DIRECCIÓN TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

AIA COLOMBIA

INFORME FINAL

ACCIDENTE

COL-21-39-GIA

Arborizaje por pérdida de motor en vuelo

SCF-PP

Cessna U206G

Matrícula HK2803

25 de julio de 2021

Comunidad Indígena Sonaña

Mitú, Vaupés - Colombia

AERONÁUTICA CIVIL
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

ADVERTENCIA

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

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

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

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

CONTENIDO

SIGLAS **5**
SINOPSIS **6**
RESUMEN **6**
1. INFORMACIÓN FACTUAL **8**
1.1 Reseña del vuelo 8
1.2 Lesiones personales 10
1.3 Daños sufridos por la aeronave 11
1.3.1 Motor y hélice 11
1.3.2 Fuselaje 12
1.4 Otros daños 12
1.5 Información personal 13
Piloto 13
1.6 Información sobre la aeronave y el mantenimiento 13
1.6.1 Aeronave 13
1.6.2 Motor (es) 14
1.6.3 Hélice (s) 15
1.7 Información Meteorológica 16
1.8 Ayudas para la Navegación 16
1.9 Comunicaciones y Tránsito Aéreo 16
1.10 Información del Aeródromo 16
1.11 Registradores de Vuelo 16
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto 16
1.13 Información médica y patológica 17
1.14 Incendio 17
1.15 Aspectos de supervivencia 17
1.16 Ensayos e investigaciones 18
1.17 Información orgánica y de dirección 23
1.18 Información adicional 23
1.18.1 Funcionamiento de un motor opuesto 23
1.18.2 Función de los pistones en un motor de combustión interna 24
1.18.3 Características de los pistones 24

1.18.4 Tipos de pistones 25
1.18.5 Detonación en los motores recíprocos 26
1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación 28
2. ANÁLISIS 29
2.1 Operaciones de vuelo 29
2.2 Mantenimiento 29
2.2.1 Antecedentes del motor 29
2.2.2 Análisis de detonación 30
2.2.3 Sistema de encendido 32
2.2.4 Inyectores y combustible utilizado 33
2.2.5 Condiciones de operación del motor 33
3. CONCLUSIÓN 34
3.1 Conclusiones 34
3.2 Causa probable 35
3.3 Factores Contribuyentes 35
3.4 Taxonomía OACI 35
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL 36

SIGLAS

ELT	Transmisor de localización de emergencia
GRIAA	Grupo de Investigación de Accidentes – Autoridad AIG Colombia
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
HL	Hora Local
NTSB	National Transportation Safety Board – Autoridad AIG de Estados Unidos
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PCA	Piloto Comercial de Avión
POH	Manual de Operaciones del Piloto
RII	Ítem de inspección requerida
RPM	Revoluciones por minuto

SINOPSIS

Aeronave:	Cessna U206G.
Fecha y hora del Accidente:	25 de julio de 2021, 12:05 HL.
Lugar del Accidente:	Inmediaciones Pista San Miguel, Comunidad de Sonaña, Mitú, Vaupés.
Coordenadas:	N 0°07’05.15” – W 70°34’49.01”.
Tipo de Operación:	Trabajos Aéreos Especiales, Ambulancia.
Ocupantes:	Tres (3): 01 Piloto, 01 Médico, 01 paciente.
Taxonomía OACI:	SCF-PP

RESUMEN

El 25 de julio de 2021, la aeronave Cessna U206G de Trabajos Aéreos Especiales, Ambulancia, con matrícula HK-2803 efectuaba vuelos humanitarios entre Villavicencio, Mitú, San Miguel (Vaupés) y Mitú. Los vuelos se cumplieron normalmente hasta San Miguel. En esta población abordaron la aeronave un médico y un paciente.

La aeronave despegó y ascendió de manera normal. Después de 10 minutos de vuelo, se presentó una falla de motor, el Piloto decidió dirigirse a la pista del Resguardo Indígena Sonaña, pero, ante la imposibilidad de llegar a la pista, efectuó un arborizaje.

El Piloto y sus ocupantes evacuaron la aeronave, por sus propios medios; el Piloto sufrió una lesión leve en la cabeza. Los otros dos ocupantes resultaron ilesos. La aeronave terminó con daños sustanciales. Una vez asegurada la aeronave, los tres se dirigieron a pie hasta la población de la Comunidad Indígena Sonaña. Después de dos horas de caminata una pequeña embarcación les brindó el transporte por río hasta la población.

Se determinó como Causa Probable del accidente, la falla del motor ocasionada por la fractura del pistón No. 5 lo cual ocasionó pérdida de potencia, impidiendo que la aeronave continuara en vuelo, obligando al Piloto a realizar un arborizaje de emergencia.

Como factores contribuyentes se determinaron: Carencia en el Manual de Mantenimiento del explotador, de un procedimiento que limite la vida útil de las bujías teniendo en cuenta que las bujías encontradas posiblemente no fueron reemplazadas durante los servicios cumplidos al motor. Carencia del explotador en procedimientos de inspección durante las tareas específicas en los sistemas de ignición. Deficientes procedimientos de inspección escritos en el Manual General de Mantenimiento del operador, que orienten al personal de mantenimiento hacia una apropiada toma de decisiones durante los procesos de inspección, ya que no se evidencia como trabajos especiales en el motor RII durante el cambio de bujías y toma de compresión de los pistones. Posible incorrecta operación por parte de las tripulaciones a los motores, al no configurar el flujo de combustible adecuado para diferentes fases de vuelo, es posible, y sus efectos correlacionarían la detonación del motor de manera incorrecta.

La investigación emitió nueve (9) recomendaciones de seguridad operacional.

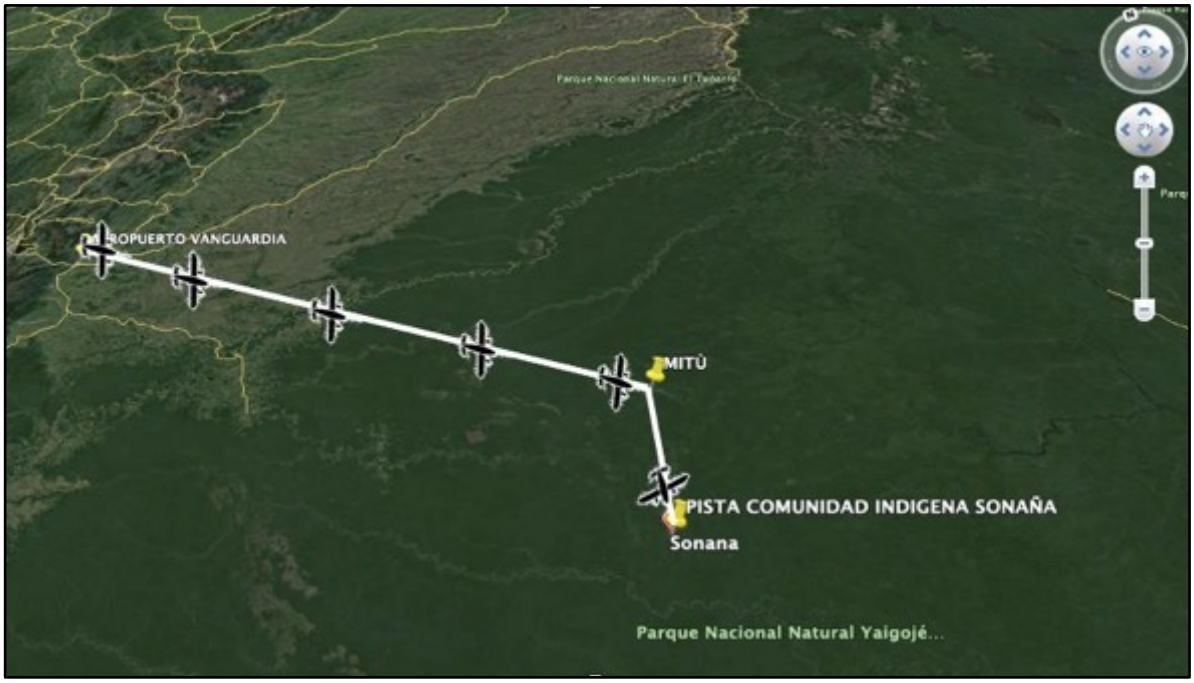


Figura No. 1: Ruta de la aeronave.

Fotografía No. 1: Posición final de la aeronave HK-2803.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1 Reseña del vuelo

El 25 de julio de 2021, la aeronave Cessna U206G de Trabajos Aéreos Especiales, Ambulancia, con matrícula HK-2803, fue programada para efectuar un vuelo humanitario desde el Aeropuerto de Vanguardia (SKVV), que sirve a la ciudad de Villavicencio, hacia la pista San Miguel ubicada en la Comunidad Indígena de Sonaña, para lo cual debía primero aterrizar en el aeropuerto Fabio Alberto León (SKMU), que sirve a la ciudad de Mitú, Vaupés.

La aeronave despegó del aeropuerto Vanguardia a las 08:00 HL, inicialmente como vuelo de traslado, el cual transcurrió sin ninguna novedad, aterrizando en el aeropuerto de Mitú a las 10:30 HL, en donde se realizó un cambio de tripulación.

EL HK2803 despegó del aeropuerto de Mitú, con un Piloto y un médico a bordo, para la pista San Miguel de la comunidad indígena Sonaña.

Figura No. 2: Vuelo Mitú, San Miguel, Vaupés.

El vuelo hacia la pista San Miguel, trascurrió de manera normal y la aeronave aterrizó sobre las 11:35 HL. Permaneció en tierra aproximadamente 30 minutos, mientras que el médico valoraba al paciente; posteriormente abordaron la aeronave, y el Piloto explicó al médico y al paciente, los procedimientos de emergencia, de acuerdo con lo descrito en el Manual de Operaciones de la empresa.

El Piloto efectuó los procedimientos de tierra, despegó y ascendió de manera normal. Transcurridos alrededor de 10 minutos de vuelo, el Piloto percibió un olor fuerte a aceite quemado sin presencia de humo.

El Piloto inspeccionó los parámetros del motor, encontró que la temperatura de aceite y de cabeza de cilindros empezaban a aumentar sustancialmente mientras la presión de aceite disminuía.

El Piloto informó la situación a los ocupantes, y comenzó a aplicar el procedimiento de emergencia de acuerdo con las listas de chequeo.

Acto seguido buscó un campo apropiado para realizar un aterrizaje de emergencia; sin embargo, debido a las características del terreno selvático, no encontró ninguno. El Piloto entonces decidió dirigirse hacia la pista del Resguardo Indígena Sonaña.

No obstante, el motor comenzó a perder potencia gradualmente hasta el punto de que no permitía que la aeronave mantuviera la altura; y, poco después, el motor se apagó por completo.

El Piloto intentó reiniciar el motor, con resultados negativos; mantuvo el control de la aeronave y se dispuso a efectuar un arborizaje. Al aproximarse al terreno, la aeronave golpeó algunas ramas; el Piloto maniobró acertadamente para perder velocidad mientras el fuselaje rozaba los árboles, hasta que la aeronave se detuvo. A continuación, su parte delantera se descolgó hasta el piso, en una caída de aproximadamente 15 metros.

El Piloto y sus ocupantes lograron evacuar la aeronave con alguna dificultad, por sus propios medios; una vez afuera, el médico, ileso, hizo una valoración física del paciente, a quien se encontró sin lesiones; sin embargo, el Piloto de la aeronave sufrió una lesión leve en la cabeza.

Los sobrevivientes permanecieron unos momentos alejados de la aeronave, previniendo un posible incendio, el cual no ocurrió. Entonces, el Piloto se acercó y aseguró algunos sistemas de la aeronave.

Al no disponer de comunicaciones, el Piloto utilizó un dispositivo electrónico para ubicarse geográficamente; localizó así la posición de la Comunidad Indígena Sonaña, y decidió que los tres se dirigirían hacia ese sitio. Después de dos horas de caminata llegaron a la orilla de un río, por el cual se desplazaba una pequeña embarcación que les brindó el transporte hasta Sonaña.

Una vez en este sitio, el Piloto pudo hacer contacto con la empresa, vía teléfono celular, para informar de la situación y el estado de los ocupantes.

Mientras tanto: el avión contaba con un sistema de localización satelital (ELT) el cual se activó durante el arborizaje; la señal, que se ubicaba a 3.2 millas de Sonaña, fue recibida por el Grupo de Búsqueda y Rescate de la Aeronáutica Civil, que puso en marcha la alerta correspondiente, informando además a la empresa.

La empresa se comunicó con otra aeronave que se encontraba en ese momento aterrizada en Sonaña, para que realizara un vuelo de búsqueda; la búsqueda resultó infructuosa, ya que, entre otras cosas, la aeronave accidentada se encontraba oculta por la espesura de la vegetación.

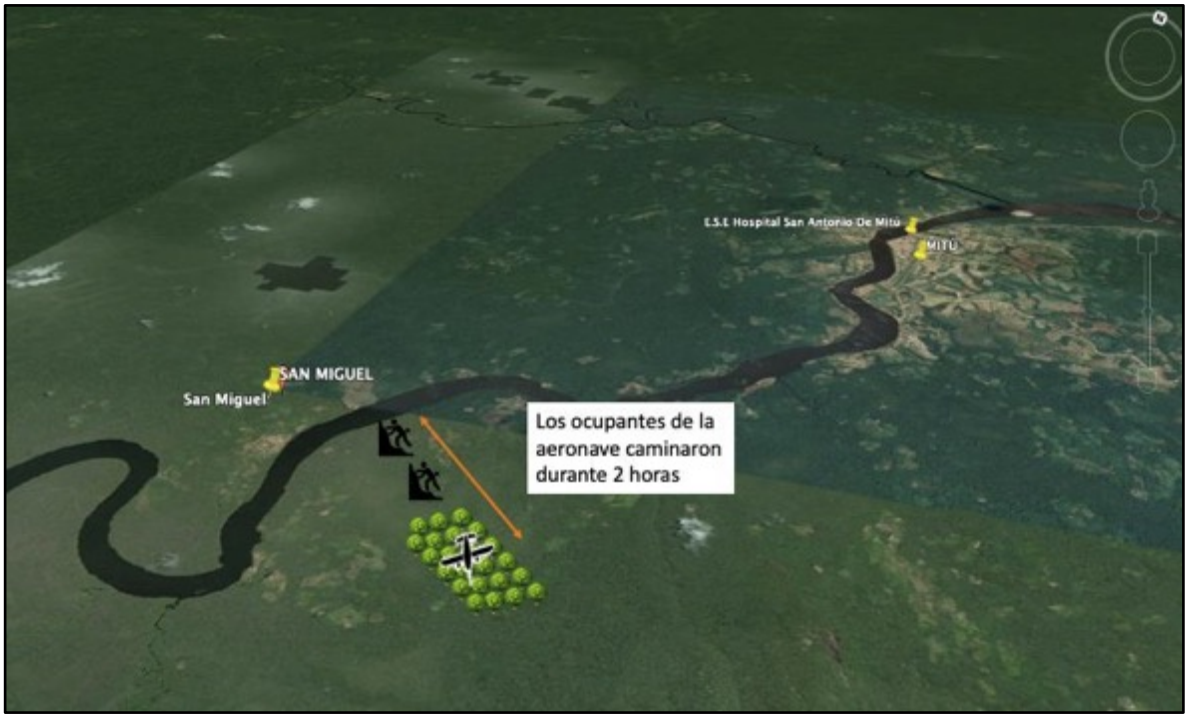


Figura No. 3: Trayecto de la caminata ocupantes del HK-2803.

Una vez que, por la llamada telefónica del Piloto a la empresa, se conoció la ubicación y el estado de los ocupantes de la aeronave, la empresa organizó y ejecutó un plan para trasladarlos por vía aérea desde Sonaña hasta Mitú, en donde fueron dirigidos a un centro médico para su valoración general y la práctica de exámenes toxicológicos al Piloto.

El lugar del accidente se situó en coordenadas N 0°11`21.44” W 70°31`49.44”, a una elevación 187 m. La aeronave terminó con un rumbo final de 32°.

El accidente ocurrió con luz del día y en condiciones visuales; no se presentó fuego pre ni post accidente.

La aeronave sufrió daños sustanciales, sobre todo, en la parte frontal y a lo largo del fuselaje, en el motor, y en el borde de ataque de los planos.

La Autoridad de Investigación de Accidentes de Colombia (Grupo de Investigación de Accidentes – GRIAA) fue alertada del accidente por medio del Grupo SAR de la Aeronáutica Civil y se dispuso el desplazamiento de dos investigadores para iniciar la investigación.

No obstante, por dificultades logísticas de acceso al sitio del accidente, y por seguridad, no fue posible acceder al sitio del suceso, de tal manera que las acciones iniciales se cumplieron desde la base principal de la empresa, en la ciudad de Villavicencio.

Siguiendo los protocolos del Anexo 13 de OACI y del RAC 114, el evento fue notificado a la National Transportation Safety Board (NTSB), de los Estados Unidos, como Estado de Diseño y Fabricación de la aeronave.

1.2 Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros

Mortales	-	-	-	-
Graves	-	-	-	-
Leves	1	-	1	-
Ilesos	-	2	2	-
TOTAL	1	2	3	-

1.3 Daños sufridos por la aeronave

Las mayores concentraciones de esfuerzos producidos en la aeronave, por la desaceleración durante el arborizaje y posterior caída a la superficie, se situaron sobre la parte delantera del fuselaje con múltiples fracturas en largueros, formadores, y deformación plástica crítica en la piel.

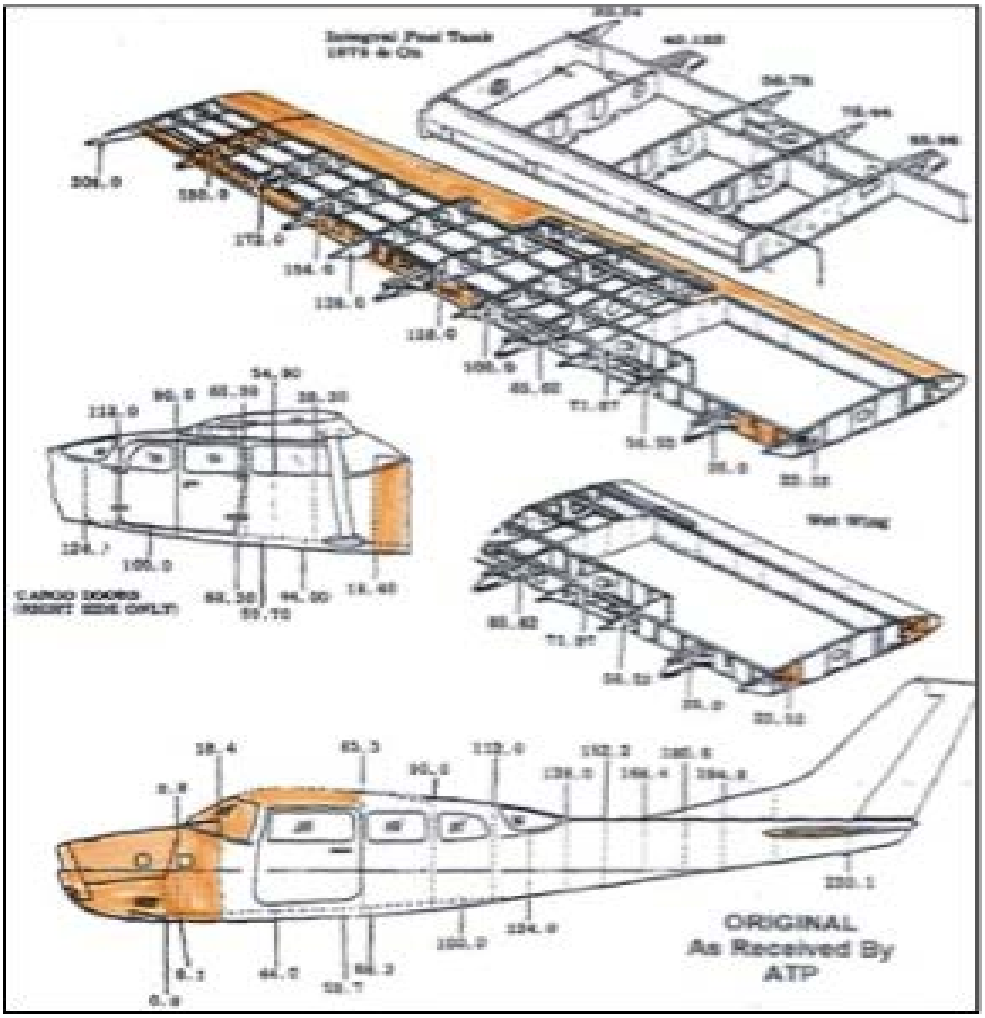
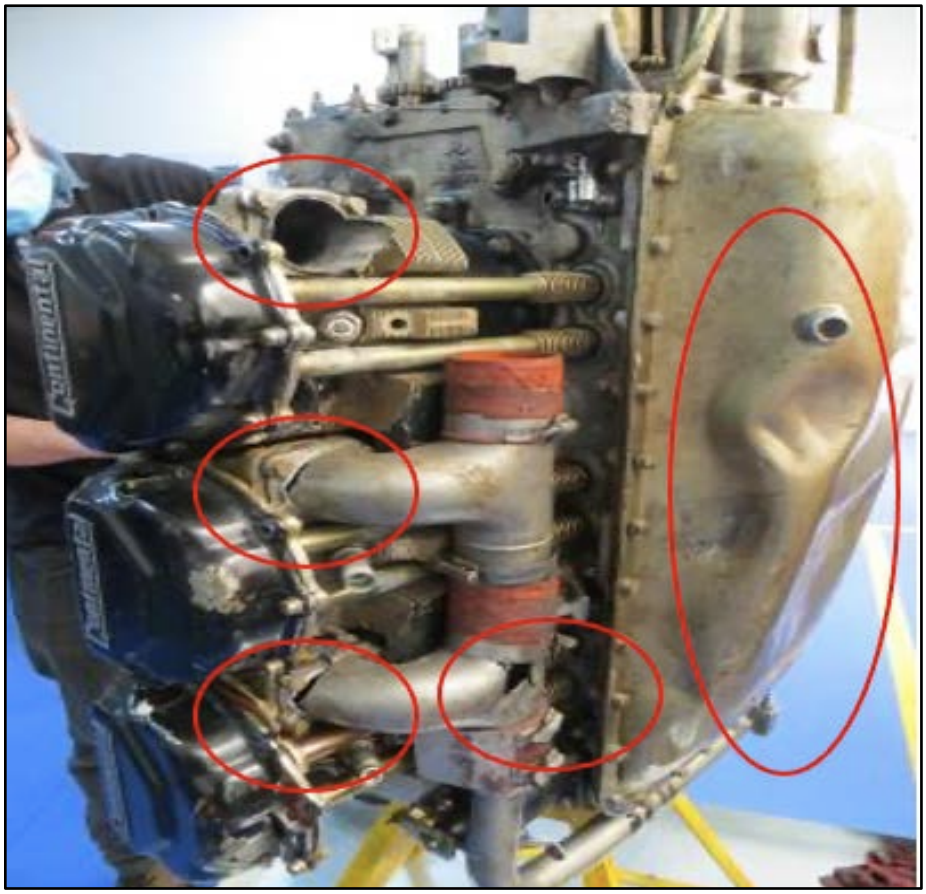


Figura No. 4: Esquema de daños sufridos por el HK-2803

1.3.1 Motor y hélice

El motor no se deprendió de la bancada estructural; sin embargo, sufrió daños sustanciales generando una deformación importante en la pared de fuego y parte de la cabina.

La hélice permaneció sujeta al motor. Las palas de la hélice no presentaron deformación en las puntas, condición que indicaba que probablemente el motor no estaba funcionando al momento de golpear contra la vegetación y el terreno.



Fotografía No. 2: Daños externos post impacto, en el motor.

1.3.2 Fuselaje

Como consecuencia de los múltiples golpes sufridos por la aeronave contra los árboles y posteriores impactos contra el terreno, la aeronave experimento daños en toda su estructura. Las mayores concentraciones de esfuerzos producidos por la desaceleración se situaron sobre la parte delantera del fuselaje con múltiples fracturas en largueros, formadores, y deformación plástica critica en la piel, costados izquierdo y derecho.

1.4 Otros daños

Se causaron daños menores en la vegetació, en un diámetro de 15 metros, aproximadamente. Los daños fueron ocasionados por los múltiples golpes que tuvo la aeronave con los árboles, y por derrames de fluido hidráulico, aceite de motor, y combustible.

1.5 Información personal

Piloto

Edad:	35 años
Licencia:	Piloto Comercial de avión (PCA)
Certificado médico:	De primera categoría
Equipos volados como piloto:	Cessna T41, T37, 208B; Calima T90, Casa 212-300
Último chequeo en el equipo:	23 de enero de 2020
Total horas de vuelo:	3.400
Total horas en el equipo:	110:42 h aprox.
Horas de vuelo últimos 90 días:	07:00 h
Horas de vuelo últimos 30 días:	00:45 h
Horas de vuelo últimos 03 días:	00:45 h
Horas de vuelo últimas 24 horas:	01:15 h

De acuerdo con la inspección a los documentos de entrenamiento básico, recurrente, pro eficiencia y certificado médico, el Piloto cumplía con los requisitos exigidos para mantener las habilitaciones de su licencia de vuelo.

El último repaso en tierra en el equipo Cessna, lo había efectuado en el mes de noviembre de 2020, con una duración de 2 horas, el cual contenía, como algunos de los temas, límites operacionales de la aeronave y del motor, y análisis de pista y de ruta; en la parte práctica de este repaso, realizó 5 despegues y 5 aterrizajes.

Contaba con un contrato individual de trabajo con el Explotador, a término indefinido, firmado el 20 de febrero de 2021.

1.6 Información sobre la aeronave y el mantenimiento

1.6.1 Aeronave

Marca:	Cessna
Modelo:	U-206-G
Serie:	CU20606513
Matrícula:	HK-2803
Certificado Aeronavegabilidad:	0004441
Certificado de Matrícula:	R0009241
Fecha de fabricación:	1982
Fecha último servicio:	Julio de 2021, servicio de 150 horas.
Total horas de vuelo:	10.681:42 h
Total ciclos de vuelo:	Desconocidos

Los ciclos de la aeronave son desconocidos, ya que en los registros de mantenimiento, el control de vida de la aeronave se hace utilizando las horas voladas.

De acuerdo con la inspección que se realizó a los documentos de mantenimiento, se encontró que, para el 3 de julio de 2021, se le realizó un servicio de 150 horas al avión, ejecutado por el Grupo de Mantenimiento de la empresa.

La empresa cuenta con una organización de mantenimiento aprobada por la Autoridad Aeronáutica de Colombia.

Se confirmó que el Grupo de Mantenimiento que realizó el servicio a la aeronave HK-2803, contaba con el entrenamiento básico, recurrente y adoctrinamiento en el equipo y con sus licencias vigentes, cumpliendo con los requisitos para ejercer las atribuciones de las mismas.

Se confirmó que el 03 de julio de 2021, se le había realizado a la aeronave un servicio Número 3 (150) horas, de acuerdo con el manual del fabricante y el programa de mantenimiento aprobado para la empresa. Entonces se ejecutaron las siguientes tareas:

- Medición de compresión a los cilindros del motor.
- Lubricación en general de acuerdo con las guías del fabricante.
- Pruebas de motor de acuerdo con lineamientos del fabricante.
- Se cumplió la Directiva de Aeronavegabilidad AD 85-10-02, para evitar la posibilidad de ingestión de partes dentro del motor.
- Se cumplió la Directiva de Aeronavegabilidad, AD 2011-10-09, reemplazo de rodamiento en las sillas de la tripulación.
- Se cumplió el Boletín de Servicio SNL 10-11R1 de confirmación de la instalación correcta de los arneses eléctricos de la carcasa de ignición de los magnetos.
- Se efectuó la Directiva de Aeronavegabilidad 2020-18-01, sobre limpieza, lubricación, inspección, a los rodamientos de las llantas de los trenes de aterrizaje.

1.6.2 Motor (es)

Marca:	Continental
Modelo:	IO-520F
Serie:	1004385
Total horas de vuelo:	3.151:44 horas totales.
Total ciclos de vuelo:	Desconocidos
Total horas D.U.R.G:	693:56 horas
Fecha último servicio:	03 de julio de 2021

Los ciclos del motor son desconocidos, ya que en los registros de mantenimiento, el control de vida del motor y sus componentes se hicieron utilizando las horas voladas.

Se confirmó que el 03 de julio de 2021, se le habían realizado al motor las siguientes tareas de mantenimiento:

- Se inspeccionó el capot del motor y las aletas de enfriamiento por fisuras, abolladuras y otros daños, seguridad de los sujetadores del capot, inspección el aseguramiento de las luces de aterrizaje.
- Se inspeccionó el motor por escapes de combustible y aceite, y se aseguró la correcta fijación de los accesorios.
- Se chequeó el control de las aletas de enfriamiento por libertad de movimiento a través de un completo recorrido.
- Se chequeó el libre movimiento y condición general, en las articulaciones de los controles de motor.
- Se inspeccionó el correcto funcionamiento y operación del sistema de ignición del motor.
- Se inspeccionó la bomba auxiliar eléctrica de combustible, por condición, operación y seguridad.
- Se removieron, verificaron y probaron, las bujías, por correcta operación; adicionalmente, se rotaron las bujías de acuerdo con los lineamientos de manual.

1.6.3 Hélice (s)

Marca:	McCauley
Modelo:	D3A34C404-C
Serie:	130423
Total horas de vuelo:	9.328 horas
Total ciclos de vuelo:	Desconocidos
Total horas DURG:	632:95 horas
Fecha último servicio:	03 de julio de 2021

Los ciclos de la hélice son desconocidos, ya que en los registros de mantenimiento, el control de vida de la hélice se hace utilizando las horas voladas.

Se confirmó que el 03 de julio de 2021, se le habían realizado al motor las siguientes tareas de mantenimiento:

- Se inspeccionó por escapes de aceite del gobernador de la hélice y falta de grasa en el cable de control.
- Se inspeccionó la correcta instalación de la hélice.
- Se inspeccionaron las palas de la hélice por fisuras, abolladuras, muescas, ralladuras, erosión, corrosión y otros daños.
- Se inspeccionó el *spinner* y seguridad en general.

1.7 Información Meteorológica

Las condiciones meteorológicas eran visuales, y no fueron un factor contribuyente para el desarrollo del accidente.

1.8 Ayudas para la Navegación

No aplicable.

1.9 Comunicaciones y Tránsito Aéreo

Las comunicaciones por parte del Piloto las realizó de acuerdo con el protocolo conforme lo establece manual de operaciones de la empresa.

1.10 Información del Aeródromo

No aplicable.

1.11 Registradores de Vuelo

El diseño de esta aeronave, no contempla la instalación de sistemas de grabación de vuelo o voz. Sin embargo, la empresa ha instalado en sus aeronaves equipos GPS.

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

El sitio en donde ocurrió el accidente correspondía a un terreno selvático denso, con árboles de gran altura, ubicado cerca de la pista de la Comunidad Indígena de Sonaña, perteneciente al municipio de Mitú, Vaupés.

El arborizaje se efectuó con relativa baja velocidad, bajo ángulo de descenso y con los planos a nivel, en vuelo controlado. La aeronave colisionó con los árboles, de manera simétrica, perdiendo velocidad paulatinamente hasta detenerse.

La posición desbalanceada en la cual quedó la aeronave y el peso del motor, hicieron que por acción de la gravedad la aeronave cayera hacia el terreno, impactando de manera suave.

Los golpes de la aeronave contra los obstáculos naturales afectaron sustancialmente su estructura frontal, comprometiendo la integridad estructural del montante del motor.

La hélice y el motor no se desprendieron de la estructural principal de la aeronave. Como consecuencia de los golpes recibidos por el motor y absorbidos por su montante, el motor sufrió golpes sustanciales que afectaron su integridad.

Durante la desaceleración y movimientos laterales, el fuselaje superior delantero sufrió una deformación plástica sustancial, comprometiendo estructuralmente formadores, larguerillos y vigas principales.

Las ventanillas frontales de la cabina de mando se fracturaron.

Terminada la inspección de campo, el motor fue removido de la escena y fue dejado en custodia por parte de la Autoridad AIG en los hangares del Explotador.

Fotografía No. 3: Posición final de la aeronave HK2803.

1.13 Información médica y patológica

En el momento del impacto de la aeronave con el terreno, el Piloto sufrió un golpe leve en la cabeza, el cual fue dictaminado como leve y sin que le causara afectación alguna, después del chequeo médico que se le realizó en un centro médico de Mitú.

1.14 Incendio

No se produjo incendio ni antes ni después del accidente.

1.15 Aspectos de supervivencia

El Médico viajaba sentado en la parte posterior izquierda de la aeronave, y el paciente en la parte posterior derecha. El accidente permitió la supervivencia de los tres (3) ocupantes.

En el impacto con el terreno, el dispositivo ELT (Transmisor de localización de emergencia) se activó, y su señal fue captada por el Grupo de Búsqueda y Rescate de Aerocivil, que alertó e indagó a la empresa, dando inicio a la búsqueda aérea por parte de otra aeronave que se encontraba cercana al sitio de emisión de la señal.

Una vez que la aeronave hiciera contacto con el terreno, los ocupantes la evacuaron por sus propios medios, con alguna dificultad, en vista de la posición vertical. Una vez afuera y a salvo, el Médico, ileso, hizo una valoración física de los ocupantes, encontrándose a sí mismo y al paciente sin lesiones, y al Piloto con una lesión leve en la cabeza.

Los sobrevivientes permanecieron por unos momentos alejados de la aeronave, previniendo un posible incendio, luego, el Piloto se acercó y aseguró algunos sistemas.

Al no disponer de comunicaciones, el Piloto utilizó un dispositivo GPS para ubicarse geográficamente; localizó así la posición de la Comunidad Indígena Sonaña, y decidió que

los tres se dirigirían hacia ese sitio. Después de dos horas de caminata llegaron a la orilla de un río, por el cual se desplazaba una pequeña embarcación que les brindó el transporte hasta Sonaña.

Una vez que, por la llamada telefónica del Piloto a la empresa, se conoció la ubicación y el estado de los ocupantes de la aeronave, la empresa organizó y ejecutó un plan para trasladarlos por vía aérea desde Sonaña hasta Mitú, en donde fueron dirigidos a un centro médico para su valoración general y la práctica de exámenes toxicológicos al Piloto.

1.16 Ensayos e investigaciones

De acuerdo con los primeros hallazgos de la investigación inicial, se determinó realizar inspecciones al motor y a sus accesorios en un taller autorizado y aprobado por la Aeronáutica Civil de Colombia, ubicado en la ciudad de Bogotá.

El 29 de octubre de 2021 se efectuó una inspección pos accidente el motor Continental IO-520-F con S/N 1004385, cumpliendo con el paso a paso con el fin de determinar la posible falla presentada en el vuelo

Fotografía No. 4: Inspección del motor y sus componentes.

Se inició con una inspección preliminar del exterior del motor, en la cual se evidenció la falta de los magnetos, de los arneses y de la corona de encendido. Se identificó una fractura sobre el cilindro No. 6, y sobre los junto tubos de admisión, la tapa del balancín y los soportes del motor, que coincidían con las características del impacto de la aeronave durante el arborizaje.

Fotografía No. 5: Inspección externa del motor.

Se removieron las bujías inferiores y superiores del motor, tarea durante la cual se identificó que las bujías del cilindro No. 5 presentaban exceso de carbón y limallas. Se intentó hacer girar el motor sobre el eje del banco, sin que esto fuera posible, pues se presentaba atascamiento mecánico.

Fotografía No. 6: Exceso de carbón en bujías cilindro No.5.

Una vez que se retiró la mayoría de los accesorios del motor, se logró remover el cárter de aceite ubicado en parte inferior, en donde se encontró una gran cantidad de limalla y material extraño que, al parecer, hacía parte de la sección de potencia del motor, pues se trataba de aleación ferrosa de cobre, que de acuerdo con la experiencia de los inspectores, y lo descrito en el Manual del Fabricante, podía provenir de un cojinete.

Fotografía No. 7: Limallas y objetos extraños en el cárter de aceite.

Fotografía No. 8: Limallas en el filtro principal de aceite.

Entonces se removió el filtro de malla interno de accesorios el cual fue inspeccionado por condición, encontrándose con limallas finas de aluminio.

Se removieron algunos accesorios del motor tales como:

- Adaptador de arranque.
- Bomba de combustible.
- Bomba de aceite.
- Filtro principal de la bomba de aceite, con limalla de aluminio fina (tipo arenilla).

Se removieron las láminas deflectoras, de refrigeración de los cilindros.

De esta manera se encontraron los siguientes daños:

Los tubos de admisión y soportes de motor presentaban daños como consecuencia del golpe sufrido por el motor contra el terreno al momento de descolgarse entre los árboles.

Los cilindros del motor con ubicación número 3 y 4 se encontraron en el punto muerto superior (PMS) coincidente con la posición requerida por el fabricante en su Manual de Mantenimiento para remover los cilindros. Removidos estos se pudo tener acceso al interior del motor, en donde se encontraron daños sustanciales sobre los cojinetes de cigüeñal, los cuales afectaron directamente a las bielas número 3 y 4.

Se continuó con la remoción de los cilindros de las posiciones número 1 y 2, en donde se notó que la biela número 1 tenía movimiento limitado por agarrotamiento, ocasionado por la alta temperatura soportada durante la operación del motor; adicionalmente, el cojinete de la biela número 2, estaba destruido por fricción y alta temperatura.

Finalmente, se removieron los cilindros número 5 y 6; el pistón del cilindro número 5 se encontró quemado y fundido en la cabeza del cilindro, por la alta temperatura que soportó el motor durante la emergencia, con señales de desprendimiento de material.

A su vez, la biela número 6 se encontró con movimiento muy limitado, posiblemente por las limallas o la deformación del componente debida a la alta temperatura.

Fotografía No. 9: Cilindro No.5 con fracturas laterales y erosión de material.

Durante la remoción de la sección de potencia del motor se inspeccionaron el cigüeñal, las bielas y los cojinetes, que se encontraron con señales de haber estado expuestos a altas temperaturas, por la decoloración del material en puntos clave de operación del cigüeñal; adicionalmente, el cojinete No. 2 se encontró destruido y permitía el libre movimiento de la biela, al no tener el ajuste que brinda el cojinete al sistema.

Fotografía No. 10: Marcas en el cigüeñal por altas temperaturas, y fracturas de cojinetes.

Durante la inspección visual a la potencia de motor, se encontraron obstruidas las unidades hidráulicas, al no tener un movimiento libre y suave al contacto con la mano.

Fotografía No. 11: Obstrucción de unidades hidráulicas cárter de potencia.

El piñón impulsor de gobernador también se encontró pegado a la potencia, probablemente bloqueado por efecto de la altura temperatura que soporto el motor durante su operación.

1.17 Información orgánica y de dirección

El Explotador es una empresa de aviación civil comercial de Trabajos Aéreos Especiales en la modalidad de Ambulancia Aérea, con experiencia en el sector aeronáutico.

La aeronave cumplía con los requisitos descritos en la Parte 4 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, RAC 4, y requisitos especiales de aeronavegabilidad para aeronaves de aviación de Trabajos Aéreos Especiales de Ambulancia Aérea.

Durante la inspección de campo se determinó que la empresa contaba con manuales de operación propios y que realizaba su operación con base en los manuales del fabricante, POH. Las operaciones de la aeronave son coordinadas por el aérea de despacho de acuerdo con las necesidades comerciales adquiridas.

Se logró identificar que el Explotador cumplía directamente el programa de mantenimiento a sus aeronaves, con el apoyo de talleres autorizados por la casa fabricante, y por la entidad reguladora de la aviación civil.

Se identificó la implementación de un sistema de gestión de calidad y de seguridad operacional por parte de la empresa, enfocado al mejoramiento de la operación y mantenimiento de sus aeronaves y todas sus áreas operacionales.

La empresa posee SOPs (Procedimientos estándares de Operación) enfocados al cumplimiento estricto de procedimientos, alineados con la norma aeronáutica y con los fabricantes.

1.18 Información adicional

1.18.1 Funcionamiento de un motor opuesto

El Continental O-520 es un motor de avión de seis cilindros opuestos horizontalmente producido por Teledyne Continental Motors . Ejecutado por primera vez en 1963 como un desarrollo del IO-346 , se ha producido en versiones que incorporan inyección de combustible (IO-520), turbocompresor (TSIO-520) y engranaje (GTSIO-520).

Un motor de pistones opuestos es un propulsor de combustión interna y movimiento alternativo, en el que cada cilindro tiene dos pistones (uno en cada extremo) y carece de una culata.

La característica de los motores opuestos radica en que cada pistón tiene su propia biela y además tiene una muñequilla en el cigüeñal, de forma que cada pareja de pistones, en su movimiento se aleja o se acerca al eje del motor de forma simultánea, y, por tanto, llega al mismo tiempo al punto muerto superior.

Las ventajas de un motor con los cilindros horizontales opuestos es que tiene un centro de gravedad más bajo, y en el caso de los motores bóxer, también son más cortos que los motores en línea. Además, debido al movimiento alternativo de los pistones se contrarrestan las fuerzas, y son motores que tienen un buen equilibrio dinámico, y no necesitan contrapesos en el cigüeñal.

La desventaja es que son más anchos, y de fabricación más costosa, ya que tienen más partes (se duplican las culatas, por ejemplo).

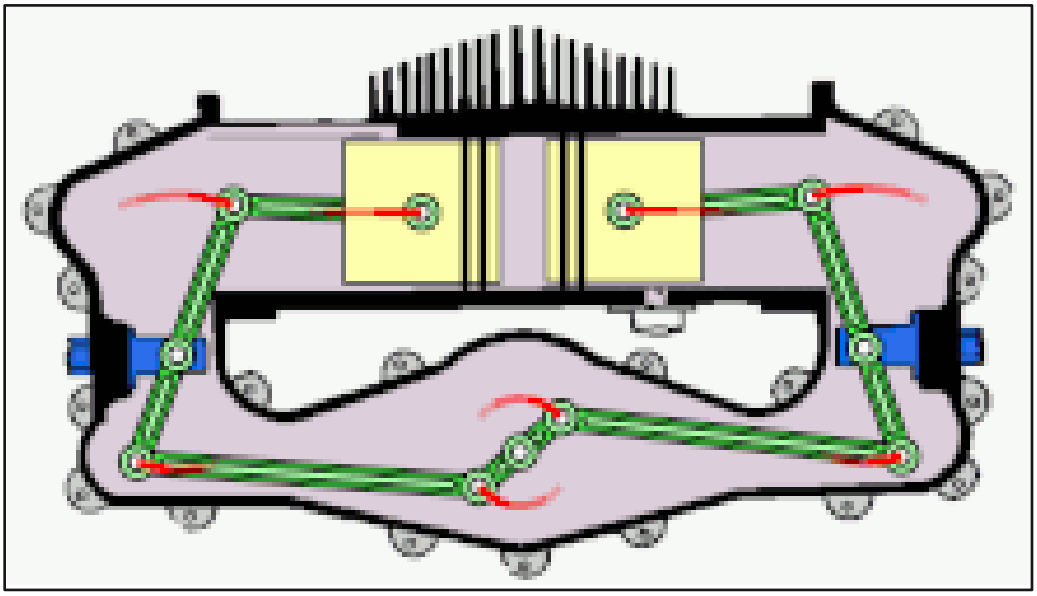


Figura No. 5: Esquema básico de un motor opuesto.

1.18.2 Función de los pistones en un motor de combustión interna

Los pistones, también conocidos como émbolos, son unas componentes imprescindibles en el mecanismo del motor. Su función principal es cambiar el volumen y la presión del fluido para conseguir movimiento.

Los pistones se encargan de comprimir la mezcla formada por el aire y el combustible, y recibir la combustión que lo mueve hacia abajo, para después transmitir dicho impulso al cigüeñal a través de la biela.

Suelen estar fabricados de aluminio y se insertan en los cilindros dentro del bloque del motor, mediante anillos de flexibilidad, gracias a los cuales puede realizar sus movimientos.

Los pistones de un motor de gasolina están sometidos a alta presión y altas temperaturas, por lo que deben estar en condiciones de soportar los esfuerzos de las dilataciones y la aceleración.

Es por ello que, en los motores de combustión, los pistones combinan el aluminio con otras aleaciones como el magnesio, silicio u otros metales. Aunque pueden encontrarse pistones creados con otros materiales, como de aleación de níquel y hierro, hierro colado o hierro común.

De esta manera, los pistones logran alcanzar mayor velocidad, y como consecuencia se incrementan las RPM (revoluciones por minuto) del motor.

1.18.3 Características de los pistones

Los pistones se consideran como un componente mayor en los motores de combustión interna; sus partes son la siguientes:

Cabeza: esta es la parte superior del cilindro, en donde se comprime la mezcla de aire y combustible. Así mismo, es aquí en donde el pistón experimenta una gran presión y una elevada temperatura.

Zona de landas: es la parte vertical del pistón, en donde se tallan las ranuras de compresión.

Ranuras de compresión: suelen ser dos, y se insertan en los segmentos con el fin de mantener la compresión de la cámara de combustión.

Ranura de control de aceite: se trata de un hueco por donde se inserta un segmento para lograr la lubricación del pistón con respecto a las paredes del cilindro.

Segmentos del pistón: hace referencia a los aros que van acoplados a las ranuras del pistón. Existen dos tipos de segmentos: aro de compresión y aro rascador de aceite.

Barreno: es el agujero que atraviesa el cuerpo del pistón, en donde se aloja el perno que fija el pistón y la biela.

Placa inbar: se trata de un cilindro que se monta dentro del pistón y alrededor del barreno, para evitar que se dilaten las piezas por el calor y acaben desgastándose.

Faldón: constituido por la parte inferior del pistón que protege el perno y el pie de la biela.

Figura No. 6: Partes que componen el pistón.

1.18.4 Tipos de pistones

Existen varias clases de pistones, de acuerdo con el tipo de cabeza, que puede ser plana o un poco curvada. Aunque también existen cabezas con otras formas específicas para facilitar el flujo de la mezcla del aire y el combustible.

Asimismo, también hay cabezas con pequeñas muescas para evitar que los pistones choquen con las válvulas durante la apertura. Esto es debido a que algunos motores mantienen abiertas las válvulas cuando el pistón está aún en el punto muerto superior o próximo a este.

Figura No. 7: Tipos de pistones.

1.18.5 Detonación en los motores recíprocos

La detonación es una explosión de la mezcla de aire y combustible dentro del cilindro. Ocurre después de la carrera de compresión, cerca o después de que el pistón alcanza el punto muerto superior.

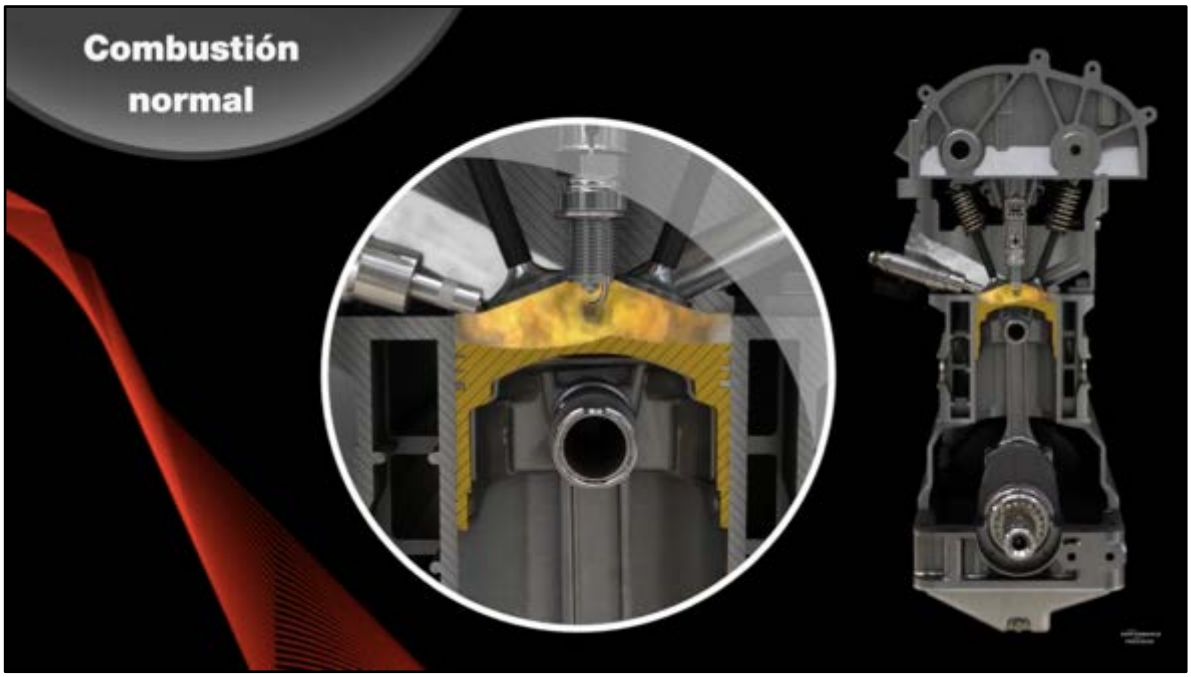


Figura No. 8: Detonación en una combustión normal.

Durante la detonación, la carga de aire / combustible explota en lugar de quemarse suavemente. Debido a esta explosión, se ejerce una carga mucho mayor sobre el pistón y el cilindro, lo que aumenta el ruido, la vibración y las altas temperaturas en el CHT.

La violencia de la detonación también provoca una reducción de potencia. Una detonación leve puede aumentar el desgaste del motor, aunque algunos motores pueden funcionar con una detonación leve. Sin embargo, una detonación severa puede causar fallas en el motor en minutos.

El calor elevado es perjudicial para el funcionamiento del motor de pistón. Sus efectos acumulativos pueden provocar fallas en el pistón, en el anillo y en la culata de los cilindros y generar estrés térmico en otros componentes operativos. La temperatura excesiva en los cilindros puede provocar la detonación, que a su vez puede provocar una falla catastrófica del motor. Los motores turboalimentados son especialmente sensibles al calor.

Cuando ocurre un daño por detonación, generalmente se manifiesta en forma de fracturas (de los electrodos y aislantes de las bujías y, a veces, de los anillos y las superficies de los pistones), picaduras (generalmente en la corona del pistón) y / o desgaste por calor (a menudo raspaduras en la falda del pistón), y fusión de la esquina del pistón.

La detonación se asemeja a golpear el pistón con un martillo, ejerce una tremenda tensión mecánica en el motor y transfiere una gran cantidad de calor a la plataforma del pistón. Esto puede dañar la capa protectora de aire aislante que separa los gases calientes de la superficie del pistón de aluminio, provocando que el pistón se derrita (EGT es de 1600 grados. Los pistones de aluminio se derriten a 1200 grados).

La fuerza de estas explosiones puede hacer agujeros en los pistones, doblar las bielas y vencer la película de lubricación en los cojinetes de las bielas. La falla del motor puede ocurrir en minutos.

Dentro de las características de esta falla, la superficie del pistón se erosiona, con fundición en sus extremos. Esta condición es importante porque ocasiona que los gases de combustión ingresen al cárter de potencia. Esto, a su vez, presuriza el cárter y provoca que el aceite sea expulsado por el desfogue del motor, en minutos.

Las causas de la detonación son:

- Una combinación de alta presión de admisión y bajas RPM, que crea una carga muy alta en el motor y puede provocar una detonación dañina.
- La sincronización incorrecta de encendido.
- Alta temperatura de aire de entrada.
- Inyectores obstruidos.
- Sobrecalentamiento del motor.
- Aceite en la cámara de combustión.
- Bajo octanaje del combustible.
- Acumulación de carbón en la cámara de combustión.
- Flujo de combustible inadecuado en el despegue.

1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación

Para el desarrollo de la investigación, fueron empleadas las técnicas contenidas en el Documento 9756 de la OACI, así como el análisis de las evidencias físicas y testimoniales, recopiladas durante las labores de campo.

Adicionalmente, y conociendo la naturaleza del accidente se utilizó el análisis de falla a las bujías y al Pistón No.5, evaluando las condiciones encontradas durante la inspección general cumplida al motor después del accidente.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

2. ANÁLISIS

El análisis de la presente investigación se basó en la información factual recopilada durante las actividades de campo adelantadas, así como la información contenida en los registros documentales.

Se realizó una inspección general del motor en las instalaciones de un taller de reparaciones aprobado TAR, autorizado por la Aeronáutica Civil de Colombia.

Durante la inspección se siguieron las indicaciones de remoción y desensamble dadas por el fabricante del motor, utilizando herramientas adecuadas y equipos especiales, para realizar pruebas funcionales y operacionales de algunos componentes del motor.

Se tuvo en cuenta la naturaleza del suceso, y después de descartar que los daños encontrados dentro del cilindro y el pistón, no fueran una consecuencia de los golpes del motor contra el terreno.

2.1 Operaciones de vuelo

La tripulación estaba compuesta por un (01) Piloto, quien contaba con buena experiencia de vuelo, de acuerdo con las horas registradas y los chequeos operacionales que había presentado antes del accidente.

Así mismo, contaba con el entrenamiento básico y recurrente, chequeos de vuelo, pro eficiencia, experiencia y continuidad en la operación en este tipo de aeronave, teniendo en cuenta que para el día del accidente contaba con 110 horas en el equipo voladas en la empresa.

Teniendo en cuenta la naturaleza de la emergencia experimentada por el Piloto y después de haber analizado los procedimientos descritos en las listas de chequeo, se evidenció que el Piloto realizó el procedimiento de emergencia completo y sin errores, maniobrando acertadamente la aeronave en el arborizaje y en la acciones posteriores de salvamento y evacuación, garantizando la seguridad de los ocupantes, acción destacable.

2.2 Mantenimiento

2.2.1 Antecedentes del motor

Los registros de mantenimiento inspeccionados durante el proceso de investigación indicaron que para el momento del accidente el motor tenía 1.845:07 h de vuelo después de su última reparación general. Según el manual del fabricante, el motor IO-520F debe ser reparado al cumplirse 2.000 horas de vuelo.

No se encontraron anotaciones relevantes por parte de tripulaciones, durante los últimos 6 meses, que pudieran estar relacionadas con la falla que experimentó el del motor en vuelo.

El motor recibió los servicios de mantenimiento exigidos por parte del fabricante y no se evidenciaron incumplimientos en los Boletines de servicio ni en las Directivas de Aeronavegabilidad.

Figura No. 9: Análisis de los factores de mantenimiento.

Se evidenció también que la empresa realizó al motor, los servicios de 50, 100, 150 y 200 horas, de acuerdo con lo descrito en el manual del fabricante. Se efectuaron constantes mediciones a la compresión de los cilindros durante el periodo de operación del motor, de las cuales existían las respectivas trazabilidades.

En el año 2018 el motor fue sometido a trabajos de mantenimiento de reparación general en donde se llevó a cabo el reemplazo de cilindros por lecturas de baja compresión, labor que se encontraba dentro de lo dispuesto por el fabricante.

Posteriormente a esta reparación, el motor operó aproximadamente 1845:07 h con mediciones normales en la compresión de cilindros.

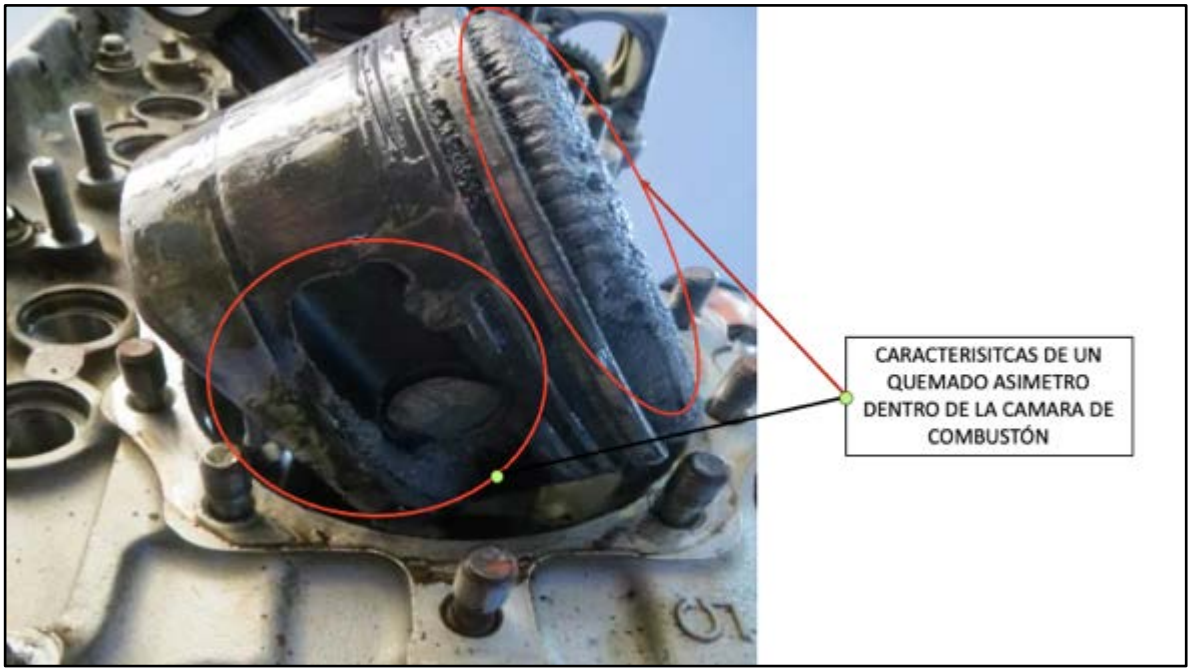
2.2.2 Análisis de detonación

De acuerdo con las evidencias encontradas en la inspección del motor, la falla presentada el día del accidente revelaba características de un evento de detonación.

La detonación ocurre antes del frente de llama normal y generalmente se inicia en los extremos de la cámara de combustión. Puede provocar un rápido aumento de la temperatura en los bordes del pistón, que pueden resultar dañados, junto con las superficies de los segmentos del pistón, de acuerdo con su tipo.

Es así como, cuando se desarmó el motor, se descubrió que la cabeza del pistón No. 5 había sufrido daños, así como las ranuras de compresión, los anillos de lubricación de la corona, el barreno y la placa imbar del pistón, con grandes áreas de material faltante por fundición.

Esta condición es una evidencia clara, de la ocurrencia de un daño compatible con un evento por incorrecta detonación y una combustión asimétrica.



Fotografía No. 13: Características de una incorrecta combustión.

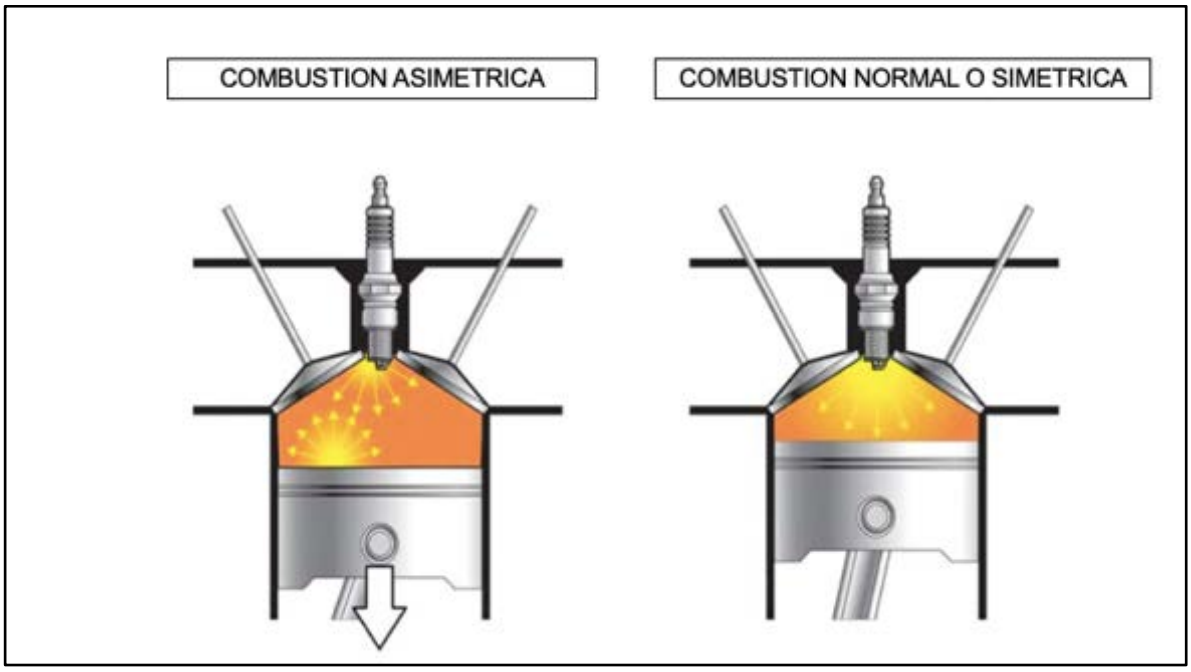
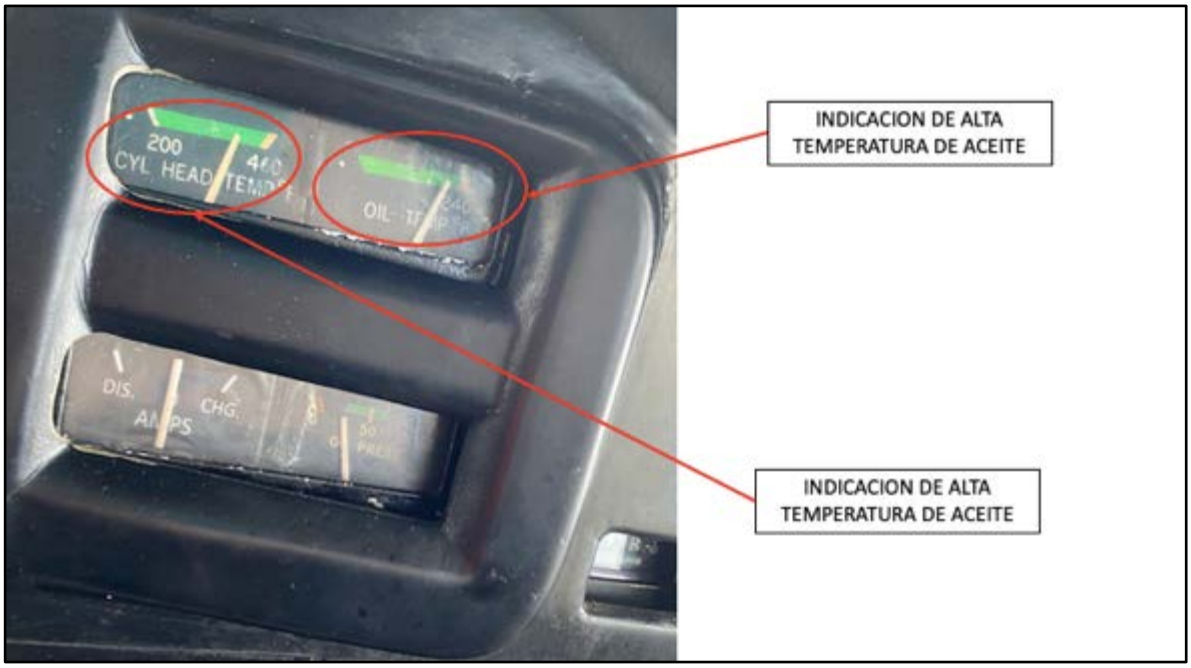


Figura No. 10. Características de una incorrecta combustión.

La corona, los anillos y la falda del pistón se vieron comprometidos por la expansión térmica y la transferencia de metal, producto de las altas temperaturas inducidas por la detonación, que ocasionó la erosión profunda en el material de la corona del pistón, perdiéndose la compresión de los pistones debido a la falta de hermeticidad en las cámaras de combustión.

Esta condición provocó que los gases de combustión se filtraran hacia el cárter de potencia, ocasionado una presurización inusual y excesiva que obligó a que el aceite del motor saliera a presión por el desfogue y por los drenajes del motor; de esta manera, el motor se quedó sin aceite, haciendo que la temperatura del aceite y de la cabeza de cilindros aumentara sustancialmente.



Fotografía No. 14: Indicaciones presentadas por el HK2803 antes del Accidente.

Al continuar operando el motor sin la debida lubricación, las bielas fallaron ya que experimentaron grandes esfuerzos como consecuencia de una alta fricción y la alta temperatura del pistón con el cilindro; esto a su vez, ocasionó la pérdida de continuidad mecánica, la fractura del cárter de potencia, y las subsiguientes pérdida de potencia y falla del motor.

2.2.3 Sistema de encendido

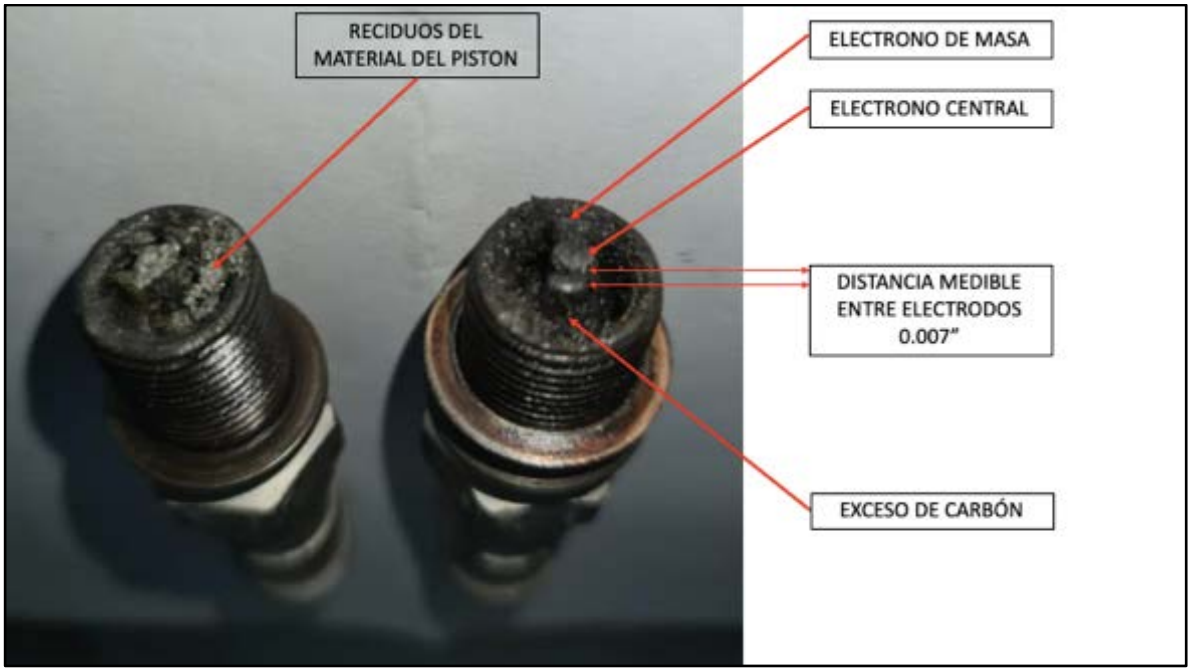
La sincronización de encendido arrojó resultados satisfactorios durante la prueba de los magnetos, descartando este factor como conducente contributivo a la detonación.

Sin embargo, durante la inspección a estos componentes, se encontraron con exceso de carbón las bujías superior e inferior de la posición No. 5; adicionalmente, el electrodo de masa y el electrodo central se encontraron por fuera de límites, entendiendo que la holgura que debía tener era de 0.007”, de acuerdo con el manual del fabricante del motor.

Durante las mediciones hechas a las bujías, con la correspondiente herramienta de medición “Galgas”, se evidenció, una distancia menor entre el electrodo central y el electrodo de masa, que indicaba 0,004”, lo cual posiblemente pudo ocasionar un corto circuito de la bujía, permitiendo que esta operara en forma directa y no en pulsos, tal como debe ser para un correcto funcionamiento del motor.

Este fenómeno se conoce “espacio de bujía cerrado”, el cual tiene como consecuencia en el funcionamiento del motor, que ocasiona que el motor sea lento durante el encendido, y que su eficiencia no es la misma una vez que se encuentra encendido.

El fenómeno de bujía con espacio cerrado, durante el encendido o en el funcionamiento, ocasiona que la combustión sea incorrecta y genera altas temperaturas durante el encendido y la operación.



Fotografía No. 15: Excesos de carbón dentro de las bujías.

2.2.4 Inyectores y combustible utilizado

Los inyectores, los cuales fueron probados en banco, también arrojaron resultados normales de operación.

El octanaje bajo del combustible, el cual contribuye a la detonación, se encontró dentro del rango de operación al operarse con un combustible AVGAS, el cual fue abastecido para la operación regular; cabe aclarar que hoy en día, en este tipo de aviones, se está utilizando gasolina 100 LL, la cual es baja en plomo.

2.2.5 Condiciones de operación del motor

Es posible que una detonación se produzca por operar el motor con sobrecalentamiento, con alta temperatura de aire de entrada, o por no seleccionar el flujo de combustible adecuado para diferentes fases de vuelo; una o varias de estas condiciones correlacionarían la detonación del motor; sin embargo, con las evidencias obtenidas, no se logró determinar si existieron en este caso.

3. CONCLUSIÓN

3.1 Conclusiones

El Piloto se encontraba psicofísicamente y técnicamente apto y habilitado para realizare el vuelo.

La aeronave se encontraba aeronavegable, estaba al día con el programa de mantenimiento y cumplía los requerimientos establecidos para efectuar este tipo de operación.

No se hallaron registros de mal funcionamiento en los sistemas del avión, motor o hélice que pudieran relacionarse con el accidente.

No obstante, los electrodos de las bujías de la posición No. 5, acumulaban exceso de carbón, como evidencia probable de una incorrecta combustión.

La aeronave inició el vuelo entre el aeródromo San Miguel y el aeropuerto de Mitú, con el Piloto y dos pasajeros (paciente y Médico)

Al terminar el ascenso, sobre terreno selvático, una incorrecta combustión originada probablemente por el exceso de carbón en los electrodos de la bujía, ocasionó una detonación en el cilindro No. 5, provocando alta temperatura, daños en la cabeza y parte inferior del cilindro, quemado y erosión del material.

Esta condición provocó que los gases de combustión se filtraran hacia el cárter de potencia, ocasionado una presurización inusual y excesiva, que obligó a que el aceite del motor saliera a presión por el desfogue y por los drenajes del motor.

Esta anomalía generó indicaciones de alta temperatura de cabeza de pistón y de baja presión de aceite, acompañadas de presencia de humo en cabina, y la consecuente pérdida sustancial de potencia de motor.

El Piloto buscó un campo que fuera apropiado para efectuar un aterrizaje de emergencia, pero ante la imposibilidad de encontrarlo, por las características del terreno selvático, decidió proceder al aeródromo de Sonaña.

No obstante, el motor falló por completo, y ante la incapacidad de la aeronave de mantener altura y velocidad, el Piloto decidió efectuar un arborizaje.

El Piloto mantuvo el control del avión y efectuó el arborizaje de manera adecuada.

Una vez que la aeronave se detuvo sobre los árboles, se precipitó a tierra, cayendo sobre la sección de nariz.

Los tres ocupantes abandonaron la aeronave por sus propios medios. El Piloto resultó con una lesión leve. Los otros dos ocupantes resultaron ilesos.

La aeronave sufrió daños sustanciales.

El ELT de la aeronave se activó; el SAR de Aerocivil dio los avisos correspondientes, y otra aeronave de la empresa, que se encontraba ubicada en Sonaña, efectuó una búsqueda de la aeronave accidentada, con resultados infructuosos.

Una vez asegurada la aeronave, los tres ocupantes iniciaron su desplazamiento, a pie, hacia la población de Sonaña. Después de dos horas de camino, al llegar a un río, fueron recogidos por una embarcación que los transportó hasta esa población.

Una vez que llegaron a Sonaña, el Piloto notificó el accidente a la empresa por vía celular.

3.2 Causa probable

Falla del motor ocasionada por la fractura del pistón No. 5 lo cual ocasionó pérdida de potencia, impidiendo que la aeronave continuara en vuelo, obligando al Piloto a realizar un arborizaje de emergencia.

3.3 Factores Contribuyentes

Carencia en el Manual de Mantenimiento del explotador, de un procedimiento que limite la vida útil de las bujías teniendo en cuenta que las bujías encontradas posiblemente no fueron reemplazadas durante los servicios cumplidos al motor.

Carencia del explotador en procedimientos de inspección durante las tareas específicas en los sistemas de ignición.

Deficientes procedimientos de inspección escritos en el Manual General de Mantenimiento del operador, que orienten al personal de mantenimiento hacia una apropiada toma de decisiones durante los procesos de inspección, ya que no se evidencia como trabajos especiales en el motor RII durante el cambio de bujías y toma de compresión de los pistones.

Posible incorrecta operación por parte de las tripulaciones a los motores, al no configurar el flujo de combustible adecuado para diferentes fases de vuelo, es posible, y sus efectos correlacionarían la detonación del motor de manera incorrecta.

3.4 Taxonomía OACI

SCF-PP: Falla de sistema o componente, planta motriz.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

AL EXPLOTADOR AÉREO

REC. 01-202139-1

Crear un procedimiento en el Manual de Mantenimiento, en el capítulo de los procesos de inspección, que restrinja la operación de las bujías hasta un tiempo adecuado de su funcionamiento.

REC. 02 – 202216 -1

Establecer en el Manual General de Mantenimiento un procedimiento RII (elementos de inspección requerida) para los trabajos de mantenimiento que sean críticos para la operación, con el fin que dichos trabajos puedan ser evaluados por el representante técnico de la empresa de manera eficaz, y así se pueda garantizar el retorno seguro de las aeronaves al servicio.

REC. 03-202139-1

Crear un procedimiento en el Manual General de Mantenimiento de la empresa, para efectuar una inspección detallada durante el proceso de instalación de componentes en los motores durante los servicios mayores que se efectúen en tallares autorizados en Colombia y todos los procedimientos sean evaluados por el representante técnico autorizado por la compañía.

REC. 04-202139-1

Incluir dentro del Manual General de Mantenimiento de la empresa, en el capítulo de Ingeniería, un procedimiento que asegure el seguimiento de las horas de operación de los motores utilizando el concepto de ciclos del motor, entendiéndose como ciclo cada encendido y apagado de motor.

REC. 05-202139-1

Incluir dentro del Manual General de Mantenimiento de la empresa, en el capítulo de Ingeniería, un procedimiento para que se lleve el control estricto de los ciclos de los motores, de manera que estén alineados con el control de componentes del motor y de la aeronave, para que de esta manera se lleve un programa estricto de desgaste de partes.

REC. 06-202139-1

Incluir dentro del Manual Procedimientos Estándar de Operación, SOPs, un procedimiento de estricto cumplimiento por las tripulaciones, sobre la correcta operación de los motores, utilizando los parámetros y respetando las limitaciones dadas por el fabricante del motor, incluyendo un apropiado ajuste de la mezcla en cada fase de vuelo.

REC 07-202139-1

Impartir un entrenamiento especial con los propietarios de aeronaves, tripulaciones y personal técnico, teniendo como referente la presente investigación con el fin de abordar temas tales como:

- ✓ Fenómeno de pre-ignición y detonación en motores recíprocos.
- ✓ Estrategias prácticas para las tripulaciones en el diagnostico e identificación durante la operación, de efectos de pre-ignición y detonación.

REC 08-202139-1

Establecer criterios de seguimiento y tendencias en las mediciones de compresión de cilindros, junto con reportes específicos de operación en el libro de vuelo, para diagnosticar y verificar fenómenos de pre-ignición y detonación. Así mismo, estudiar la viabilidad de aplicación de procedimientos de baroscopios para las inspecciones regulares de los cilindros.

A LA AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA

REC. 09-202139-1

A través de la secretaria de la Seguridad de Autoridad Aeronáutica, dar a conocer el presente informe de investigación a los operadores de aeronaves de motores recíprocos, para que apliquen las recomendaciones, según sea pertinente, y se tenga en cuenta dicho informe para mejorar los sistemas de Gestión de Seguridad Operacional.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

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