



INFORME FINAL

INCIDENTE GRAVE

COL-22-45-GIA

Falla de planta motriz y aterrizaje de emergencia

Airbus A320-214

Matrícula N562AV

25 de julio de 2022

TMA Medellín – Antioquia, Colombia

ADVERTENCIA

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

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

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

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

CONTENIDO

SIGLAS	4
SINOPSIS	5
RESUMEN	5
1. INFORMACIÓN FACTUAL	6
1.1 Reseña del vuelo	6
1.2 Lesiones personales	7
1.3 Daños sufridos por la aeronave.....	7
1.4 Otros daños	7
1.5 Información personal.....	9
1.6 Información sobre la aeronave y el mantenimiento.....	10
1.6.1 Aeronave	10
1.6.2 Motores.....	11
1.6.2.1 Motor Posición No. 2 – S/N: 645640	11
1.7 Información Meteorológica	12
1.8 Ayudas para la Navegación	12
1.9 Comunicaciones y Tránsito Aéreo.....	12
1.10 Información del Aeródromo	12
1.11 Registradores de Vuelo.....	12
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto	13
1.13 Información médica y patológica	13
1.14 Incendio	14
1.15 Aspectos de supervivencia.....	14
1.16 Ensayos e investigaciones	14
1.16.1 Boletín de Servicio CFM56-5B S/B 72-1094.....	14
1.16.2 Proceso de inspección motor CFM56-5B	15
1.16.2.1 Hallazgos del fabricante CFM	15
1.17 Información orgánica y de dirección	18
1.18 Información adicional	18
1.18.1 Declaración de la tripulación	18
1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación	18
2. ANÁLISIS	19
2.1 Procedimientos Operacionales.....	19
2.2 Malfuncionamiento de la planta motriz	19
3. CONCLUSIÓN	21
3.1 Conclusiones	21
3.2 Causas probables	22
3.3 Taxonomía OACI	22
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	23

SIGLAS

AFM	Aircraft Flight Manual
AGL	Por Encima del Suelo
AP	Piloto Automático
APU	Unidad de Potencia Auxiliar
A/THR	Auto aceleradores
BEA	Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile. Autoridad de investigación de accidentes de Francia
CVR	Registrador de Voces de Cabina
CSN	Ciclos desde Nuevo
DIACC	Dirección Técnica de Investigación de Accidentes. Autoridad de investigación de accidentes de Colombia
EGT	Temperatura de Gases de Escape
ft	Pies
gal	Galones
HPT	High Pressure Turbine (Turbina de alta presión)
IFSD	Apagada de Motor en Vuelo
FCOM	Flight Crew Operation Manual
FDR	Registrador de Datos de vuelo
FIAA	Formato de Información Actualizada de la Aeronave
GS	Ground Speed
HL	Hora Local
h	Horas
KT	Nudos
KIAS	Nudos Indicados
lb	Libras
m	metros
MEL	Lista de Equipo Mínimo
PTL	Piloto Transporte de Línea
SKBO	Aeródromo Eldorado, Bogotá D.C. - Colombia
SKRG	Aeródromo José María Córdoba, Rionegro – Colombia
TOW	Peso al Despegue
TSN	Tiempo desde Nuevo
UTC	Tiempo Coordinado Universal
VFR	Reglas de Vuelo Visual
VMC	Visual Meteorological Conditions

SINOPSIS

Aeronave:	Airbus A320-214
Fecha y hora del Incidente Grave:	25 de julio de 2022, 08:33 HL (13:33 UTC)
Lugar del Incidente Grave:	En vuelo, TMA Medellín, 3NM hacia FIX ISVAT, Departamento de Antioquia, Colombia
Coordenadas:	N05°47'07.54" – W075°09'48.19"
Tipo de Operación:	Transporte comercial regular de pasajeros
Número de ocupantes:	182 ocupantes – 6 Tripulantes, 176 pasajeros
Taxonomía OACI:	SCF-PP

RESUMEN

Durante un vuelo de Transporte Regular de pasajeros entre el aeropuerto José María Córdoba (OACI: SKRG) y el aeropuerto Eldorado (OACI: SKBO), en fase de crucero con nivel de vuelo FL195, la aeronave Airbus A320 presentó malfuncionamiento del motor No. 2, con indicaciones de caída de la velocidad rotacional del sistema N1 a 23%, y aumento de indicación de temperatura de gases de escape (EGT) a 977°C.

La tripulación apagó el motor y declaró condición *PAN PAN PAN*. En vista de que la aeronave tenía como ítem diferido la Unidad de Potencia Auxiliar (*APU*) por inoperatividad, y que, por lo tanto, la aeronave contaba entonces con un solo generador (el del motor No. 1), la tripulación comunicó al ATC el cambio de su estatus a *MAYDAY MAYDAY*.

El ATC dio instrucciones para que el vuelo procediera directamente a SKBO; y, después de 28 min, la aeronave aterrizó en SKBO sin novedad. La aeronave rodó por sus propios medios y se efectuó el desembarque de pasajeros de manera normal y sin lesiones. La aeronave no sufrió daños.

El evento ocurrió aproximadamente a 3NM hacia la posición FIX ISVAT del TMA Medellín, a las 08:33 HL en luz de día y en condiciones VMC.

La investigación determinó que el Incidente Grave ocurrió por las siguientes causas:

- Falla y malfuncionamiento del motor No. 2 en vuelo como consecuencia de la fractura y desprendimiento de los álabes de la etapa de turbina de alta presión (HPT) que causaron daños severos al interior del motor, que hicieron necesaria la apagada del motor en vuelo (IFSD) y un aterrizaje de emergencia, ante la pérdida de redundancia de la fuente principal de energía eléctrica de la aeronave.
- Altas tensiones locales generadas en las uniones “*min neck*” y en el cuerpo de los álabes de la etapa de turbina de alta presión (HPT), que en la operación normal generaron fatiga en el material, iniciando grietas que se propagaron radialmente hacia afuera, hasta provocar la fractura y desprendimiento de un álabe.

La investigación emitió dos (2) recomendaciones de seguridad operacional.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1 Reseña del vuelo

El 25 de julio de 2022, la aeronave de transporte comercial de pasajeros Airbus A320-214 efectuaría el vuelo AVA9351 entre el aeropuerto Internacional José María Córdoba de la ciudad de Rionegro (OACI: SKRG) y el aeropuerto Internacional Eldorado (OACI: SKBO), con 176 pasajeros y 6 tripulantes a bordo.

El vuelo estaba programado para las 07:43 HL en la ruta SKRG – ISVA2B – ISVAT – ISVA3E – SKBO a un nivel de vuelo FL210.

Para la realización del vuelo la aeronave tenía dos ítems diferidos de acuerdo a MEL:

- *Wing Scan Light* (MEL C 33-40-07, W/O: 58414607), inoperativa.
- Unidad de Potencia Auxiliar, *APU*, MEL C 49-10-01, W/O: 58414646), inoperativa.

Fue iniciado el abordaje de pasajeros y posteriormente, a las 08:07 HL, se efectuó el remolque y puesta en marcha. La aeronave contenía 4,437 kg de combustible, y un peso al despegue (TOW) de 61,594 kg.

La aeronave inició el rodaje a la pista 01 y a las 13:25 HL efectuó el despegue. Continuó la ruta de acuerdo con el Plan de Vuelo, en ascenso para nivel de vuelo FL210.

A las 08:33 HL, cuando la aeronave ascendía a través de FL195, con una velocidad de 278 IAS, se presentó una caída de indicación de N1 del motor No. 2, de 90% a 23%, acompañada de indicaciones *ECAM ENG 2 STALL/FAIL/EGT OVER LIMIT/STAR VE FAULT/SHUT DOWN* y valores *EGT* que alcanzaron los 977°C.

La tripulación efectuó los procedimientos de apagada de motor en vuelo, haciendo la descarga del extintor No. 1 del motor No.2, y posteriormente declaró en la frecuencia ATC la condición *PAN PAN PAN*.

Después de efectuar verificaciones adicionales, entre ellas el diferido el *APU*, la tripulación decidió declarar situación *MAYDAY MAYDAY* al ATC. El vuelo se estabilizó a FL190 y el ATC dio instrucciones para que procediera directo a SKBO. La tripulación de mando controló la aeronave, y la tripulación de cabina de pasajeros preparó la aeronave para el aterrizaje de emergencia. El descenso fue controlado y la tripulación solicitó al ATC que previera asistencia en tierra.

La aeronave fue autorizada para aproximar por la pista 13R, y a las 08:51 HL aterrizó. No fue necesaria acción por parte del Servicio de Extinción de Incendios (SEI) después del aterrizaje. La aeronave rodó por sus propios medios sin otra novedad, y alcanzó la posición de desembarque a las 09:01 HL, en donde posteriormente desembarcaron los pasajeros.

No se presentaron lesionados; y la aeronave no sufrió daños en el evento, más allá de los daños contenidos en el motor No. 2. El evento ocurrió aproximadamente a 3NM hacia la posición FIX ISVAT del TMA Medellín, a las 08:33 HL con luz de día y en condiciones VMC.

Ante el malfuncionamiento de planta motriz en vuelo, y con el ítem APU diferido, la aeronave quedó con un (1) solo generador; por esto motivo, principalmente, la Autoridad de Investigación de Accidentes DIACC, clasificó el evento como Incidente Grave.

Siguiendo los protocolos de Anexo 13 de la Organización de Aviación Civil Internacional y la Reglamentación Aeronáutica de Colombia RAC 114, se efectuó la Notificación de la ocurrencia a la Organización de Aviación Civil Internacional, a la *Bureau d'Enquêtes et d'Analyses – (BEA)* de Francia, como Estado de Diseño y de Fabricación de la aeronave y a la *National Transportation Safety Board (NTSB)* de los Estados Unidos, como Estado de Diseño y Fabricación de plantas motrices.

Fueron asignados Representantes Acreditados por parte de la BEA y NTSB, y Asesores Técnicos por parte de los fabricantes General Electric y Safran, para apoyar la investigación que realizó la Dirección Técnica de Investigación de Accidentes, DIACC.

1.2 Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros
Mortales	-	-	-	-
Graves	-	-	-	-
Leves	-	-	-	-
Illesos	6	176	182	-
TOTAL	6	176	182	-

1.3 Daños sufridos por la aeronave

MENORES. La aeronave no reveló daños externos. El motor No. 2, CFM56-5B4/3, S/N: 645640, presentó evidente desprendimiento y fragmentos de los álabes de la sección de turbina de baja presión, LPT.

El 28 de julio de 2022, se efectuó una inspección boroscópica a este motor. Se encontraron todos los álabes de la sección de turbina de alta presión HPT, fracturados; y tres (3) álabes se encontraron fracturados desde la raíz en donde se anidaba el disco de la turbina de alta presión, HPT.

1.4 Otros daños

No se presentaron.



Fotografías No. 1 y 2: Estado general de la etapa de turbina de alta presión HPT, motor No. 2.



Fotografía No. 3: Apariencia general y restos de los álabes de etapa de turbina de baja presión LPT, del motor No. 2.

1.5 Información personal

Piloto

Edad:	29 años
Licencia:	Piloto de Transporte de Línea - PTL
Certificado médico:	Vigente hasta 09 de febrero de 2023
Equipos volados como piloto:	A32S – A330
Último chequeo en el equipo:	25 febrero 2022
Total horas de vuelo:	3,895:18 h (<i>Información de Aeronáutica Civil</i>)
Total horas en el equipo:	3,347:26 h – 1,242:55 h como Capitán

El Piloto al mando contaba con una licencia de Piloto de Transporte de Línea emitida el 21 de enero de 2019 con habilitaciones como Piloto en aeronaves A318/19/20/21. Contaba con la Autorización de Piloto para fines Especiales (SPPA) vigente por la Autoridad Aeronáutica de Estados Unidos.

Acumuló un total de 2,104:31 h como Copiloto en equipos A32 series y 1,495:09 h como Copiloto en equipo A330. Como Capitán del equipo A320 series acumulaba un total de 1,242:55 h.

El Capitán contaba con entrenamientos en:

- Escuela de tierra Recurrente 05 mayo 2022.
- Recobre de autonomía 13 agosto 2021/ satisfactorio.
- Proeficiencia 25 febrero 2022.
- Recurrente de Simulador 16 agosto 2021.
- LRQA 26 agosto 2021.

Copiloto

Edad:	32 años
Licencia:	Piloto Comercial de Avión - PCA
Certificado médico:	Vigente hasta 03 de enero de 2023
Equipos volados como piloto:	A32S
Último chequeo en el equipo:	09 abril 2022
Total horas de vuelo:	331:36 h (<i>Información de Aeronáutica Civil</i>)
Total horas en el equipo:	3,494:38 h como Copiloto

El Piloto al mando contaba con una licencia de Piloto Comercial de Avión emitida el 12 de noviembre de 2013 con habilitaciones como Copiloto en aeronaves A318/19/20/21. Contaba con la Autorización de Piloto para fines Especiales (SPPA) vigente por la Autoridad Aeronáutica de Estados Unidos.

Acumuló un total de 3,494:38 h como Copiloto en equipos A32 series.

El Capitán contaba con entrenamientos en:

- Escuela de tierra recurrente 27 enero 2022.
- Proeficiencia 09 abril 2022.
- Recurrente Simulador 08 septiembre 2021.
- CRA 12 mayo 2022.

1.6 Información sobre la aeronave y el mantenimiento

1.6.1 Aeronave

Marca:	Airbus
Modelo:	A320-214
Serie:	5622
Año de fabricación:	2013

Matrícula:	N562AV
Certificado aeronavegabilidad:	029-2013 (28/05/2013), vigente.
Certificado de matrícula extranjera:	RME10530 (27/05/2022), vigente.
Fecha último servicio:	25 julio 2022, Chequeo de línea
Total horas de vuelo:	21,987 h
Total ciclos de vuelo:	17,656

La aeronave Airbus A320-214 tiene un peso bruto máximo de 77,000 kg, y un peso vacío de 42,169 kg; su capacidad es de 186 pasajeros y 10 tripulantes.

La aeronave se encontraba aeronavegable y cumplía los requisitos técnicos exigidos por la Autoridad Aeronáutica y por el Fabricante.

La aeronave fue despachada con un peso de despegue computado de 61,594 kg, dentro de los parámetros de Peso y Balance establecidos.

Para el vuelo, la aeronave tenía dos (2) ítems diferidos relacionados con:

- C33-40-07 – Luz exploradora (*wing scan light*) del plano izquierdo, inoperativa.
- C49-10-01 – Unidad de Poder Auxiliar (APU) inoperativo

1.6.2 Motores

Marca:	CFM International
Modelo:	CFM56-5B4/3
Serie:	No. 1 – 643573. No. 2 – 645640
Fecha último servicio:	25 julio 2022, chequeo de línea

CFM produce y manufactura los motores CFM56. Es una compañía conjunta entre Safran Aircraft Engines (Francia) y General Electric (EEUU). Cada compañía es responsable de ciertas partes del motor.

1.6.2.1 Motor Posición No. 2 – S/N: 645640

Parte Número Álabe Rotor HPT:	2403M91P02
Total horas de vuelo:	21,987 h
Total ciclos de vuelo:	17,655

El motor fue fabricado el 11 de abril de 2013. Fue instalado en la aeronave el 25 de abril de 2013. Acumulaba un total de 21,987 h TSN y 17,655 ciclos CSN hasta el día del evento.

El 24 de julio de 2022, se presentó un reporte de reemplazo de válvula de arranque de motor No. 2. Se efectuó como acción correctiva el reemplazo de válvula de arranque con resultados satisfactorios. No existían reportes recientes adicionales del motor No. 2.

Se le realizó una inspección boroscópica el 18 de diciembre de 2021.

Dentro del plan de mantenimiento, el motor sería removido en septiembre de 2022.

El 25 de mayo de 2016, TSN 8,109 h y CSN 6,259, el motor presentó una ingestión de ave provocando un daño en el álabe No 4. Se efectuaron inspecciones adicionales y no se encontraron mayores discrepancias.

1.7 Información Meteorológica

No existió incidencia de este factor en el Incidente Grave.

1.8 Ayudas para la Navegación

No relevantes para la investigación.

1.9 Comunicaciones y Tránsito Aéreo

Las comunicaciones con el ATC fueron desarrolladas adecuadamente por parte de la tripulación del vuelo AVA 9351; una vez que se presentó el evento, la tripulación reportó al ATC la novedad presentada, notificando *PAN PAN PAN*, y posteriormente cambió de status a *MAYDAY MAYDAY*.

El ATC dió al vuelo AVA9351 las autorizaciones correspondientes para efectuar aproximación directa a SKBO. No existieron desviaciones o malfuncionamiento de las comunicaciones que fueran contribuyentes al evento.

1.10 Información del Aeródromo

No aplicable a la investigación.

1.11 Registradores de Vuelo

La aeronave contaba con un (1) Registrador de Datos de Vuelo FDR, Honeywell HFR5D, S/N: 03-005 y un Registrador de Voces de Cabina CVR, Honeywell MFR97896, S/N: 120-15543SS. Dichos componentes fueron descargados con supervisión de la DIACC en el MRO Avianca, en Rionegro, y su lectura fue satisfactoria.

En la revisión de los datos de vuelo del FDR y el PFR, a las 08:33 HL, cuando el avión ascendía a través de FL195, con una velocidad de 278 IAS, el motor No. 2 registró una caída de indicación de N1 de 90% a 23%, acompañado de indicaciones *ECAM ENG 2 STALL/FAIL/EGT OVER LIMIT/STAR VE FAULT/SHUT DOWN* y valores EGT que alcanzaron 977°C.

De acuerdo con lo encontrado en los registros de vuelo y en las grabaciones de cabina, una vez ocurrida la falla la tripulación aplicó los procedimientos establecidos para situación anormal, por la inoperatividad de motor, según lo establecido por el fabricante.

El vuelo continuó y a las 08:51 HL se efectuó el aterrizaje en SKBO sin novedad.

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

La Dirección Técnica de Investigación de Accidentes de Colombia tuvo conocimiento del evento por parte del SEI de SKBO, quien notificó la novedad cuando la aeronave aterrizó; así mismo, el operador notificó oportunamente detalles suceso.

La inspección inicial realizada a la aeronave no reveló daños externos. El motor No. 2 CFM56-5B4/3, S/N: 645640, fue inspeccionado visualmente observándose el evidente desprendimiento y restos de los álabes de la sección de turbina de baja presión LPT. Así mismo, se determinó que el compresor no giraba.



Fotografía No. 4: Condición de los álabes y restos en la sección LPT, motor SN 645640.

Externamente no se evidenciaron daños aparentes en el motor. En cabina se comprobó que el extintor No. 1 del motor derecho (No. 2), había sido descargado. Fue ordenada una inspección boroscópica (BSI) para verificar condición interna del motor.

Dentro del proceso, se efectuó verificación de información técnica y operacional de aeronave y tripulantes sin novedad.

El jueves 28 de julio de 2022 se programó la inspección boroscópica (BSI) al motor 645640. La inspección boroscópica encontró todos los álabes HPT fracturados y faltantes. Tres de ellos se encontraron fracturados desde la raíz en su anidamiento al disco HPT.

1.13 Información médica y patológica

Los ocupantes de la aeronave no presentaron lesiones. La tripulación contaba con sus certificados médicos vigentes, sin restricciones especiales. El factor psicofísico de la

tripulación no tuvo incidencia en el evento, y los resultados de pruebas toxicológicas no revelaron presencia de sustancias psicoactivas.

1.14 Incendio

No se presentó incendio.

1.15 Aspectos de supervivencia

No aplicable a la investigación.

1.16 Ensayos e investigaciones

1.16.1 Boletín de Servicio CFM56-5B S/B 72-1094

El Boletín de Servicio (SB) 72-1094 aplicable a los motores CFM56-5B, fue emitido en diciembre de 2020, y está relacionado específicamente con la sección de HPT del motor y el reemplazo de los álabes HPT.

El SB de categoría 4, recomienda aplicarlo cuando el módulo HPT esté expuesto. Se consideró en el boletín un Impacto B, y es recomendado para evitar una condición en la cual pueda generar un fallo/apagada de motor en vuelo (IFSD), un abortaje de despegue (ATO), retornos (ATB), o desvíos en vuelo (DIV).

El motivo de emisión del SB era remover álabes de la sección HPT con ciertos números de serie, de para mejorar la confiabilidad del motor y reducir el número de fracturas y separaciones.

El motor CFM ha experimentado 8 eventos de separación de álabes de HPT, asociados con grietas, atribuidas a condiciones de operación particulares. Cada una de estas separaciones dio lugar a un evento operacional. Los umbrales de reemplazo de los álabes fueron publicados para ayudar a los operadores a administrar el reemplazo de los álabes HPT, para determinados seriales de motores CFM (ESN), con el fin que los álabes HPT operaran dentro de su rango cíclico óptimo.

El SB atribuye como causa de esta fractura y separación de los álabes, a las altas tensiones locales en la superficie del álabe HPT, las cuales pueden inducir grietas por fatiga que se propagan radialmente hacia afuera hasta producirse la falla.

Para el motor S/N 645640 involucrado en el evento, no aplicaba el SB de diciembre de 2020.

En agosto de 2021 el SB tuvo la revisión No. 1 en la cual fue modificado el número de ciclos para el reemplazo y retiro del servicio de los álabes.

La revisión No. 1 del SB, tampoco aplicaba para el motor S/N 645640.

El 02 de agosto de 2022, después de ocurrido el evento, se emitió el SB con revisión No. 2 en la cual se modifica el número de ciclos de reemplazo y retiro de álabes.

Específicamente, para el motor S/N 645640, se estableció un máximo de 16,700 ciclos para el reemplazo y retiro de álabes HPT.

Para el día del evento, el motor S/N 645640 ya había acumulado un total de 21,987 h de vuelo, y 17,655 ciclos.

1.16.2 Proceso de inspección motor CFM56-5B

La Dirección Técnica de Investigación de Accidentes ordenó la inspección del motor CFM56-5B4/3, S/N: 645640. Se coordinó a través de los Representantes Acreditados de Estados Unidos y de Francia, la supervisión de la inspección del motor con los Asesores Técnicos de General Electric, CFM y el operador.

No obstante, esta inspección no se llevó a cabo, pues el motor no fue llevado al taller para su desmontaje e investigación adicional, por su condición de “arrendado” por un tercero al operador.

1.16.2.1 Hallazgos del fabricante CFM

El operador de la aeronave incidentada, y otros operadores en el mundo, han tenido varios eventos en los cuales se han presentado fractura y desprendimiento de álabes de la sección HPT.

Estos operadores comparten los mismos motores, en similares características de operación (tramos de vuelos cortos, etc.), que contribuyen a fallos prematuros. Sin embargo, no se habían implementado medidas para prevenir ese tipo de fallas.

Fue así como CFM creó una clasificación de sub-flota compuesta por el operador del suceso, y otras flotas, para gestionar la seguridad y confiabilidad de las aeronaves.

CFM entonces, emitió el Boletín de Servicio SB 72-1094 de Categoría 4B, en diciembre de 2020, y posteriormente su revisión No. 1, en agosto de 2021.

Los eventos presentados, previamente a la ocurrencia del N562AV fueron los siguientes:

Fecha evento	Modelo y Serie	Subflota	HPTB P/N	Tipo Evento	TSN álabes	CSN álabes
09 NOV 18	5B4/B		2403M91P02	IFSD	17,656	17,301
13 MAR 19	5B4/B	Operador	2403M91P02	ATO	14,904	15,151
22 SEP 19	5B4/B	Operador	2403M91P02	IFSD	18,577	18,900
06 NOV 19	5B4/B		2403M91P02	IFSD	21,357	19,533
02 DIC 19	5B4/B		2403M91P02	ATO	19,507	15,197
19 JAN 21	5B4/B		2403M91P02	ATO	23,771	14,701
25 JUL 22	5B4/B	Operador	2403M91P02	IFSD	21,987	17,655

Los eventos identificados presentaban características relacionadas con crecimiento del agrietamiento en la junta del álabes “min neck”.

El motor CFM56-5B ha experimentado 6 eventos de separación de álabes de sección HPT confirmados, y se sospecha que dos (2) eventos adicionales fueron causados por los álabes; sin embargo, el fabricante aún no ha generado resultados finales ante la falta de inspección de los motores.

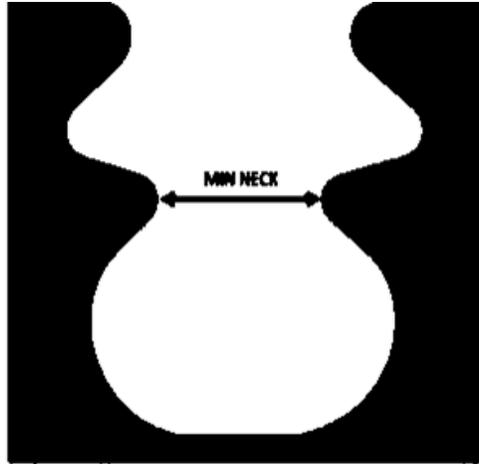


Figura No. 1: Localización de la junta del álabe “min-neck”.



Fotografías No. 5 y 6: Localización de la junta del álabe “min-neck” en HPT. Fuente: CFM International.

CFM revisó el SB 72-1094 clasificándolo en Categoría 2, Impacto B, el 2 de agosto de 2022 para incluir todos los motores del operador involucrado, y otros operadores que cumplieran los criterios de los SB.

El umbral de remoción recomendado (RRT) establecido para remoción y reemplazo de los álabes de HPT, se redujo a los 16,700 ciclos.

Los criterios definidos del SB para motores de sub-flota instalados con álabes del HPT fueron los siguientes:

- >16,700 ciclos a la emisión de SB: eliminar dentro de los 180 días posteriores a la emisión de SB.
- Entre 16,100 y 16,700 ciclos al momento de la emisión del SB: eliminar dentro de los 180 días posteriores a la emisión del SB, o antes de los 16,700 ciclos, lo que ocurra primero.
- <16 100 ciclos, remover a los 16 700 ciclos o antes.

Dentro de la información recopilada, se determinó que la compañía CFM efectuaría revisión de los lotes fabricados en un intervalo de un (1) año, como elemento de acción recurrente del programa, y actualizaría el SB cada año si fue necesario.

Esta última falla presentada en el motor, ocurrió por encima del umbral RRT propuesto, pero dentro del plazo de cumplimiento de 180 días. Al momento del evento tenía 17,655 ciclos frente al umbral recomendado de 16,700 ciclos.

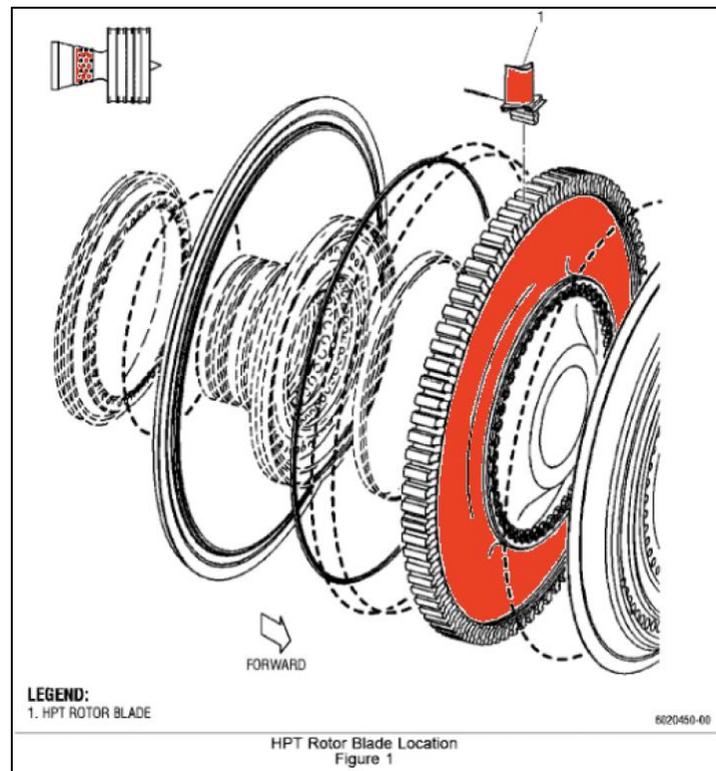


Figura No. 2: Localización de los álabes de HPT – Fuente: SB - CFM56-5B S/B 72-1094.

Conclusiones:

- Posteriormente al evento, el Fabricante ha establecido un proceso de gestión de seguridad para la flota del operador y sub-flotas.
- El Fabricante revisó el SB 72-1094, pasándolo a categoría 2, impacto B, el 02 de agosto de 2022, con un RRT para remover y reemplazar los HPTB's dentro de los 16,700 ciclos.

- El SB otorga 180 días para que los operadores retiren los álabes HPT con ciclos superiores a 16,700 al momento de la emisión del SB (debe realizarse antes del 29 de enero de 2023).
- La falla que originó el presente Incidente Grave ocurrió por encima del umbral propuesto RRT.
- El Fabricante continuará monitoreando la confiabilidad de los álabes HPT en toda la flota.

1.17 Información orgánica y de dirección

El operador es una organización aeronáutica dedicada al transporte comercial regular de pasajeros en modalidad troncal, nacional e internacional. Al momento de ocurrencia del Incidente Grave contaba con un certificado de operación vigente.

Orgánicamente no se evidenciaron aspectos significativos que fueran conducentes o contributivos a la ocurrencia del evento. Los Manuales Generales de Mantenimiento se encontraban aprobados y vigentes para los servicios efectuados a las plantas motrices.

La organización cuenta con un Sistema de Gestión de Seguridad Operacional, SMS, aceptado la Autoridad Aeronáutica.

1.18 Información adicional

1.18.1 Declaración de la tripulación

La tripulación informó que se presentó para el vuelo y que fue informada que la aeronave se encontraba en prueba de motores en una posición remota en el aeródromo.

Mantenimiento del Operador informó a la tripulación que la aeronave tenía diferida como inoperativa, la APU, sin más novedades. Efectuaron el abordaje de los pasajeros, posteriormente rodaron a la pista 01 y efectuaron el despegue.

En cabina percibieron un ligero olor a combustible; sin embargo, los parámetros eran normales, y alcanzando la altitud de crucero a 19,500 pies, escucharon un sonido parecido a una explosión, y en ese preciso momento, el avión guiñó.

Identificaron que el EGT del motor No. 2 alcanzó niveles muy altos y declararon *PAN PAN PAN* al ATC. Comentaron que al tener solo un (1) solo generador disponible (del motor No. 1), sin disponibilidad de la APU, decidieron cambiar el status a *MAYDAY MAYDAY* y así lo declararon al ATC.

Adicionaron que los procedimientos fueron realizados de acuerdo con lo establecido por los SOP, continuando el vuelo y aterrizando posteriormente sin otras novedades.

1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación

No se utilizaron técnicas de investigación especiales.

2. ANÁLISIS

2.1 Procedimientos Operacionales

Los procedimientos operacionales ejecutados por la tripulación de vuelo tras ocurrida la falla del motor fueron desarrollados apropiadamente; esto se determinó analizando las conversaciones del CVR y con obtenido en las entrevistas.

Los procedimientos se encontraron enmarcados en las políticas operacionales del operador y del fabricante de la aeronave. La investigación no evidenció hallazgos en los procedimientos operacionales que pudieran tener contribución con el evento.

La decisión de declarar la condición de *MAYDAY* al mantener diferido el APU, el hecho de decidir continuar el vuelo hacia SKBO, junto con la facilitación dada por el ATC para proceder directamente a SKBO, constituyeron circunstancias y decisiones apropiadas que permitieron llevar el vuelo a buen término.

2.2 Malfuncionamiento de la planta motriz

El Operador regularmente efectuaba inspección boroscópica a los álabes de la etapa HPT; así lo había hecho siete (7) meses antes del evento, sin encontrar discrepancias ni daños en los álabes. La investigación no determinó que hubiera algún factor de incumplimiento o desviación en los procedimientos de inspección o mantenimiento efectuados al motor que fueran conducentes al evento.

El Operador llevaba un programa de control de vida de componentes y programa de mantenimiento adecuado para el control de SB y AD aplicables al motor.

La investigación constató que el fabricante del motor ha actuado para controlar y corregir la falla específica que se presentó en el motor, y en otros motores, mediante la implementación del SB recomendado por él, CFM SB 72-1094 Revisión No. 2. Este SB da instrucciones de remoción de los álabes de etapa de turbina HPTB (High Pressure Turbine Blades) en los motores afectados: motores que tienen instalados HPTB PN 2100M96P04 y 2100M96P05 en un intervalo de 12.000 ciclos, y aquellos que tienen HPTB PN 2403M91P02 y 2403M91P03 a 16.700 ciclos.

El motor se encontraba arrendado al operador y, por esta circunstancia no técnica, nunca fue llevado al taller para su desmontaje e investigación adicional.

Con base en lo anterior, se solicitó al fabricante del motor la información recopilada en conjunción con las otras fallas presentadas para establecer un análisis de causa raíz, la cual se gesta en el diseño, construcción, operación y confiabilidad de los álabes.

Los álabes de la etapa de HPT de los motores CFM56 operan bajo condiciones de alta presión y temperatura, y se agrietan fácilmente por fatiga en ciclos altos o bajos. El modo de falla incluye la aparición de grietas en las juntas del álabe hasta provocar su desprendimiento.

En efecto, esta fue la situación que evidentemente condujo a la apagada del motor en vuelo que en el tiempo originó altas tensiones locales en las juntas “*min neck*” y en el cuerpo de

los álabes de la etapa de turbina de alta presión (HPT), que generaron fatiga en el material y subsiguientes grietas que se propagaron hasta provocar la fractura y desprendimiento del álabe.

Aunque los programas de inspección boroscópica pueden detectar grietas en los álabes, estas solo pueden detectarse en el cuerpo del álabe, y no resulta detectable en aquellas zonas en donde se anida el álabe, es decir, en el disco rotor (junta del álabe), zonas en las cuales se produce la alta concentración de tensiones en los elementos.

El diseño y construcción de los álabes están en desarrollo permanente, mejorando las propiedades físicas/químicas en el material, así como diseños de forma que permitan el mejoramiento de las tensiones por contacto del álabe con el disco rotor.

Ante los factores presentados en los álabes de la etapa de turbina de los motores CFM56-5B, en los cuales se ha venido actualizando el SB 72-1094 anualmente, el fabricante el motor debería continuar prestando especial interés en el comportamiento de estas fallas particulares en las que se presenta el desprendimiento de álabes de la etapa HPT, monitoreando y revisando los Umbrales de Remoción Recomendado (RRT) para los álabes.

Es claro que el fabricante del motor continuará en el tiempo revaluando y perfeccionando las estrategias de diseño y confiabilidad para la construcción de los álabes instalados en la etapa de HPT de estos motores.

Actualmente CFM lanzó un nuevo diseño de álabe HPT con el boletín de servicio 72-1113 el 16 de octubre de 2023 para mejorar la confiabilidad de la pala. **REC.01-202245-2-DIA**

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

El Operador programó la aeronave Airbus A320-214 como vuelo AVA9351 entre el aeropuerto SKRG y el aeropuerto SKBO con 176 pasajeros y 6 tripulantes.

La aeronave mantenía dos ítems diferidos de acuerdo a MEL, entre ellas, la Unidad de Potencia Auxiliar (APU) inoperativa.

Cuando la aeronave volaba a través de FL195, con una velocidad de 278 IAS, se presentó caída de indicación de N1 de 90% a 23%, acompañada de indicaciones *ECAM ENG 2 STALL/FAIL/EGT OVER LIMIT/STAR VE FAULT/SHUT DOWN* y valores EGT que alcanzaron los 977°C.

Después de efectuar verificaciones adicionales, entre ellas el diferido el APU, la tripulación decidió declarar situación *MAYDAY MAYDAY* al ATC.

La aeronave continuó vuelo a SKBO y a las 08:51 HL aterrizó sin novedades adicionales, ni lesiones a los ocupantes.

La aeronave no reveló daños externos. El motor No. 2 CFM56-5B4/3, S/N: 645640, presentó evidente desprendimiento y fragmentos de los álabes de la sección de turbina de baja LPT.

El motor fue manufacturado el 11 de abril de 2013. Fue instalado en la aeronave el 25 de abril de 2013.

El 25 de mayo de 2016, TSN 8,109 h y CSN 6,259, el motor presentó una ingestión de ave provocando un daño en el álabe No 4. Se efectuaron inspecciones adicionales y no se encontraron mayores discrepancias.

De acuerdo con los registros de vuelo y grabaciones de cabina, una vez ocurrida la falla fueron aplicados los procedimientos para situación anormal de inoperatividad de motor según lo establecido por el Fabricante y por el Operador.

La inspección boroscópica encontró todos los álabes HPT fracturados y faltantes. Tres de ellos se encontraron fracturados desde la raíz en su anidamiento al disco HPT.

El motor CFM56-5B ha experimentado 6 eventos de separación de álabes de sección HPT confirmados, y se sospecha que dos (2) eventos adicionales fueron causados por los álabes; sin embargo, el fabricante aún no ha generado resultados finales ante la falta de inspección de los motores.

El SB 72-1094 atribuye como causa de esta fractura y separación las altas tensiones locales en la superficie del álabe HPT las cuales pueden inducir grietas por fatiga que se propagan radialmente hacia afuera hasta producirse la falla.

El 02 de agosto de 2022, después de ocurrido el evento, se emitió el SB con revisión No. 2 en la cual se modifican igualmente, los tiempos en ciclos de reemplazo y retiro de álabes.

Para el día del evento, el motor S/N 645640 acumulaba un total de 21,987 h de vuelo, y 17,655 ciclos. La falla del presente Incidente Grave ocurrió por encima del umbral propuesto RRT de 16,700 ciclos.

3.2 Causas probables

Falla y malfuncionamiento del motor No. 2 en vuelo como consecuencia de la fractura y desprendimiento de los álabes de la etapa de turbina de alta presión (HPT) que causaron daños severos al interior del motor, que hicieron necesaria la apagada del motor en vuelo (IFSD) y un aterrizaje de emergencia, ante la pérdida de redundancia de la fuente principal de energía eléctrica de la aeronave.

Altas tensiones locales generadas en las uniones “*min neck*” y en el cuerpo de los álabes de la etapa de turbina de alta presión (HPT), que en la operación normal generaron fatiga en el material, iniciando grietas que se propagaron radialmente hacia afuera, hasta provocar la fractura y desprendimiento de un álabe.

3.3 Taxonomía OACI

SCF-PP: Falla/malfuncionamiento de sistema / componente, grupo motor

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

A LA SECRETARÍA DE AUTORIDAD AERONÁUTICA DE LA AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA

REC. 01- 202245 – 2

Dar a conocer el presente Informe al fabricante de la planta motriz CFM International, para que continúe desarrollando un seguimiento activo a la operación de los motores CFM56-5B de las flotas en el mundo, con el fin de mantener un continuo monitoreo y revisión de los Umbrales de Remoción Recomendado (RRT) para los álabes de la etapa HPT.

Así mismo, mediante los resultados de la aplicación y revisiones anuales del SB 72-1094, continuar revaluando y desarrollando estrategias de diseño y confiabilidad en la construcción de los álabes instalados en la etapa de HPT para soportar una operación segura y eficiente de estos componentes.

REC. 02- 202245 – 2

Dar a conocer el presente Informe de Investigación a los operadores de transporte aéreo colombianos que operan aeronaves con plantas motrices CFM56/5B.

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