

# INFORME FINAL INCIDENTE GRAVE

## COL-20-22-GIA

Aterrizaje forzoso por falla de  
planta motriz

Air Tractor 301

Matrícula HK4968

12 de julio de 2020

Variante Currulao

Vía Turbo - Apartadó

Antioquia, Colombia



## Contenido

<b>SIGLAS</b> .....	<b>4</b>
<b>SINOPSIS</b> .....	<b>5</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>5</b>
<b>1. INFORMACIÓN FACTUAL</b> .....	<b>7</b>
1.1 Historia de vuelo.....	7
1.2 Lesiones personales .....	8
1.3 Daños sufridos por la aeronave.....	8
1.4 Otros daños.....	8
1.5 Información personal.....	8
1.6 Información sobre la aeronave .....	9
Motor.....	9
Hélice.....	10
1.7 Información Meteorológica .....	10
1.8 Ayudas para la Navegación.....	10
1.9 Comunicaciones.....	10
1.10 Información del Aeródromo.....	10
1.11 Registradores de Vuelo.....	11
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto .....	11
1.13 Información médica y patológica.....	11
1.14 Incendio .....	12
1.15 Aspectos de supervivencia .....	12
1.16 Ensayos e investigaciones.....	13
1.16.1 Inspección planta motriz.....	13
1.17 Información sobre la organización y la gestión .....	18
1.18 Información adicional .....	18
1.18.1 Declaración del Piloto.....	18
1.18.2 Manual General de Mantenimiento.....	19
1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación.....	19
<b>2. ANÁLISIS</b> .....	<b>20</b>
2.1 Procedimientos Operacionales.....	20

2.2	Análisis del malfuncionamiento de la planta motriz .....	20
2.3	Procesos de mantenimiento.....	23
<b>3.</b>	<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>26</b>
3.1	Conclusiones.....	26
3.1.1	Procesos de mantenimiento del operador .....	26
3.1.2	Tripulación .....	27
3.1.3	Aeronave .....	27
3.1.4	Generales.....	27
3.2	Causa probable .....	28
3.3	Factores contribuyentes .....	28
3.4	Taxonomía OACI.....	28
<b>4.</b>	<b>RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL .....</b>	<b>29</b>

## SIGLAS

<b>ft</b>	Pies
<b>GRIAA</b>	Grupo de Investigación de Accidentes
<b>HL</b>	Hora Local
<b>h</b>	Horas
<b>KT</b>	Nudos
<b>lb</b>	Libras
<b>m</b>	metros
<b>NTSB</b>	National Transportation Safety Board
<b>PCA</b>	Piloto Comercial de Avión
<b>RAC</b>	Reglamentos Aeronáuticos de Colombia
<b>UTC</b>	Tiempo Coordinado Universal
<b>VFR</b>	Reglas de Vuelo Visual
<b>VMC</b>	Visual Meteorological Conditions
<b>SQOA</b>	Pista los almendros

## SINOPSIS

<b>Aeronave:</b>	Air Tractor 301, HK 4968
<b>Fecha y hora Incidente grave:</b>	12 de julio 2020, 09.33 HL (14:33 UTC)
<b>Lugar Incidente Grave:</b>	Vía alterna Currulao (Turbo-Antioquia)
<b>Coordenadas:</b>	N 07°57'02.6" W 076°38'46.9"
<b>Tipo de Operación:</b>	Aviación Agrícola
<b>Explotador:</b>	Fumigaray S.A.S.
<b>Personas a bordo:</b>	01 Piloto (Ileso)

## RESUMEN

El 12 de julio de 2020 la aeronave Air Tractor 301, de matrícula HK 4968, fue programada para cumplir una misión de aspersión sobre la finca Monterrey 1, ubicada a 12 NM al NNE de la base principal de la empresa, Los Almendros, en cercanías de Apartadó.

Al terminar el trabajo de aspersión el Piloto efectuó el reporte "Abandonando el área y retornando a la base principal Los Almendros"; y cambió a frecuencia de radio 122.9, utilizada por la empresa.

A 700 ft sobre el terreno el Piloto escuchó un fuerte ruido acompañada de una vibración severa del avión, con parámetros normales en los instrumentos; seguidamente la vibración se hizo constante y extremadamente fuerte, impidiendo ver los instrumentos, por lo cual el Piloto realizó un llamado de emergencia y tomó la decisión de aterrizar sobre la carretera que lleva al corregimiento de Currulao.

Durante aproximadamente 30 segundos el Piloto observó humo en el motor y escape de aceite con mucha vibración; finalmente el motor se apagó. Seleccionó el lugar para el aterrizaje de emergencia, controlando la velocidad e iniciando la aproximación a la carretera, que tenía tránsito de vehículos en las dos direcciones.

El Piloto aproximó y aterrizó de manera controlada, con velocidad mínima, en un aterrizaje corto y controló la aeronave sobre la vía.

No obstante, en la carrera de desaceleración, se encontró con un vehículo en la parte delantera de la aeronave, contra el cual colisionó, lo que ocasionó que ambos móviles se salieran hacia el costado derecho de la carretera, deteniéndose por fuera de ella.

Cuando la aeronave se detuvo, el Piloto procedió a apagar todos los sistemas, y evacuó por sus propios medios sin ninguna lesión; el conductor del vehículo tampoco presentó lesiones.

El accidente ocurrió en condiciones meteorológicas visuales.

La Autoridad AIG de Colombia (Grupo de Investigación de Accidentes – GRIAA) fue alertada aproximadamente a las 10:15 HL por parte de la empresa, e inmediatamente se dispuso de un (1) Investigador para iniciar el proceso investigativo.



**Fotografía No. 1 – Estado final de la aeronave HK4968**

En vista de las normas gubernamentales de seguridad biosanitaria, se aplicó el procedimiento de investigación COVID 19, de manera que el GRIAA se apoyó en el Explotador aéreo y en otras autoridades para efectuar las acciones iniciales.

La investigación determinó que el incidente grave se produjo por la siguiente causa probable:

- Aterrizaje de emergencia en vía vehicular por falla total del motor, ocasionada por la fractura de la biela maestra por fatiga del material como consecuencia del incumplimiento del programa de mantenimiento del motor establecido por el fabricante.

Como factores contribuyentes:

- Incumplimiento por parte del explotador, del Manual de Mantenimiento del fabricante P&W, al estipular en su Manual General de Mantenimiento la reparación de los motores de las aeronaves de la empresa a las 1.200 horas, cuando el fabricante estipula que dicho servicio debe efectuarse entre 600 h y 1000 h, cuando se trate de aeronaves de aviación agrícola.
- Equivocado sistema de registro y cómputo de las horas de vuelo de los motores del explotador, al contabilizar como ese tiempo, el lapso comprendido entre despegue y aterrizaje, en lugar del tiempo transcurrido entre prendida y apagada, lo cual sumado al excesivo número de horas totales para reparación mayor (1.200 horas), daba como resultado una operación de los motores en condiciones deficientes de mantenimiento.

La investigación emitió seis (6) recomendaciones de seguridad operacional.

# 1. INFORMACIÓN FACTUAL

## 1.1 Historia de vuelo

El 12 de julio de 2020, la aeronave Air Tractor 301 de matrícula HK 4968, fue programada para cumplir una misión de aspersión, sobre la finca Monterrey 1, ubicada a 12 NM al NNE de la base de la empresa.

A las 5:25 HL el Piloto procedió a encender el motor, para calentamiento de 15 minutos tal como lo establece el procedimiento estándar de la compañía y realizó pruebas de motor que arrojó parámetros normales; posteriormente el Piloto realizó el cargue de la aeronave con el producto y recibió instrucciones para el primer vuelo.

Con tanques llenos de combustible (70 gl), y carga de producto (270 gl), el Piloto procedió a su primer despegue con parámetros normales y realizando el vuelo sin novedad.

Para la segunda misión, continuó operando en la misma finca (Monterrey 1); la aeronave fue cargada con 300 gl de producto, y “full” combustible (70 gl); realizó el despegue con parámetros normales.

La aplicación del producto químico se efectuó normalmente; al terminar la misión y abandonar el área, informó a los Pilotos de las otras aeronaves que se encontraban en labores de aspersión: *“Abandonando el área y retornando a la base principal Los Almendros”*; y cambió a frecuencia de radio 122.9, utilizada por la empresa.

Ascendió a 700 ft sobre el terreno para retornar a la base, reportando la finalización de la misión; en ese momento escuchó un fuerte ruido y una vibración severa y observó parámetros normales en los instrumentos; seguidamente la vibración ya fue constante y extremadamente fuerte, impidiendo ver los instrumentos, por lo cual el Piloto realizó un llamado de emergencia.

Desde su posición, aproximadamente a 4 NM, se encontraba la pista Indira, pero por la condición de la aeronave no le era posible al Piloto alcanzarla. Por lo tanto, tomó la decisión de proceder a aterrizar sobre la carretera que se encuentra ubicada en el corregimiento de Currulao.

Durante aproximadamente 30 segundos el Piloto observó humo en el motor y escape de aceite con mucha vibración, finalmente el motor se apagó. El Piloto seleccionó el lugar para el aterrizaje de emergencia, controlando la velocidad e iniciando la aproximación a la carretera.

Había tránsito de vehículos sobre la vía en las dos direcciones; el Piloto aproximó y aterrizó con velocidad mínima; en un aterrizaje corto controló la aeronave sobre la vía; no obstante, en la carrera de desaceleración, encontró un vehículo en la parte delantera de la aeronave, contra el cual colisionó, lo que ocasionó que ambos móviles se salieran hacia el costado derecho de la carretera, deteniéndose por fuera de ella.

Al parar la aeronave, el Piloto procedió a apagar todos los sistemas, y evacuó por sus propios medios sin ninguna lesión; el conductor del vehículo tampoco presentó lesiones.

Al lugar del suceso llegó la Policía de Carreteras, asistencia médica del corregimiento de Currulao, y personal del Concesionario de la vía.

En vista de las normas gubernamentales de seguridad biosanitaria, se aplicó el procedimiento de investigación COVID 19, de manera que el GRIAA se apoyó en el Explotador aéreo y en otras autoridades para efectuar las acciones iniciales.

Se procedió a trasladar la aeronave a los hangares de la empresa, con la debida coordinación y autorización del Investigador a Cargo; la misma quedó bajo custodia del Grupo de Investigación de Accidentes de la Autoridad Aeronáutica.

El suceso ocurrió a las 09:33 HL, con luz día y condiciones meteorológicas visuales (VMC).

## 1.2 Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros
<b>Mortales</b>	-	-	-	-
<b>Graves</b>	-	-	-	-
<b>Leves</b>	-	-	-	-
<b>Ilesos</b>	1	-	1	-
<b>TOTAL</b>	1	-	1	-

## 1.3 Daños sufridos por la aeronave

**NINGUNO.** No se produjeron daños en la aeronave durante el aterrizaje de emergencia.

## 1.4 Otros daños

Se presentaron daños en un vehículo particular que se encontraba rodando sobre la carretera, cuando la aeronave aterrizó.

## 1.5 Información personal

### Piloto

<b>Edad:</b>	33 años
<b>Licencia:</b>	Piloto Comercial de Avión - PCA
<b>Certificado médico:</b>	Vigente, hasta 15 de agosto de 2020
<b>Último chequeo en el equipo:</b>	18 de febrero de 2020
<b>Equipos Volados:</b>	AT301/401, PA31 Cessna 206/182/172XP
<b>Total, horas de vuelo:</b>	4.401,1 h
<b>Total, horas en el equipo:</b>	889,1 h
<b>Horas de vuelo últimos 90 días:</b>	78,3 h
<b>Horas de vuelo últimos 30 días:</b>	10,3 h
<b>Horas de vuelo últimos 3 días:</b>	4,4 h

El Piloto al mando obtuvo su licencia de Piloto el 14 de abril de 2007, con habilitación en aeronaves monomotor tierra hasta 5700 kg, instrumentos, y copiloto multimotores tierra hasta 5700 kg.

El chequeo de vuelo ante la Autoridad Aeronáutica fue presentado el 18 de febrero de 2020 en el equipo AT-301 con resultados satisfactorios.

Realizó curso de mercancías peligrosas el 30 de mayo de 2020, Curso CRM el 26 de mayo de 2020, curso básico de Investigación de Accidentes Aéreos y de seguridad operacional, su chequeo en aviación agrícola fue en febrero del 2015.

Tenía un contrato de trabajo de prestación de servicios desde el 01 de febrero de 2018.

## 1.6 Información sobre la aeronave

<b>Marca:</b>	Air Tractor
<b>Modelo:</b>	AT 301
<b>Serie:</b>	301-0347
<b>Matrícula:</b>	HK4968
<b>Horas totales de vuelo:</b>	9766:51 h
<b>Certificado aeronavegabilidad:</b>	0000323, Vigente
<b>Certificado de matrícula:</b>	R005102, Vigente
<b>Última inspección efectuada:</b>	06 agosto de 2019, FIAA Anual
<b>Último servicio efectuado:</b>	26 de junio de 2020 – Servicio de 25 horas

La aeronave contaba con toda la documentación técnica y operacional vigente al momento del evento, se encontraba aeronavegable y se evidenció en sus registros de mantenimiento el cumplimiento de directivas, boletines y cartas de servicio para la operación.

El mantenimiento de la aeronave era realizado por la misma compañía; la última inspección se realizó el 15 de marzo de 2019, con 12.160:46 h.

No existían reportes recientes de malfuncionamiento de la aeronave, planta motriz o hélice.

La aeronave se encontraba operando dentro del envolvente operacional de peso y balance (Peso de despegue 6.700 lb), sin que existieran excedencias o desviaciones en el desarrollo del vuelo.

## Motor

<b>Marca:</b>	Pratt & Whitney
<b>Modelo:</b>	R-1340-AN-1
<b>Serie:</b>	14853
<b>Horas totales de vuelo:</b>	11965 h
<b>Horas DURG:</b>	1038:54 h

El motor tuvo inspección de 25 h el 26 de junio de 2020, cuando acumulaba un total DURG 1038:45 h y un tiempo total de 11.965 h.

No se encontraron discrepancias en los registros de mantenimiento relacionados con la ejecución de los servicios efectuados a la planta motriz. De acuerdo con el registro de control de componentes, el motor mantenía un remanente de horas para la reparación de 141:09 h. No hubo registros que estuvieran cercanos a la culminación remanente de horas de algún accesorio o componente del motor.

## Hélice

<b>Marca:</b>	Hamilton Stándar
<b>Modelo:</b>	22D40
<b>Horas totales de vuelo:</b>	Desconocidas
<b>Horas DURG:</b>	364 h

### 1.7 Información Meteorológica

Las condiciones meteorológicas en el aeródromo de Los Cedros (SKLC), estación más cercana a la escena, de acuerdo con el reporte METAR, correspondían a:

Viento en calma, visibilidad horizontal mayor a 10 km, cobertura del cielo con nubes dispersas a 1,000 pies AGL, nubes fragmentadas a 8,000 pies AGL. Temperatura ambiente de 24°C y temperatura de rocío 23°C, ajuste altimétrico 30,12 InHg.

*SKLC 121300Z 00000KT 9999 SCT008 OVC080 24/23 A2991*

*SKLC 121400Z 00000KT 9999 SCT010 BKN080 26/24 A2991*

*SKLC 121500Z 00000KT 9999 SCT015 BKN080 27/24 A2991*

La Meteorología no tuvo influencia en el incidente.

### 1.8 Ayudas para la Navegación

No tuvieron incidencia en el incidente grave.

### 1.9 Comunicaciones

Las comunicaciones se realizaron en frecuencia Torre los Cedros SKLC, 122.9 MHz. Este factor no tuvo incidencia en el incidente grave.

### 1.10 Información del Aeródromo

La pista Los Almendros (OACI: SQOA) se encuentra ubicada en la Ciudad de Carepa, Antioquia en coordenadas N07°48'29,9" W076°39'06,8", con una longitud de 760 m y 60 m de ancho, asfaltada. Es una pista no controlada, que es utilizada por la Compañía Fumigaray. Recibe información de tránsito aéreo de la torre del aeródromo Los Cedros, Antonio Roldán Betancourt (SKLC).

Tiene una orientación 02 – 20 y una elevación de 134 ft. La pista cuenta con una plataforma y una única calle de rodaje.

El aeródromo contaba con zona de seguridad de 10 m a cada lado por la cabecera 20, de acuerdo con la normatividad vigente y la demarcación y mangas de viento se encontraban adecuadas para la operación.

La condición del aeródromo no tuvo incidencia en el incidente grave.

### 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.

Sin embargo, se obtuvo información del sistema GPS de aspersión satelital.

### 1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

El Piloto, con buen criterio, seleccionó para el aterrizaje de emergencia un tramo propicio de la carretera que une a Turbo con Chigorodó en la variante de la población de Currulao.

El avión aterrizó de manera controlada. No obstante, poco después, en la carrera de desaceleración, se encontró con la parte trasera de un vehículo particular, contra el cual colisionó. Como efecto del impacto, tanto el vehículo terrestre como la aeronave abandonaron la carretera y terminaron sobre la zona verde, al margen de la vía.

La aeronave quedó ubicada en coordenadas N07°57'02.6" W 076°38'46.9", a 135 pies de elevación y con un rumbo final de 120°.

Dentro de los hallazgos en el sitio no se evidenció malfuncionamiento del sistema de frenado de la aeronave; no sufrió daños en su estructura y no se presentaron daños en la infraestructura de la carretera.

La inspección de la vía no reveló marcas de frenado excesivo en la prolongación de la superficie.

Con respecto a la planta motriz, se evidenció apreciable presencia de salpicaduras de aceite en la cubierta inferior del motor, sin evidenciar un punto de fuga prominente de aceite. Se tomaron muestras de aceite y se removió el filtro de aceite, en el cual se encontraron limallas metálicas. Las palas de la hélice se encontraron perfiladas.

A las 15:40 HL del mismo día, 12 de julio, después de la autorización de remoción, se retiró la aeronave de la carretera, trasladándola a los hangares de la compañía.

### 1.13 Información médica y patológica

El Piloto contaba con sus certificados médicos vigentes y aplicables para el tipo de operación. No presentaban limitaciones especiales. Habían cumplido con sus descansos y asignaciones permitidas dentro de lo establecido por la normatividad vigente.

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

El examen post incidente grave no detectó la presencia de alcohol o sustancias psicoactivas en los mismos.



*Imagen No. 1 - Ubicación de la aeronave HK4968 en la vía variante de la población de Currulao*

### 1.14 Incendio

No se produjo incendio.

### 1.15 Aspectos de supervivencia

El Piloto resultó ileso y abandonó la aeronave por sus propios medios.

## 1.16 Ensayos e investigaciones

### 1.16.1 Inspección planta motriz

Con el fin de identificar la condición de funcionamiento anormal de la planta motriz que se presentó durante el vuelo, se realizó la inspección del motor Pratt & Whitney R-1340-AN-1, S/N 14853, en un Taller Aeronáutico de Reparación (TAR) certificado por la Autoridad Aeronáutica.

Se realizó inspección visual, verificando la ausencia de golpes, deformaciones o fracturas, comprobándose la correcta instalación de los componentes eléctricos y mecánicos (coronas de encendido, mangueras y deflectoras). Se efectuó limpieza de suciedad externa.

Se realizó una prueba funcional por libre movimiento la cual resultó no satisfactoria, al encontrarse el motor bloqueado mecánicamente. Se efectuó una prueba de excentricidad al “flancho” del cigüeñal indicando 0.035 pulgadas, por fuera de los límites establecidos por el manual del fabricante, teniendo en cuenta que los límites máximos para esta prueba son de 0.000 a 0.0005 pulgadas.

Se inspeccionó el filtro principal de aceite junto con el cárter de aceite, encontrándose contaminación de residuos metálicos (limallas gruesas). El aceite contenido presentaba viscosidad, color, y olor normal.

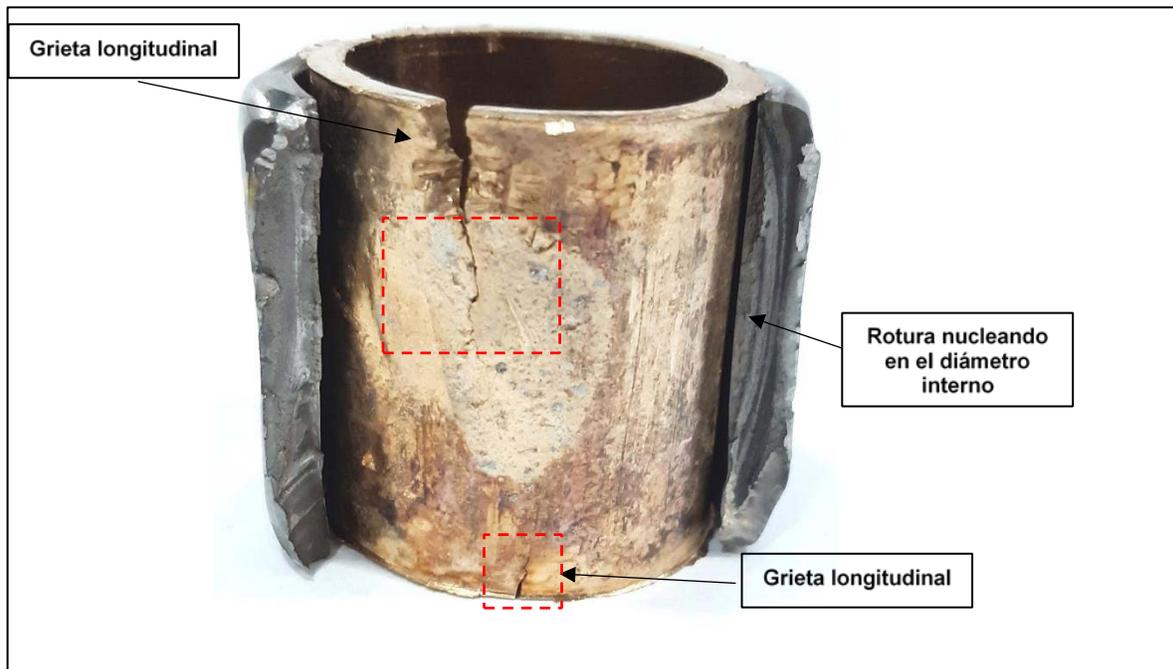
Dentro de los principales hallazgos se encontró:

- Casquetes con picaduras y desgaste.
- Desgaste de los lóbulos del eje de levas.
- Cigüeñal con los cojinetes de bancada contaminados con presencia de limalla.
- Bielas con sus cojinetes fracturados con presencia de limalla.
- Los piñones se encontraron con fracturas y frágiles.
- Se evidenciaron fracturas sobre la biela maestra, por lo cual fue necesaria una inspección especializada realizada por un laboratorio metalúrgico el cual practicó un análisis de falla del material.
- Se realizaron pruebas a todos los componentes externos instalados en la caja de accesorios del motor, utilizando bancos de prueba para cada uno de ellos y no se encontró malfuncionamiento de estos durante las pruebas funcionales realizadas.
- Se removieron todos los cilindros del motor, los cuales se encontraron fracturados; todos los pistones se encontraban en mal estado, evidenciado daños por fuera de límites.
- Se removió la biela maestra por evidente deformación elástica del material.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

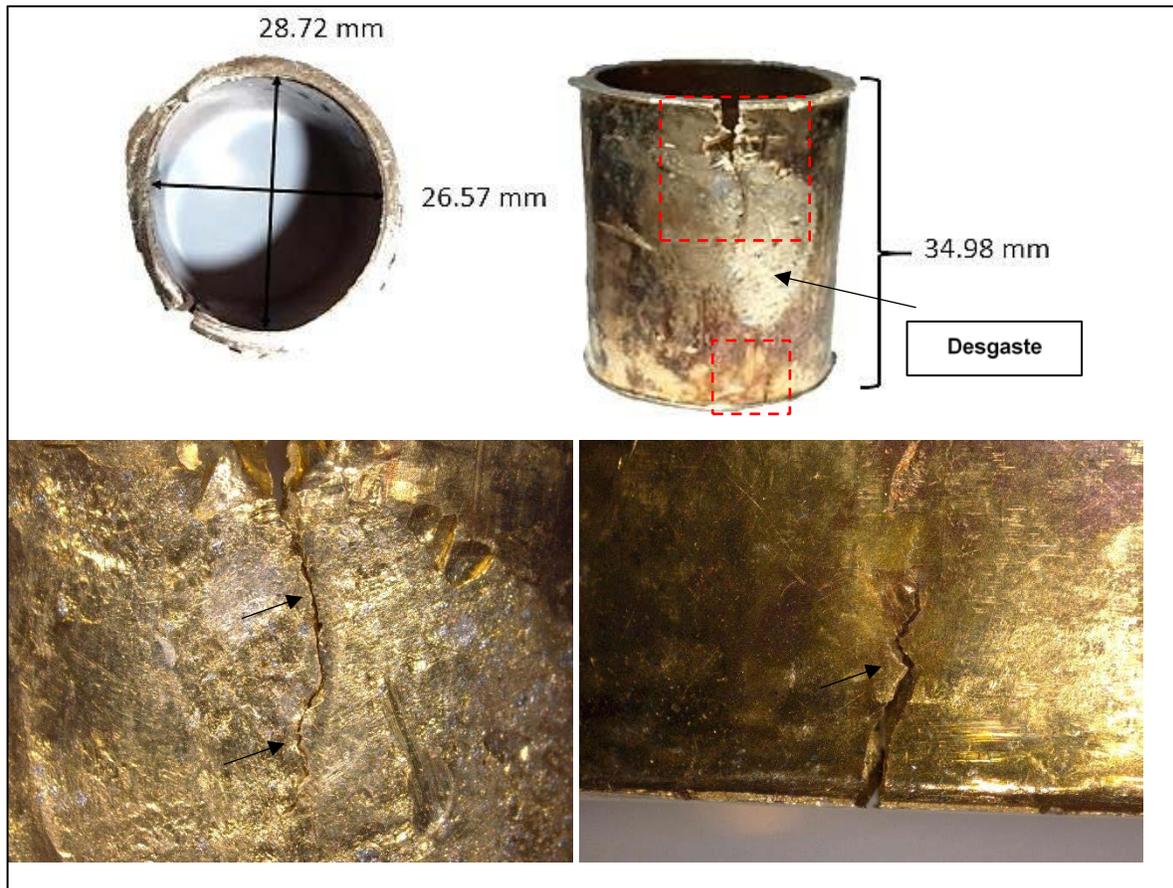


**Fotografía No. 2 - Biela maestra y cilindros deformados**



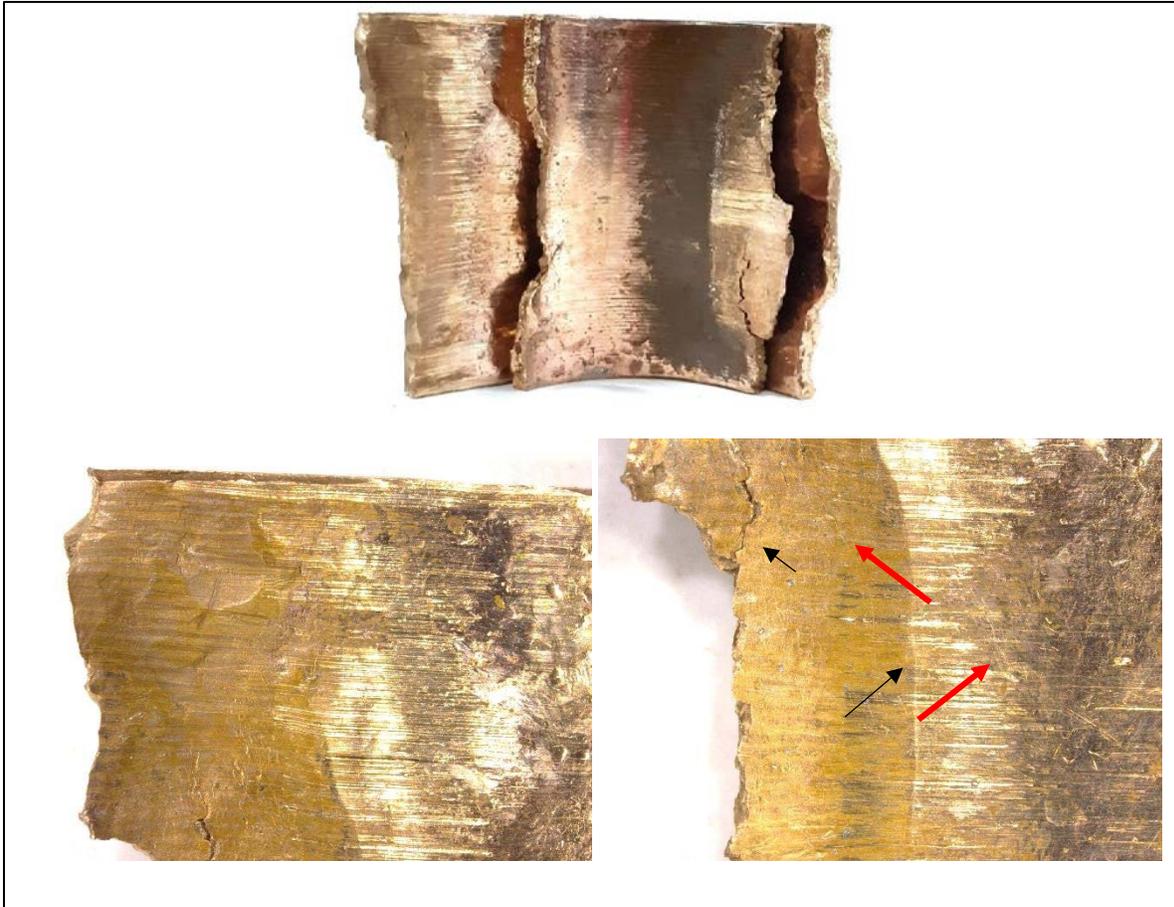
**Fotografía No. 3 - El buje presenta múltiples grietas longitudinales.**

El tramo remanente de la biela presenta crecimiento de grieta que nuclea desde el diámetro interno.

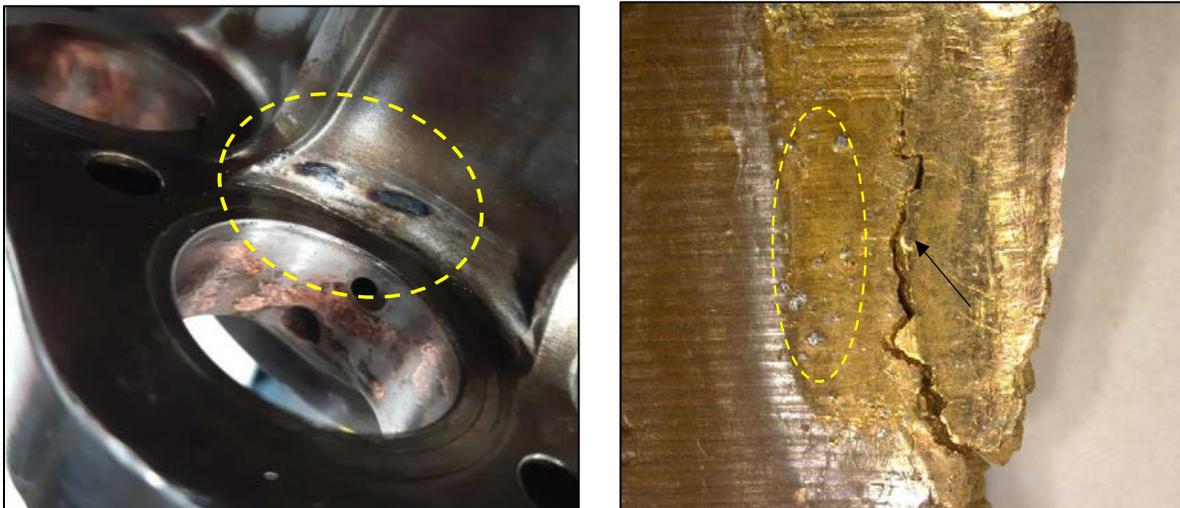


**Fotografía No. 4 Grietas Longitudinales en el Buje de cobre. Adicionalmente se evidencian múltiples zonas con desgaste superficial.**

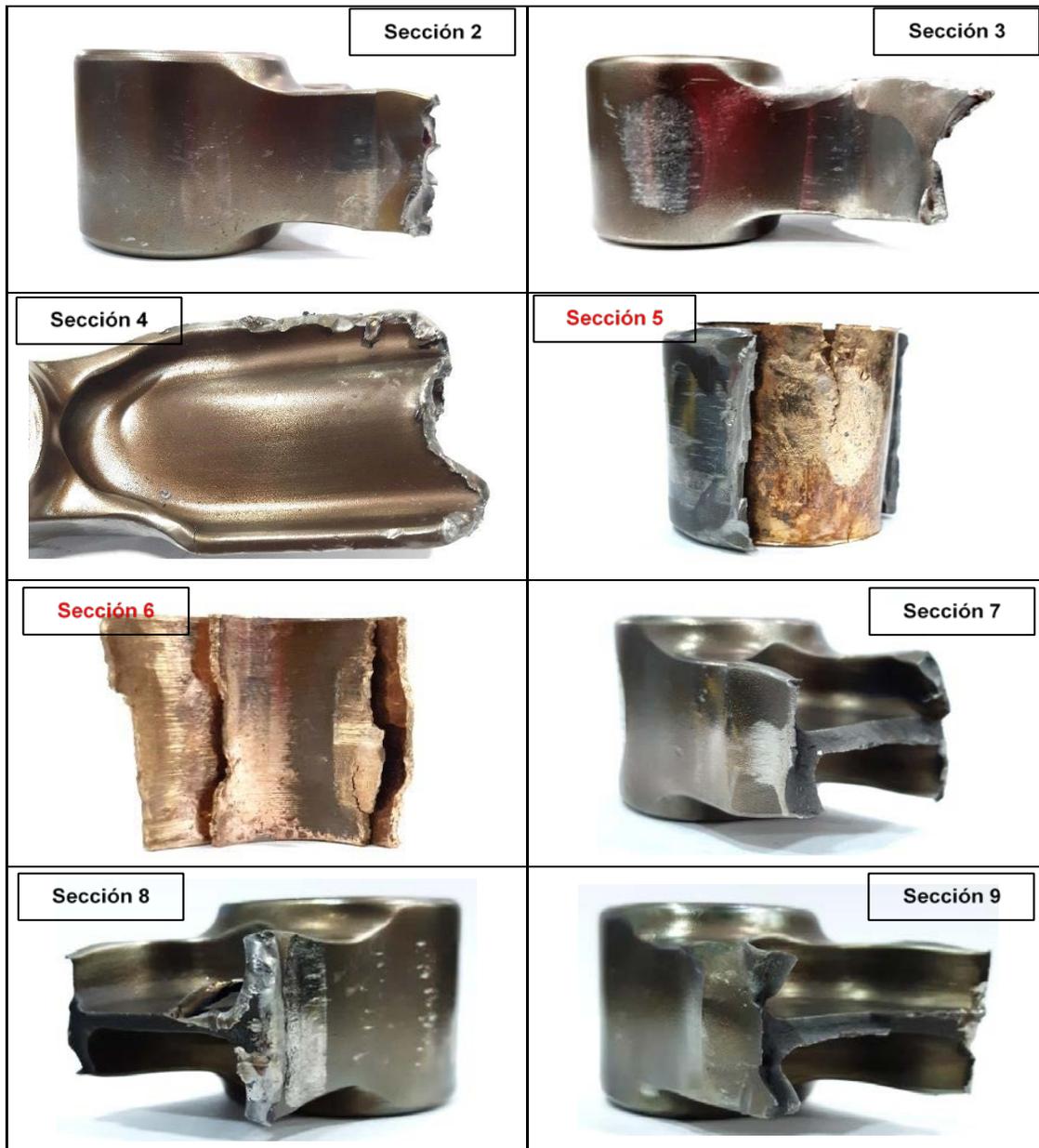
ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO



**Fotografía No. 5 - Los remanentes del Buje de cobre indican desgastes severos superficiales, deformaciones plásticas y agrietamiento.**



**Fotografía No. 6 - La zona de acople presenta marcas de desgaste y quemaduras por el contacto entre las piezas.**



**Fotografía No. 7 - Desarme del acople mecánico de los diferentes componentes del rotor.**

Las secciones 2, 3, 4, 7, 8 y 9 presentan deformación severa y rotura por el contacto con otros componentes durante el evento de falla; no es posible relacionar la rotura de estos componentes con la causa inicial de la falla.

Las secciones 5 y 6, presentan modos de falla que difieren de las demás secciones, teniendo en cuenta que en la sección 5, la rotura se da en la raíz del acople de la biela. En la sección 6 solo se observan dos tramos del buje de cobre que acopla la biela.

Las secciones 2, 3, 4, 7, 8 y 9 presentan deformación severa y rotura por el contacto con otros componentes durante el evento de falla; no es posible relacionar la rotura de estos componentes con la causa inicial de la falla.

### 1.17 Información sobre la organización y la gestión

La compañía Fumigaray S.A.S es una organización aeronáutica en la modalidad de aviación agrícola. Sus operaciones se centralizan en la pista Los Almendros y en La pista La Lucha en Ciénaga Magdalena; su base principal es Carepa Antioquia. Cuenta con una organización acorde con lo contemplado en el Manual General de Operaciones (MGO) capítulo 1, políticas y administración de la empresa, de revisión 03 marzo 22 de 2017.

Las operaciones aéreas que se ejecutan en la base auxiliar son controladas por el coordinador de la base. La empresa presta los servicios a la sociedad Banacol.

Las reparaciones mayores de los motores se realizan en un taller certificado en los Estados Unidos.

No se encontraron registros de auditorías efectuadas a este taller, las cuales deben ejecutarse según lo dispuesto para Sistemas de Gestión de Seguridad Operacional, Documento 9859 de la OACI.

La organización cuenta con una Dirección de Operaciones y Mantenimiento, un jefe de mantenimiento, un Representante Técnico y un Almacenista. La Seguridad Operacional depende directamente del Gerente; en el día del evento el Sistema de Gestión de Seguridad Operacional se encontraba en fase de aprobación.

Hasta la fecha del presente evento, el Operador había registrado cuatro (4) accidentes aéreos y cuatro (4) Incidentes Graves por falla de su planta motriz, relacionados a continuación:

- COL-12-05-GIA	Incidente grave	HK3289	23/01/2012
- COL-12-38-GIA	Accidente	HK3289	19/11/2012
- COL-14-17-GIA	Accidente	HK4615	12/07/2014
- COL-15-54-GIA	Incidente grave	HK1892	12/12/2015
- COL-16-30-GIA	Incidente grave	HK5162	13/08/2016
- COL-17-16-GIA	Accidente	HK5176	22/06/2017
- COL-19-70-GIA	Accidente	HK3231	16/12/2019
- COL-20-22-GIA	Incidente grave	HK4968	12/07/2020

### 1.18 Información adicional

#### 1.18.1 Declaración del Piloto

El Piloto manifestó que todos los trayectos previos a la ocurrencia del Incidente Grave se realizaron normalmente, con parámetros de indicación de operación de la planta motriz dentro de los rangos de operación.

Durante el último vuelo, las condiciones de operación de la aeronave fueron normales; cuando reportó saliendo de la zona de fumigación para proceder a la base de la compañía y terminar labores en ese día, se presentó un ruido fuerte y vibración en el motor; de inmediato se presentó la apagada súbita del mismo.

Informó que, después de informar la novedad al líder de la operación de fumigación que se encontraba volando en ese momento, decidió asegurar el aterrizaje en la vía alterna a la principal, que es poco transitada. Adicionó que esa decisión fue tomada de acuerdo con lo establecido en el Manual de Operación de la aeronave.

Tomó entonces la decisión de aterrizar en la carretera que tenía sobre la trayectoria de vuelo.

Así mismo, relató que la velocidad de descenso y aproximación se mantuvo por encima de 100 y 110 nudos hasta la toma de contacto. Adicionó que mantuvo una alta velocidad para tener el control de la aeronave y no alcanzar una indicación y alarma de pérdida. Aterrizó de manera controlada.

En la zona de toma de contacto, aplicó frenado fuerte y progresivo; fue cuando la aeronave se posó sobre el vehículo que tenía delante de él, contacto que hizo que abandonara la carretera hacia el margen derecho.

#### 1.18.2 Manual General de Mantenimiento.

El Manual General de Mantenimiento vigente en la compañía, en su Capítulo 2, cita lo concerniente a los programas de mantenimiento:

##### ***Programa de mantenimiento para Air Tractor AT301/401 - Mantenimiento rutinario de motor Pratt & Whitney***

- Overhaul motor 1200 horas T.B.O
- Boletines de servicio
- Directivas de aeronavegabilidad
- Identificación de ítems de inspecciones requeridas
- Inspección por inactividad.

#### 1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación

No se requirieron técnicas de investigación especiales para la investigación. La investigación siguió las técnicas y métodos recomendados por el Documento OACI 9756, Parte III.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

## 2. ANÁLISIS

### 2.1 Procedimientos Operacionales

El Piloto estaba apto técnica y psicofísicamente para la operación.

El funcionamiento del grupo moto-propulsor fue adecuado hasta el momento en que inició la pérdida total de potencia. No se presentaron daños externos gracias al control del Piloto en el aterrizaje de emergencia; el descentre del cigüeñal fue ocasionado por el daño interno.

Analizando las declaraciones de los testigos, el llamado de emergencia por el Piloto, y la condición en la que quedó el motor con el impacto, se comprobó que hubo una falla total de la planta motriz y por esta razón el Piloto se vio obligado a realizar un aterrizaje de emergencia.

En vista de las condiciones de vuelo, sobre todo la baja altura, el Piloto seleccionó con buen criterio un sector de una carretera cercana, en la misma dirección de la trayectoria de vuelo.

Efectuó los procedimientos adecuados y aterrizó de manera controlada.

### 2.2 Análisis del malfuncionamiento de la planta motriz

El motor tenía 1062:47 horas después de una reparación que había sido realizada en un taller de los Estados Unidos de Norteamérica.

Durante la inspección en el lugar del Incidente Grave, se pudo determinar, por la posición en que quedaron las palas de la hélice, que el motor no estaba operando en el momento del aterrizaje.

En la inspección del motor post-incidente, al inspeccionar la parte interna del motor (cárter de potencia), se evidenciaron fracturas en las bielas y deformación plástica sobre la biela maestra, junto con la mala condición de los pistones. Por la integridad que mantuvieron los componentes externos del motor se logró realizar pruebas funcionales al carburador, a los magnetos y al sistema de combustible, encontrando funcionamiento normal de todos ellos.

Se realizó análisis de falla en un laboratorio especializado de metalurgia a algunas partes del motor, tales como la biela maestra y sus componentes de sujeción.

El rotor está compuesto por una biela principal, a la cual se ensamblan 8 bielas secundarias y múltiples componentes metálicos como bujes, pasadores y tornillos, que operan como acoples de todo el sistema. La evidencia suministrada indica que las 8 bielas secundarias presentaron rotura durante y posterior al evento de falla.

Para el análisis fractográfico el rotor se dividió en 9 secciones de interés que comprenden: la biela principal o maestra, las 8 bielas secundarias y los componentes internos que hacen parte del cárter de potencia del motor.

De acuerdo con el análisis fractográfico las bielas secundarias de las secciones 2, 3, 4, 7, 8 y 9, presentaban rotura posterior al evento de falla, es decir eran consecuencia de la falla inicial. De acuerdo con lo anterior, la investigación se centra en los componentes de las secciones 5 y 6 del rotor, en los cuales se observa lo siguiente tras el análisis fractográfico y micro-fractográfico (SEM) realizado:

- Bujes de cobre: los dos bujes presentan agrietamiento frágil en las superficies del diámetro externo e interno, pérdida de dimensiones, deformación plástica severa, desgaste severo adhesivo y erosivo, partículas adheridas en la superficie, y pérdida de material.
- Bielas: la biela en la sección 5 presenta en las caras de rotura, crecimiento de grieta por fatiga desde el diámetro interno y externo. Múltiples grietas paralelas a la cara de rotura indicando que el componente presenta fatiga de material, y que su aparición y propagación se dan en un tiempo determinado y no fue un evento súbito.
- Bujes de acero: no se indican mayores daños en estos componentes, más allá de picadura y desgaste superficial en las caras de diámetro externo, que se pueden asociar al uso cotidiano de la herramienta.

La caracterización dimensional indica que las bielas y los bujes presentan cambios dimensionales en los diámetros internos, producto probablemente del uso de la herramienta. Se desconoce el criterio del fabricante en cuanto a las tolerancias aceptables de deformación antes del cambio de los componentes.

#### Caracterización de material

- Bujes de cobre: Los bujes de cobre presentan una composición química que corresponde a una aleación de bronce (cobre-estaño) grado C90500. Las durezas de los 8 bujes están en un rango entre 110 – 136 Brinell. Se puede asociar esta dispersión a la dureza, probablemente debido al prolongado periodo de uso que presentaron. La microestructura está compuesta por una matriz de Fase alfa ( $\alpha$ ) y delta, característica de fundición de bronce –estaño.
- Bielas: presentan composición química que corresponde con el acero grado 2340 de acuerdo con la norma SAE. Es un material típicamente utilizado en el sector aeronáutico y presenta un contenido de níquel importante, que contribuye con la propiedad anticorrosiva del material.

Presenta una dureza en un rango entre 27 – 30 HRC y una microestructura compuesta por martensita revenida.

- Buje de acero: presentan composición química que corresponde con el acero grado 6475 de acuerdo con la norma AMS. Es un material típicamente utilizado en el sector aeronáutico y presenta un contenido de níquel importante, que contribuye con la propiedad anticorrosiva del material. Presenta una dureza en un rango entre 43 - 45 HRC en el núcleo y 64 HRC en la superficie indicando que presenta un probable tratamiento termo-químico de endurecimiento. Indica una microestructura compuesta por martensita revenida.

En análisis metalográfico en las piezas de falla indicó:

- Bujes de cobre secciones 5 y 6: múltiple agrietamiento longitudinal paralelo a las caras de falla.

Microestructura deformada en las superficies de acuerdo con las acciones de desgaste, impacto y deformación superficiales durante su operación. Se observan partículas metálicas adheridas en las superficies.

- Biela sección 5: microestructura compuesta por martensita revenida. La pieza presenta grietas paralelas en borde interno y externo de la biela, en la zona que colida con el buje de cobre.

El bronce grado C90500 es una aleación típica utilizada en el sector aeronáutico para aplicaciones de rodamientos, pines o bujes, pues se caracteriza por tener alta resistencia mecánica, dureza y resistencia al desgaste. Sin embargo, debido a estas mismas características, es importante tener un buen sistema de lubricación cuando el componente está operando, pues su microestructura bajo condiciones extremas es propensa a generar y propagar grietas frágiles, como en el presente caso.

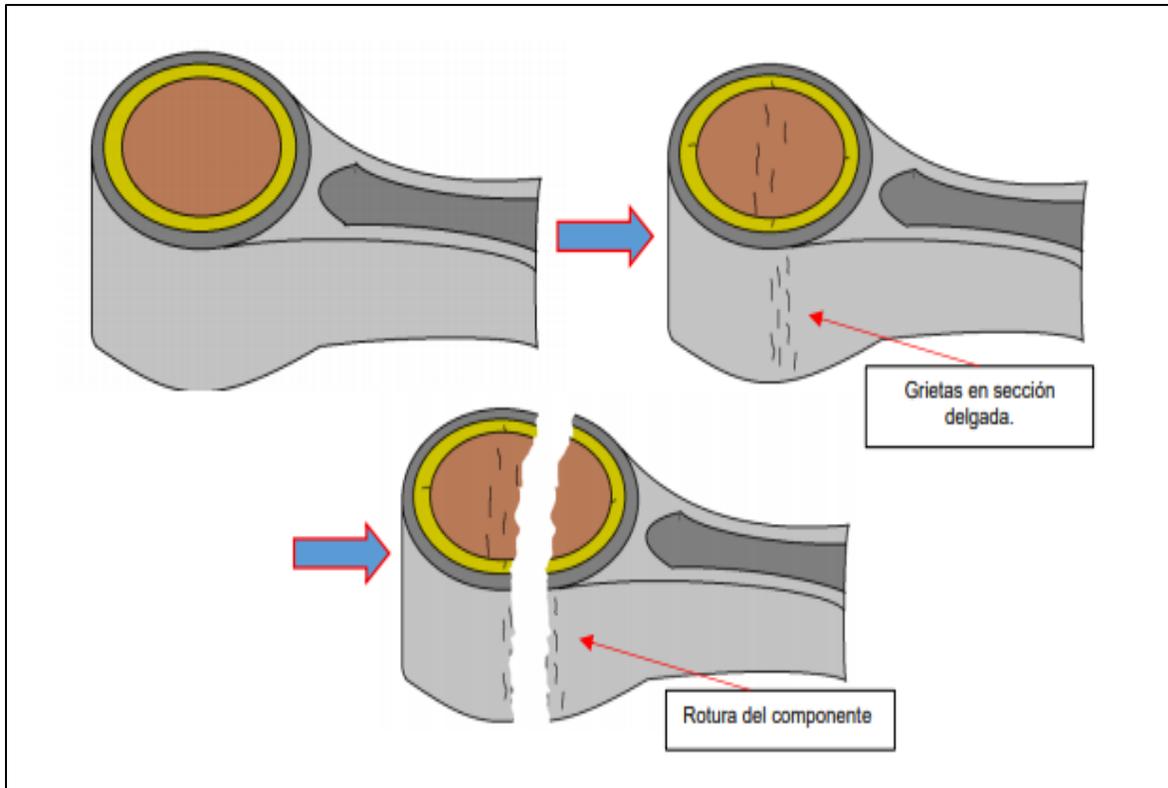
En el momento en que comienza el probable desgaste entre las superficies del buje y la biela (por una probable ausencia de lubricación), la geometría del buje pierde sus dimensiones originales, teniendo en cuenta que el desgaste severo generó reducción de espesor y favorece el desprendimiento y adición de partículas metálicas al sistema de lubricación del motor, que contribuyen con la pérdida de alineación sobre los soportes de las bielas, generando vibraciones considerables en todo el motor.

Es importante resaltar que la fractura que ocurre en la biela maestra fue en la zona de menor espesor, lo cual explica la aparición de las grietas adyacentes a la fractura principal, pues esta zona opera como un concentrador de esfuerzos por tensión y compresión bajos.

Se desconoce un programa de mantenimiento a los componentes internos del motor para identificar por medio de inspecciones daños por desgastes, deformaciones, o ausencia de lubricación ya que estos componentes son tratados por su utilidad de desgaste por medio de programas en horas de uso de la máquina. Lo anterior, teniendo en cuenta que los daños encontrados obedecen a fallas que se generaron en el tiempo y no a eventos súbitos.

La falla ocurre en las secciones 5 y 6, las cuales están geométricamente ubicadas en las zonas con mayor carga a tensión en el rotor. La rotura final se da por la sección de menor espesor en la biela, lo cual concuerda con el concentrador de esfuerzos geométrico bajo carga a tensión.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO



**Figura No. 2 - Esquema de proceso de rotura en las secciones 5 y 6**

De acuerdo con la información y evidencia suministrada, así como a los análisis y ensayos realizados, se determinó que existió una falla debido al crecimiento y propagación de grietas longitudinales por fatiga (cumplimiento de la vida útil) y los esfuerzos de operación, en los bujes de cobre y en las bielas de las secciones 5 y 6.

### **2.3 Procesos de mantenimiento.**

Durante el proceso de investigación se determinaron algunas inconformidades en los métodos de control de tiempos para el motor y su funcionamiento.

Dentro del Manual de Mantenimiento para los motores Pratt & Whitney, parte No. 118611 de abril de 1962 y revisado en septiembre de 1979., y el manual de overhaul P/N 123440 específica:

#### **“INTRODUCCIÓN.**

*Es nuestro objetivo facilitar la revisión y reparación con el mayor conocimiento disponible actualizado en estos motores. Cuando los motores funcionan constantemente a una potencia relativamente baja, como en las operaciones que involucran aeronaves de largo alcance y donde las salidas de crucero se pueden mantener de manera constante, los periodos de entre inspecciones de 1000 a 1600 horas, motores de helicópteros de 500 a 800 horas, aviación agrícola de 600 a 1000 horas. Los periodos prolongados entre reparaciones deben abordarse gradualmente; se sugiere que los aumentos del periodo de reparación deben ser de acuerdo con el consumo y análisis del aceite, siempre y cuando el motor funcione normalmente y no existan indicios de posibles problemas o irregularidades que requieran*

*más atención, como un aumento en el consumo del aceite, que indique que lo que antes era normal ahora es un caso de revisión”.*

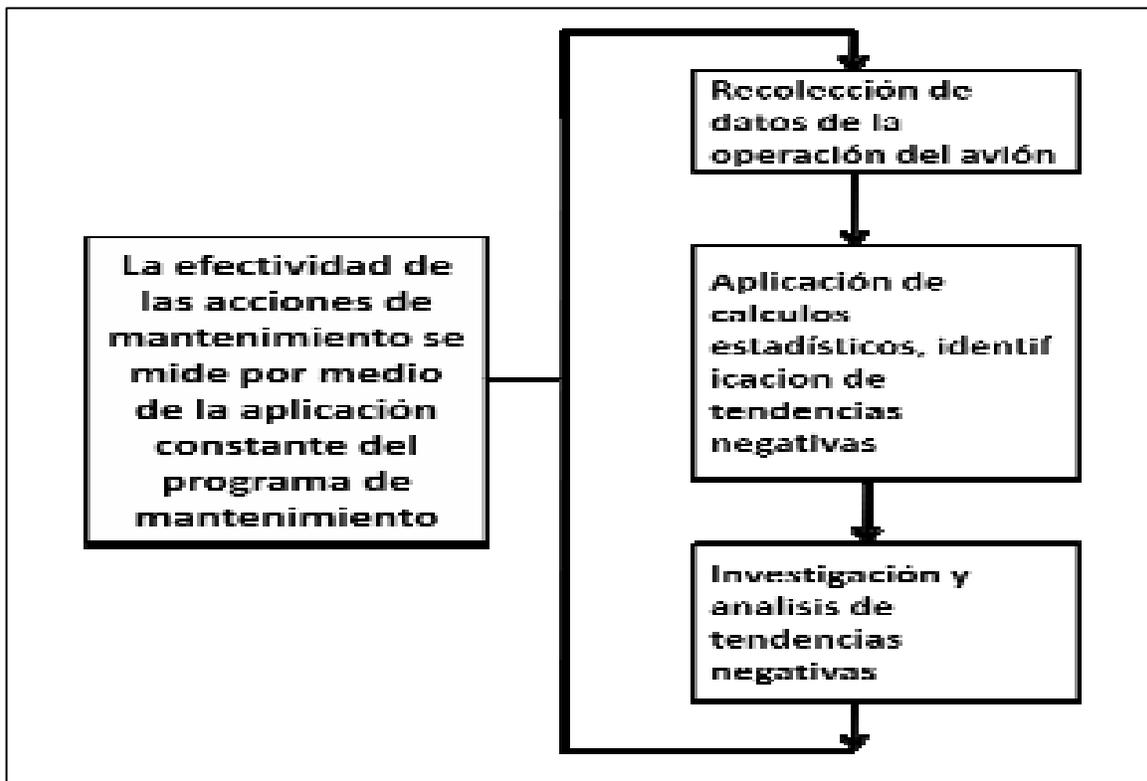
Los manuales de mantenimiento del fabricante están establecidos para que se pueda cumplir un programa de confiabilidad dentro de la organización para evitar las fallas mecánicas.

El programa de mantenimiento de la empresa estipula que el overhaul de los motores se debe realizar a las 1200 horas; no fue posible establecer el estudio o análisis para tener como criterio las 1200 horas entre reparaciones; tampoco se pudo establecer las horas totales de estos motores ya que la empresa dentro de su operación en el libro de vuelo, solo reporta la hora de despegue y la hora de aterrizaje; no se tiene información de los ciclos del motor entendiéndose que un ciclo cuenta desde que se enciende hasta que se apaga el motor.

Por lo anterior, la investigación determina que las horas registradas de los motores del operador, no son reales.

De otra parte, la casa fabricante establece que las horas de servicio TBO para operación de aviación agrícola esta entre 600 y 1000 horas, de acuerdo con el análisis espectro-métrico de aceite, que se debe realizar en cada servicio, para verificar las condiciones internas; pero tampoco se pudo establecer que en esos servicios se realizaran esas pruebas al aceite, por lo cual no se puede verificar que exista un sistema de confiabilidad para esta operación con los motores radiales.

Una buena estructura para un mantenimiento confiable es el siguiente:

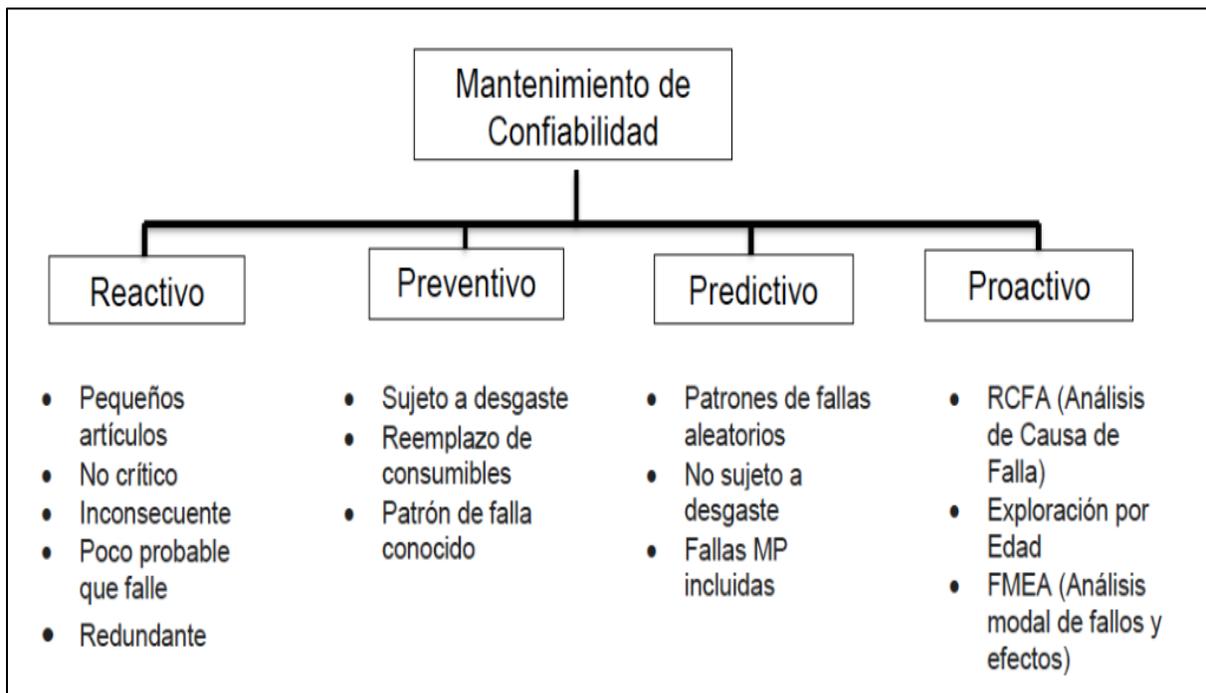


**Figura No. 3 – Estructura para un mantenimiento confiable**

Se ha establecido un criterio mínimo que cualquier proceso debe cumplir antes que pueda considerarse un programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad.

Las siete preguntas que se presentan a continuación son parte de los criterios de evaluación que determinan si un proceso cumple con los criterios de evaluación o no:

1. ¿Qué se supone que debe hacer el artículo y sus estándares de rendimiento asociados?
2. ¿De qué manera puede fallar en proporcionar las funciones requeridas?
3. ¿Cuáles son los efectos que causan cada falla?
4. ¿Qué sucede cada vez que ocurre la falla?
5. ¿Cuál es la importancia de cada falla?
6. ¿Qué tarea sistemática se puede realizar proactivamente para prevenir o disminuir en un grado satisfactorio las consecuencias de la falla?
7. ¿Qué se debe hacer si no se puede encontrar una tarea preventiva adecuada?



**Figura No. 4 - Diagrama de flujo de mantenimiento centrado en la confiabilidad**

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

### 3. CONCLUSIÓN

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

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

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

#### 3.1 Conclusiones

##### 3.1.1 Procesos de mantenimiento del operador

La aeronave contaba con toda la documentación técnica y operacional vigente al momento del evento. Se encontraba aeronavegable.

La aeronave cumplía con los servicios e inspecciones ordenadas según el Manual de Mantenimiento del explotador, pero con diferencias en los tiempos entre inspecciones, en comparación con lo establecido por el fabricante.

Tanto en el Manual de Mantenimiento para los motores Pratt & Whitney (parte No. 118611) de abril de 1962 y revisado en septiembre de 1979, como en el Manual de Overhaul (Parte No. 123440) se especifica que los periodos de reparación para motores de aviación agrícola deben ser entre 600 y 1000 horas.

El fabricante recomienda que los periodos mayores entre reparaciones deben abordarse gradualmente; sugiere que los aumentos del período de reparación, se establezca de acuerdo con el análisis del aceite, siempre y cuando el motor funcione normalmente.

Pese a esto, el programa de mantenimiento del operador, estipula que el overhaul de los motores se debe realizar a las 1.200 horas.

No fue posible establecer con qué criterio, estudio o análisis el explotador estableció un tiempo de 1.200 horas entre reparaciones.

Adicionalmente, el explotador tiene establecido que, para efectos de contabilizar el tiempo de vuelo, solamente se registre en el Libro de Vuelo la hora de despegue y la hora de aterrizaje, cuando debe ser desde la hora de prendida hasta la hora de apagada.

Por lo tanto, las horas registradas del motor, para efectos de reparaciones, muy probablemente no son reales, y están por encima de las 1.200 horas establecidas por el operador, y muy por encima de las 6000 – 1000 horas establecidas por el fabricante para operaciones de aviación agrícola.

El operador no llevaba un registro de los ciclos del motor.

### 3.1.2 Tripulación

El Piloto se encontraba apto para la realización del vuelo, contaba con sus certificados médicos y licencias vigentes, no existían limitaciones que fueran de especial interés para la investigación.

La proeficiencia del Piloto se encontraba vigente de acuerdo con la Reglamentación Aeronáutica Colombiana.

A la luz de la investigación, el Incidente Grave no tuvo factores contribuyentes que tuviesen su génesis en la proeficiencia o calificación del Piloto.

La declaración del Piloto fue consistente con la ejecución de una aproximación y aterrizaje de emergencia controlado, con el fin de mantener condiciones seguras con el motor inoperativo.

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

### 3.1.3 Aeronave

La aeronave se encontraba operando dentro del envolvente operacional sin que existieran excedencias o desviaciones en el desarrollo del vuelo.

No existían reportes recientes de malfuncionamiento de la aeronave, planta motriz y hélice instalados.

Como consecuencia de períodos extendidos entre inspecciones, sin un proceso técnico que lo justificara, se crearon desgastes y desajustes en varios componentes del motor.

Durante el vuelo, se hizo crítica la deformación de la biela maestra, que se fracturó, generando una falla súbita y severa en el motor.

Las secciones 2, 3, 4, 7, 8 y 9 de la biela maestra, se deformaron y fracturaron por contacto con otros componentes durante el evento de falla.

Las secciones 5 y 6, también fallaron, presentando modos de falla que difieren de las demás secciones, con fractura en la raíz del acople de la biela.

### 3.1.4 Generales

Al terminar la operación de aspersión, y cuando el Piloto regresaba a la base, se presentó una falla súbita y severa de la planta motriz.

El motor se apagó a baja altura y el Piloto decidió efectuar un aterrizaje de emergencia sobre una vía vehicular.

El aterrizaje de emergencia se efectuó de manera controlada.

No obstante en la carrera de aterrizaje la aeronave impactó contra un vehículo. Como efecto del contacto, ambos móviles terminaron por fuera de la vía.

La aeronave no sufrió otros daños adicionales a los daños internos del motor.

El vehículo terrestre sufrió daños menores.

Tanto el Piloto de la aeronave como el Conductor del vehículo resultaron ilesos.

### 3.2 Causa probable

Aterrizaje de emergencia en vía vehicular por falla total del motor, ocasionada por la fractura de la biela maestra por fatiga del material como consecuencia del incumplimiento del programa de mantenimiento del motor establecido por el fabricante.

### 3.3 Factores contribuyentes

Incumplimiento por parte del explotador, del Manual de Mantenimiento del fabricante P&W, al estipular en su Manual General de Mantenimiento la reparación de los motores de las aeronaves de la empresa a las 1.200 horas, cuando el fabricante estipula que dicho servicio debe efectuarse entre 600 h y 1000 h, cuando se trate de aeronaves de aviación agrícola.

Equivocado sistema de registro y cómputo de las horas de vuelo de los motores del explotador, al contabilizar como ese tiempo, el lapso comprendido entre despegue y aterrizaje, en lugar del tiempo transcurrido entre prendida y apagada, lo cual sumado al excesivo número de horas totales para reparación mayor (1.200 horas), daba como resultado una operación de los motores en condiciones deficientes de mantenimiento.

### 3.4 Taxonomía OACI

**SCF-PP:** Falla de sistema/componente grupo motor

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

## 4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

### A LA COMPAÑÍA FUMIGARAY S.A.S

#### REC. 01-202022-2

Incorporar en el libro de vuelo de todas las aeronaves de la Compañía, la hora de prendida y apagada del motor para efectos de contabilizar los tiempos de mantenimiento; y la hora de despegue y aterrizaje para determinar las cargas de trabajo de los Pilotos. El SMS de la empresa debe verificar que estos tiempos se cumplan estrictamente.

#### REC. 02-202022-2

Revisar y modificar el Manual General de Mantenimiento, y otra documentación pertinente, para que los tiempos de reparación mayor de los motores se ajusten a lo establecido por el fabricante, (entre 600 y 1000 h para aeronaves de aviación agrícola), más aun teniendo en cuenta que en el 70% de los accidentes de la empresa durante los últimos cinco (5) años, se ha determinado como causa probable, la falla de la planta motriz.

#### REC. 03-202022-2

Cumplir en un lapso no mayor a 90 días, un programa de auditorías a los proveedores de servicios y de componentes de la Compañía, aprovechando la metodología y herramientas del SMS, para verificar los procesos de calidad y el cumplimiento de estándares por parte de dichos proveedores.

#### REC. 04-202022-2

Mejorar los procesos de mantenimiento en el Manual General de Mantenimiento, con el fin de cumplir las recomendaciones del fabricante y otros estándares propios como Operador, y establecer un TBO acorde con el desgaste real de los motores y las condiciones propias de operación, en lugar de extender el TBO sin fundamento técnico, poniendo en riesgo la seguridad de la operación.

### A LA AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA

#### REC. 05-2020-22-2

A través de la Secretaría de Seguridad Operacional y de la Aviación Civil, verificar que los Manuales Generales de Mantenimiento de los operadores de aeronaves de motores radiales, sean acordes con lo establecido por el Manual de Mantenimiento, Circulares, Boletines u otros documentos de orientación emitidos por el fabricante, en lo que respecta al cómputo de las horas de vuelo y tiempos para reparación mayor.

#### REC. 06-2020-22-2

A través de la Secretaría de Seguridad Operacional y de la Aviación Civil, dar a conocer el presente Informe de Investigación a los Operadores de Aviación Agrícola, para que apliquen las recomendaciones, según sea pertinente, y se tenga en cuenta el Informe para mejorar los Sistemas de Gestión de Seguridad Operacional.

## GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Av. Eldorado No. 103 – 15, Piso 5º.

[investigacion.accide@aerocivil.gov.co](mailto:investigacion.accide@aerocivil.gov.co)

Tel. +(571) 2963186

Bogotá D.C. - Colombia



Grupo de Investigación de Accidentes

**GRIAA**

GSAN-4.5-12-053



**AERONÁUTICA CIVIL**  
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL