



**AERONÁUTICA CIVIL**  
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

5001 - 173



Libertad y Orden

GRIAA



Grupo de Investigación de  
Accidentes e Incidentes aéreos

# INFORME FINAL INCIDENTE GRAVE

**COL-15-54-GIA**

**Aterrizaje forzoso en campo no preparado por pérdida total de potencia**

**Piper PA-36-300, Matrícula HK1892**

**12 de Diciembre de 2015**

**Orihueca, Magdalena – Colombia**



## ADVERTENCIA

**El presente informe es un documento que refleja los resultados de la investigación técnica adelantada por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, en relación con las circunstancias en que se produjeron los eventos objeto de la misma, con causas y consecuencias.**

**De conformidad con los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) Parte Octava y el Anexo 13 de OACI, “El único objetivo de las investigaciones de accidentes o incidentes será la prevención de futuros accidentes o incidentes. El propósito de ésta actividad no es determinar culpa o responsabilidad”. Las recomendaciones de seguridad operacional no tienen el propósito de generar presunción de 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 asociados a la causa establecida, puede derivar en conclusiones o interpretaciones erróneas.**

## GLOSARIO

<b>AD</b>	Airworthiness Directives Directivas de Aeronavegabilidad
<b>GRIAA</b>	Grupo de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación
<b>HL</b>	Hora Local
<b>MGO</b>	Manual General de Operaciones
<b>OACI</b>	Organización de Aviación Civil Internacional
<b>RAC</b>	Reglamentos Aeronáuticos de Colombia
<b>RPM</b>	Revolutions Per Minute Revoluciones por Minuto
<b>SB</b>	Service Bulletin Boletín de Servicio
<b>SMS</b>	Safety Management System Sistema de Gestión de Seguridad Operacional
<b>UAEAC</b>	Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil
<b>UTC</b>	Universal Time Coordinate Tiempo Universal Coordinado
<b>VFR</b>	Visual Flight Rules Reglas de Vuelo Visual

## SINOPSIS

<b>Aeronave:</b>	Piper PA-36-300, Matrícula HK1892
<b>Fecha y hora del Incidente Grave:</b>	12 de Diciembre de 2015, 07:20 HL (12:20 UTC)
<b>Lugar del Incidente Grave:</b>	Lote “La Fransisca”, Municipio de Orihueca, (Magdalena)
<b>Tipo de Operación:</b>	Trabajos Aéreos Especiales - Aviación Agrícola
<b>Propietario:</b>	Servicios de Fumigación Aérea Garay S.A.S. FUMIGARAY S.A.S.
<b>Explotador:</b>	Servicios de Fumigación Aérea Garay S.A.S. FUMIGARAY S.A.S.
<b>Personas a bordo:</b>	Un (01) Piloto

## Resumen

El día 12 de Diciembre de 2015, la aeronave Piper PA-36-300 de matrícula HK1892 fue programada para realizar un servicio de aspersión aérea en cultivos de plátano en lotes ubicados en la finca “San Pedro 1 y 2”, perteneciente al municipio de Orihueca, Magdalena.

La aeronave decoló a las 07:07 HL (12:07 UTC) desde la base principal de la empresa explotadora y después de haber realizado la primera pasada de aspersión, al realizar el viraje por la derecha, el motor experimentó oscilación de las revoluciones del motor (RPM) y flujo de combustible.

A las 07:20HL (12:20UTC), el piloto ejecutó un aterrizaje de emergencia en el lote “La Francisca” en las coordenadas geográficas N10°48'56.66”/W074°08'54.67”, maniobra en la cual la aeronave sufrió daños estructurales sustanciales.

Condiciones meteorológicas visuales (VMC) prevalecían cuando se presentó el incidente grave, el piloto resulto ileso y abandonó la aeronave por sus propios medios. No se presentó incendio post-impacto.

La investigación estableció como hipótesis de falla la fractura súbita del cigüeñal en la posición de la biela No.5, generada por un fenómeno de Fatiga de Materiales, ocasionando la pérdida total de potencia del motor y obligando al piloto a realizar un aterrizaje de emergencia en un campo no preparado.

## 1. INFORMACIÓN FACTUAL

### 1.1 Antecedentes de vuelo

El día 12 de Diciembre de 2015, la aeronave Piper PA-36-300, matrícula HK1892 de propiedad y explotada por la empresa FUMIGARAY S.A.S., fue programada para realizar un servicio de aspersión aérea en cultivos de plátano localizados en el municipio de Orihueca (Magdalena).

La aeronave inició la operación de fumigación a las 06:29HL (11:29UTC) desde la pista “La Lucha” (9LD<sup>1</sup>), base principal de la empresa explotadora y allí realizó la aspersión de 80 Hectáreas de cultivos en las fincas “Gloria Mercedes” y “Mis Esfuerzos” hasta aterrizar a las 07:03HL (12:03UTC).

Posteriormente, la aeronave fue programada para la aspersión de 47,50 Hectáreas en la finca “San Pedro 1 y 2”, localizada a 4 millas al Sur-Este del municipio de Orihueca (Magdalena) siendo abastecida con 60 galones de producto fungicida y 26 galones de combustible, descolando nuevamente desde la pista “La Lucha” a las 07:07 HL (12:07 UTC). Después de haber realizado la primera pasada de aspersión, al realizar el viraje por la derecha, el motor experimentó oscilación de las revoluciones del motor (RPM) y flujo de combustible.

El piloto decidió suspender el vuelo rasante, descargar el producto transportado y comunicarse internamente con la compañía indicando sus intenciones de seleccionar una pista para realizar un aterrizaje no programado pero durante este procedimiento se presentó nuevamente oscilación en el instrumento de RPM y el motor se apagó.

A las 07:20HL (12:20UTC), el piloto realizó el llamado de emergencia MAYDAY y procedió a ejecutar un aterrizaje de emergencia en una plantación de plátano ubicada en el lote “La Francisca” en las coordenadas geográficas N10°48'56.66"/W074°08'54.67", maniobra en la cual la aeronave sufrió daños sustanciales como la fractura de los trenes de aterrizaje, desprendimiento del motor de su bancada, abolladuras en ambos planos y fuselaje.

Condiciones meteorológicas visuales (VMC) prevalecían cuando se presentó el incidente grave, el piloto resulto ileso y abandonó la aeronave por sus propios medios. No se presentó incendio post-impacto.

El Grupo de Investigación de Accidentes - GRIAA fue alertado a las 08:00HL (13:00UTC) y de inmediato organizó el desplazamiento de dos (2) investigadores al sitio del evento para la realización de las tareas de campo requeridas para el proceso investigativo.

---

<sup>1</sup> 9LD: Código IATA para designar a la pista de fumigación “La Lucha”





*Estado final de la aeronave HK1892*

## 1.2 Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros
<b>Mortales</b>	-	-	-	-
<b>Graves</b>	-	-	-	-
<b>Leves</b>	-	-	-	-
<b>Ilesos</b>	01	-	01	-
<b>TOTAL</b>	01	-	01	-

## 1.3 Daños sufridos por la aeronave

DAÑOS SUSTANCIALES. A consecuencia del impacto contra el terreno, la aeronave sufrió los siguientes daños estructurales:

1. Fractura de la estructura de la bancada del motor
2. Deformación en una pala de la hélice
3. Abolladuras en las cubiertas del motor
4. Fractura de los trenes de aterrizaje principales
5. Deformación del tren de aterrizaje de cola
6. Abolladuras en los bordes de ataque de los planos
7. Fractura en las puntas del plano derecho y estabilizador horizontal izquierdo
8. Desprendimiento del sistema de fumigación



*Daños en las cubiertas del motor (Izq.) y pala de la hélice (Der.)*



*Daños en la punta y borde de ataque del ala derecha (Izq.) y borde de ataque del ala izquierda (Der.)*



*Daños en el tren de aterrizaje principal (Izq.) y de cola (Der.)*

## 1.4 Otros daños

No se presentaron otros daños.

## 1.5 Información personal

### Piloto

<b>Edad:</b>	56 años
<b>Licencia:</b>	PCA, IVA
<b>Certificado médico:</b>	Vigente
<b>Equipos volados como piloto:</b>	Piper PA-36-300, Air Tractor AT-301/401, Cessna A188 Series
<b>Ultimo chequeo en el equipo:</b>	21 de Junio de 2015
<b>Total horas de vuelo:</b>	3065:33 Horas (Al 30 de Septiembre de 2000)
<b>Total horas en el equipo:</b>	606:06 Horas
<b>Horas de vuelo últimos 90 días:</b>	64:26 Horas
<b>Horas de vuelo últimos 30 días:</b>	14:30 Horas
<b>Horas de vuelo últimos 3 días:</b>	05:36 Horas

El piloto cursó y aprobó satisfactoriamente el curso recurrente en el equipo PIPER PA-36-300, realizado entre los días 25 y 29 de Mayo de 2015, con una intensidad de 10 horas, así mismo aprobó el chequeo de vuelo para pilotos de aviación agrícola el 21 de Junio de 2015.

De acuerdo a la información suministrada por la Dirección de Operaciones, el piloto acumuló en la empresa una experiencia de vuelo en aeronaves de fumigación de 606:06 horas en el equipo Piper PA-36-300, 386:31 horas en el equipo Cessna A-188 Series y 241:54 horas en el equipo Air Tractor AT-301/401.

## 1.6 Información sobre la aeronave

<b>Marca:</b>	Piper
<b>Modelo:</b>	PA-36-300
<b>Serie:</b>	36-7760129
<b>Matrícula:</b>	HK1892
<b>Certificado aeronavegabilidad:</b>	No.0004306



<b>Certificado de matrícula:</b>	No.R000187
<b>Fecha de fabricación:</b>	1977
<b>Fecha última servicio:</b>	17 de Octubre de 2015
<b>Total horas de vuelo:</b>	5620:16 Horas

### Motor

<b>Marca:</b>	Lycoming
<b>Modelo:</b>	OI-540-KLG5
<b>Serie:</b>	L-22269-48A
<b>Total horas de vuelo:</b>	2009:21 Horas
<b>Total horas D.U.R.G:</b>	848:41
<b>Último Servicio:</b>	17 de Octubre de 2015

### Hélice

<b>Marca:</b>	Hartzell
<b>Modelo:</b>	HC-C2YK-1BF
<b>Serie:</b>	NS-1593-B
<b>Total horas de vuelo:</b>	765:21 Horas
<b>Total horas D.U.R.G:</b>	463:38

El día 27 de Agosto de 2015 se efectuó servicio de 100 horas a la aeronave, motor y hélice de acuerdo al programa de mantenimiento del fabricante para aeronaves PIPER PA-36-300, dando cumplimiento a las Directivas de Aeronavegabilidad (AD) y Boletines de Servicio (SB) aplicables.

El día 17 de Octubre de 2015 fue realizado servicio de 50 horas a la aeronave, motor y hélice, dando cumplimiento a las Directivas de Aeronavegabilidad (AD) y Boletines de Servicio (SB) aplicables.

## 1.7 Información Meteorológica

Las condiciones meteorológicas durante el vuelo eran visuales y no constituyeron un factor contributivo para la ocurrencia del incidente grave.

## 1.8 Ayudas para la Navegación

El vuelo se desarrolló bajo reglas de vuelo visual (VFR), condición que según los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia RAC 5 “Reglamento del Aire”, no requiere ayudas para la navegación aérea.

## 1.9 Comunicaciones

Las comunicaciones se efectuaron adecuadamente; cuando el motor de la aeronave se apagó en vuelo, el piloto se comunicó internamente con la empresa haciendo el llamado de emergencia MAYDAY e informando que se encontraba cayendo hacia el terreno.

De igual forma hubo comunicación de otra aeronave de fumigación, cuyo piloto informó al piloto del HK1892 que lo tenía a la vista. No tuvieron influencia en la ocurrencia del presente incidente grave.

## 1.10 Información del Aeródromo

Información no requerida ya que el incidente grave no ocurrió en instalaciones aeroportuarias.

## 1.11 Registradores de Vuelo

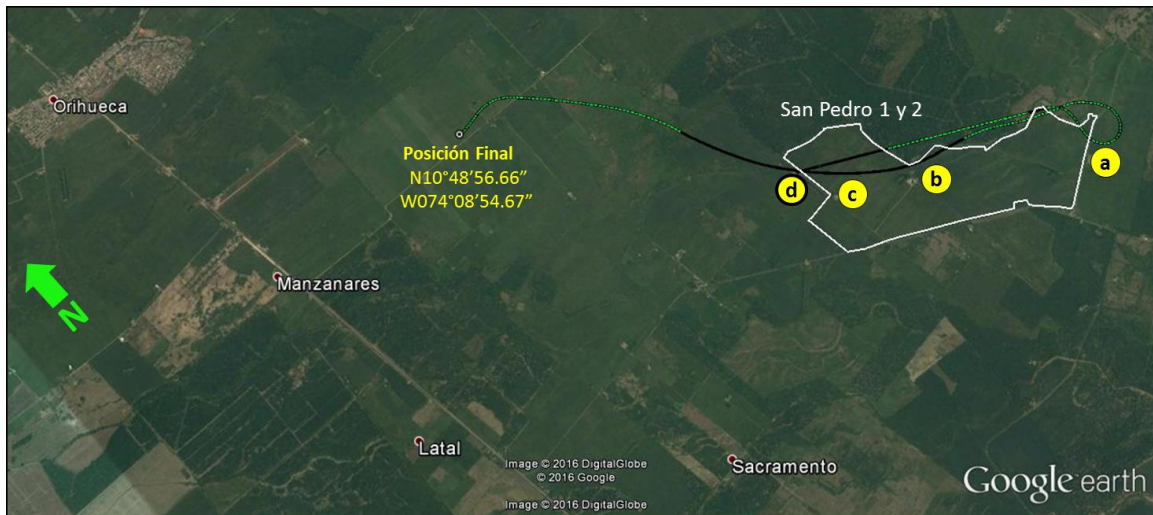
La aeronave no estaba equipada con registrador de vuelo y/o registrador de datos de voz, dado que para este tipo de aeronave de acuerdo al RAC 4, numerales 4.5.6.26 y 4.5.6.34 no son requeridos.

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

El piloto había efectuado la primera pasada de fumigación cuando experimentó un descenso en las revoluciones del motor (En 50 RPM), por lo cual decidió arrojar el producto agro-químico que transportaba y ganar altura y solucionar la situación en las mejores condiciones posibles.

A continuación se describen los eventos que condujeron al incidente grave:

- a) Se presentan en el tacómetro las primeras oscilaciones en las revoluciones del motor.
- b) El piloto observa fluctuaciones suaves de RPM.
- c) Se apagó el motor en vuelo.
- d) El piloto se declaró en emergencia y decidió ejecutar un aterrizaje forzoso en un campo no preparado.



*Trayectoria GPS de la aeronave HK1892 durante el incidente grave*

Durante el descenso, el piloto viró suavemente a la izquierda con el objetivo de buscar un lugar adecuado pero se encontraba sobre el cultivo de plátano y no tuvo otra opción para aterrizar en un campo libre de obstáculos.

La aeronave llevaba una trayectoria de vuelo de  $260^\circ$  durante su aproximación final, ingresando con baja velocidad (Full flaps) y bajo ángulo hasta su impacto contra el terreno, girando bruscamente a la derecha debido a la aplicación del pedal derecho por parte del piloto para minimizar su desplazamiento horizontal, quedando con un rumbo final de  $008^\circ$ .

La posición final de la aeronave correspondió a las coordenadas geográficas  $N10^\circ48.942'$  /  $W074^\circ08.988'$  en el lote "La Francisca" a 109ft de elevación; sufriendo daños sustanciales como la fractura de los trenes de aterrizaje y abolladuras en ambos planos y cubiertas del motor, deformación de una de las palas de la hélice, característica de un impacto contra el terreno sin potencia del motor.

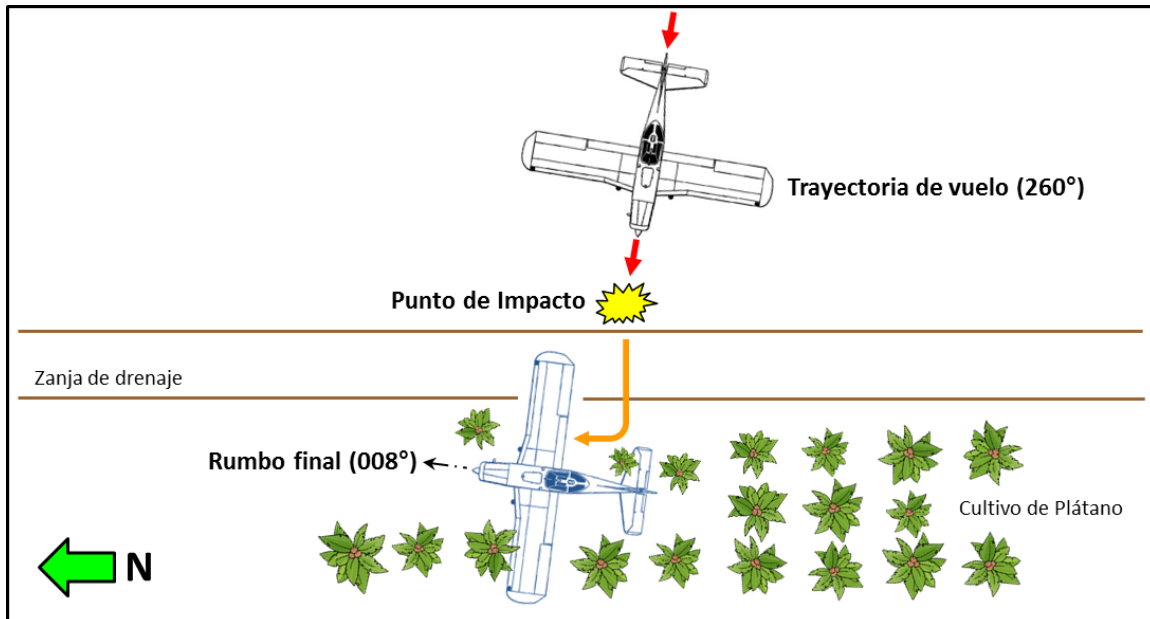


Diagrama del impacto contra el terreno de la aeronave HK1892

### 1.13 Información médica y patológica

El piloto no presentó lesiones físicas a causa del aterrizaje forzoso y fue trasladado al puesto de salud más cercano para ser valorado medicamente. Poseía certificado médico vigente con fecha de vencimiento 03 de Marzo de 2016 y no se evidenciaron limitaciones médicas, factores fisiológicos o psicológicos que hubiesen influenciado la ocurrencia del incidente grave.

### 1.14 Incendio

No se presentó incendio post-impacto.

### 1.15 Aspectos de supervivencia

La aeronave no presentó daños mayores gracias a la dinámica de impacto a baja velocidad y bajo ángulo, haciendo que el incidente grave tuviera capacidad de supervivencia.

El piloto resultó ileso y abandonó la aeronave por sus propios medios; algunos moradores de la región lo acompañaron al centro asistencial.



## 1.16 Ensayos e investigaciones

### 1.16.1 Inspección post-accidente al motor

El motor Lycoming IO-540 K1G5 S/N L-22269-48A perteneciente a la aeronave HK1892 fue llevado a un Taller Aeronáutico de Reparación (TAR) autorizado por la Autoridad Aeronáutica, donde fue realizada su inspección visual post-accidente, como se aprecia en la siguiente imagen:



*Inspección del Motor Lycoming IO-540 K1G5 S/N L-22269-48A*

Durante la inspección visual se encontraron las siguientes evidencias:

1. Soportes inferiores rajados del motor y tensor del alternador.
2. Abolladuras en tubos de admisión.
3. Bancada rota a causa de las fuerzas de impacto.
4. Cigüeñal partido en la biela No.5.
5. Fractura del perno del piñón fijo del cigüeñal.

6. Fundición por alta temperatura del casquete de la biela No.5.
7. Deformación del cárter de potencia a la altura de los cilindros No.5 y No.6.
8. Deformación del cilindro No.5 en el borde.
9. Golpe en el eje de levas.
10. Engranaje partido de la leva de combustible.
11. Fractura del eje impulsor de la bomba de aceite.

### 1.16.2 Pruebas de laboratorio

Mediante oficio radicado, el GRIAA informó a la gerencia de la empresa FUMIGARAY S.A.S. que de acuerdo a los resultados de la inspección pos-accidente realizada al motor de la aeronave HK1892, en la cual se evidenció la fractura del cigüeñal y caja de engranajes principal, se requería efectuar un estudio adicional de mecánica de falla de dichos componentes (Análisis Metalográfico/Análisis Causa-Raíz).

De igual forma, la gerencia de FUMIGARAY S.A.S. informó al GRIAA que *“la empresa no está interesada en efectuar el análisis en mención a las partes involucradas, por el alto costo que este representa”*.

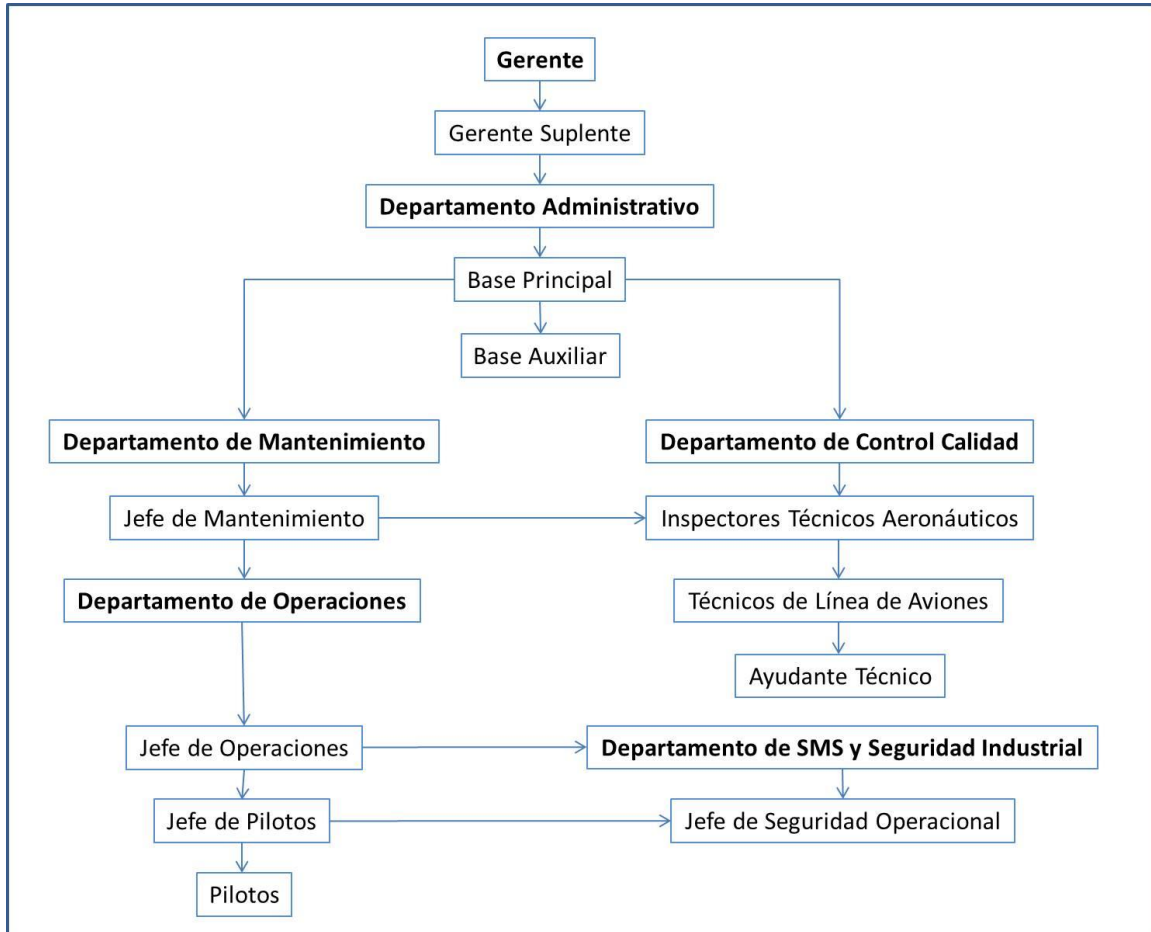
### 1.17 Información sobre organización y gestión

La empresa Fumigaray S.A.S. fue fundada el 8 de marzo de 1982, mediante Escritura Pública radicada en la Notaría Única de Aguachica en el departamento del Cesar.

La sociedad tiene por objeto la explotación de aeronaves de trabajos aéreos especiales en la modalidad de aviación agrícola, fabricación, importación, distribución, compra, venta y comercialización de toda clase de repuestos, combustibles, lubricantes y demás implementos para aviones, abonos, insecticidas, fungicidas y demás insumos agroquímicos.

Nuestra compañía fue autorizada para constituirse mediante Resolución No. 7827 del 11 de julio de 1986 por la UAEAC y mediante Resolución No. 20075 de fecha 22 de diciembre de 1988, se autoriza el cambio de Base Principal de Aguachica (Cesar) al aeródromo Los Almendros (Carepa-Antioquia).

Mediante Resolución 05784 del 21 de noviembre de 2008, emanada de la Oficina de la Subdirección General de la UAEAC, se autoriza a FUMIGARAY S.A. para operar desde el Aeródromo La Lucha, ubicado en el municipio de Ciénaga, departamento del Magdalena.



*Organigrama de FUMIGARAY S.A.S.*

En el diagrama de la empresa se observa que el Departamento de SMS y Seguridad Industrial se encuentra ubicado en un nivel inferior de la estructura organizacional, lo cual generaría impedimentos en sus actuaciones e investigaciones, ya que dirige y supervisa procesos que requieren independencia y objetividad.

## 1.18 Información adicional

### 1.18.1 Fatiga de materiales

La fatiga de materiales es un fenómeno de deterioro estructural permanente, progresivo y localizado que ocurre en un material sometido a ciclos de esfuerzos repetidos, alternantes o fluctuantes, que son conocidas como cargas de fatiga y cuyos valores son menores que la resistencia a la tracción y aún más bajos que al del esfuerzo de fluencia. Durante dicho proceso se generara un punto o puntos de entallas que producen una grieta que, si se dan las condiciones adecuadas crecerá hasta producir la fractura de la pieza después de un número de ciclos de esfuerzos.

Es un fenómeno muy importante ya que es la primera causa de rotura de los materiales metálicos (aproximadamente el 90%).

La mayoría de las fallas por fatiga inician en la superficie de la pieza y progresan lentamente desde un punto de discontinuidad o entalla, hasta formar una grieta que crece considerablemente debido a fuerzas de tensión, torsión o flexión hasta producir la fractura de manera repentina.

El proceso de fatiga de un material puede ser dividido en tres etapas perfectamente distinguibles y que se mencionan a continuación:

*Etapas I, nucleación de grietas.* También es llamada etapa de “daño interno” y se presenta en ausencia de concentradores de esfuerzos. En esta etapa la deformación cíclica produce una alteración de la subestructura de dislocaciones que conduce a la formación de discontinuidades geométricas que posteriormente se desarrollarán como grietas. La extensión de esta etapa depende de la amplitud de esfuerzos; a amplitudes de esfuerzo bajas, la nucleación de grietas puede significar hasta el 90% de la vida en fatiga.

*Etapas II, propagación de grietas.* Para la mayoría de los casos reales, la fatiga transcurre como la propagación de una grieta estable en el material, ya sea por la presencia de concentradores de esfuerzos o por que la nucleación de grietas es acelerada por algún medio. En esta etapa la fractura ocurre por un mecanismo particular asociado con la deformación cíclica de la punta de la grieta, mientras que la deformación del resto de la pieza puede ser elástica. Esta situación es la que permite la aplicación de la mecánica de fractura lineal elástica para el análisis y predicción de la vida en fatiga de componentes reales.

*Etapas III, fractura final.* Cuando la grieta está próxima a alcanzar su tamaño crítico, la fractura comienza a ocurrir por una combinación de fatiga (es decir, deformación cíclica de la punta de la grieta) y formas de fractura estática, como la fractura por clivaje o por coalescencia de huecos. En esta etapa la falla es controlada por la tenacidad a la fractura del material y con una gran influencia de la microestructura y del estado de esfuerzos.

Mediante una inspección a la superficie de fractura se puede definir para la morfología de la falla por fatiga, dos situaciones típicas que se presentan de acuerdo a la configuración geométrica de la pieza:

a) *Fatiga en secciones gruesas.* Al presentarse la fractura del material se puede distinguir tres zonas en su superficie:

i. *Zona de inicio.* Las superficies de fractura por fatiga en su etapa de inicio no presentan rasgos sobresalientes, siendo planas, brillantes y con muy pocas líneas, pudiendo notarse pequeños escalones en la zona de iniciación debido a la nucleación de varias grietas simultáneamente. Usualmente el límite de la zona de iniciación está bien definido por una línea de frente de propagación.

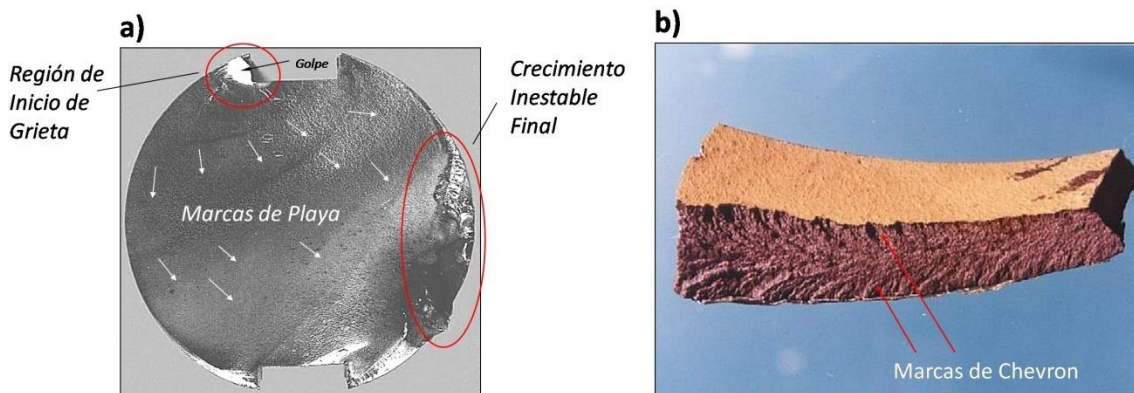


ii. *Zona de propagación estable.* Es una superficie relativamente plana, orientada perpendicularmente a la dirección del esfuerzo principal máximo, brillante u opaca según el medio en que se encuentre la pieza. La principal característica de esta superficie es la presencia de marcas paralelas en formas de ondas o surcos paralelos entre sí, ligeramente curvos y cuyo centro parece converger hacia el punto de inicio.

Estas marcas son conocidas como marcas de playa, por su semejanza con las ondas formadas en la arena de playa por efecto del viento y la marea. Son formadas por el frente de propagación de la grieta cuando éste sufre alguna alteración por variación de la amplitud de carga, detención temporal, o cambio del ambiente y por lo mismo son muy valiosas en un análisis de fallas para reconstruir la secuencia de la falla. La segunda característica sobresaliente de una superficie son una serie de escalones o bordes radiales, paralelos a la dirección de propagación de la grieta y que se forman cuando la grieta se propaga en niveles ligeramente diferentes.

iii. *Zona de fractura final.* Cuando la grieta está próxima a alcanzar su tamaño crítico, la alta concentración de esfuerzos provoca una transición a una fractura por corte y la superficie de fractura se hace más rugosa y comienza a inclinarse hasta un ángulo cercano a los 45°, formando un labio en la zona de desprendimiento final. Dependiendo de la ductilidad del material, puede presentarse una deformación severa e incluso un cuello en esta zona.

b) *Fatiga en pared delgada.* La característica morfológica de la falla por fatiga es el desarrollo en su superficie de marcas tipo Chevron, cuyo patrón consiste en pequeños lomos o hendiduras en la fractura que generalmente se propagan a medida que la fractura crece.

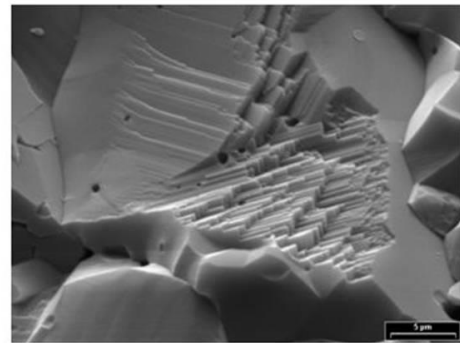
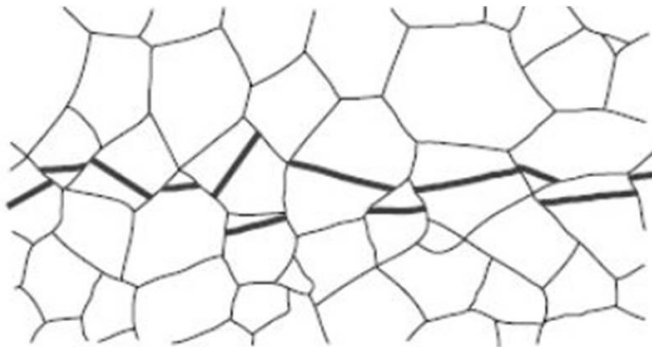


Morfología de las Fallas por Fatiga: a) Sección Gruesa, b) Pared Delgada

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

### A. Fractura Transgranular

En el proceso de clivaje la propagación de la fisura se debe a la fractura sucesiva y repetitiva de los enlaces atómicos a lo largo de planos cristalinos específicos lo cual produce una fractura de tipo transgranular, cuya superficie presenta una textura áspera y de coloración grisácea. Macroscópicamente, la superficie de fractura tiene una textura granular o facetada producto de los cambios en la orientación de los planos de clivaje de un grano a otro.



*Morfología de la Fractura Transgranular*

### 1.19 Técnicas de investigación útiles o eficaces

Se emplearon las técnicas contenidas en el Documento 9756<sup>2</sup> de la OACI, así como las evidencias físicas y testimoniales recopiladas durante los trabajos de campo, información documental solicitada a la empresa e inspecciones efectuadas al motor y sus componentes.

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

---

<sup>2</sup>Doc 9756: Manual de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación.

## 2. ANÁLISIS

### 2.1 Aeronave

#### 2.1.1 Planta motriz

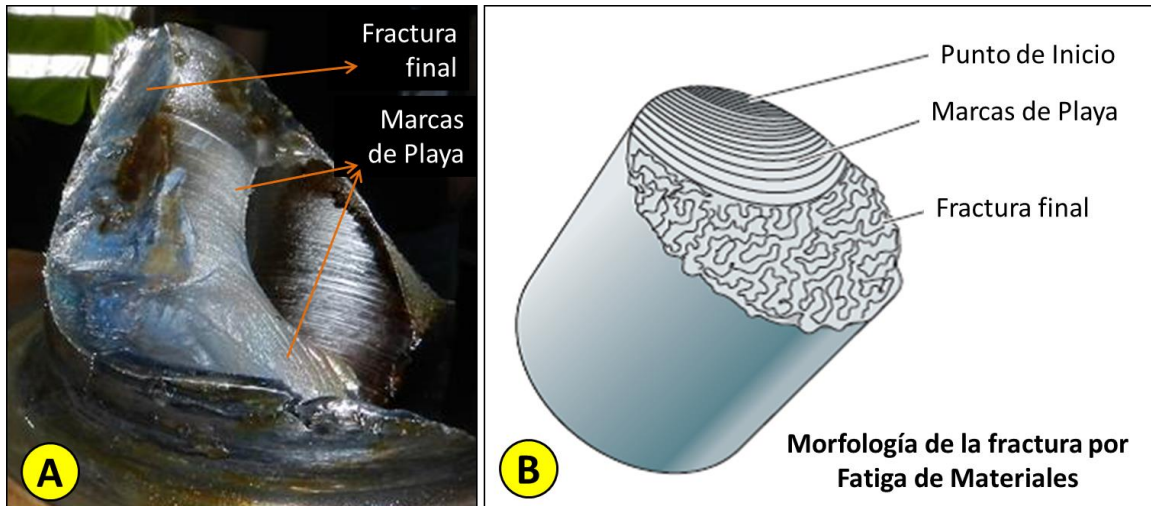
Durante la inspección post-accidente se observó la fractura del cigüeñal a la altura de la biela No.5, condición atípica que pudo generar la pérdida total de potencia del motor en vuelo y obligar al piloto a efectuar un aterrizaje de emergencia.

#### A. FRACTURA DEL CIGÜEÑAL

En el examen visual realizado sobre la zona de falla se evidenciaron patrones similares a “marcas de playa” en una parte de la superficie de fractura del cigüeñal, morfología característica de las fallas producidas por el fenómeno de fatiga de materiales, como se detalla en las siguientes imágenes.



*Zona de fractura del cigüeñal del motor Lycoming IO-540 K1G5*



*Morfología de fractura por fatiga de materiales en el cigüeñal (Izq.) y general (Der.)*

Mediante el análisis metalográfico, se puede realizar una inspección visual en profundidad de la zona de fractura empleando técnicas como la Microscopía Estereográfica y Microscopía Electrónica de Barrido, efectuando pruebas mecánicas de dureza y micro-dureza del componente, así como para especificar la composición química y caracterización del material.

El análisis de falla es una importante herramienta que permite determinar la(s) causa(s) probable(s) de falla, evaluando detalladamente y por separado cada uno de los factores incidentes para obtener un diagnóstico confiable, así como conclusiones y recomendaciones finales que prevengan su ocurrencia.

Durante la investigación se hizo necesaria la realización de análisis metalográfico y de falla del componente fracturado en laboratorios certificados y cuyos resultados permitan al investigador determinar la influencia de los siguientes factores en el desarrollo de la falla por fatiga de materiales:

- a) Diseño del componente.
- b) Selección del material.
- c) Procesos de manufactura.
- d) Tratamiento térmico.
- e) Instalación del componente.
- f) Operación y mantenimiento.

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO



## B. PRUEBAS DE LABORATORIO

No pudo determinarse tanto el origen como los factor(es) contribuyente(s) que generaron el fenómeno de fatiga de materiales en el cigüeñal del motor, así como los criterios que permitieran emplear un modelo investigativo (Causa-Raíz), ya que por decisión del propietario y explotador de la aeronave HK1892 este componente no fue sometido al análisis metalográfico y de falla solicitado por el GRIAA.

En este sentido, la gerencia de la empresa FUMIGARAY S.A.S. incumplió la normatividad vigente descrita en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia RAC 8 Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación, numeral 8.5.32 Costos de la Investigación:

*“Todos los gastos derivados de la investigación de un accidente, incidente grave e incidente de aviación, serán costeados por el propietario y/o explotador de la aeronave. Los costos deben cubrir entre otros: la inspección de las plantas motrices, la realización de análisis de calidad del combustible, fluido hidráulico y aceite en laboratorios especializados, la decodificación de los registradores de vuelo (cuando sea aplicable), **los análisis en laboratorios metalográficos de las partes comprometidas en fallas de material**, el envío de dichas partes al exterior o a las entidades descritas y los gastos derivados del viaje, traslados y la permanencia en lugar de los investigadores. Cuando la autoridad aeronáutica y/o el Órgano investigador asumen tales costos, repetirán contra el propietario y/o explotador interesado”.*

Así mismo, se evidenciaron deficiencias organizacionales por parte del Comité de Seguridad Aérea de la empresa, debido al incumplimiento de sus funciones específicas establecidas en el Manual General de Operaciones (MGO) de FUMIGARAY S.A.S., numeral 2.1.2 Política de Seguridad Aérea, literal d:

*“Verificar que se efectúen los análisis de causa de manera oportuna y eficaz”.*

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

### 3. CONCLUSIÓN

#### 3.1 Conclusiones

1. El piloto disponía de licencia PCA vigente y estaba calificado para volar el equipo PIPER PA-36-300.
2. El certificado médico del piloto se encontraba vigente y sin anotaciones que pusieran en riesgo la operación segura de la aeronave.
3. La aeronave se encontraba aeronavegable y cumplía con los requerimientos de mantenimiento establecidos para efectuar el tipo de operación asignada.
4. El piloto realizó un aterrizaje de emergencia en un campo no preparado ante el apagado del motor en vuelo.
5. El motor fue sometido a Overhaul el 15 de Junio de 2007 (1140:40 horas) y había sido sometido a un servicio de 50 horas el día 17 de Octubre de 2015 (1980:03 horas). Al momento del accidente poseía un total de 2009:21 horas de vuelo.
6. El cigüeñal fracturado no fue sometido a las pruebas metalográficas solicitadas por el GRIAA, incumpliendo la empresa FUMIGARAY S.A.S lo establecido en el RAC 8, numeral 8.5.32 "Costos de la investigación".
7. Las condiciones meteorológicas eran visuales y no tuvieron relación con la ocurrencia del incidente grave.
8. La aeronave cumplía con el manual del fabricante en el mantenimiento, bajo las guías de inspección horaria, respectivas AD's, SB's de aeronave, motor y hélice.
9. El incidente grave tuvo capacidad de supervivencia, el piloto resultó ileso y abandonó la aeronave por sus propios medios.
10. No se presentó incendio post-impacto.

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

### 3.2 Factores Contribuyentes

De acuerdo a la investigación realizada, se estableció como hipótesis de falla que contribuyó en la ocurrencia del Incidente Grave:

1. Fractura súbita del cigüeñal en la posición de la biela No.5, generada por un fenómeno de Fatiga de Materiales, ocasionando la pérdida total de potencia del motor y obligando al piloto a realizar un aterrizaje de emergencia en un campo no preparado.

### Taxonomía OACI

Fallo o Malfuncionamiento de Sistema/Componente (Grupo Motor) (SCF-PP)

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

## 4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

### 4.1 A LA EMPRESA FUMIGARAY S.A.S.

#### **REC. 01-2015-54-2**

A la Gerencia General, para que presente ante la Autoridad Aeronáutica un estudio de ingeniería que incluya un “Análisis de Criticidad” en los elementos estructurales de los motores Lycoming IO-540, con el fin de establecer las medidas necesarias para prevenir fallas por fatiga, sobre-esfuerzo o corrosión.

Plazo de ejecución de 60 días a partir de la fecha de publicación del informe final en la página WEB de la entidad.

#### **REC. 02-2015-54-2**

A la **Dirección de Mantenimiento**, para que establezca un programa de capacitación dirigido al personal de mantenimiento aeronáutico de la organización o contratado externamente, con una intensidad de 05 horas teóricas y cuya temática incluya:

1. Características y comportamiento mecánico de los materiales aeronáuticos.
2. Clasificación y morfología de los tipos de fractura mecánica.
3. Fatiga de Materiales, sobre-esfuerzo estructural y corrosión.
4. Detección de fallas en elementos estructurales mediante técnicas de inspección no destructiva.

Plazo de ejecución de 60 días a partir de la fecha de publicación del informe final en la página WEB de la entidad.

Este informe final se firmó a los 01 días del mes de Septiembre de 2016.

## **GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES AÉREOS**

Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil





**Grupo de Investigación de Accidentes & Incidentes**  
**Av. Eldorado No. 103 – 23, OFC 203**  
**[investigación.accide@aerocivil.gov.co](mailto:investigación.accide@aerocivil.gov.co)**  
**Tel. +57 1 2962035**  
**Bogotá D.C - Colombia**