26
1.11 Registadores de Vuelo.....	27
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto	28
1.12.1 Descripción general.....	28
1.12.2 Ubicación y estado de componentes principales.....	35
1.12.3 Reconstrucción de los restos de la aeronave	38
1.12.3.1 Empenaje.....	38
1.12.3.2 Plano izquierdo.....	39
1.12.3.3 Plano derecho.....	39
1.12.3.4 Fuselaje	39
1.12.3.5 Hélice Izquierda.....	39
1.12.3.6 Hélice derecha.....	39
1.13 Información médica y patológica.....	40
1.14 Incendio	40
1.14.1 Tipo de carga transportada	40
1.14.2 Cantidad y tipo de combustible a bordo.....	40
1.14.3 Extinción del incendio.....	40
1.14.4 Fuente y tipo de incendio	41

1.15	Aspectos de supervivencia.....	42
1.15.1	Entrevista a testigos directos e indirectos.....	43
1.15.2	Descripción de las lesiones.....	43
1.15.3	Modelo CREEP.....	44
1.15.4	Contenedor	44
1.15.5	Sistemas de restricción	44
1.15.6	Absorción de energía	44
1.15.7	Factores ambientales	45
1.15.8	Factores posteriores al accidente	45
1.16	Ensayos e investigaciones.....	45
1.17	Información orgánica y de dirección	45
1.17.1	Manual general de operaciones (MGO).....	46
1.17.2	Especificaciones de Operación (OpSpecs)	48
1.17.2.1	Ámbitos de Operación	48
1.17.2.2	Infraestructura y Gestión	49
1.17.2.3	Aeronaves Autorizadas	49
1.17.2.4	Mantenimiento	50
1.17.2.5	Control de Peso y Balance.....	50
1.17.3	Manual de despacho	50
1.17.4	Manual de entrenamiento.....	54
1.18	Información adicional.....	56
1.18.1	Información de aspectos operacionales	56
1.18.1.1	Procedimientos de emergencia por falla de motor	56
1.18.2	Suplemento al POH sobre falla de motor en vuelo	57
1.18.3	Declaración de la tripulación	58
1.18.3.1	Declaración del Capitán (PIC).....	58
1.18.3.1	Declaración del Copiloto (SIC).....	60
1.18.4	Información sobre factores humanos.....	63
1.19	Técnicas útiles o eficaces de investigación	63
2.	AVANCES EN LA INVESTIGACIÓN	63

SIGLAS

AEO	Todos los motores operando
AFM	Manual de vuelo de la aeronave
AIP	Publicación de información Aeronáutica
AOA	Ángulo de ataque
ATC	Control de tránsito aéreo
ATP	Piloto de Transporte de Línea
AVGAS	Gasolina de aviación
AW	Aeronavegabilidad y estructuras
AWS	Estación meteorológica automática
CAMP	Programa de Mantenimiento Computarizado de Cessna
CB	Cumulonimbos
CHT	Temperatura de cabeza de cilindros
CIA	Centro de Instrucción Aeronáutica
CIRA	Cooperative Institute for Research in the Atmosphere
CPTEC	Centro de Previsión de Tiempo y Estudios Climáticos
CREEP	Container, Restraint, Energy absorption, Environmental, Post-crash factors
CRM	Gestión de recursos de tripulación
CVR	Grabadora de voces de cabina
DIACC	Dirección Técnica de Investigación de Accidentes
DME	Equipo medidor de distancia
EGT	Temperatura de los gases de escape
EMA	Estación meteorológica automática
FAA	Autoridad de Aviación Civil de EEUU
FAR	Regulación Federal de Aviación
FBO	Proveedor de servicios en tierra
FDR	Registrador de Datos de Vuelo
FOD	Material foráneo
FSDO	Oficina de Normas de Vuelo
FT	Pies
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
HL	Hora local

HSI	Inspección de la Sección Caliente
IAC	Investigador a cargo
IFR	Reglas de vuelo por instrumentos
ILS	Sistema de aterrizaje por instrumentos
IVA	Instructor de vuelo avión
KT	Nudos
M	Metros
METAR	Reporte meteorológico
MGM	Manual General de Mantenimiento
MGO	Manual General de Operaciones
MHZ	Megahercios
MPM	Manual de procedimientos de mantenimiento
MSL	Nivel medio del mar
MSMS	Manual de SMS
MTOW	Peso máximo al despegue
NM	Millas náuticas
NOAA	Administración Nacional del Océano y la Atmósfera
NTD	Pruebas no destructivas
NTSB	Autoridad de Investigación de Accidentes de los Estados Unidos
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OMA	Organización de mantenimiento aprobado
OPS	Operaciones de vuelo
OPSPECS	Especificaciones de operación
ORG	Organizacional
OVH	Reparación general
PBMO	Peso bruto máximo operacional
PCA	Piloto comercial de avión
PIC	Piloto al mando
PMA	Programa de mantenimiento aprobado
PN	Número de parte
POH	Manual de operación del piloto
PSI	Presión por pulgada cuadrada

RAC	Reglamentos Aeronáuticos de Colombia
RPM	Revoluciones por minuto
SDCPS	Sistema de Recolección y Procesamiento de Datos
SE	Monomotor
SEI	Rescate y Extinción de Incendios
SEM	Microscopía electrónica
SG-SST	Sistema de Gestión de Salud y Seguridad en el Trabajo
SIC	Segundo al mando
SINCID	Incidente grave
SM	Inspector de movimiento
SMS	Sistema de gestión de la seguridad operacional
SOP	Procedimientos Estándar de Operación
SPECI	Reporte meteorológico especial
UAEAC	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia
UTC	Tiempo universal coordinado
VFR	Reglas de vuelo visual
VMC	Condiciones meteorológicas visuales
VOR	Radiofaro omnidireccional de muy alta frecuencia
ZCIT	Zona de Confluencia Intertropical

SINOPSIS

Aeronave:	Cessna 421C
Fecha y hora del Accidente:	07 de enero de 2024, 11:15 HL
Lugar del Accidente:	Finca Jericó, Valledupar, Cesar, Colombia
Coordenadas:	N 10° 25' 8.836" W 073° 14' 56.339"
Tipo de Operación:	Transporte no regular - Ambulancia
Número de ocupantes:	Seis (6): 01 piloto, 01 Copiloto, 01 médico, 01 enfermero, 01 paciente, 01 acompañante
Taxonomía OACI:	SCF-PP

Resumen

El 7 de enero de 2024, la aeronave Cessna 421C con matrícula HK4983 fue programada para realizar un vuelo ambulancia desde el aeropuerto Alfonso López (SKVP) en Valledupar, Cesar, hacia el aeropuerto Flaminio Suárez (SKGY) en Guaymaral, operando bajo reglas de vuelo visual (VFR). El vuelo tenía como misión trasladar a un paciente menor de edad acompañado por personal médico y de apoyo. A bordo viajaban en total seis (6) ocupantes, incluida la tripulación.

La aeronave despegó a las 11:00 Hora Local (HL), en dirección hacia la población San Diego. Cuando sobrevolaba esta población, la tripulación experimentó una explosión en el motor derecho, seguida de intensas vibraciones. Ante esta situación, los pilotos contactaron al ATC solicitando un regreso inmediato a Valledupar.

Mientras retornaban, la aeronave comenzó a perder velocidad y altura, dificultando la aproximación a la pista 02. La tripulación concluyó que no sería posible alcanzar la pista y se alistó para un aterrizaje de emergencia en un campo no preparado.

En la parte final de la aproximación, el estabilizador horizontal izquierdo impactó contra un árbol haciendo perder el control de la aeronave; como consecuencia del impacto contra el terreno, se presentó un incendio que consumió aproximadamente el 80% de la aeronave. Los ocupantes intentaron evacuar inmediatamente. A pesar de los esfuerzos de la tripulación por evacuar a los ocupantes, las condiciones del incendio, el humo y su complejidad física dificultaron el rescate del médico a bordo, quién resultó con heridas fatales.

El accidente se presentó a las 11:15 HL, en condiciones meteorológicas visuales y luz día.

De conformidad con lo establecido en la Parte 114 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, RAC 114.620, literal (b), y el Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional, OACI, numeral 6.6, la Dirección Técnica de Investigación de Accidentes de Colombia emite el presente Informe Provisional al cumplirse un (01) año del suceso, con los hechos conocidos y los avances más significativos de la investigación, hasta que se cuente con otros elementos de juicio que permitan consolidar el Informe Final.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1 Reseña del vuelo

El 7 de enero de 2024, la aeronave Cessna 421C con matrícula HK4983 fue programada para realizar un vuelo ambulancia desde el aeropuerto Alfonso López (SKVP) en Valledupar, Cesar, hacia el aeropuerto Flaminio Suárez (SKGY) en Guaymaral, operando bajo reglas de vuelo visual (VFR). El vuelo tenía como misión trasladar a un paciente menor de edad acompañado por personal médico y de apoyo.

El vuelo programado correspondía al segundo trayecto del día. Previamente, la aeronave había completado sin contratiempos un recorrido desde el aeropuerto Palonegro (SKBG) en Bucaramanga, Santander, hasta el aeropuerto Alfonso López (SKVP) en Valledupar.

A las 10:52 hora local (HL), la tripulación del HK4983 estableció contacto con la torre de control de Valledupar, solicitando autorización para la puesta en marcha de los motores y la activación del plan de vuelo. El controlador autorizó la ruta a través del Procedimiento *Los Robles Uno Bravo* a una altitud de 17,500 pies y asignó un código transponder.

A las 10:56, se autorizó el rodaje hacia la pista 02 por la calle de rodaje Alfa, y a las 11:00 el controlador dio autorización para el despegue con viento cruzado de 14 nudos, instruyendo un viraje a la derecha tras el despegue y el reporte de posición sobre *San Diego*.

A las 11:01, durante el despegue, la tripulación informó la presencia de aves cerca de la pista. La torre solicitó al Inspector de Movimiento (SM) que revisara hiciera una y dispersara las aves. A las 11:07, la tripulación reportó estar sobre San Diego y fue transferida a la frecuencia de Barranquilla Información, 127,5 MHz. Contactaron con Barranquilla, notificando su posición en ascenso hacia 17,500 pies y se les autorizó continuar el ascenso, sin tránsito reportado en la zona y pendiente de la identificación radar.

Luego de unos pocos segundos, la tripulación experimentó una explosión en el motor derecho (motor No. 2), seguida de intensas vibraciones. Ante esta situación, contactaron nuevamente con Barranquilla Información solicitando un regreso inmediato a Valledupar. Barranquilla autorizó la solicitud y los instruyó a comunicarse con la torre de Valledupar en 118.0 MHz. A las 11:10, la tripulación informó a la torre de SKVP su intención de regresar debido a un problema técnico en el motor No. 2 y comenzó el descenso hacia el aeródromo.

Mientras retornaban, la tripulación perfiló la hélice del motor afectado y evaluó las condiciones de vuelo. Aunque el motor izquierdo (motor No. 1) mantenía sus parámetros operativos normales, la aeronave comenzó a perder velocidad y altura, dificultando la aproximación a la pista 02. La tripulación concluyó que no sería posible alcanzar la pista y se preparó para un aterrizaje de emergencia en un campo cercano.

Durante la aproximación al campo no preparado, el estabilizador horizontal izquierdo impactó un árbol, causando su desprendimiento. Esto resultó en un giro abrupto de 90 grados hacia la derecha antes de que la aeronave impactara el suelo, recibiendo la mayor desaceleración en el lado izquierdo del fuselaje. El impacto generó un incendio en los motores y en los planos de la aeronave.

Los ocupantes intentaron evacuar inmediatamente. La puerta principal, ubicada en el lado izquierdo trasero, no pudo abrirse debido a que era obstruida por un árbol. El Copiloto abrió la salida de emergencia en el lado derecho, permitiendo que cinco de los seis ocupantes evacuaran. El enfermero a bordo evaluó al médico, encontrándolo inconsciente y sin respuesta a estímulos. A pesar de los esfuerzos del piloto y Copiloto para extraerlo, las condiciones del incendio, el humo y su complejión física dificultaron el rescate.

El fuego consumió aproximadamente el 80% de la aeronave antes de que fuera extinguido por los bomberos del aeropuerto Alfonso López. La empresa notificó inmediatamente del suceso a la Dirección Técnica de Investigación de Accidentes (DIACC), que activó los protocolos de la OACI e informó a la Junta Nacional de Seguridad del Transporte (NTSB) de los Estados Unidos, en su calidad de Estado responsable del diseño y fabricación de la aeronave.

Durante toda la emergencia, la tripulación nunca declaró formalmente un estado de MAYDAY o urgencia PAN PAN.

Como resultado del accidente, un (1) ocupante sufrió lesiones fatales; tres (3) resultaron con lesiones leves y dos (2) ocupantes resultaron ilesos.



Imagen No. 1 - Estado final de la aeronave HK4983

1.2 Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros
Mortales	-	1	1	-
Graves	-	-	-	-
Leves	2	1	3	-
Ilesos	-	2	2	-
TOTAL	2	4	6	-

1.3 Daños sufridos por la aeronave

DESTRUIDA. Como consecuencia del impacto y el posterior incendio, la aeronave resultó destruida con la afectación del 80% de la estructura.

1.4 Otros daños

Se causaron daños a la vegetación circundante al sitio en donde impactó la aeronave, principalmente por el incendio. Sin afectación al medio ambiente.

1.5 Información personal

Piloto

Edad:	48 años
Licencia:	Instructor de Vuelo Avión (IVA) – Piloto Comercial de Avión (PCA)
Certificado médico:	Primera Clase, vigente hasta 31 enero 2024
Equipos volados como Piloto:	C421, PA34
Último chequeo en el equipo:	18 de septiembre de 2023
Total horas de vuelo:	2.201:45
Total horas en el equipo:	840:00
Horas de vuelo últimos 90 días:	77:25
Horas de vuelo últimos 30 días:	41:40
Horas de vuelo últimos 03 días:	10:15
Horas de vuelo últimas 24 horas:	08:55

El Capitán, de 48 años al momento del accidente, contaba con una licencia de Piloto Comercial de Avión emitida el 5 de noviembre de 2010, limitada a la operación de aeronaves monomotor tierra a pistón hasta 5.700 kg y como Copiloto en aeronaves multimotor bajo el mismo peso. Adicionalmente, disponía de una licencia de Instructor de Vuelo para aviones multimotor hasta 5.700 kg, otorgada el 12 de mayo de 2022.

El último chequeo de vuelo del Capitán, realizado ante la Autoridad Aeronáutica el 18 de septiembre de 2023, se llevó a cabo en la misma aeronave involucrada en el accidente. Dicho chequeo, con una duración de 1 hora y 30 minutos, incluyó la evaluación de su competencia como piloto comercial en aviones multimotor, resultando en una calificación satisfactoria. No se registraron observaciones por parte del inspector asignado.

El Capitán completó su curso teórico recurrente en la aeronave Cessna 421 el 3 de marzo de 2023, obteniendo una calificación del 100%. También cursó, con resultados satisfactorios, el programa de Manejo de Recursos de Tripulación (CRM) el 1 de abril de 2022 y un repaso recurrente sobre mercancías peligrosas el 2 de abril de 2022. Su entrenamiento en simulador estático para vuelo por instrumentos fue llevado a cabo el 27 de abril de 2023, siendo igualmente aprobado.

Durante su más reciente chequeo de vuelo como instructor en el equipo Cessna 421, fue evaluado en una variedad de escenarios de emergencia, incluyendo fallas parciales y totales de motor, incendios en motor, y otras contingencias relacionadas con la operación de la aeronave. Su desempeño en estas evaluaciones fue calificado como satisfactorio.

El Capitán también poseía una licencia de Piloto Privado de Avión, limitada a mono motores tierra hasta 5.700 kg y a funciones de Copiloto en aeronaves multimotor. Según los registros oficiales del operador, verificados con el Grupo de Licencias del Personal Aeronáutico de la UAEAC, acumulaba un total de 2.201 horas y 45 minutos de experiencia de vuelo.

Contratado por la empresa desde el 13 de agosto de 2019, el Capitán no había recibido sanciones, suspensiones, ni llamados de atención desde el inicio de su relación laboral. Su último período de vacaciones se extendió del 26 de agosto al 12 de septiembre de 2023, tiempo tras el cual retomó sus labores operacionales sin novedades.

Copiloto

Edad:	22 años
Licencia:	Piloto Comercial de Aviones (PCA)
Certificado médico:	Primera Clase, Vigente hasta el 17/08/24
Equipos volados como Piloto:	C421, PA34
Último chequeo en el equipo:	Septiembre 23 de 2023
Total horas de vuelo:	314:00
Total horas en el equipo:	110:20
Horas de vuelo últimos 90 días:	30:20
Horas de vuelo últimos 30 días:	22:00
Horas de vuelo últimos 03 días:	10:15
Horas de vuelo últimas 24 horas:	08:55

El Copiloto, de 22 años al momento del accidente, contaba con una licencia de Piloto Comercial de Avión, emitida el 10 de mayo de 2023, que le habilitaba para operar aeronaves monomotor tierra a pistón de hasta 5.700 kg, realizar vuelos por instrumentos (IFR) y desempeñarse como Copiloto en aeronaves multimotor bajo el mismo límite de peso.

Su último chequeo de vuelo ante la Autoridad Aeronáutica se llevó a cabo el 23 de septiembre de 2023 en la misma aeronave involucrada en el accidente, con una duración de 1 hora y 30 minutos. El inspector asignado no registró observaciones, y la evaluación arrojó un resultado satisfactorio. El Copiloto completó su más reciente curso teórico en la aeronave Cessna 421C el 13 de septiembre de 2023.

En cuanto a su formación adicional, el Copiloto realizó su curso inicial de Manejo de Recursos de Tripulación (CRM) el 23 de mayo de 2023, obteniendo una calificación satisfactoria. Asimismo, aprobó el curso inicial sobre mercancías peligrosas el 25 de mayo de 2023.

Según los registros verificados con el Grupo de Licencias del Personal Aeronáutico de la UAEAC, el Copiloto había registrado un total de 203 horas y 40 minutos de experiencia de vuelo. De acuerdo con el operador, al momento del accidente acumulaba un total de 314 horas de vuelo totales. Contratado por la empresa el 19 de diciembre de 2023, aún no había completado periodos de vacaciones y no se registraban suspensiones ni llamados de atención desde el inicio de su relación laboral.

1.6 Información sobre la aeronave y el mantenimiento

1.6.1 Aeronave

Marca:	Cessna
Modelo:	421C
Serie:	421C-0346
Año de fabricación:	1977
Matrícula:	HK-4983
Certificado aeronavegabilidad:	0005652
Certificado de matrícula:	R0010326
Fecha último servicio:	04 de enero de 2024 / 100 horas
Total horas de vuelo:	9.859:45
Total ciclos de vuelo:	N/A

El HK-4983, un Cessna 421C, es un avión de transporte ligero, bimotor y de ala baja, clasificado como de categoría normal. Su estructura es semi-mono coque y cuenta con un tren de aterrizaje electromecánico. El 5 de agosto de 2005, fue adaptado para operar como ambulancia aérea, incorporando una camilla y cinco sillas, bajo el certificado de tipo suplementario STC SA 401GL.

El mantenimiento del avión HK-4983 era realizado por una Organización de Mantenimiento Aeronáutico (OMA) contratada por el operador, la cual estaba debidamente aprobada por

la UAEAC. El último mantenimiento efectuado a la aeronave fue un servicio de 100 horas, que comenzó el 30 de octubre de 2023 y finalizó el 4 de enero de 2024, es decir, tres días antes del accidente. Este mantenimiento se llevó a cabo conforme al programa aprobado por la UAEAC y al Manual de Servicios del fabricante.

La orden de servicio del operador solicitaba a la OMA contratada que realizara, además del servicio de las 100 horas, los siguientes trabajos de mantenimiento:

- Cambio de aceite W100 en los motores izquierdo (LH) y derecho (RH).
- Cambio del filtro de aceite AA48108-2 o su equivalente.
- Prueba del *fuel inlet float valve* P/N 9910242-11.
- Remoción del motor P/N GTSIO-50-L S/N 608321 para inspección por fuga de aceite.

Durante el servicio de 100 horas, terminado el 04 de enero de 2024, se verificaron los siguientes componentes y sistemas de la aeronave:

Sistemas verificados durante el servicio de 100 horas del Cessna 421C

Calefacción y sistema de distribución de aire

Controles de vuelo

Luces

Aire acondicionado

Suministro eléctrico

Protección contra incendios

Sistema de combustible

Sistema hidráulico

Tren de aterrizaje

Sistema de vacío

Hélices

Motores

Combustible del motor y control

Encendido

Sistema de escape

Sistema de lubricación

Sistema de turbocargador

El operador contaba con un Manual de Procedimientos de Mantenimiento (MPM) aprobado por la UAEAC desde el 23 de febrero de 2022. Este MPM aclara que el programa de mantenimiento aplicable para los motores y hélices se realiza con base en las mismas frecuencias establecidas para el cumplimiento del programa de mantenimiento del avión.

1.6.2 Motores

Posición No. 1

Marca:	Continental
Modelo:	GTSIO-520L
Serie:	608321
Total horas de vuelo:	5810:51
Total ciclos de vuelo:	N/A
Total horas D.U.R.G:	1230:03
Fecha último servicio:	Servicio 100 horas / 04-01-24

El motor No. 1, ubicado en la posición izquierda (LH) de la aeronave, acumulaba un tiempo total de operación de 5.810 horas con 51 minutos al momento del accidente. Según la información proporcionada por el operador, el motor había registrado 1.230:03 horas de operación desde su última reparación general (OVH), programada para realizarse cada 1.600 horas de vuelo. En ese sentido, aún le restaban 369 horas con 57 minutos para alcanzar el intervalo establecido para el siguiente OVH.

Durante el mantenimiento programado de 100 horas de la aeronave, iniciado el 31 de octubre de 2023, el operador notificó a la Organización de Mantenimiento Aeronáutico (OMA) la presencia de una fuga de aceite en el motor No. 1. Como medida correctiva, el 2 de noviembre de 2023, el motor fue retirado para su inspección detallada. Posteriormente, el 27 de diciembre de 2023, el motor fue reinstalado en la aeronave y declarado apto para servicio operativo.

La documentación técnica emitida por la OMA y verificada por el operador señaló que la fuga de aceite en el motor izquierdo tenía origen en la unión del cárter. Como parte de las acciones de mantenimiento realizadas en dicho servicio, también se llevó a cabo el reemplazo del aceite del motor.

Posición No. 2

Marca:	Continental
Modelo:	GTSIO-520L
Serie:	277163-R
Total horas de vuelo:	6815:50
Total ciclos de vuelo:	N/A
Total horas D.U.R.G:	846:00
Fecha último servicio:	Servicio 100 horas / 04-01-24

El motor No. 2, ubicado en la posición derecha (RH) de la aeronave, acumulaba un tiempo total de operación de 6.815:50 horas al momento del accidente. Según los registros proporcionados por el operador, este motor había operado durante 846 horas desde su última reparación general (OVH), programada para realizarse cada 1.600 horas de vuelo,

por lo que aún restaban 754 horas para alcanzar el próximo intervalo de mantenimiento mayor.

Durante el servicio de 100 horas programado para la aeronave, se realizó una revisión por condición de los principales subsistemas del motor No. 2, incluyendo el sistema de combustible y controles, el sistema de encendido, el sistema de escape, el sistema de lubricación y el turbocargador. Adicionalmente, como parte de este mantenimiento, se efectuó el reemplazo de aceite del motor.

La documentación técnica emitida por la Organización de Mantenimiento Aeronáutico (OMA), acreditada por el operador, no reportó malfuncionamientos ni discrepancias de mantenimiento en el motor derecho durante las inspecciones realizadas.

A continuación, se presentan las acciones significativas de mantenimiento efectuadas al motor derecho (RH) del HK-4983, y registradas en su historial de vuelo:

Fecha	Acción de Mantenimiento	Horas Totales	Horas DURG
Mayo 09 de 2017	Reparación general	5969	375:55
Julio 13 de 2018	Revisión y cambio del empaque del cárter de aceite	N/D	N/D
Julio 23 de 2018	Remoción e Inspección del motor, se cambian mangueras de aceite y combustible por vencimiento de tiempo calendario.	6365:15	395:25
Enero 20 de 2020	Inspección por baja presión de aceite	6498:25	528:35
Agosto 11 de 2023	Inspección por vibración y reparación de cilindros.	6722:45	752:55

1.6.3 Hélices

Posición No. 1

Marca:	McCauley
Modelo:	3FF32C501-AC
Serie:	777597
Total horas de vuelo:	4.974:45
Total ciclos de vuelo:	N/A
Total horas D.U.R.G:	317:25
Fecha último servicio:	Servicio 100 horas / 04-01-24

La hélice No. 1, instalada en la posición izquierda (LH) de la aeronave, acumulaba un tiempo total de operación de 4.974 horas con 45 minutos al momento del accidente. Según los registros de mantenimiento proporcionados por el operador, esta hélice había operado durante 317:25 horas desde su última reparación general (OVH), la cual se encuentra

programada para ser realizada cada 2.000 horas de vuelo. En consecuencia, aún restaban 1.682 horas con 35 minutos para alcanzar el próximo intervalo de mantenimiento mayor.

Durante el servicio programado de 100 horas de la aeronave, iniciado el 2 de noviembre de 2023, la hélice No. 1 fue desmontada para permitir la remoción del motor izquierdo (LH) y facilitar su inspección. En este proceso, se llevó a cabo una revisión por condición de la hélice, sin que se encontraran defectos o discrepancias de mantenimiento. Posteriormente, el 27 de diciembre de 2023, la hélice fue reinstalada en la aeronave y declarada apta para el servicio operativo.

Posición No. 2

Marca:	McCauley
Modelo:	3FF32C501-AC
Serie:	922999
Total horas de vuelo:	9.795:45
Total ciclos de vuelo:	N/A
Total horas D.U.R.G:	317:25
Fecha último servicio:	Servicio 100 horas / 04-01-24

La hélice No. 2, ubicada en la posición derecha (RH) de la aeronave, acumulaba un tiempo total de operación de 9.795:45 horas al momento del accidente. Según los registros proporcionados por el operador, esta hélice había operado durante 317 horas con 25 minutos desde su última reparación general (OVH), y aún contaba con 1.682 horas con 35 minutos antes de alcanzar el próximo intervalo de mantenimiento mayor.

Durante el servicio programado de 100 horas de la aeronave, realizado el 31 de octubre de 2023, la hélice No. 2 fue sometida a una revisión por condición. Dicho procedimiento no arrojó hallazgos de defectos ni discrepancias de mantenimiento.

Sin embargo, durante la inspección de campo realizada tras el accidente, se constató que la hélice No. 2 mostraba signos claros de haber estado en posición perfilada (bandera) en el momento del impacto.

1.6.4 Peso y Balance

La aeronave contaba con una certificación de Peso y Balance emitida por la OMA contratada por el operador y aprobada por la UAEAC. El último pesaje se realizó el 07 de junio de 2023 en las instalaciones de la OMA, considerando los equipos fijos instalados y de acuerdo con las instrucciones del manual de Peso y Balance del fabricante. El peso básico vacío de la aeronave fue calculado en **5.286 lb.**, con un brazo de 153,58 pulgadas y un máximo peso de despegue de **7.450 lb.**

El operador acreditó a la investigación una copia del Manifiesto de Peso y Balance del vuelo accidentado, en el cual se consignaron los siguientes datos:

Concepto	Peso (lb)	Brazo (in)	Momento
Peso vacío	5,084	152.23	773,937.32
Piloto/Copiloto	280	137.00	38,360.00
Personal Médico	120	175.00	21,000.00
Aux. Enfermería	120	218.00	26,160.00
Paciente	120	175.00	21,000.00
Pax Acompañante	120	218.00	26,160.00
Bala de O2 Medicinal	80	171.00	13,680.00
Bala de O2 en camilla	30	175.00	5,250.00
Bodega delantera	100	32.00	3,200.00
Bodega Trasera	50	263.00	13,150.00
Combustible Principal	1,140	161.00	183,540.00
Combustible Auxiliar	0	167.00	0

PMBO Total	7,244		1,125,437.32
Centro de Gravedad		155.36	

1.6.5 Rendimiento

La investigación, en conjunto con la casa fabricante de la aeronave efectuó una revisión del rendimiento del avión con el fin de determinar su capacidad operativa al momento del evento. La revisión, incluyó el rendimiento del HK-4983 en su configuración actual de avión ambulancia, tanto con el peso de despegue calculado por la tripulación de vuelo (PBMO 7.244 lb.) como con el peso máximo de despegue permitido por el fabricante (MTOW 7.450 lb.).

Utilizando las cartas y tablas de la sección 5 PERFORMANCE del POH del avión, se determinó la tasa de ascenso promedio para cada peso con los dos motores en funcionamiento (AEO) y con un motor inoperativo (SE). El tiempo de vuelo aproximado desde el despegue hasta la falla del motor fue obtenido con base en el análisis de las comunicaciones con el ATC, en razón a que la tripulación de vuelo no recordaba la hora ni la altitud a la cual le ocurrió la falla del motor.

Condiciones:

Aeródromo de salida SKVP
Elevación 485 ft
Temperatura 32° C
Configuración Ambulancia
Tiempo de vuelo aproximado antes de la falla 00:06
Altitud aproximada al momento de la falla 6.240 a 6.600 ft MSL

Con el peso calculado por la tripulación PBMO:

Peso de la aeronave	7.244 lb
Rata de ascenso promedio AOE	1.110 fpm
Altitud alcanzada en 00:06	~ 6.660 ft
Rata de ascenso SE @ 6.660 ft y 19,7°C	~ 100 fpm

Con el peso máximo de despegue MTOW:

Peso de la aeronave	7.450 lb
Rata de ascenso promedio AOE	1.040 fpm
Altitud alcanzada en 00:06	~ 6.240 ft
Rata de ascenso SE @ 6.240 ft y 20,4 °C	~ 70 fpm

Para estos cálculos se tuvo en consideración la operación de la aeronave desde el aeródromo SKVP, situado a una elevación de 485 pies MSL, con una temperatura ambiente de 32 °C y con la aeronave en configuración ambulancia. El tiempo de vuelo hasta el momento de la falla fue estimado en 6 minutos, cuando la aeronave alcanzaba una altitud entre 6.240 y 6.600 pies sobre el nivel medio del mar (MSL).

La evaluación de rendimiento se realizó bajo los dos escenarios de peso. Con el peso calculado por la tripulación, correspondiente a 7.244 libras, la aeronave mostró un rendimiento más favorable. La rata de ascenso promedio en condiciones de todos los motores operativos (AOE) era de 1.110 pies por minuto, alcanzando una altitud de aproximadamente 6.660 pies en el tiempo estimado de 6 minutos.

Con este peso, 7.244 lb, en el caso de una falla de motor (condición SE) a 6.660 pies y una temperatura de 19,7 °C¹, la aeronave debería ser capaz de mantener una rata de ascenso de aproximadamente 100 pies por minuto.

Por otro lado, bajo el supuesto de un despegue efectuado con el peso máximo de despegue (MTOW) de 7.450 libras, el rendimiento de la aeronave se vio reducido. La rata de ascenso promedio en condiciones AOE disminuyó a 1.040 pies por minuto, alcanzando una altitud de alrededor de 6.240 pies en el mismo intervalo de tiempo.

Con el MTOW, en condiciones de falla de motor a 6.240 pies y una temperatura ambiente ligeramente superior de 20,4 °C, las tablas de rendimiento mostraron una capacidad de ascenso mucho más limitada, con una rata aproximada de **70 pies por minuto**.

¹ Temperatura promedio calculada con gradiente adiabático húmedo para las condiciones atmosféricas de 32°C sobre la superficie al momento del despegue.

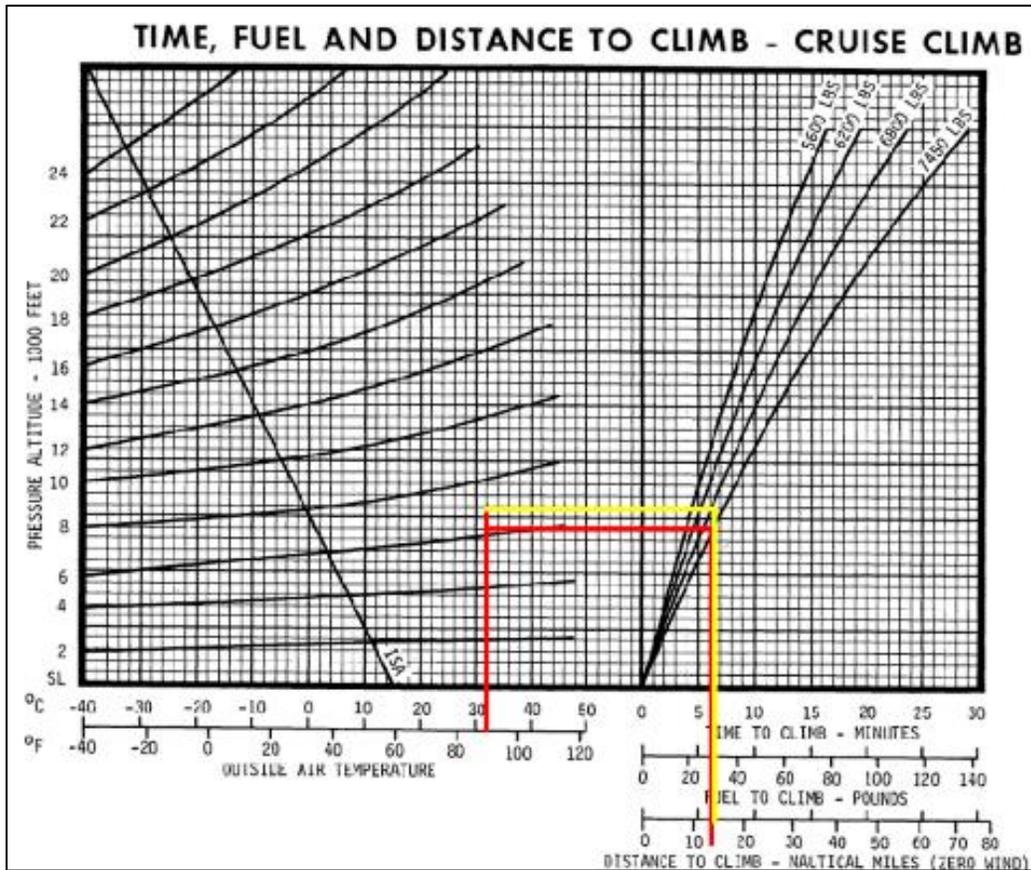


Imagen No. 2 - Tiempo, combustible y distancia al ascenso.

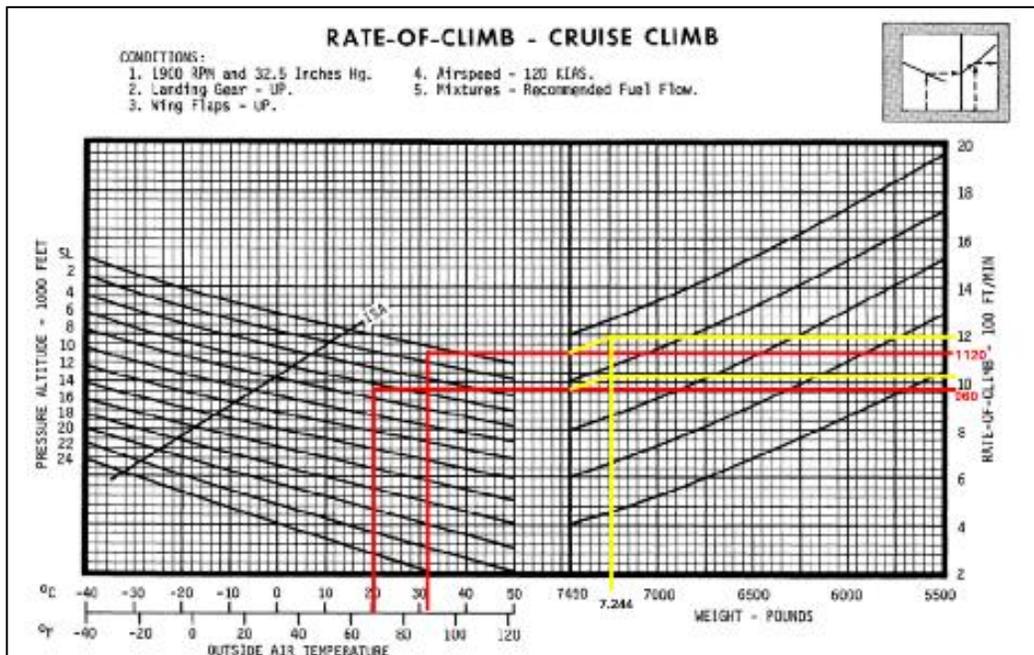


Imagen No. 3 - Rata de ascenso con todos los motores operando.

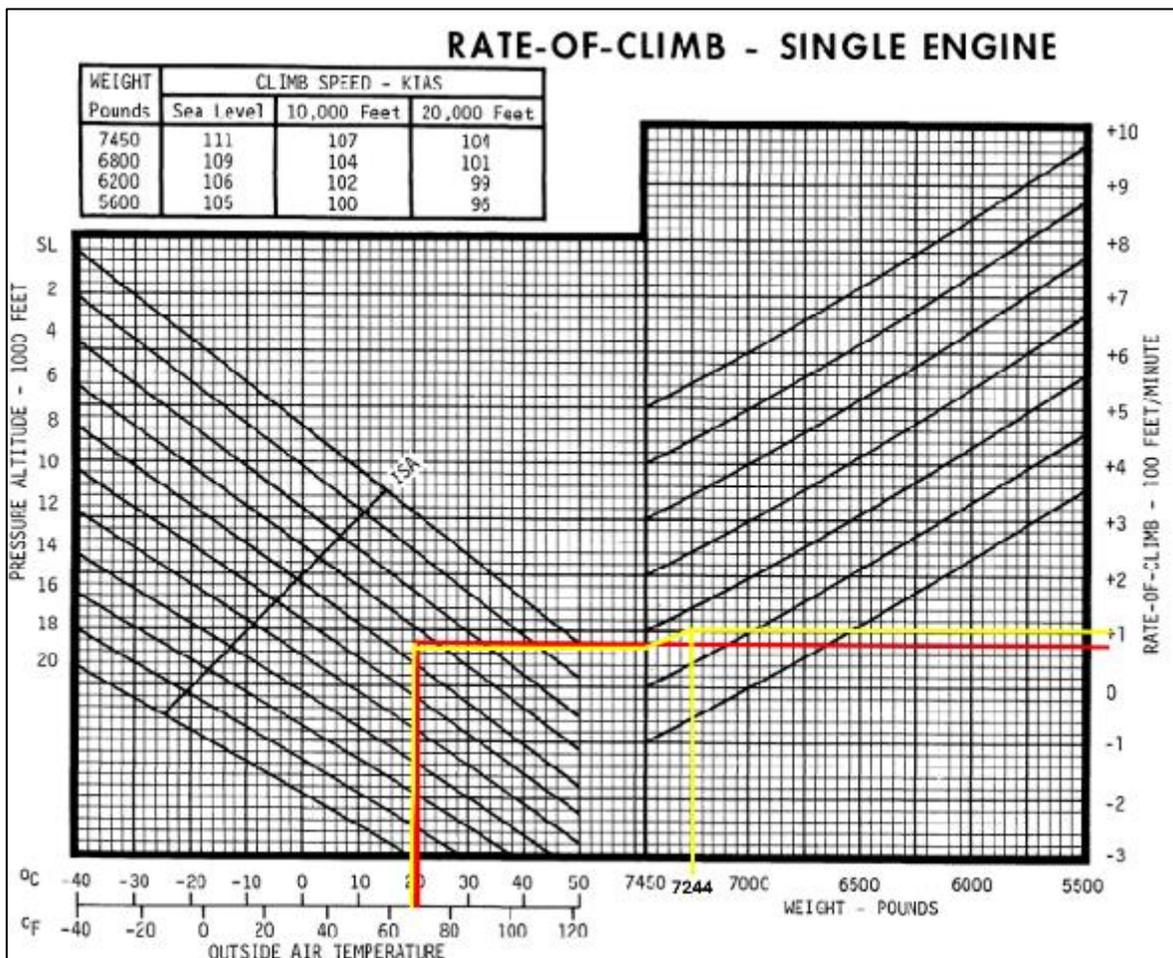


Imagen No. 4 - Rata de ascenso con un solo motor operativo

1.7 Información Meteorológica

La información meteorológica analizada en el marco de la investigación fue obtenida de fuentes oficiales y verificables, incluyendo la Administración Nacional del Océano y la Atmósfera (NOAA), el Centro de Previsión de Tiempo y Estudios Climáticos (CPTEC), el Grupo de Meteorología Aeronáutica de la AEROCIVIL, y el *Cooperative Institute for Research in the Atmosphere* (CIRA), entre otros.

Todas las horas reportadas se encuentran en Tiempo Universal Coordinado (UTC). Para la conversión a hora local colombiana, se deben restar cinco horas (-5 UTC). La dirección del viento se encuentra referenciada al Norte verdadero, la velocidad se expresa en nudos (KT) y las distancias en pies (FT), metros (M) y millas náuticas (NM), conforme a los estándares aeronáuticos.

1.7.1 Situación Sinóptica

El análisis de la Carta Tropical de Superficie Unificada, emitida por la NOAA el 07 de enero de 2024 a las 08:24 UTC, revela la presencia de varios sistemas meteorológicos de interés para la investigación. Se destaca la presencia de la Baja Colombiana en 11N74W,

localizada al norte de Colombia, asociada con una intensa actividad de humedad e inestabilidad atmosférica. Además, se identifican dos líneas de inestabilidad atmosférica en el Océano Atlántico, una al noreste del Caribe y otra al oeste de las Antillas Menores.

La Vaguada Monzónica del Pacífico (VM-PAC) se extiende desde el sur de Centroamérica hasta la Baja Colombiana en 11N74W, intensificando la entrada de humedad a lo largo del día. Se observa también la Vaguada Panameña con una prolongación desde el noroeste hasta el noreste de Colombia.

Por otro lado, la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) se encuentra posicionada en 00° 50W, con una configuración típica para la época del año y sin interacción significativa en el territorio colombiano.

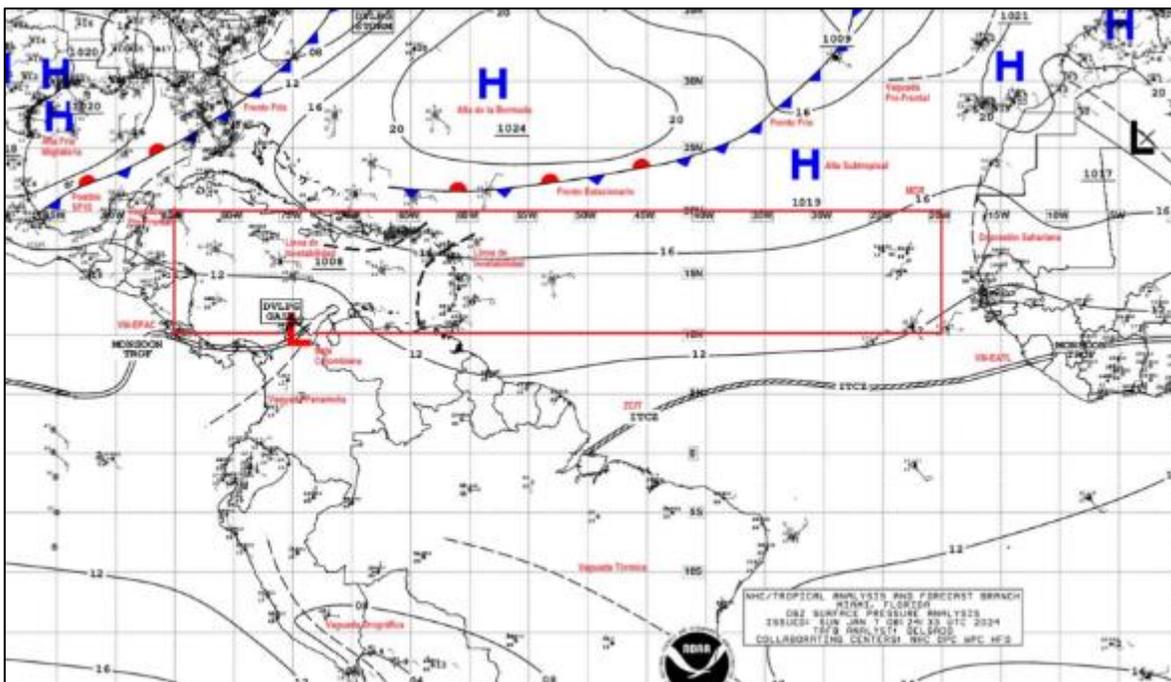


Imagen No. 5 - Carta de Análisis de Superficie emitida el día 26 de febrero 2024 a las 20:48 UTC

Régimen de los alisos en la capa 500hPa a superficie, asociado a aire seco, inversión térmica y subsidencia, aunado a fuerte convergencia en altura de escala sinóptica que mantendrían el tiempo estacional estable en el Norte del País.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

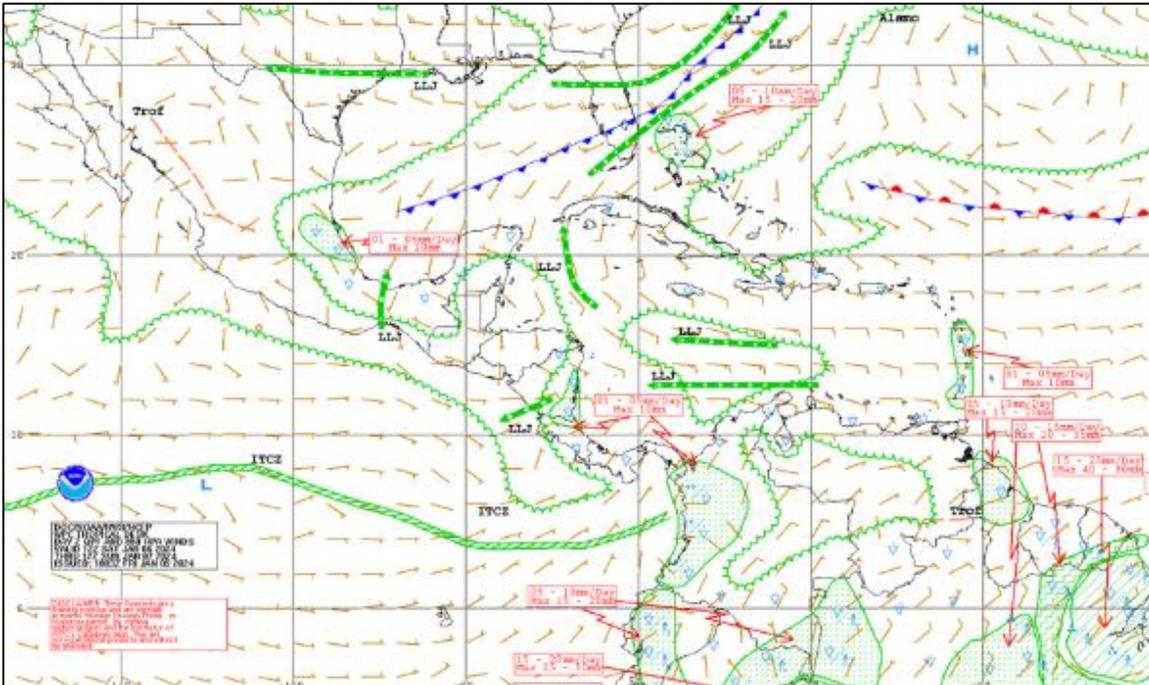


Imagen No. 6 - Carta de pronóstico vientos en superficie y altura valido al 07 de enero de 2024

1.7.2 Observaciones de Superficie - Información METAR

El aeródromo más cercano al sitio del accidente es Valledupar (SKVP), ubicado a 0.96 NM al norte del punto de impacto. Se analizaron los informes METAR correspondientes al período en que ocurrió el accidente:

- **SKVP 071500Z 06015KT 9999 FEW020 30/21 Q1014**
 - Observación de las 15:00 UTC (10:00 HL)
 - Viento 060° a 15 KT
 - Visibilidad mayor a 10 km
 - Nubes escasas a 2,000 FT AGL
 - Temperatura 30°C, punto de rocío 21°C
 - Presión QNH 1014 hPa
 - Sin cambios significativos
- **SKVP 071600Z 06010KT 9999 FEW020 32/21 Q1013**
 - Observación de las 16:00 UTC (11:00 HL)
 - Viento 060° a 10 KT
 - Visibilidad mayor a 10 km
 - Nubes escasas a 2,000 FT AGL
 - Temperatura 32°C, punto de rocío 21°C
 - Presión QNH 1013 hPa
 - Sin cambios significativos

- **SKVP 071700Z 05014KT 9999 FEW020 33/20 Q1012**

- Observación de las 17:00 UTC (12:00 HL)
- Viento 050° a 14 KT
- Visibilidad mayor a 10 km
- Nubes escasas a 2,000 FT AGL
- Temperatura 33°C, punto de rocío 20°C
- Presión QNH 1012 hPa
- Sin cambios significativos

1.7.3 Información Satelital

Se obtuvo la imagen satelital del satélite GOES-16, canal infrarrojo (IR) 15, correspondiente al área norte de Colombia a las 16:19 UTC. El análisis de la imagen revela condiciones meteorológicas estables con baja humedad relativa en la región. La cobertura nubosa predominante es estratiforme y no se evidencia desarrollo de nubosidad convectiva significativa. La animación satelital muestra un patrón de desplazamiento del viento con un componente predominante de este a oeste hacia la Sierra Nevada de Santa Marta.

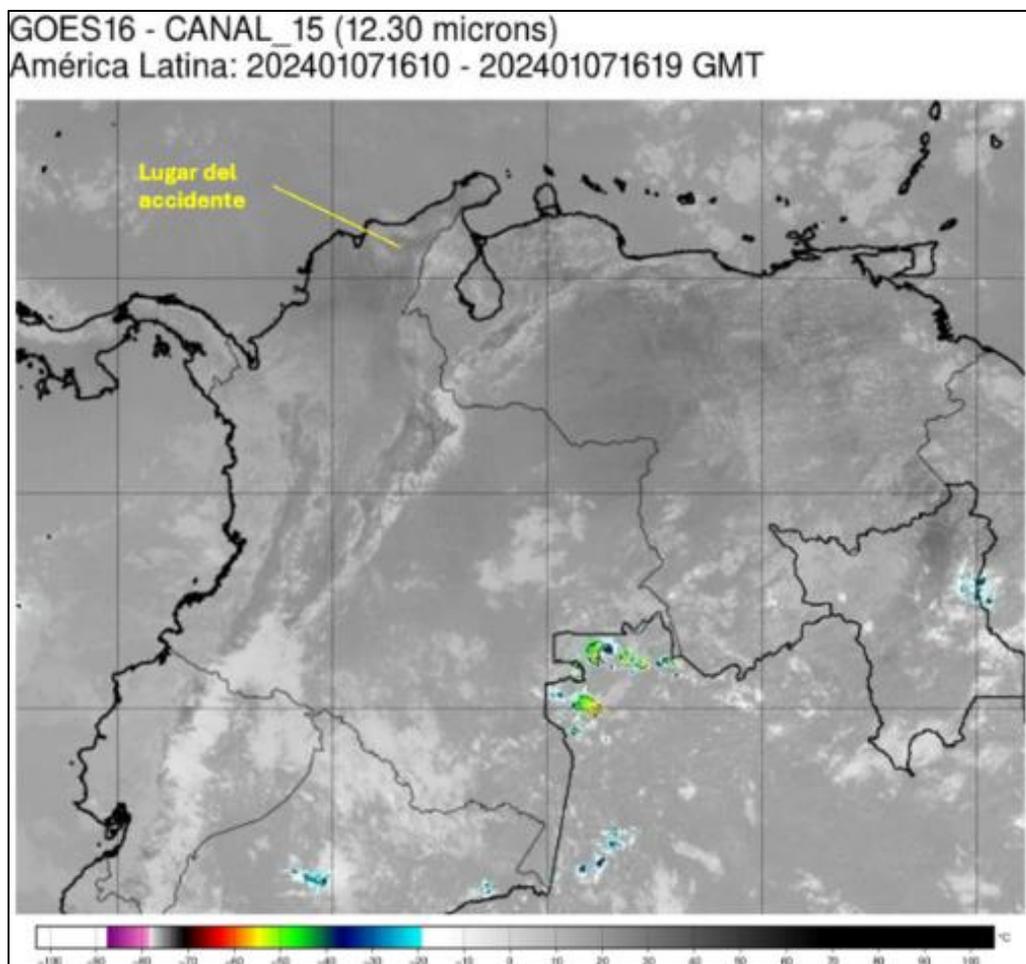


Imagen No. 7 - Imagen infrarroja IR Canal 15 – 07 enero 2024, 16:19UTC

1.7.4 Información RADAR

A pesar de que la investigación obtuvo copia las imágenes de radar del área del accidente, no se registraron datos de reflejo radar de la aeronave en la estación ni en las áreas inmediatas al lugar del evento; esto se debió, probablemente, al apantallamiento que produce la Sierra Nevada de Santa Marta, y que impide que haya contacto radar por debajo de ciertas altitudes MSL hacia el sector en donde ocurrió suceso.

1.8 Ayudas para la Navegación

La tripulación desarrollaba un vuelo bajo reglas de vuelo visual (VFR). Aun así, tenía disponible el VOR de Valledupar (VUP) en frecuencia 114,6 MHz y un sistema de posicionamiento global GPS a bordo.

No obstante, no se ha determinado que hubieran existido anomalías en el funcionamiento de las ayudas a la navegación antes o después del accidente.

1.9 Comunicaciones y Tránsito Aéreo

La aeronave mantuvo contacto con los servicios de tránsito aéreo a través de la Torre Alfonso López de Valledupar en la frecuencia 118.0 MHz y de Barranquilla Información en la frecuencia 127.5 MHz. A continuación, se presentan las comunicaciones relevantes para la investigación, organizadas cronológicamente.

A las 10:52 HL, la tripulación del HK-4389 realizó su primer llamado a la Torre SKVP solicitando autorización para la puesta en marcha de los motores y la activación del plan de vuelo hacia su destino, SKGY. El ATC autorizó la ruta conforme al plan de vuelo, estableciendo el procedimiento vía Los Robles Uno Bravo con un nivel de crucero de 17,500 pies, y asignó un código de transponder.

A las 15:56 HL, el ATC autorizó el rodaje hacia la pista 02 utilizando la calle de rodaje Alfa. Cuatro minutos después, a las 16:00 HL, la aeronave recibió autorización para el despegue con un viento cruzado de 14 nudos, con instrucciones de virar a la derecha posterior al despegue y notificar su paso por la posición San Diego.

A las 16:01 HL, la tripulación reportó la presencia de aves en el momento del despegue. En respuesta, el ATC solicitó al Inspector de Movimiento (SM) efectuar una revisión de pista y proceder con la dispersión de aves.

A las 16:07 HL, la tripulación notificó su paso por San Diego. La Torre SKVP indicó el cambio de frecuencia a Barranquilla Información en 127.5 MHz. El piloto estableció contacto con dicha dependencia, informando que cruzaba San Diego en ascenso hacia 17,500 pies.

A las 16:08 HL, Barranquilla Información autorizó continuar el ascenso a 17,500 pies, sin tránsito reportado en la zona y pendiente de contacto radar.

Aproximadamente un minuto después, a las 16:09 HL, la tripulación del HK-4983 contactó al ATC solicitando un regreso inmediato a Valledupar. Barranquilla Información confirmó la solicitud e indicó: *“Recibido, visual, sin tránsito reportado. Comuníquese con Alfonso López en 118.0 MHz.”*

A las 16:09 HL, la tripulación estableció nuevamente contacto con la Torre SKVP, informando su intención de retornar: *“Es afirmativo, vamos a tener una indicación para*

revisar en tierra y, cualquier cosa, saldremos nuevamente. Por ahora, solicitamos retornar a Valledupar.”

A las 16:10 HL, el ATC instruyó al SM a abandonar la pista, solicitó al HK-4983 notificar en final para la pista 02 y preguntó si requería algún servicio. La tripulación respondió: “*Negativo, caballero*”. Esta fue la última comunicación registrada entre la aeronave y el ATC.

A las 16:10 HL, el controlador de Barranquilla Información comunicó internamente a la Torre SKVP que la aeronave se encontraba en regreso urgente.

Entre las 16:17 HL y las 16:20 HL, la Torre SKVP efectuó diez llamados a la aeronave sin obtener respuesta.

El Controlador de Torre se comunicó vía intercomunicador con Barranquilla Información para solicitar información sobre la aeronave y solicitarle que realizara un llamado adicional en su frecuencia. Barranquilla Información efectuó dos llamados sin recibir respuesta.

En ningún momento se registró una declaración de emergencia por parte de la tripulación, ya sea en forma de MAYDAY, o de una situación de urgencia PAN PAN. El análisis de las imágenes de radar ATC no aportó información relevante sobre la trayectoria del HK-4983.

1.10 Información del Aeródromo

El Aeródromo Alfonso López de Valledupar (SKVP), está ubicado en el departamento del Cesar, en coordenadas 10°26'06.47"N y 073°14'57.83"W. Cuenta con una sola pista de 2.100 metros de longitud por 35 metros de ancho en una orientación 02/20, y una elevación de 485 FT MSL. Opera entre las 05:30 y las 23:00 HL.

SKVP tiene un servicio de salvamento y extinción de incendios (SEI) categoría 6 y una estación meteorológica automática (AWS). También cuenta con servicios de control de tránsito aéreo ATC, cuya área de control está delimitada por un radio de 5 nm y desde la superficie hasta los 2.500 pies AGL.

La aeronave fue autorizada por la Torre Alfonso López a proceder vía la ruta normalizada de salida para vuelos VFR, Robles 1B. Según el AIP de Colombia, las aeronaves que proceden hacia el sur este de la estación deben proceder con referencia a las poblaciones Los Robles y San Diego:

RUTA NORMALIZADA VFR DE SALIDA		To be translated
ROBLES 1B		
Las aeronaves despegando del aeropuerto Alfonso López Pumarejo de Valledupar hacia el sector "SE" deberán proceder con referencia a las poblaciones y altitudes descritas a continuación:		To be translated
Punto de referencia / To be translated	Altitud / To be translated	Ubicación / To be translated
LOS ROBLES	1.500'	N10°23'16" W073°10'18"
SAN DIEGO	1.500'	N10°20'02" W073°10'50"
NOTA: El punto de transferencia entre Alfonso López Pumarejo torre (118,0 Mhz) y Barranquilla Información (127,5 Mhz) será en "SAN DIEGO".		To be translated

Imagen No. 8 - Ruta normalizada de salida Robles 1B – AIP de Colombia

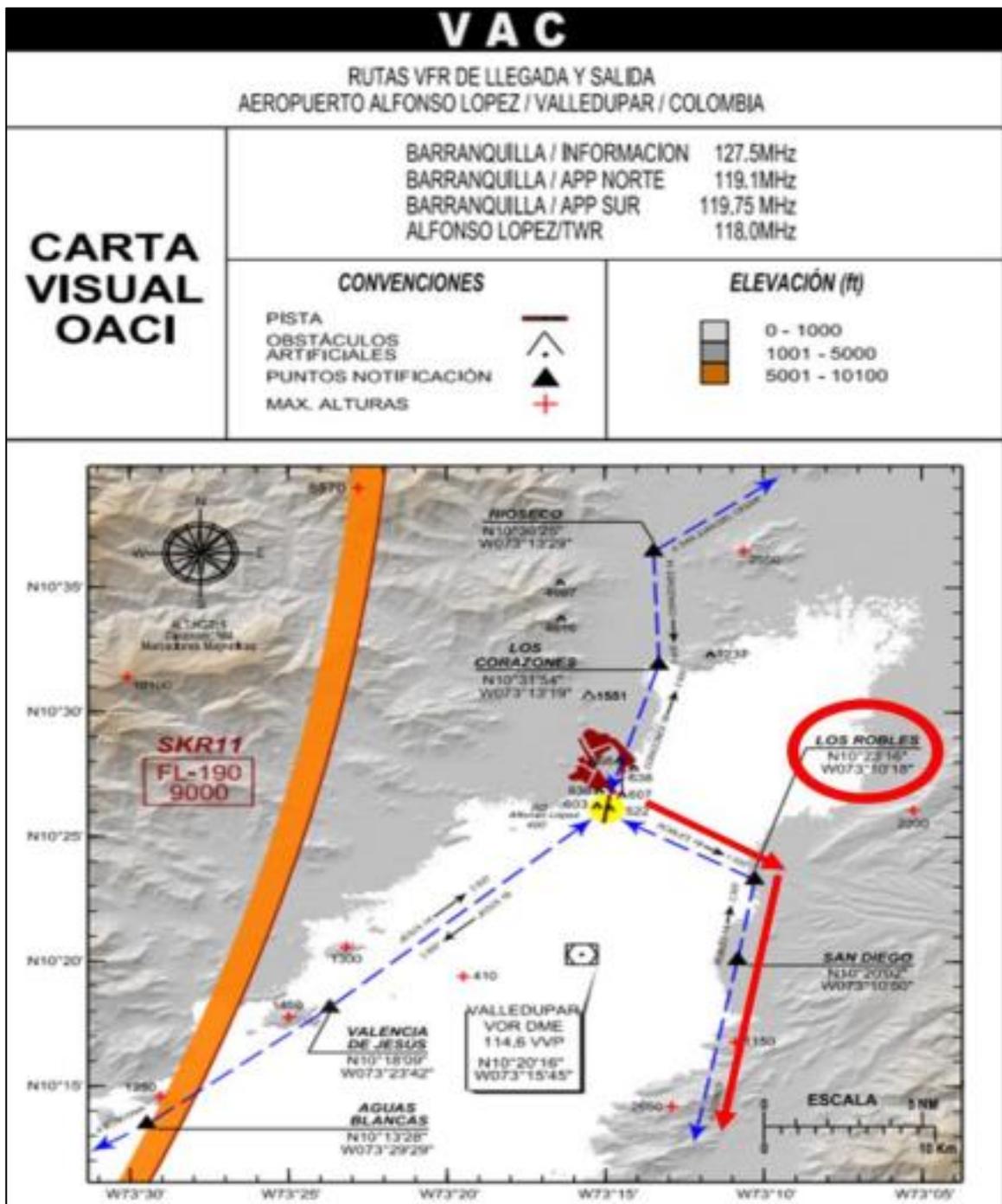


Imagen No. 9 - Carta de vuelo SKVP con salida Robles 1B

1.11 Registradores de Vuelo

La aeronave no se encontraba equipada con Registradores de Datos de Vuelo (FDR) ni de Voces de Cabina (CVR). Las regulaciones existentes no exigían llevarlos a bordo.

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

1.12.1 Descripción general

De acuerdo con la información provista por la tripulación y las observaciones en el lugar del accidente, se determinó que durante su regreso hacia el aeródromo la aeronave volaba con rumbo 290° en diagonal hacia la pista 02 de SKVP. Al no lograr sostener el vuelo nivelado la tripulación seleccionó un campo no preparado para efectuar un aterrizaje de emergencia.

Cuando la aeronave se aproximaba al campo, golpeó un árbol con el estabilizador horizontal izquierdo; esta superficie se desprendió; la aeronave hizo un giro abrupto de 90 grados por su derecha sobre su eje vertical y cayó a tierra, recibiendo toda la desaceleración sobre el costado izquierdo del fuselaje.

La aeronave avanzó 36,4 metros y se detuvo en el terreno plano con rumbo aproximado de 135°, a 836 metros del umbral de la pista 02 y en coordenadas 10°25'8.83" N y 073°14'56.33" W.

Durante la secuencia de impacto se desprendió el empenaje de la aeronave cayendo a 22 metros de los restos. La hélice del motor 1 (LH) se desprendió y terminó a 12,1 metros delante del motor. El radomo de la nariz del avión se desprendió quedando a 17,8 metros de los restos. Como consecuencia del impacto se presentó un incendio que consumió casi el 80% de la aeronave (ver 1.14 Incendio).

La sección de cabina presentó alta afectación con el fuego post impacto. En el sitio del accidente fueron identificables algunos instrumentos, controles de vuelo y palancas de mandos de potencia, paso hélice y mezcla. Así mismo, se identificaron las dos sillas de la tripulación de vuelo.

El empenaje presentó afectación parcial por el fuego con identificación de la superficie del estabilizador vertical. Toda la estructura del estabilizador horizontal se encontró desprendida de la estructura del empenaje. El estabilizador derecho presentó prominente daño por golpe contra vegetación en el borde de ataque. El estabilizador izquierdo presentó daños menores en su sección de borde de ataque.

El estabilizador vertical se encontró parcialmente íntegro con menores afectaciones por el fuego. El elevador derecho presentaba movimiento libre. El compensador del elevador se encontró suelto, en posición neutro. El timón de dirección presentó daño en la sección inferior. El compensador presentaba deflexión mecánica completa hacia la derecha.

El plano izquierdo presentó daño en un 70% por el fuego. Era visible e identificable la sección de punta de plano, el alerón y una sección de rieles del *flap* exterior. El elevador mantenía libre movimiento con sus guayas.

Una celda de combustible fue identificada con prominente afectación por fuego. Los *flaps* mostraron evidencia de impacto en el riel con una configuración de 0°, retraído al momento del accidente.

Era visible la ubicación del tren principal izquierdo en su anidamiento de la estructura del plano. La posición mecánica evidenciada mostró que el tren se encontraba retraído en el momento del impacto.



Imagen No. 10 - Distancia de los restos de la aeronave con respecto a la pista.



Imagen No. 11 - Rumbo de entrada de la aeronave al campo no preparado.



Imagen No. 12 - Diagramación del impacto de la aeronave contra un árbol.



Imagen No. 13 - Croquis del accidente.



Imagen No. 14 - Desprendimiento del estabilizador horizontal.



Imagen No. 15 - Área de la ubicación final de la aeronave.



Imagen No. 16 – Sección de cabina aeronave HK4983



Imagen No. 17 – Sección de empenaje aeronave HK4983



Imagen No. 18 – Sección de empenaje aeronave HK4983



Imagen No. 19 – Sección de ala izquierda aeronave HK4983

1.12.2 Ubicación y estado de componentes principales

El plano derecho presentó destrucción por el fuego siendo apreciable su estructura de largueros y larguerillos, así como la viga principal. Ninguna parte estructural del plano, del tren de aterrizaje, ni superficies fueron identificadas en la inspección de reconstrucción de la aeronave que hizo la investigación



Imagen No. 20– Sección de ala derecha aeronave HK4983

Tanto el fuselaje, como el plano derecho presentaron alta afectación por el fuego sin partes visibles reconocibles de la estructura. Las partes identificables correspondían a una silla que hacía parte de la sección trasera, sin ser claro a qué ocupante pertenecía, la cual se encontró parcialmente íntegra con afectación por fuego.

Así mismo se identificaron secciones de la nariz, como el radar y el radomo. El tren de nariz se encontró desprendido de la estructura con restos del neumático y con su respectivo actuador. El tren de nariz presentaba severa afectación por el fuego.

En ambos motores permanecían las hélices instaladas al núcleo. La hélice izquierda (McCauley 3FF32C501-AC, S/N 777597) presentaba giro en sentido de las manecillas del reloj (desde el punto de vista de la tripulación). Presentaba visible afectación por fuego.



Imagen No. 21– Sección de hélice izquierda aeronave HK4983

El núcleo instalado al cigüeñal del motor mantenía una pala unida (No. 3 S/N: UG58003) con ligero entorchamiento en la 1/3 de la punta hacia atrás. La pala No. 2 (S/N: UG5301) se encontró desprendida del núcleo con una deformación desde la mitad de su longitud hacia atrás. La pala No. 1 (S/N: UG58033) se encontró igualmente desprendida con similares características de deformación hacia atrás. Las palas, su conjunto y evidencias de impacto contra el terreno evidenciaron energía al momento del impacto, con una probabilidad de encontrarse en “*fine pitch angle*”.



Imagen No. 22 – Palas hélice izquierda aeronave HK4983.

La hélice derecha (McCauley 3FF32C501-C, S/N 922999) estaba unida al cigüeñal del motor con todas sus palas instaladas. Mantenía instalado el *spinner* con afectación por fuego. Dos (2) de las tres (3) palas instaladas presentaron deformación contra rotatoria en la longitud, y todas presentaban un impacto y posición con relativa baja energía, con una probabilidad de encontrarse en “*coarse pitch angle*”, o en embanderamiento.

En ambos motores permanecían instaladas las hélices con visible afectación por el fuego.



Imagen No. 23 – Palas hélice derecha aeronave HK4983



Imagen No. 24 – Palas hélice derecha aeronave HK4983 durante reconstrucción

1.12.3 Reconstrucción de los restos de la aeronave

El 12 de enero de 2024 se efectuó la inspección de restos de la sección *airframe* de la aeronave Cessna 421C en las instalaciones de la base temporal del operador. Se efectuó una revisión inicial y se decidió realizar una reconstrucción con los restos, a fin de efectuar una identificación de la configuración en vuelo, y la afectación por el fuego.

La reconstrucción inicial identificó la afectación del 80% de la estructura de la aeronave y un 20% aproximado de afectación parcial con identificación de partes de la aeronave.

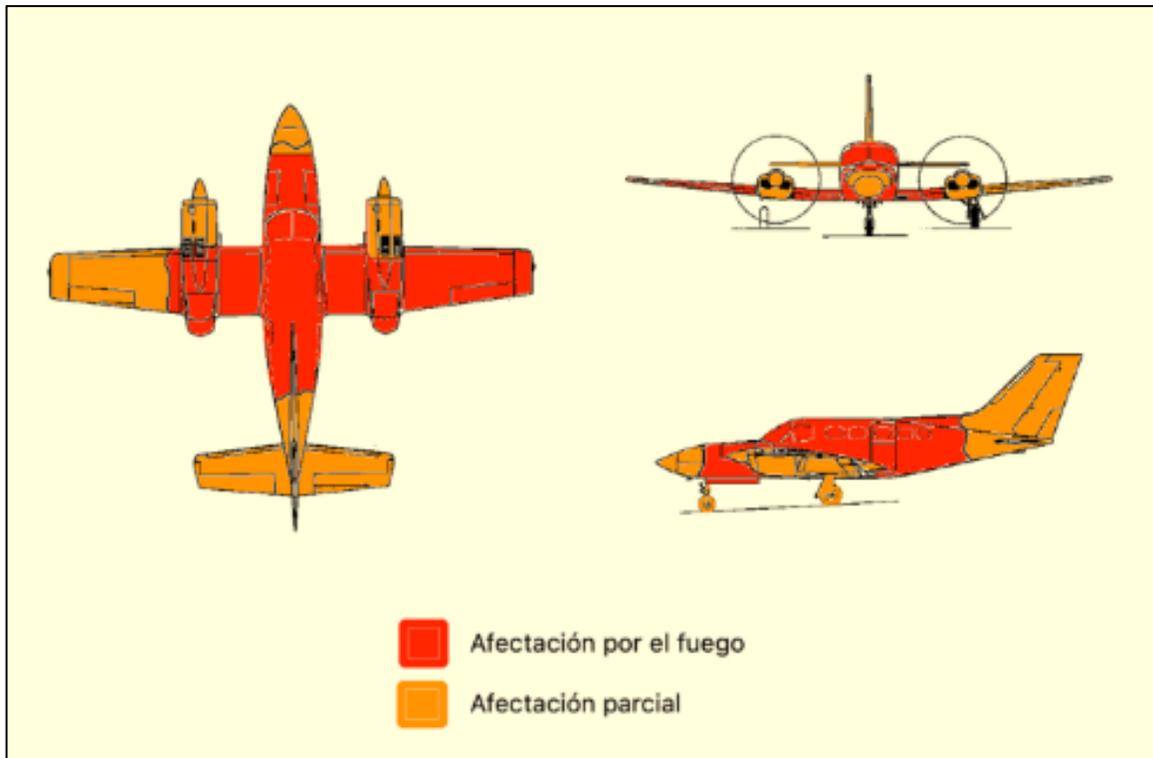


Imagen No. 25 - Afectación por el fuego

1.12.3.1 Empenaje

El empenaje presentó afectación parcial por el fuego con identificación de la superficie del estabilizador vertical. Toda la estructura del estabilizador horizontal se encontró desprendida de la estructura del empenaje.

El estabilizador izquierdo presentó prominente daño por golpe contra vegetación en el borde de ataque. El estabilizador derecho presentó daños menores en su sección de borde de ataque.

El estabilizador vertical se encontró parcialmente íntegro con menores afectaciones por el fuego. El elevador derecho presentaba movimiento libre. El compensador del elevador se encontró suelto, en posición neutro.

El timón de dirección presentó daño en la sección inferior. El compensador presentaba deflexión mecánica completa hacia la derecha.

1.12.3.2 Plano izquierdo

El plano izquierdo presentó daño en un 70% por el fuego. Fue evidente e identificable la sección de punta de plano, el alerón, y una sección de rieles del *flap* exterior. El elevador mantenía libre movimiento con sus guayas.

Una celda de combustible fue identificada con prominente afectación por fuego. Los *flaps* mostraron evidencia de impacto en el riel con una configuración de 0°, retraído al momento del accidente. Era visible la presencia del tren principal izquierdo en el anidamiento de la estructura del ala. La posición mecánica evidenciada mostró la retracción del sistema.

1.12.3.3 Plano derecho

El plano derecho presentó alta afectación por el fuego. Ninguna parte estructural del plano, ni su tren principal, ni superficies fueron identificadas en la inspección de reconstrucción.

1.12.3.4 Fuselaje

El fuselaje, como el ala derecha presentaron alta afectación por el fuego sin partes visibles reconocibles de la estructura. Las partes identificables correspondían a una silla que, hacia parte de la sección trasera, no específicamente de que ocupante la cual se encontró parcialmente íntegra con afectación por fuego. Así mismo se identificaron secciones de la nariz, como el radar y el radomo.

El tren de nariz se encontró desprendido de la estructura sobre con restos del neumático y con su respectivo actuador. El tren de nariz presentaba severa afectación por el fuego.

1.12.3.5 Hélice izquierda

En ambos motores permanecían las hélices instaladas al núcleo. La hélice izquierda presentaba giro en sentido de las manecillas del reloj (vista tripulación). Presentaba visible afectación por fuego.

El núcleo instalado al cigüeñal del motor mantenía una pala unida (No. 3 S/N: UG58003) con ligero entorchamiento en la 1/3 de la punta hacia atrás. La pala No. 2 (S/N: UG5301) se encontró desprendida del núcleo con una deformación desde la mitad de su longitud hacia atrás.

La pala No. 1 (S/N: UG58033) se encontró igualmente desprendida con similares características de deformación hacia atrás. Las palas, su conjunto y evidencias de impacto contra el terreno evidenciaron energía al momento del impacto, con una probabilidad de encontrarse en “fine pitch angle”.

1.12.3.6 Hélice derecha

La hélice derecha estaba unida al cigüeñal del motor con todas sus palas instaladas. Mantenía instalado el Spinner con afectación por fuego. Dos (2) de las tres (3) palas instaladas presentaron deformación contra rotatoria en la longitud, y todas presentaban un impacto y posición con relativa baja energía, con una probabilidad de encontrarse en “coarse pitch angle”, o en embanderamiento.

1.13 Información médica y patológica

El Piloto al mando contaba con certificados médicos vigentes a la fecha del accidente. No se reportan dispensas ni juntas médicas que se le hubieran realizado y que limitaran su actividad en el momento del evento.

1.14 Incendio

La información relacionada con el incendio y la explosión fue recopilada principalmente a través de la inspección de campo en el sitio del accidente, mediante registro gráfico, reconstrucción de los hechos, documentación técnica proporcionada por el operador y declaraciones del personal del Servicio de Extinción de Incendios (SEI) del aeródromo SKVP.

El análisis detallado de los restos permitió identificar el origen y la propagación del fuego tras la caída de la aeronave. La afectación principal se concentró en los tanques de combustible de los planos, cuyo contenido, al derramarse y pulverizarse, entró en contacto con las superficies calientes del motor derecho y con las altas temperaturas ambientales.

Este escenario alcanzó el punto de inflamación del combustible, generando una conflagración no explosiva. La destrucción estructural observada en la sección derecha y el fuselaje sugiere que el incendio superó temperaturas aproximadas de 1,500°C, provocando la fusión de materiales estructurales.

La dinámica de impacto indica un posible alabeo hacia la derecha al momento de la interacción con el terreno, lo que habría causado la ruptura del tanque principal derecho. El fuego no se propagó de manera significativa hacia la sección del plano izquierdo, en donde las temperaturas registradas fueron inferiores a 800°C.

1.14.1 Tipo de carga transportada

En cuanto a la carga transportada, además del combustible, la aeronave estaba equipada con cuatro cilindros de oxígeno almacenados bajo presión, utilizados en operaciones de transporte aeromédico. La presencia de este comburente, en combinación con el combustible altamente volátil y una fuente de calor, representaba un factor de riesgo adicional para la propagación del fuego.

1.14.2 Cantidad y tipo de combustible a bordo

El análisis del tipo y la cantidad de combustible a bordo confirmó que la aeronave operaba con AVGAS 100LL o 100/130, hidrocarburos de alta volatilidad y bajo punto de inflamación. La temperatura de autoignición del combustible es superior a 440°C. Según el recibo de abastecimiento No. 02-487226, la aeronave fue reabastecida con 149 galones de AVGAS en SKBG. Además, se constató la presencia de aceite de aviación y de líquido hidráulico, los cuales poseen menor volatilidad pero pueden contribuir a la propagación del fuego en condiciones de alta temperatura.

1.14.3 Extinción del incendio

Respecto a la extinción del incendio, el SEI del aeródromo SKVP fue notificado sobre la intención de la tripulación de retornar a la estación, por lo que se dispuso de tres vehículos de extinción para atender su aterrizaje de emergencia. Sin embargo, la aeronave impactó

antes de su llegada, y la confirmación del accidente se obtuvo mediante la observación de una columna de humo. La Policía Aeroportuaria verificó el siniestro y procedió al despacho inmediato de un vehículo de extinción, el cual tardó aproximadamente diez minutos en arribar al sitio del impacto. Al su llegada, el personal de bomberos estructurales de la ciudad de Valledupar ya había iniciado labores de extinción, utilizando agua.

1.14.4 Fuente y tipo de incendio

La inspección de los restos permitió determinar que la fuente de ignición del incendio se originó en la ruptura del tanque principal del plano derecho. El derrame de combustible y su interacción con las superficies calientes del motor generaron una deflagración instantánea no explosiva.

La intensidad del fuego y la destrucción de ciertos componentes estructurales, junto con la fusión de aleaciones de aluminio, sugieren que el punto de inicio del incendio se localizó en la zona próxima al plano derecho y a la pared de fuego del motor derecho. En esta área se identificaron evidencias de temperaturas extremadamente elevadas y patrones característicos de fusión de material, en contraste con otras secciones de la cabina.

Tras el inicio de la deflagración, el fuego se propagó hacia la cabina de mando y la cabina de pasajeros, alcanzando el plano izquierdo en menor proporción. La volatilización de los vapores de combustible intensificó el incendio en las áreas afectadas. Aplicando la teoría del fuego, con base en la fusión de aluminio observada en los restos, se estima que la temperatura alcanzó valores entre 1,300°C y 1,500°C.



Imagen No. 26 - Fusión de aleaciones de aluminio en los restos de la aeronave

El análisis de la dirección de la decoloración por hollín en la piel de la aeronave y en los bordes de ataque permitió establecer la naturaleza del incendio. El empenaje y el estabilizador vertical presentaron acumulación de hollín en dirección vertical, sin evidencias de propagación horizontal, lo que confirma que el incendio se produjo en tierra después del impacto.

Adicionalmente, los estabilizadores horizontales, los cuales se desprendieron durante la secuencia de impacto sin contacto posterior con los restos principales, no evidenciaron hollín en su extradós o intradós, reforzando la hipótesis del incendio post impacto.

La inspección de los restos también reveló indicios de explosión en dos de los cuatro cilindros de oxígeno a bordo. Sin embargo, la estructura circundante no presentó patrones de deformación asociados a explosiones de alta energía, como fragmentación en pétalo (defloración) o dispersión de restos por onda expansiva, lo que sugiere que la ruptura de los cilindros fue consecuencia del incendio y no un evento detonante del mismo.

1.15 Aspectos de supervivencia

La investigación incluyó una evaluación de condiciones médicas previas relevantes, un análisis de las lesiones en relación con la dinámica del impacto y el estudio de factores de supervivencia mediante el modelo CREEP. Para ello, se contó con el apoyo científico del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Colombia.

Cuando la aeronave se aproximaba al campo no preparado para el aterrizaje, impactó un árbol con el estabilizador horizontal izquierdo, lo que provocó su desprendimiento. Como resultado, la aeronave giró abruptamente 90 grados hacia la derecha antes de impactar el terreno, recibiendo la desaceleración principalmente sobre el costado izquierdo del fuselaje.

Los ocupantes intentaron abrir la puerta principal de la aeronave, ubicada en la parte trasera del lado izquierdo, pero otro árbol obstruyó su apertura. Ante esto, decidieron evacuar por la salida de emergencia ubicada al lado derecho, frente a la puerta principal, la cual fue abierta por el Copiloto. Mientras tanto, se inició un incendio en los motores y en los planos de la aeronave.

Ante la aparente inconsciencia del Médico a bordo, el Enfermero, quien se encontraba sentado frente a él, hizo una verificación inmediata de su nivel de conciencia y respuesta a estímulos dolorosos, determinando su ausencia. Cinco de los seis ocupantes lograron evacuar la aeronave por sus propios medios.

El Piloto y el Copiloto intentaron extraer al médico, quien permanecía asegurado a su asiento y sin respuesta. Sin embargo, su estado de inconsciencia, su contextura física y la rápida propagación del fuego y el humo en el interior y exterior de la aeronave impidieron que se realizara otro intento de extracción. Mientras tanto, el Enfermero procedió con la valoración inicial de los ocupantes evacuados.

Como resultado del accidente, el médico sufrió lesiones fatales. Tres ocupantes (piloto, Copiloto, enfermero y acompañante) presentaron lesiones leves, que incluyeron golpes, cortadas y quemaduras. Un ocupante, el paciente menor de edad, resultó ileso.

1.15.1 Entrevista a testigos directos e indirectos

Durante la investigación se entrevistó a un ocupante de la aeronave perteneciente al personal paramédico de la ambulancia aérea. En la entrevista se confirmó que había recibido entrenamiento en Fisiología de Vuelo y atención básica para emergencias antes de participar en actividades aeronáuticas. Se verificó además que los ocupantes de la parte posterior de la aeronave utilizaban sistemas de restricción de dos puntos. El paciente se encontraba asegurado con correas a la camilla de la ambulancia.

El personal médico percibió señales auditivas de advertencia antes del impacto, aunque no se reportó ninguna comunicación de alerta por parte de los tripulantes. Durante la fase final del vuelo, el ocupante entrevistado refirió haber percibido una sensación de lateralización de la aeronave. No obstante, ninguno de los ocupantes adoptó una posición de impacto.

El impacto inicial ocurrió en la parte anterior de la aeronave, lo que provocó un desplazamiento brusco del médico y su posterior pérdida de conciencia. Se intentó verificar su estado mediante estímulos verbales y dolorosos, sin obtener respuesta.

Tras el impacto, se observó evidencia de fuego en el plano lateral de la aeronave, lo que motivó la evacuación inmediata. La secuencia de evacuación se llevó a cabo en el siguiente orden: familiares del paciente, paciente, paramédico, Copiloto y Piloto. Sin embargo, el Piloto reingresó a la aeronave para intentar evacuar al médico. Su estado de inconsciencia, el peso del ocupante y su posición dificultaron la maniobra de extracción, impidiendo su rescate.

Posteriormente, se realizó una valoración inicial de los ocupantes evacuados y se procedió con la gestión de la escena por parte del personal de respuesta a emergencias.

1.15.2 Descripción de las lesiones

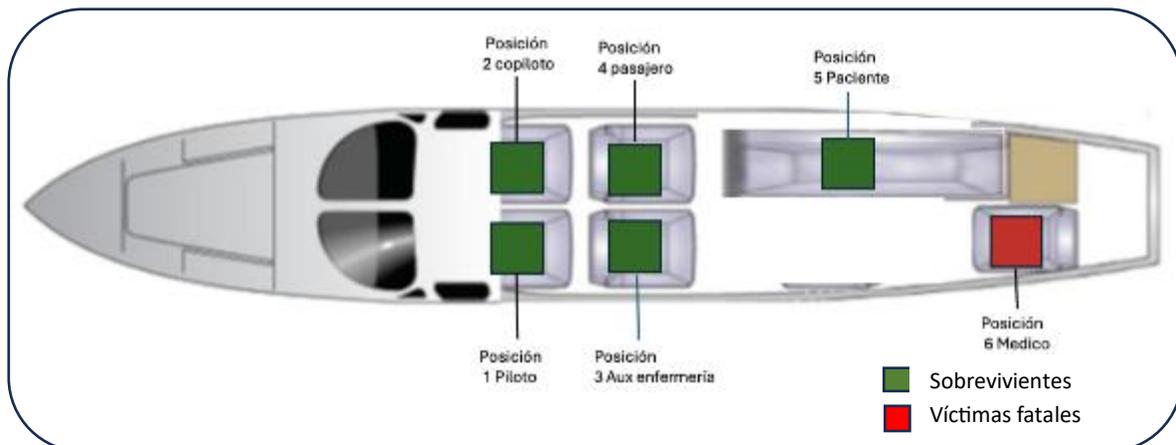


Imagen No. 27 - Posición de los ocupantes de la aeronave

En la Posición 1 se registró trauma facial, contusión en el miembro inferior derecho y contusión en el miembro superior izquierdo. En la Posición 2 se documentó trauma facial. En las Posiciones 3, 4 y 5 no se describieron lesiones asociadas al evento. En la Posición 6 se observaron signos de exposición al fuego, incluyendo carbonización y calcinación de tejidos óseos en diversas partes del cuerpo, junto con fracturas por calor y pérdida ósea.

No se documentaron otros hallazgos compatibles con lesiones traumáticas en las partes disponibles para estudio. Al momento de la redacción de este informe, no se cuenta con un reporte de toxicología.

1.15.3 Modelo CREEP

Para el análisis del caso se utilizó el modelo CREEP (Container, Restraint, Energy absorption, Environmental factors, Post-crash factors), un enfoque empleado en la medicina aeroespacial y la ingeniería de seguridad aérea para evaluar los factores que afectan la supervivencia tras un accidente aéreo:

Container (Contenedor): Se refiere a la integridad estructural de la aeronave y su impacto en la supervivencia de los ocupantes, incluyendo la resistencia de la cabina, la distribución de carga y la protección contra impactos.

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

Energy absorption (Absorción de Energía): Evalúa la capacidad de la aeronave y sus componentes para absorber la energía del impacto, reduciendo así las fuerzas g experimentadas por los ocupantes.

Environmental factors (Factores Ambientales): Considera las condiciones externas, como el clima, el terreno y la ubicación del accidente, que pueden influir en la ocurrencia del siniestro y en la supervivencia posterior al impacto. También incluye la presencia de objetos propios de la aeronave o externos que pudieran representar un riesgo adicional para los ocupantes.

Post-crash factors (Factores Post-accidente): Examina los eventos y condiciones posteriores al impacto inicial, como incendios, desplazamientos de la aeronave, rescate y atención médica de emergencia.

1.15.4 Contenedor

La presencia de fuego alteró la disposición inicial del fuselaje, dificultando la evaluación de su estado. Sin embargo, con base en entrevistas a testigos directos, se determinó que la deformación inicial del fuselaje no provocó traumatismos directos en los ocupantes.

1.15.5 Sistemas de restricción

En este caso, cinco de los ocupantes utilizaban cinturones de seguridad de dos puntos. Adicionalmente, el paciente fue asegurado mediante el sistema de restricción propio de la camilla. Como resultado, los ocupantes no sufrieron desplazamientos significativos desde su posición inicial.

Sin embargo, tanto el Piloto como el Copiloto sufrieron traumatismos de tejidos blandos a nivel encefálico debido al impacto contra los soportes de protección de instrumentos.

Por otro lado, el pasajero ubicado en la posición 6 perdió la conciencia en el primer impacto debido al movimiento de aceleración y desaceleración experimentado.

1.15.6 Absorción de energía

La aeronave descendió a baja altitud antes de impactar contra un árbol y posteriormente aterrizó en un terreno no preparado, compuesto por material suelto característico de la

región. Este tipo de superficie favoreció la absorción de energía durante el impacto, lo que ayudó a mitigar las fuerzas transmitidas a los ocupantes.

1.15.7 Factores ambientales

En este caso, ni los elementos propios de la aeronave ni los dispositivos biomédicos sufrieron desplazamientos que pudieran haber causado lesiones a los ocupantes. Tampoco se convirtieron en obstáculos para las acciones posteriores. No se reportaron condiciones meteorológicas que hayan representado un factor de riesgo para las lesiones de los ocupantes.

1.15.8 Factores posteriores al accidente

Se procedió a la apertura de la salida de emergencia, lo que permitió la evacuación de tres pasajeros y los dos tripulantes. La tripulación intentó en dos ocasiones rescatar al pasajero en la posición 6. Sin embargo, su estado de inconsciencia, su peso y la presencia de una zona de incendio activo impidieron su extracción en ese momento.

El control de la escena y la gestión del incendio fueron llevados a cabo por los primeros respondientes (bomberos), quienes lograron extinguir las llamas. Posteriormente, se realizó una valoración inicial de los ocupantes evacuados y se procedió con el traslado de los heridos a centros asistenciales.

1.16 Ensayos e investigaciones

Al momento de redactar este Informe Provisional de Accidente, aún está pendiente la inspección de los motores y hélices a cargo de sus respectivos fabricantes, bajo la supervisión de la DIACC y la NTSB. La demora en este análisis se ha debido a retrasos en los procesos de exportación de las partes accidentadas, los cuales han requerido múltiples gestiones administrativas y trámites aduaneros. Estos procedimientos han extendido los tiempos previstos para el envío de los componentes a los laboratorios especializados, lo que ha afectado el cronograma de la investigación técnica.

1.17 Información orgánica y de dirección

La consulta al sistema Automatización en Línea de Información Aeronáutica – A.L.D.I.A., reveló que la empresa operadora del HK-4983 había sido constituida el 17 de abril de 2017, su base principal de operaciones se encontraba en el aeropuerto Vanguardia de Villavicencio, Meta y su base auxiliar en el aeródromo de Guaymaral, en Bogotá. Su permiso de funcionamiento se encontraba vigente hasta el 26 de abril del 2029. Su certificado de operación, expedido por la UAEAC, le autorizaba para operar como empresa de servicio aéreo comercial de trabajos aéreos especiales en la modalidad de ambulancia aérea.

Al momento del accidente el operador estaba autorizado para volar diferentes tipos de aeronaves, incluyendo mono motores a pistón, bimotores ligeros y aviones turbohélices.

Por su modalidad empresarial, el operador mantenía relaciones comerciales con diferentes propietarios de aeronaves en la modalidad de explotación. Algunos de los tipos de aeronaves operados por la compañía incluían el C206, PA28R, PA34-220T, BN-2B, Turbo Commander 690A, C90, C210, C340, C207 y el C421 accidentado.

1.17.1 Manual general de operaciones (MGO)

La empresa acreditó para la investigación su Manual General de Operaciones (MGO), que al momento del evento se encontraba en la revisión No.10 con fecha de aprobación 02 de mayo de 2023. El 22 de enero de 2024, (14) días después del accidente, el operador solicitó a la UAEAC la aprobación de la revisión No.11, por medio de la cual se efectuaban cambios en el personal directivo de la empresa y se estandarizaba el Peso y Balance de los equipos C206, C210, PA34, C310, Aero Commander 690 y el C421, ya accidentado.

A continuación, se presentan los apartados más relevantes del MGO para la investigación del este accidente:

“2.16.1 RESPONSABILIDAD DEL CONTROL OPERACIONAL

[EL OPERADOR] como operador, es el responsable del control operacional de las operaciones, estas a su vez, lideradas por el Director de Operaciones.

2.16.5.2 Reglas de despacho y autorización de vuelo. Autoridad de despacho

Para que [EL OPERADOR] Pueda dar inicio a un vuelo, este debe ser específicamente autorizado por un despachador y deberá cumplirse con lo siguiente:

- a. La aeronave cumple con las condiciones de aeronavegabilidad, con los instrumentos y equipos instalados para el tipo de operación que se va a efectuar.
- b. Se encuentra firmado por parte de mantenimiento el libro del avión.
- c. El despachador ha presentado el formato de Peso y Balance del avión y el plan de vuelo debidamente diligenciados y firmados conforme corresponda.
- d. El vuelo ha sido planeado de acuerdo a las especificaciones de operación, a los reglamentos aeronáuticos y al manual de vuelo de la aeronave.
- e. Para el despacho de sus aeronaves en la base principal [EL OPERADOR], mantiene un despachador de base; en los demás aeropuertos el despacho será efectuado por sus pilotos.
- f. [EL OPERADOR] Conservara durante un tiempo no menor a tres meses, todos los formularios correspondientes a la preparación de cada uno de los vuelos que efectuó.

2.16.5.3 Responsabilidad del despacho

[EL OPERADOR], el piloto al mando y el despachador son responsables de que la información reflejada sea veraz y los datos contenidos en ella estén dentro de los parámetros normales para realizar todo vuelo.

Este despacho deberá ser firmado por el piloto al mando y el despachador de ese vuelo.

2.18.3 PREPARACIÓN DEL VUELO

A. El Comandante debe recibir el Briefing por parte del despachador en la oficina de despacho con referencia al vuelo que van a realizar, el cual deberá incluir:

- Ruta a volar/Orden de vuelo
- Avión asignado, estado de Aeronavegabilidad.
- Hora de salida.
- Condición médica del paciente transportado

- Peso estimado de despegue. Se debe coordinar la aplicación de despegue normal, reducido o de máxima potencia.
- Peso y características de la carga. (Mercancías peligrosas si las hay)
- Reportes meteorológicos de los aeropuertos de origen destino y alternativo (METAR)
- Los pronósticos de tiempo (TAF).
- Los NOTAMS de los aeropuertos de origen, destino y alternativo y (de las rutas a volar).
- Combustible mínimo requerido.
- información de tripulantes adicionales y técnicos abordo.
- En caso de "aeropuerto operando solo para despegue" aplicar el procedimiento establecido.
- información de demoras adicionales por cualquier motivo al itinerario.

B. Todos los documentos entregados por el despachador, deben estar debidamente diligenciados y no debe quedar información incompleta o con enmendaduras. Es obligación del despachador proporcionarle a la tripulación todos los manuales y documentos exigidos para la realización del vuelo.

6. PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA

6.1 POLÍTICA

Este capítulo se elabora para servir de guía a todo el personal de operaciones de [EL OPERADOR], en el caso de que ocurra alguna situación de emergencia.

El primer objetivo durante una emergencia es velar por la seguridad de las personas a bordo. El segundo objetivo es tratar de conservar la aeronave, el equipaje y la carga.

En este capítulo se muestran requerimientos y consideraciones específicas para afrontar emergencias. Los procedimientos de emergencia aplicables a cada aeronave están contenidos en los Manuales de Vuelo de la misma.

Se deberá reportar todo accidente, incidente o percance de una aeronave de la empresa.

a) Falla del Sistema de Controles de Vuelo.

b) Incapacidad de cualquier tripulante para realizar su vuelo como resultado de heridas o enfermedad

c) Durante operaciones en tierra de una aeronave con el motor funcionando, sin intención de volar (Mantenimiento), y cualquier persona sufre heridas graves o fallece como resultado de estar dentro, sobre o en contacto directo con la aeronave o cualquier cosa conectada a ella, o si la aeronave sufre danos significativos.

d) Pérdida de 50% del motor en vuelo.

e) Una aeronave en vuelo esta demorada, y se supone o existe motivo para creer que dicha aeronave haya sufrido un accidente...

6.11.2 NOTIFICACIÓN DE LAS EMERGENCIAS

a) ATC y control de vuelo:

Siempre que el piloto al mando se encuentre en una emergencia deberá mantener apropiadamente informado al ATC y a Control de Vuelo sobre los progresos de emergencia.

6.11.2.1 Prioridad de los mensajes de emergencia:

Existen dos categorías de mensajes de emergencia: Emergencia y Urgencia.

a) Mensajes de emergencia: "MAYDAY"

Este mensaje de emergencia está relacionado a una aeronave que se encuentra en graves problemas y que su seguridad se encuentra en peligro, lo que significa que se le debe prestar asistencia inmediata.

Este tipo de mensaje tiene la más alta prioridad. La señal internacionalmente aceptada para emergencias graves es la palabra MAYDAY.

El mensaje inicial puede empezar con MAYDAY, MAYDAY, MAYDAY seguida de un mensaje para una estación o todas las estaciones.

b) Mensaje Urgente: (PAN)

Este mensaje de urgencia está relacionado a la seguridad de una aeronave, barco o cualquier otro vehículo o a una a la vista o una persona a bordo, internacionalmente aceptada para un mensaje de emergencia es la palabra "PAN".

El mensaje inicial puede empezar con PAN, PAN, PAN seguida de un mensaje normal para una estación o todas las estaciones.

7.3 LIMITACIONES DE DESPEGUE

Ninguna aeronave operada por [EL OPERADOR], puede bajo ninguna circunstancia despegar con un peso mayor al que este permitido, de acuerdo a lo establecido en el Manual de Vuelo de esa aeronave y a los factores de corrección que se deben aplicar por la elevación de pista, longitud, condiciones de pista, zona libre al despegar (clearway), la temperatura ambiente que exista en ese despegue y cualquier corrección aplicable de acuerdo al manual de operación del avión.

7.3.1.1 Para determinar pesos máximos, distancias mínimas, y trayectorias de vuelo, las correcciones deben hacerse para la pista que va a ser usada, la elevación del aeropuerto, el gradiente efectivo de la pista, la temperatura ambiente y las condiciones de viento a la hora de despegue".

1.17.2 Especificaciones de Operación (OpSpecs)

La empresa también acreditó para la investigación su Manual de Especificaciones de Operación, cuya revisión vigente era la No.11. con fecha 14 de julio de 2023. El 05 de enero de 2024, (2) días anterior al accidente, el operador solicitó a la UAEAC la aprobación de la revisión No.12, por medio de la cual se efectuaban una actualización del personal directivo.

1.17.2.1 Ámbitos de Operación

A continuación, se presentan los aspectos más relevantes de las OpSpecs para la investigación:

Aproximaciones y Mínimos Operacionales

- Uso de procedimientos IFR basados en cartas AIP y PANS-OPS de la OACI.
- Aplicación de mínimos visuales (VMC) y de instrumentos (IMC) según especificaciones para despegues y aterrizajes.

Despacho y Control Operacional

- Los despachos deben ser realizados por despachadores licenciados o, en su defecto, por pilotos calificados cuando operan fuera de la base principal.

Mantenimiento y Aeronavegabilidad

- El mantenimiento se ejecuta conforme al Programa de Mantenimiento Aprobado y manuales del fabricante. Este abarca inspecciones periódicas y especiales, gestionadas en la base de mantenimiento en el Aeropuerto Vanguardia, Villavicencio.
- La compañía subcontrata talleres certificados (OMA) para reparaciones, con seguimiento continuo por parte del Jefe de Control de Calidad.

Control de Peso y Balance

- Se regula el Peso y Balance de las aeronaves según el Manual de Mantenimiento, incluyendo pesajes tras modificaciones mayores o cada tres años.
- El despacho requiere formularios diligenciados y aprobados, y considera la estabilidad del centro de gravedad.

1.17.2.2 Infraestructura y Gestión

Bases Operativas:

- Principal: Aeropuerto Vanguardia, Villavicencio.
- Auxiliares: Fabio Alberto León Bentley (Mitú) y Flaminio Suárez Camacho (Guaymaral).

Mantenimiento Externo:

Las reparaciones de componentes, motores y hélices son realizadas por talleres certificados nacionales e internacionales.

1.17.2.3 Aeronaves Autorizadas

El operador cuenta con una flota de aeronaves debidamente registradas y configuradas para operar bajo la modalidad de ambulancia aérea. Cada aeronave está equipada con al menos una camilla, espacios para el personal médico y sistemas necesarios para la atención de emergencias en vuelo. La lista de aeronaves incluye:

1. **Cessna TU206F:** Configurada para 4 pasajeros y 1 camilla.
2. **Piper PA34-200T:** Con capacidad para 5 pasajeros y 1 camilla.
3. **Cessna TU206G:** Diseñada para transportar 4 pasajeros y 1 camilla.
4. **Piper PA34-220T:** Adaptada para 5 pasajeros y 1 camilla.
5. **Piper PA34-220T:** Configuración similar, con capacidad para 5 pasajeros y 1 camilla.
6. **Britten Norman BN2B-27:** Equipado con espacio para 7 pasajeros y hasta 3 camillas.

7. **Beechcraft C90:** Configurado para 7 pasajeros y 1 camilla.

1.17.2.4 Mantenimiento

El programa de mantenimiento del operador está aprobado por la UAEAC y se ejecuta con base en los manuales del fabricante y en un cronograma de inspecciones periódicas. Las actividades de mantenimiento incluyen:

- **Inspecciones de línea y profundas:** Realizadas según intervalos establecidos en el Programa de Mantenimiento Aprobado (PMA).
- **Gestión de componentes y sistemas:** Supervisada por el área de Control de Calidad, que verifica que todas las partes se ajusten a las normas vigentes.
- **Subcontratación de talleres certificados (OMA):** Tanto a nivel nacional como internacional, para reparaciones y mantenimiento especializado.
- **Registros detallados:** Cada intervención es registrada, garantizando la trazabilidad de las operaciones de mantenimiento y los chequeos técnicos.

La base principal de mantenimiento se encuentra en el Aeropuerto Vanguardia en Villavicencio, con instalaciones que permiten la ejecución de trabajos de línea y la gestión de piezas y repuestos.

1.17.2.5 Control de Peso y Balance

Las especificaciones incluyen los siguientes lineamientos sobre el control de Peso y Balance:

PESO PROMEDIO AUTORIZADO POR PASAJERO Y DE TRIPULANTES PARA SER UTILIZADO EN EL CONTROL DE PESO Y BALANCE

El peso promedio autorizado para pasajeros y tripulantes es de 70 Kg y será el especificado en el Peso y Balance.

PROCEDIMIENTOS DEL CONTROL DE PESO Y BALANCE PARA EL DESPACHO DE AERONAVES.

Por un despachador y piloto al mando de [EL OPERADOR] verificará que los siguientes ítems durante el despacho de una aeronave sean cumplidos.

1. Mantener los formularios de Despacho debidamente aprobados
2. Diligenciar el Manifiesto de Peso y Balance de [EL OPERADOR]
3. Mantener la báscula debidamente calibrada
4. Efectuar el cargue, teniendo en cuenta que la aeronave conserve su centro de gravedad dentro de los límites establecidos.
5. Tener en cuenta la clase de mercancías que se van a transportar y tomar las medidas correspondientes.
6. Firmar el documento del manifiesto de Peso y Balance por el piloto de la aeronave, y conocer todos los aspectos del despacho.

1.17.3 Manual de despacho

La empresa acreditó para la investigación su Manual de Despacho, que al momento del evento tenía vigente la revisión No. 06 con fecha 22 de enero de 2023. El 16 de abril de

2024 el operador solicitó a la UAEAC la aprobación de la revisión No.07, por medio de la cual se adicionaban los equipos C207, BN2B, C90 y se retiraba el C421.

A continuación, se presentan los apartados más relevantes del Manual de Despacho para la investigación del este accidente:

GENERALIDADES

...

Cada Aeronave cuenta a bordo con un POH del fabricante, así como, un certificado de Peso y Balance emitido por un taller certificado por la aeronáutica civil, los cuales certifican que el peso de operación es el correcto y cuanto es lo máximo peso y localización del centro de gravedad permitido para cada aeronave, ninguna aeronave que opere en [EL OPERADOR] podrá exceder este Peso y Balance.

1.3 PESO DE PASAJEROS, TRIPULACIÓN Y EQUIPAJE DE MANO.

El peso normalizado por cada pasajero es de 80 Kg; y 10 Kg de equipaje de liviano, para la tripulación se establece un peso de 80 Kg. y equipaje de 15 Kg. (Revisión 02 Fecha: 06 de noviembre 2020).

1.3.1 INFORMACIÓN A LOS PASAJEROS

a) [EL OPERADOR], antes de abordar la aeronave, instruye a los ocupantes sobre lo siguiente:

- Prohibición de fumar
- Uso de las salidas de emergencia
- Uso de los cinturones de seguridad y cuando se deben utilizar de acuerdo a la serial e instrucciones de la tripulación
- Uso de chalecos y bote salvavidas.
- Uso de las máscaras de oxígeno en caso de despresurización

b) Dentro de cada aeronave se encuentran tarjetas impresas para cada tipo de aeronave: con instrucciones y diagramas.

c) En caso de emergencia durante el vuelo, la tripulación instruirá a los pasajeros acerca de las medidas apropiadas a las circunstancias.

1.12 COMBUSTIBLES

1.12.1 COMBUSTIBLES PARA AERONAVES A PISTON AVGAS 100/130

[EL OPERADOR] S.A.S., usara combustible AVGAS 100/130, para su flota de aeronaves de motor a pistón. El AVGAS 100/130 es un combustible de aviación de alto octanaje, proveniente de las fracciones ligeras de la destilación del petróleo.

Debido a las características del combustible para aviación AVGAS 100/130, se debe operar con máxima seguridad y de conformidad con los requisitos de seguridad descritos en el Manual General de Operaciones de [EL OPERADOR].

PROPIEDADES FISICAS – AVGAS 100/130

- Estado físico: Líquido
- Aspecto: Transparente y brillante

- Color: Verde
- Densidad: 700-720 kg/m³
- Peso específico: 6.0 lb/galón
- Temperatura de auto-ignición: 400 °C.

3.2 DESPACHADOR

[EL OPERADOR], cuenta con una persona a cargo del despacho, este a su vez, es responsable de tener la información de la ubicación, el estado y hacer el seguimiento de todas las aeronaves de la empresa, así mismo, estarlo informando al director de operaciones; para lo cual, cada aeronave cuenta con un SPOT para hacer seguimiento en tiempo real.

3.2.1 OFICINA DESPACHO

[EL OPERADOR] tiene a cargo una oficina de despacho la cual está ubicada en su base principal en el Aeropuerto Vanguardia, en la Ciudad de Villavicencio, Meta; en las bases auxiliares estará autorizado que el manifiesto de Peso y Balance sea realizado por el piloto.

3.4 PROCEDIMIENTO DEL VUELO

El despachador en turno coordinará y reunirá la siguiente información previa a la autorización del vuelo así:

1. Plan de vuelo para el vuelo específico
2. Reportes y pronósticos meteorológicos actualizados, para el aeropuerto de destino, las paradas intermedias, los aeropuertos alternos o cualquier reporte meteorológico o pronóstico adicional que el Piloto al mando considera, necesario o deseable.
3. NOTAMS de aeropuerto de destino y alternos
- 4 Permisos necesarios para la operación a realizar
5. Manifiesto de Peso y Balance

Luego de haber cumplido con todos los procedimientos que tiene la compañía para el planeamiento del vuelo el Despacho, da la autorización de embarque.

NOTA: El Despachador está en la facultad de cuando se necesite, realizar el plan de vuelo en la oficina de información aeronáutica o vía internet.

4 PESO Y BALANCE

4.2 CONTROL DE PESO Y BALANCE

[EL OPERADOR], consciente de la importancia del Peso y Balance de la aeronave en una operación de vuelo, delega en su personal de despacho esta función, el despachador de turno efectuará el Peso y Balance de la aeronave de acuerdo a lo estipulado en el AFM/POH, en ningún caso se permitirá la salida de una aeronave excediendo sus pesos y limitantes aplicables a ella.

4.2.1.1 METODO DE DILIGENCIAMIENTO

En las primeras casillas se debe escribir el nombre completo del piloto, Copiloto, el número de licencia que posean, la hora prevista de despegue, la fecha, la matrícula del avión y la ruta a efectuar. En lugares diferentes a la base principal, no se debe diligenciar la casilla del despachador ni su número de licencia, cabe destacar que la nomenclatura usada para el peso serán las libras.

PESO VACÍO: Este valor se saca del último certificado de Peso y Balance para cada aeronave expedido por un taller autorizado por la aeronáutica civil.

BRAZO: Este valor se saca del último certificado de Peso y Balance para cada aeronave expedido por un taller autorizado por la aeronáutica civil.

PILOTO, COPILOTO, PERSONAL MEDICO, AUX. ENFERMERÍA, PAX ACOMPAÑANTE:

Este dato se saca del peso real de la tripulación que va a bordo.

BALA DE OXIGENO MEDICINAL (Soporte o camilla): Este valor depende de la configuración que tenga la aeronave, así mismo se ingresa un valor o no.

BODEGA DELANTERA: Este valor corresponde al peso de la bodega delantera de acuerdo a la configuración de cada aeronave.

BODEGA TRASERA O CARGO PACK: Este valor corresponde al peso de la bodega trasera de acuerdo a la configuración de cada aeronave.

COMBUSTIBLE PRINCIPAL: Este valor se saca del TOTAL COMB convertido en libras.

P.M.B.O: Este valor varía de acuerdo al POH de cada aeronave, y es el valor máximo permitido para despegue.

TOTAL PESO: Este valor se obtiene de la suma del peso vacío, más piloto/Copiloto, más personal médico, aux. enfermería, paciente, pax acompañante, bala de oxígeno, bodega delantera y trasera o cargo pack y el combustible principal.

MOMENTO: Este valor es el resultado de multiplicar el peso correspondiente a cada ítem, versus el brazo para cada aeronave. El total del momento, es la suma de todos los momentos descritos anteriormente.

LIMITES DEL CENTRO DE GRAVEDAD: Para las gráficas de cálculo de centro de gravedad se debe ir al POH específico de cada aeronave.

LIMITE DELANTERO: Este dato se obtiene en el POH de cada aeronave o en el último certificado de Peso y Balance.

LIMITE TRASERO: Este dato se obtiene en el POH de cada aeronave o en el último certificado de Peso y Balance.

CENTRO DE GRAVEDAD: Este valor se obtiene de dividir el total del momento versus el total del peso PMBO.

•**INFORMACIÓN PERSONAS ABORDO:** Este dato se obtiene del personal tripulante o no tripulante que vaya a bordo de la aeronave, diferente al piloto o en su caso, diferente al piloto / Copiloto; el total pax es la cantidad total del personal que vaya a bordo que no sea el piloto ni el Copiloto.

NOTA 1:

a) El peso máximo de despegue permisible para ese vuelo no deberá exceder al menor de los siguientes pesos:

a. Peso máximo de despegue limitado por pista, incluyendo las correcciones por altitud, gradiente, viento y temperatura de acuerdo con las condiciones existentes para el momento del despegue y que se obtiene de las tablas o graficas del AFM de la aeronave correspondiente.

- b. Peso máximo de despegue limitado por el máximo peso sin combustible estructural (MZFW), más el combustible mínimo. Se considera como combustible mínimo la suma del combustible básico más el combustible al alterno más el de reserva.
- c. Peso máximo de despegue limitado por el peso máximo de aterrizaje en el destino, que se obtiene sumando el peso máximo de aterrizaje estructural (MLGW) más el combustible básico.
- d. Peso máximo de despegue limitado por segundo segmento en el origen (CLIMB LIMIT), que se obtiene de las tablas o graficas del AFM de la aeronave correspondiente.
- b) El peso total se debe calcular de conformidad con los procedimientos aprobados por la UAEAC.
- c) Evidencia de que la aeronave está cargada de acuerdo a un programa aprobado que garantice que el centro de gravedad está dentro de los límites aprobados.
- d) Nombres de los pasajeros, a menos que tal información sea mantenida por otros medios por el titular del CDO.

1.17.4 Manual de entrenamiento

La empresa acreditó para la investigación su Manual de Entrenamiento, que al momento del evento tenía vigente la revisión No. 05 con fecha 03 de mayo de 2023.

A continuación, se presentan los apartados más relevantes del Manual de Entrenamiento para la investigación del este accidente:

2 PROGRAMAS DE INSTRUCCIÓN

[EL OPERADOR] S.A.S., incluye en el presente programa de entrenamiento los cursos abajo relacionados:

1. CURSO DE TIERRA Y FASE DE VUELO – INICIAL

- ✓ Mono motores
- ✓ Bimotores
- ✓ Bimotores Presurizados

2. CURSO DE TIERRA Y FASE DE VUELO – RECURRENTE

- ✓ Mono motores
- ✓ Bimotores
- ✓ Bimotores Presurizados

3. CURSO DE TIERRA Y FASE DE VUELO PARA ADICION DE EQUIPO EN LA MISMA CATEGORIA PILOTO / COPILOTO (RECIPROCO O TURBOHELICE)

- ✓ Mono motores
- ✓ Bimotores
- ✓ Bimotores Presurizados

4. GESTION DE RECURSOS EN CABINA CRM

5. MERCANCIAS PELIGROSAS INICIAL Y RECURRENTE

6. PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA Y EVACUACION EN TIERRA (RAC 2.2.1.1.6) INICIAL Y RECURRENTE
7. PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA Y EVACUACION EN AGUA "DITCHING"
8. INSTRUCCIÓN TEORICO-PRACTICO EN TRANSPORTE AEROMEDICO PARA TRIPULACION DE VUELO.
9. CURSO PRIMEROS AUXILIOS INICIAL Y RECURRENTE

CURSO DE TIERRA INICIAL - BIMOTORES	
TEMA	HORAS
Generalidades Avión	01:30
Sistemas de la aeronave – (Combustible, sistema eléctrico, hidráulico, Oxígeno, etc.)	03:00
Limitaciones y Tablas de rendimiento	02:00
Listas de chequeo	01:00
Procedimientos normales	01:30
Peso y balance aeronave	00:30
Procedimientos de emergencia – (fallas de motor, CFIT, uso de mascarillas de oxígeno, hipoxia, etc).	02:00
Interdicción aérea.	01:00
Reglamentación.	01:00
Examen	00:30
TOTAL	14:00

CURSO DE TIERRA RECURRENTE – BIMOTORES	
TEMA	HORAS
Generalidades Avión	00:10
Sistemas de la aeronave – (Combustible, sistema eléctrico, hidráulico, Oxígeno, etc.)	02:00
Limitaciones y tablas de rendimiento	00:50
Listas de chequeo	00:20
Procedimientos normales	00:40
Peso y balance aeronave	00:20
Procedimientos de emergencia – (fallas de motor, CFIT, uso de mascarillas de oxígeno, hipoxia, etc).	00:40
Interdicción aérea.	00:15
Reglamentación.	00:15
Familiarización de cruce de cordilleras, análisis de rutas y aeropuertos. Examen	02:00
TOTAL	07:00

3 PROGRAMAS DE INSTRUCCIÓN DESPACHADORES

[EL OPERADOR], en cumplimiento de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia RAC, contempla el siguiente programa de instrucción dirigido al personal de despacho que labora en la compañía, el cual se estructura de la siguiente manera:

1. CURSO DE RECURRENTE DESPACHADOR (GENERALIDADES DE PESO Y BALANCE)
2. MANEJO DE MERCANCIAS PELIGROSAS
 - ✓ CURSO DE MERCANCIAS INICIAL
 - ✓ CURSO DE MERCANCIAS RECURRENTE
3. INDUCCION PARA NUEVO EMPLEADO

CONTENIDO E INTENSIDAD HORARIA RECURRENTE DESPACHADOR:

CURSO DE REPASO DESPACHADOR	
TEMA	HORAS
Requisitos de aeronavegabilidad	00:30
Especificaciones de Operación	01:00
Descripción general de los sistemas de las aeronaves	01:30
Peso y Balance	01:30
Meteorología	02:00
Regulaciones	01:00
Aerodinámica	01:00
Centro de gravedad	01:30
Consumo de combustible	01:00
Límites de operación	01:00
Registros formatos de peso y balance, cargue y dead line y Examen	02:00
TOTAL	14:00

1.18 Información adicional**1.18.1 Información de aspectos operacionales****1.18.1.1 Procedimientos de emergencia por falla de motor**

El manual de vuelo de la aeronave (POH / AFM) en su sección 3 EMERGENCY PROCEDURES presenta las acciones a ejecutar por parte de la tripulación en caso de falla del motor:

SINGLE-ENGINE AIRSPEEDS FOR SAFE OPERATION

Conditions:	
1. Takeoff Weight 7450 Pounds	
2. Landing Weight 7200 Pounds	
3. Standard Day, Sea Level	
(1) Air Minimum Control Speed	80 KIAS
(2) Recommended Safe Single-Engine Speed	100 KIAS
(3) Best Single-Engine Angle-of-Climb Speed	105 KIAS
(4) Best Single-Engine Rate-of-Climb Speed (Wing Flaps UP)	111 KIAS

ENGINE INOPERATIVE PROCEDURES**ENGINE SECURING PROCEDURE**

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Throttle - CLOSE. 2. Mixture - IDLE CUT-OFF. 3. Propeller - FEATHER. |
|---|
4. Fuel Selector - OFF (Feel For Detent).
 5. Auxiliary Fuel Pump - OFF.
 6. Magneto Switches - OFF.
 7. Propeller Synchronizer - OFF (Optional System).
 8. Alternator - OFF.

ENGINE FAILURE DURING FLIGHT (Speed Above 80 KIAS)

1. Inoperative Engine - DETERMINE.
 2. Operative Engine - ADJUST as required.
- Before Securing Inoperative Engine:
3. Fuel Flow - CHECK. If deficient, position auxiliary fuel pump to ON.
 4. Fuel Selectors - MAIN TANKS (Feel For Detent).
 5. Fuel Quantity - CHECK.
 6. Oil Pressure and Oil Temperature - CHECK.
 7. Magneto Switches - CHECK ON.
 8. Mixture - ADJUST. Lean until manifold pressure begins to increase then enrichen as power increases.

If Engine Does Not Start, Secure As Follows:

9. Inoperative Engine - SECURE.
 - a. Throttle - CLOSE.
 - b. Mixture - IDLE CUT-OFF.
 - c. Propeller - FEATHER.
 - d. Fuel Selector - OFF (Feel For Detent).
 - e. Auxiliary Fuel Pump - OFF.
 - f. Magneto Switches - OFF.
 - g. Propeller Synchronizer - OFF (Optional System).
 - h. Alternator - OFF.
10. Operative Engine - ADJUST.
 - a. Power - AS REQUIRED.
 - b. Mixture - ADJUST for power.
 - c. Fuel Selector - MAIN TANK (Feel For Detent).
 - d. Auxiliary Fuel Pump - ON.
11. Trim Tabs - ADJUST 5° bank toward operative engine with approximately 1/2 ball slip indicated on the turn and bank indicator.
12. Electrical Load - DECREASE to minimum required.
13. As Soon As Practical - LAND.

1.18.2 Suplemento al POH sobre falla de motor en vuelo

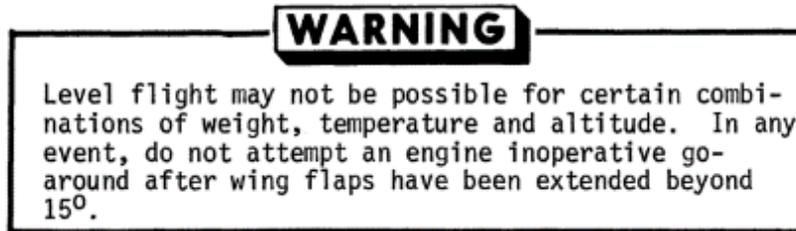
El 16 de noviembre de 2001, el fabricante de la aeronave emitió un Suplemento de procedimientos de emergencia en caso de falla de motor durante el vuelo. Este suplemento estaba diseñado para ser utilizado en el POH y específicamente para los modelos de las aeronaves de las series 300 y 400, incluyendo el **421C**.

El suplemento se constituyó como una extensión obligatoria que debía integrarse en la versión más reciente del manual operativo o del propietario de estas aeronaves. En él, se detallan los procedimientos que complementan las directrices generales de operación, aportando información crítica para enfrentar situaciones de emergencia relacionadas con fallas de motor durante el vuelo.

El documento fue aprobado oficialmente por la FAA bajo las disposiciones del FAR 21 Subparte J, lo que demostró que cumplía con los estándares de aeronavegabilidad y seguridad establecidos. La aprobación fue emitida por el fabricante en la misma fecha, 16-nov-01.

El Suplemento introdujo una advertencia que debía integrarse en las listas de verificación abreviadas de procedimientos de emergencia cuando se presenta una falla de motor y, de ser aplicable, en los procedimientos de emergencia amplificados.

El texto subraya que, **bajo ciertas combinaciones de peso, temperatura y altitud, el vuelo nivelado podría no ser posible**. Además, enfatiza que no se debe intentar una maniobra de motor y al aire (sobrepaso) con un motor inoperativo si los flaps están extendidos más allá de 15 grados, debido a los riesgos asociados.



El suplemento no presenta cambios a las limitaciones de la aeronave. Sin embargo, en los procedimientos de emergencia, se agregó la advertencia específica para ser incluida en los procedimientos abreviados de emergencia. Este texto es esencial para garantizar que el piloto esté consciente de las condiciones críticas que podrían afectar la operación de la aeronave en situaciones de emergencia cuando un motor falla.

La revisión del POH suministrado por el operador a la investigación evidenció que al momento del accidente el Suplemento estaba incorporado en el manual y que la advertencia se encontraba presente en la correspondiente sección 3 - EMERGENCY PROCEDURES.

1.18.3 Declaración de la tripulación

1.18.3.1 Declaración del Capitán (PIC)

El Capitán (Pilot In Command – PIC) del vuelo ofreció un relato detallado sobre los eventos previos así como de los eventos sucedidos, proporcionando una visión cronológica de las circunstancias previas, durante y posteriores al accidente.

Previo al evento, la planificación del vuelo fue notificada al PIC y a su Copiloto a través de un chat, indicando la ruta desde Bucaramanga hacia Valledupar. En Bucaramanga, el equipo realizó las inspecciones rutinarias del avión, verificando niveles de aceite y otros sistemas esenciales antes de la operación. La primera etapa del día transcurrió sin anomalías y el avión operó en condiciones normales.

Posteriormente, durante el ascenso inicial tras el despegue de Valledupar, el PIC detectó una explosión seguida de un ruido anormal proveniente del motor derecho. Al inspeccionar los instrumentos, verificó que la presión de aceite permanecía en 50 PSI, dentro del rango operativo normal, mientras que la temperatura de cabeza de cilindros (CHT) se mantenía estable. Sin embargo, el *manifold pressure*, inicialmente en 25 pulgadas, comenzó a disminuir rápidamente, y el flujo de combustible indicaba cero.

Ante la anomalía, el PIC intentó restablecer el funcionamiento del motor derecho. Ajustó la mezcla a posición rica sin observar cambios en el flujo de combustible ni en el *manifold pressure*. Posteriormente, activó la bomba auxiliar de combustible en posición baja sin resultados. Al cambiar la bomba a posición alta, se restableció momentáneamente el flujo de combustible y el manifold pressure aumentó brevemente, pero el motor respondió con vibraciones y detonaciones. El PIC apagó la bomba en alta para detener las vibraciones y las detonaciones, y evaluó junto con el Copiloto las lecturas de los instrumentos. A pesar

de la recuperación transitoria del flujo de combustible, el *manifold pressure* volvió a caer rápidamente, y el motor no respondió consistentemente a los ajustes realizados. Ante la falta de potencia útil y el comportamiento errático del motor, el PIC decidió asegurar el motor.

Al confirmar la incapacidad del motor derecho para generar potencia, el PIC procedió a asegurarlo conforme al procedimiento estándar. Cortó la mezcla, detuvo el suministro de combustible y ajustó la potencia del motor a cero. Posteriormente, perfiló la hélice en bandera para minimizar la resistencia aerodinámica.

Tras embanderar la hélice, el avión experimentó una breve mejora en la estabilidad. Sin embargo, la velocidad, que se había mantenido cerca de la línea azul (111 nudos) durante el ascenso inicial, comenzó a caer de manera constante. El PIC señaló que la velocidad se encontraba alrededor de 110 nudos al momento de asegurar el motor, pero posteriormente disminuyó con rapidez, entrando en el rango de pérdida.

Para contrarrestar el alto torque del motor operativo, el PIC aplicó presión total sobre el pedal izquierdo. Este torque, descrito como "impresionante", generó una fuerte tendencia del avión a girar hacia el lado del motor inoperativo. Al intentar aliviar parcialmente la presión del pedal, la aeronave mostró inestabilidad significativa, comprometiendo el control direccional. El Capitán indicó que no se utilizó el compensador del timón de dirección (*rudder trim*).

El PIC realizó un viraje hacia la derecha para retornar a la pista de Valledupar con un banqueo limitado a 10°. Sin embargo, la aeronave mostró una tendencia a volar "de lado", complicando la alineación con la pista. El instrumento indicador *de viraje y coordinación (palo y bola)*, indicaba un desplazamiento completo hacia el lado del motor inoperativo.

A pesar de los esfuerzos del PIC para mantener la velocidad y el control del avión, este comenzó a entrar en pérdida intermitentemente. El sistema de alerta de pérdida se activó repetidamente, obligando al PIC a bajar la nariz para intentar recuperar velocidad. Sin embargo, la combinación de pérdida de potencia y alto torque del motor izquierdo hizo que la aeronave girara hacia la derecha, complicando aún más el control direccional.

El Capitán manifestó que, pese a contar con listas de chequeo, no las utilizó debido a la elevada carga de trabajo y la necesidad de tomar decisiones inmediatas. En su lugar, aplicaron procedimientos previamente practicados en el briefing y en su entrenamiento. Finalmente, la aeronave entró en pérdida antes de alcanzar la pista, impactando con un árbol en el intento de aterrizaje de emergencia.

En relación con el Peso y Balance de la aeronave, y la planificación del vuelo antes del despegue, el PIC relató que él y el Copiloto realizaron los cálculos conforme a los procedimientos de la compañía, considerando el peso combinado de tripulación, pasajeros, carga y combustible. El Capitán también consideró las condiciones meteorológicas.

Con una temperatura ambiente de 32°C, el PIC aplicó potencia estática brevemente en el despegue. El desempeño deficiente en configuración monomotor sorprendió al PIC, quien esperaba que la aeronave pudiera mantener velocidad y altitud, dadas las condiciones del vuelo.

1.18.3.1 Declaración del Copiloto (SIC)

El Copiloto (Second In Command - SIC) del vuelo ofreció un relato detallado sobre los eventos previos, incluyendo los procedimientos de despacho y la gestión del manifiesto de Peso y Balance, así como de los eventos sucedidos, proporcionando una visión cronológica de las circunstancias previas, durante y posteriores al accidente.

El vuelo en cuestión había sido programado la noche anterior. El Copiloto, inició la planificación de la ruta y preparativos del vuelo en Bucaramanga. La jornada comenzó con procedimientos estándar: el plan de vuelo fue revisado, se realizaron los briefings correspondientes, y se cumplió con la preparación de la aeronave. En el trayecto inicial hacia SKVP, la operación transcurrió sin irregularidades, y el comportamiento del avión fue óptimo, sin indicios de fallas técnicas.

Durante la espera para recoger a un paciente, la tripulación revisó su meteorología y verificó los aeródromos alternos. Sin embargo, se produjo una demora significativa, lo que permitió que el equipo realizara sus procedimientos con calma. Una vez que el paciente abordó, se llevó a cabo un briefing de salida y se completaron los últimos detalles administrativos y operativos.

Al preguntarle sobre la planificación del vuelo y los cálculos de Peso y Balance, el Copiloto explicó que el peso vacío de la aeronave estaba disponible en un formato digital, compartido entre los tripulantes. Aunque la empresa formalmente no proporcionó documentación actualizada de manera física, este dato fue obtenido a través de compañeros de vuelo que compartieron una hoja de cálculo automatizada. Este formato incluye cálculos predeterminados que integran el peso vacío y otros datos esenciales para agilizar el llenado del manifiesto.

El peso de los ocupantes se recopila mediante diferentes métodos según el perfil del vuelo y la disponibilidad de información. En el caso de la tripulación, los pesos son conocidos previamente, ya que usualmente trabajan en las mismas configuraciones de equipo. Si hay cambios, se pregunta directamente a los tripulantes su peso estimado, utilizando cifras estándar como referencia.

Para vuelos de transporte médico, el auxiliar a bordo tiene acceso a la historia clínica del paciente, donde generalmente se incluye el peso. Esta información es transmitida al Copiloto como parte de la planificación. En el caso del acompañante, se utiliza un peso estimado proporcionado directamente por la persona o calculado según estándares operativos.

El cálculo del peso total de la aeronave y la verificación del balance se realizan a través de herramientas digitales. El Copiloto explicó que utilizan un formato de hoja de cálculo diseñado para agilizar los cálculos mediante fórmulas preprogramadas. En este formato se ingresan el peso vacío del avión, el peso del combustible a bordo, los pesos de los ocupantes y de cualquier carga adicional, y la posición de los pesos respecto al eje de referencia de la aeronave. El formato digital calcula automáticamente la suma de los pesos y determina el centro de gravedad, mostrando si este se encuentra dentro de los límites delantero y traseros especificados por el fabricante. Una vez verificada la información, el Copiloto transfiere manualmente los resultados al formato físico del manifiesto de Peso y Balance, el cual acompaña a la aeronave durante el vuelo.

PILOTO	PCA	FECHA	MATRICULA
			HK 4983
SPACHADO	DPA	HORA	ORIGEN DESTINO
CONCEPTO	PESO	BRAZO	MOMENTO
ESD VACIO	5,084	162.23	773,857.3
PILOTO/COPI	308	137	42,106.0
PERSONAL IV	154	175	26,950.0
AUX-EMFER	154	218	33,672.0
ACCIDENTE	0	175	0.0
AX ACDM	0	218	0.0
IXI-CAMILLA	20	175	3,500.0
MODE DELAN	0	32	0.0
MODE TRASE	60	203	10,820.0
COMBU PPAL	1478	161	237,838.0
COMBU AUX	0	167	0.0
TOTAL	7,236	165,930.2643	1,128,311.3
M.B.O 7450 LBS			
DELANTERO	152.50	TABLA DE COMBUSTIBLE	
TRASERO	107.55	EQUIPO	C421C
LOG	135.83	FUELS	
AX ABORDO IDENTIFICA	BASICOS G/H		10
XXX	ALTERNO		12
XXX	SOSTEN. (45%)		12
XXX	TAXEO		2
XXX	TOTAL		42

Imagen No. 28 - Ejemplo de tabla para cálculo de Peso y Balance utilizada comúnmente por los pilotos.

Aunque las tablas de rendimiento y otras referencias operativas también forman parte del análisis previo al vuelo, el Copiloto mencionó que en este caso particular no se consultaron de manera exhaustiva, dado que la operación no presentaba condiciones de temperatura o altitud que pudieran considerarse críticas. En la fase de preparación, el equipo también verificó la aceptación del plan de vuelo por parte de las autoridades correspondientes y completó el pago de las tasas aeroportuarias.

El Copiloto señaló que, aunque los procedimientos permiten completar los cálculos de manera eficiente, existen áreas que podrían mejorarse. En particular, destacó la falta de una fuente formal y centralizada para obtener el peso vacío actualizado de la aeronave. Además, la dependencia de herramientas compartidas entre los tripulantes genera cierto grado de incertidumbre en cuanto a la uniformidad de los datos.

Al preguntarle sobre los procedimientos de vuelo, el SIC mencionó que la aeronave realizó su carrera de despegue de forma normal, con los parámetros de ambos motores dentro de

los límites operativos. Durante la rotación, los instrumentos mostraban lecturas en verde, indicando que el rendimiento era el esperado. La transición al ascenso inicial transcurrió sin anomalías, y la tripulación ajustó la potencia de ascenso de acuerdo con los procedimientos establecidos, optimizando el rendimiento de los motores y asegurando una velocidad adecuada para mantener el régimen de ascenso (Blue Line).

La falla del motor derecho ocurrió poco después de pasar el punto de notificación San Diego, cuando la aeronave se encontraba en ascenso y con una configuración limpia, es decir, tren de aterrizaje retraído y flaps completamente replegados. La tripulación percibió inicialmente un fuerte ruido proveniente del motor derecho, seguido por una disminución abrupta en el flujo de combustible. Según el Copiloto, otros parámetros como la presión de aceite (oil pressure), temperatura de los gases de escape (EGT), y velocidad de rotación (RPM) no mostraron inmediatamente señales de falla significativa. Sin embargo, el flujo de combustible se redujo a niveles insuficientes para mantener el empuje del motor.

Ante esta situación, el Capitán intentó restablecer el funcionamiento del motor derecho utilizando las bombas de combustible, pero el flujo no se recuperó. Se produjeron intentos de reencendido mediante procedimientos de "*boost pump*," aunque estos resultaron en "*escopeteos*" del motor, indicativos de intentos fallidos de combustión. Con el motor derecho inoperativo, la tripulación ejecutó el procedimiento de aseguramiento del motor (*engine securing*), incluyendo el cierre de la válvula de combustible (*fuel shutoff valve*) y el ajuste de la hélice a bandera (*feathering*), para minimizar el arrastre generado por la hélice del motor inactivo.

La aeronave, ahora con un solo motor operativo, comenzó a perder sustentación. A pesar de los esfuerzos por mantener una velocidad segura (*blue line*) para optimizar el rendimiento con un solo motor, el descenso era inevitable debido a la insuficiencia de potencia. Durante este período, el SIC describió sensaciones físicas que indicaban que el avión no lograba mantenerse nivelado, con una guiñada hacia el lado del motor inoperativo y un descenso cada vez más pronunciado.

La tripulación intentó mantener el control mediante el uso de pedales, compensando la asimetría del empuje con presión en el pedal contrario al motor fallado. Según el Copiloto, los pedales se mantuvieron presionados constantemente. La velocidad se redujo progresivamente hasta alcanzar niveles cercanos a la alarma de pérdida (*stall warning*), que se activó poco antes del impacto. En el momento previo al impacto, el Copiloto alertó a los ocupantes sobre el aterrizaje de emergencia, aunque no hubo tiempo para mayores instrucciones. El SIC manifestó que la configuración final de la aeronave al momento del impacto incluía el tren de aterrizaje retraído y los flaps en posición replegada.

Tras el impacto, el Copiloto recuperó la conciencia con lesiones visibles, incluyendo heridas en la cabeza. Actuando rápidamente, logró evacuar a los pasajeros a través de la ventanilla de emergencia, asistiendo primero al paciente menor de edad y a su madre, seguido del auxiliar médico. A pesar de los intentos por rescatar al médico a bordo, el creciente riesgo de fuego y la proximidad de las llamas los obligaron a desistir. Una vez fuera de la aeronave, aseguró la distancia de los pasajeros respecto a la estructura en llamas. El proceso de rescate concluyó con la llegada de equipos de emergencia, quienes trasladaron a los ocupantes a instalaciones médicas cercanas.

1.18.4 Información sobre factores humanos

No se identificaron ventanas de fatiga operacional, secundaria o crónica, en ninguno de los dos tripulantes al mando de la aeronave. Tampoco se identificaron factores individuales que pudieran afectar el rendimiento de la tripulación.

No se identificaron aspectos psicosociales relacionados con presiones organizacionales, conforme a las declaraciones de los pilotos, quienes manifestaron su conformidad en cuanto a la administración de la compañía, sus contratos laborales y directrices a nivel organizacional.

Fue posible identificar que el CRM, en cuanto al manejo de la comunicación, trabajo en equipo y toma de decisiones, fue apropiado en el momento de la emergencia. El emparejamiento de la tripulación se realizó de manera adecuada, teniendo en cuenta la experiencia de los tripulantes, respectivamente.

1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación

Ninguna.

2. AVANCES EN LA INVESTIGACIÓN

La investigación actualmente se encuentra en la ampliación y culminación del análisis de los siguientes aspectos:

- Verificación real o aproximada del Peso y Balance con base al peso total de combustible real abastecido, carga y pasajeros que llevaba la aeronave.
- Verificación y análisis de los aspectos organizacionales relacionados con las operaciones de vuelo.
- Verificación y análisis de los aspectos organizacionales relacionados con la gestión de mantenimiento.
- Ampliación, verificación y análisis del rendimiento aerodinámico de la aeronave en conjunto con la casa fabricante.
- Inspección y análisis de los motores y hélices instalados en la aeronave por las respectivas casas fabricantes con supervisión de la DIACC.

Información actualizada el 07 de enero de 2025.



ACCIDENTE

DIRECCIÓN TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Av. Eldorado No. 103 – 15, Piso 5º.

investigacion.accide@aerocivil.gov.co

Tel. +(57) 601 2963186

Bogotá D.C. – Colombia