

JST | **SEGURIDAD EN
EL TRANSPORTE**

Informe de Seguridad Operacional

Sucesos Aeronáuticos



Fallo de componente (grupo no motor) / Excursión de pista

Propietario privado

Fairchild SA227AC, LV-VDJ

Aeropuerto El Plumerillo, Mendoza

5 de noviembre de 2020

75511048/20



Ministerio de Transporte
Argentina



Junta de Seguridad en el Transporte

Florida 361, piso 6º

Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1005AAG

0800-333-0689

www.argentina.gob.ar/jst

Informe de Seguridad Operacional 75511048/20

Publicado por la JST. En caso de utilizar este material de forma total o parcial se sugiere citar según el siguiente formato Fuente: Junta de Seguridad en el Transporte.

El presente informe se encuentra disponible en www.argentina.gob.ar/jst



ÍNDICE

ADVERTENCIA	4
NOTA DE INTRODUCCIÓN.....	5
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS.....	6
INFORME DE SEGURIDAD OPERACIONAL.....	7
1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS.....	8
1.1 Reseña del vuelo.....	8
1.2 Investigación	9
2. ANÁLISIS	17
2.1 Introducción	17
2.2 Aspectos técnicos-operativos.....	17
3. CONCLUSIONES.....	19
3.1 Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente.....	19
4. ACCIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL.....	19



ADVERTENCIA

La misión de la Junta de Seguridad en el Transporte (JST), creada por Ley 27.514 de fecha 28 de agosto de 2019, es conducir investigaciones independientes de los accidentes e incidentes acaecidos en el ámbito de la aviación civil, cuya investigación técnica corresponde instituir para determinar las causas, y emitir las recomendaciones y/o acciones de Seguridad Operacional eficaces, dirigidas a evitar la ocurrencia de accidentes e incidentes de similar tenor. Este informe refleja las conclusiones de la JST, con relación a las circunstancias y condiciones en que se produjo el suceso. El análisis y las conclusiones del informe resumen la información de relevancia para la gestión de la seguridad operacional, presentada de modo simple y de utilidad para la comunidad aeronáutica.

De conformidad con el Anexo 13 –Investigación de accidentes e incidentes de aviación– al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, ratificado por Ley 13891, el Artículo 185 del Código Aeronáutico (Ley 17.285), y el Artículo 17 de la Ley 27.514 la investigación de accidentes e incidentes tiene carácter estrictamente técnico y las conclusiones no deben generar presunción de culpa ni responsabilidad administrativa, civil o penal.

Esta investigación ha sido efectuada con el único y fundamental objetivo de prevenir accidentes e incidentes, según lo estipula el Anexo 13, el Código Aeronáutico y la Ley 27.514.

Los resultados de esta investigación no condicionan ni prejuzgan investigaciones paralelas de índole administrativa o judicial que pudieran ser iniciadas por otros organismos u organizaciones en relación al accidente.



NOTA DE INTRODUCCIÓN

La Junta de Seguridad en el Transporte (JST) ha adoptado el modelo sistémico para el análisis de los accidentes e incidentes de aviación.

El modelo ha sido validado y difundido por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y ampliamente adoptado por organismos líderes en la investigación de accidentes e incidentes a nivel internacional.

Las premisas centrales del modelo sistémico de investigación de accidentes son las siguientes:

- ✓ Las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y/o las fallas técnicas del equipamiento constituyen los factores desencadenantes o inmediatos del evento. Estos son el punto de partida de la investigación y son analizados con referencia a las defensas del sistema aeronáutico, así como a otros factores, en muchos casos alejados en tiempo y espacio del momento preciso de desencadenamiento del evento.
- ✓ Las defensas del sistema aeronáutico detectan, contienen y ayudan a recuperar las consecuencias de las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y/o las fallas técnicas del equipamiento. Las defensas se agrupan bajo tres entidades genéricas: tecnología, normativa (incluyendo procedimientos) y entrenamiento.
- ✓ Finalmente, los factores que permiten comprender el desempeño del personal operativo de primera línea y/o la ocurrencia de fallas técnicas, y explicar las fallas en las defensas están generalmente alejados en el tiempo y el espacio del momento de desencadenamiento del evento. Son denominados factores sistémicos y están vinculados estrechamente a elementos tales como, por ejemplo, el contexto de la operación, las normas y procedimientos, la capacitación del personal, la gestión de la seguridad operacional por parte de la organización a la que reporta el personal operativo y la infraestructura.

La investigación que se detalla en este informe se basa en el modelo sistémico. Tiene el objetivo de identificar los factores relacionados con el accidente, así como a otros factores de riesgo de seguridad operacional que, aunque sin relación de causalidad en el suceso investigado, tienen potencial desencadenante bajo otras circunstancias operativas. Lo antedicho, con la finalidad de formular recomendaciones sobre acciones viables, prácticas y efectivas que contribuyan a la gestión de la seguridad operacional.



LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS¹

AD: Directiva de Aeronavegabilidad/Aeródromo

ANAC: Administración Nacional de Aviación Civil

CVR: Registrador de Voces de Cabina

IIC: Investigador a Cargo

JST: Junta de Seguridad en el Transporte

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

P/N: Número de parte

UTC: Tiempo Universal Coordinado

¹ Con el propósito de facilitar la lectura del presente informe se aclaran por única vez las siglas y abreviaturas utilizadas en inglés. En muchos casos las iniciales de los términos que las integran no se corresponden con los de sus denominaciones completas en español.



INFORME DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Fecha	05/11/2020	Lugar	Aeropuerto Plumerillo, Mendoza	Coordenadas			
Hora UTC	12:55			S	32°	49'	54''
				W	068°	47'	34''

Categoría	Fallo de componente (grupo no motor) / Excursión de pista	Fase de Vuelo	Aterrizaje	Clasificación		
				Accidente		

Aeronave				Matrícula	LV-VDJ
Tipo	Avión	Marca	Fairchild	Modelo	SA-227-AC
Propietario	Privado			Daños	De importancia
Operación	Aviación general-ejecutivo				

Tripulación	
Función	Licencia
Piloto	Piloto transporte de línea aérea
Copiloto	Piloto comercial de avión

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros	Total
Mortales	0	0	0	0
Graves	0	0	0	0
Leves	0	0	0	0
Ninguna	2	11	0	13

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1 Reseña del vuelo

El 5 de noviembre de 2020 la aeronave matrícula LV-VDJ, un Fairchild SA-227-AC, despegó del Aeropuerto de San Juan (San Juan) a las 12:00 horas,² con destino al Aeropuerto El Plumerillo (Mendoza), en un vuelo de aviación general, ejecutivo.

Luego 55 minutos de vuelo en condiciones de vuelo visual, durante el aterrizaje en Mendoza a las 12:55, tuvo la falla de un componente de la pata del tren principal derecho, que provocó que la aeronave tuviera una excursión de pista (figura 1).

Como consecuencia del suceso, la aeronave experimentó daños de importancia. El suceso ocurrió de día y en buenas condiciones meteorológicas.



Figura 1. Imagen de la aeronave accidentada

² Todas las horas están expresadas en Tiempo Universal Coordinado (UTC), que para el lugar y fecha del accidente corresponde al huso horario -3.

1.2 Investigación

La aeronave realizó el aterrizaje por la pista 18. Luego de tomar contacto con el terreno, aproximadamente a 400 metros del punto de toma de contacto, el tren de aterrizaje principal derecho colapsó y la aeronave comenzó a inclinarse hacia ese lado desplazándose del eje de pista y recorriendo aproximadamente 740 metros hasta salir por el margen derecho (figura 2).

La aeronave se detuvo perpendicular a la pista aproximadamente con rumbo 090°.



Figura 2. Descripción del impacto

Debido al accidente la aeronave experimentó daños de importancia en el tren de aterrizaje principal derecho (figura 3). El flap derecho y la zona posterior al habitáculo del tren de aterrizaje resultaron con abolladuras de importancia, la puntera del semiplano derecho resultó con daños leves y la hélice del mismo lado sufrió daños de importancia.



Figura 3. Imagen de daños en la aeronave

Se realizó una entrevista a la tripulación de la aeronave donde se manifestó que el copiloto se encontraba al mando de la misma al momento del aterrizaje. También que, debido a la existencia de ráfagas en el aeropuerto, la aproximación fue apoyada con velocidad. Al momento del suceso se registraba viento de los 160° 15kt. El aterrizaje se realizó con full flap como lo establece el manual de vuelo de la aeronave. En relación al momento del toque del tren de aterrizaje principal con la superficie de la pista, en el primer tercio, la tripulación comentó que el mismo fue suave. Una vez que la tripulación observó que el ala derecha de la aeronave comenzaba a caer sobre la pista y que la misma cambiaba su rumbo de desplazamiento hacia la derecha y fuera de la pista, alertaron a la torre de vuelo y solicitaron los servicios concurrentes. Ya detenida la aeronave, la tripulación coordinó la evacuación de la aeronave de forma segura, y se completaron los procedimientos de emergencia según lo indica el manual de vuelo para estas circunstancias.

Se efectuó una inspección visual en la aeronave, se observó que ambos brazos de retracción (*drag brace*) del tren de aterrizaje principal derecho se encontraban fracturados.

Las partes se correspondían con el componente nombrado como *drag brace* P/N = 5501002-1 del conjunto de tren de aterrizaje principal. Estas contaban con una fractura en la zona correspondiente al buje de unión con el amortiguador del tren de aterrizaje principal. Ambas

piezas fueron preservadas con el fin de ser evaluadas en laboratorio de ensayo de materiales (figuras 4 y 5).



Figura 4. Imagen de las partes fracturadas



Figura 5. Imagen de las partes fracturadas

Se verificó la existencia de un boletín de servicio, con fecha junio de 2000, que insta a los operadores a realizar un ensayo no destructivo en los *drag brace* de los trenes de aterrizaje principal de la aeronave (figura 6). Dicho Boletín, se basa en el hallazgo de antecedentes de fractura en el *drag brace* de las aeronaves SA226 y SA227 equipadas con trenes de aterrizaje fabricados por la empresa Ozone Industries Inc. P/N=OAS5453-5 con un peso máximo de despegue de 14000 libras.

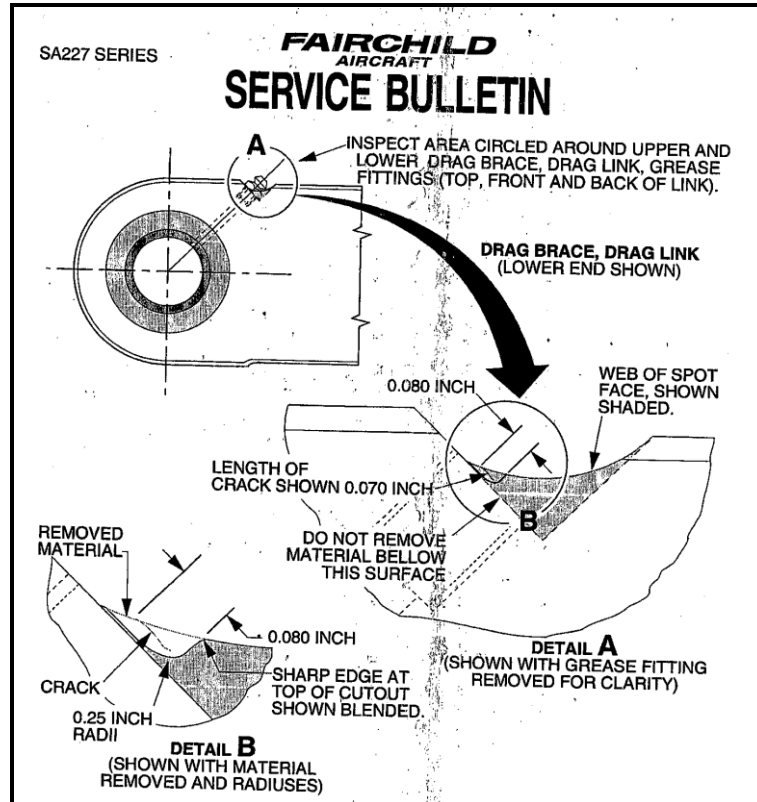


Figura 6. Imagen del boletín de servicio del fabricante

En base a la información suministrada en el boletín de servicio del fabricante, la Federal Aviation Administration (FAA) emitió la Directiva de Aeronavegabilidad AD-2000-17-11 con fecha 14/09/2000.

La AD establece que se debe realizar una inspección mediante líquidos penetrantes con el fin de detectar fisuras que puedan afectar el funcionamiento del componente. Asimismo, establece que, en caso de no hallar fisuras, la inspección debe repetirse a las próximas mil horas de vuelo y establece los procedimientos y tolerancias en caso de hallar fisuras.

Se verificó el cumplimiento de la directiva de aeronavegabilidad de acuerdo a la documentación solicitada a la empresa encargada del mantenimiento de la aeronave. Dicha AD fue cumplimentada el día 14/09/2020 bajo la orden de trabajo OT 20VDJ1409. En esa fecha la aeronave contaba con un total general de 22514 horas y un total de 23288 ciclos.

El boletín de servicio emitido por el fabricante de la aeronave establece la zona del alemito de engrase de la pieza, como potencial zona de fisuras. Los componentes fracturados en el tren de aterrizaje de la aeronave LV-VDJ, fueron coincidentes con la zona descrita en el boletín de servicio. Por este motivo, se solicitó un análisis físico-químico para la determinación del modo de

falla del componente. Por otro lado, se solicitó evaluar si existió algún tipo de fenómeno progresivo por el cual alguna de las piezas haya estado previamente debilitada.

Extracto del informe realizado por LABTESA O.T. N° 481555

En la figura 7 se observa el conjunto fuera de su embalaje. Se muestra la zona de rotura de ambas piezas denominadas 14L a la interna y 14R a la externa.



Imagen N°3 – Estado de recepción de conjunto Drag Brace fuera del embalaje

Figura 7. Imagen del Informe de laboratorio

En la figura 8 se muestran los planos de corte y la dirección de observación de las zonas de interés para estudio metalográfico. Se tomaron metalografías sobre las piezas que han permanecido unidas a los brazos del conjunto, para no perder todas las superficies de fractura en los cortes. Una de las superficies restantes es seleccionada para posterior estudio por microscopía electrónica de barrido y determinación de composición química por EDS (espectroscopia de rayos X de energía dispersiva).

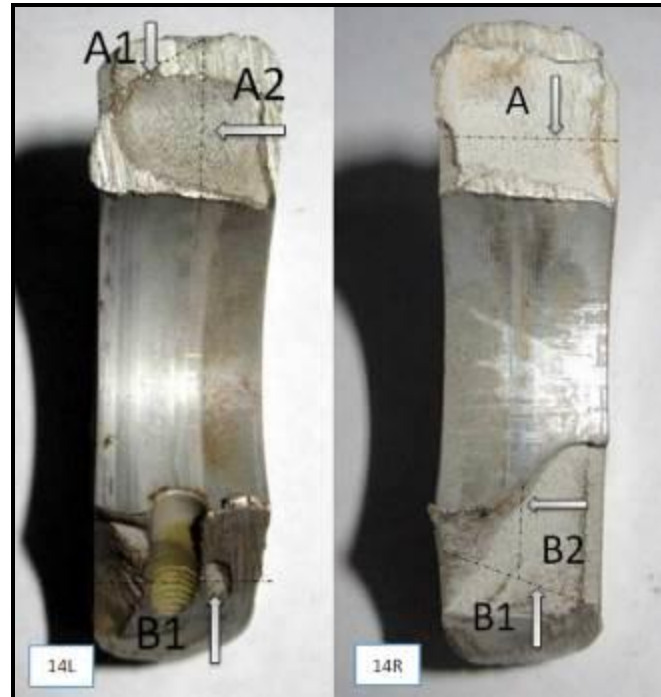


Figura 8. Imagen del informe de laboratorio – planos de evaluación metalográfica

Las distintas zonas analizadas presentaron aspectos de rotura dúctil y no se detectaron fenómenos de deterioro progresivo por acción de cargas cíclicas (fatiga) sobre la superficie de fractura. Sobre la superficie donde se encuentra la existencia de grasa no se detectaron marcas de erosión/abrasión que hayan podido influir en el mecanismo de rotura.

Conclusiones del Informe LABTESA O.T. N° 481555

1. Ambas piezas han sido fabricadas con una aleación de aluminio perteneciente a la serie 2000, más precisamente AA 2014, con una dureza Brinell de núcleo de 156HB.
2. Las propiedades mecánicas determinadas mediante ensayo de tracción uniaxial han sido satisfactorias respecto a la resistencia mecánica y la $R_p 0,2$. Es necesario contar con la especificación exacta en cuanto al tratamiento térmico efectuado en la aleación para corroborar el parámetro de alargamiento porcentual a la rotura.
3. A partir de los análisis macroscópicos se descarta el accionar de mecanismos de deterioro progresivos del tipo: erosión, corrosión o fatiga.
4. A través del análisis metalográfico por microscopía óptica y electrónica, se corrobora que el mecanismo de fractura es del tipo dúctil.



5. El mecanismo de fractura depende de la interrelación de distintas variables tales como: comportamiento del material a la temperatura en servicio, velocidad de aplicación de la carga, estado de tensión del material, geometría de la pieza, etc. Dentro de estas variables, las que se vieron alteradas en el proceso de fractura fueron el nivel de tensiones y la velocidad de aplicación de la carga. Ante estas condiciones el material no logra resistir las cargas actuantes y falla de acuerdo a su comportamiento. Dado que el aluminio es un material de estructura cristalina cúbica centrada en las caras (FCC), presenta un comportamiento dúctil incluso a temperaturas criogénicas, por lo que es razonable que luego de descargar cualquier fenómeno de deterioro progresivo, el tipo de fractura sea dúctil. Al evaluar la zona aledaña a la fractura mediante microscopía óptica se nota una leve deformación plástica, esta guarda relación con una rotura dúctil rápida.

6. No se pueden efectuar recomendaciones particulares ya que la aleación no hubiera fallado en caso de no haber sufrido esta aplicación de carga repentina.

7. Según la información detallada en el Anexo 1, se comprueba que la fractura correspondiente a la pieza 14L no presenta defectos que pudieran haber actuado como iniciador de la nucleación de la fisura, o facilitador de la propagación de la misma.

8. Según la información detallada en el Anexo 2, las superficies de fractura parecerían indicar que las cargas actuantes que llevaron al colapso del componente eran predominantemente normales. El tipo de fractura es dúctil rápida, y se evidencian los cantos del área afectada con una inclinación de 45°. Luego se observa, en la pieza 14R, una zona con mayor deformación plástica que por sus características debió ser la última porción del material en fallar.

En base a los resultados obtenidos del análisis realizado por el laboratorio, se solicitó ampliar el ensayo en las zonas donde va fijado el alemite de engrase de la pieza, para descartar la existencia de fenómenos preexistentes en el cuerpo roscado (figura 9).

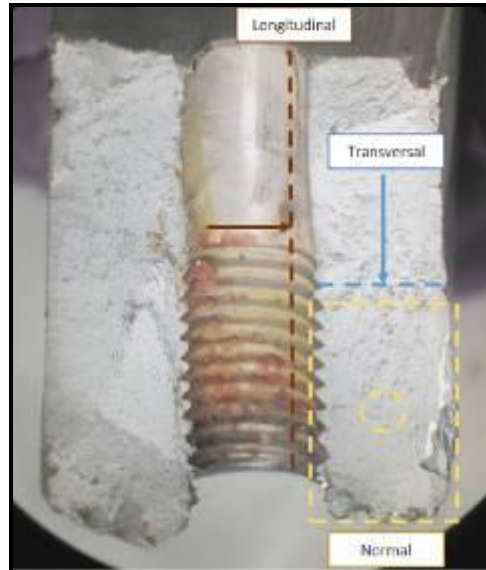


Figura 9. Imagen del informe de laboratorio - superficie de fractura pieza 14L, zona de rosca Planos de corte y evaluación metalográfica

En el plano de fractura, mediante inspección visual y con uso de lupa estereoscópica, no se evidencian defectos que pudieran haber facilitado la rotura del componente.

Se observó en las imágenes metalográficas a mayores aumentos que los sectores analizados se encontraban libres de defectos (figura 10). La microestructura era homogénea entre sectores, y no se evidenciaron indicios de iniciadores de fractura, ni fisuras secundarias a la rotura principal del componente.

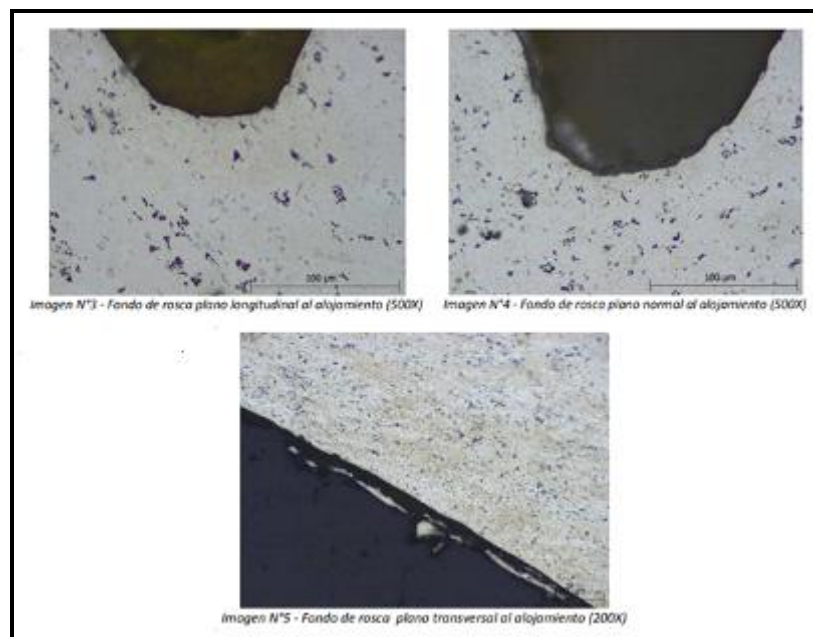


Figura 10. Imagen del informe de laboratorio – Imágenes en aumento del fondo de rosca del alemito



El 17 de agosto de 2021, se realizó una reunión con personal de la Gerencia de Seguridad Operacional de la empresa propietaria de la aeronave. En esa reunión el personal de la empresa notificó que se encontraban aplicando medidas de mitigación con el objetivo de evitar sucesos de características similares al del LV-VDJ.

Las medidas consistían en reducir los tiempos entre las inspecciones establecidas en la AD-2000-17-11, dichos tiempos fueron llevados a 500 horas para los componentes que no se encontraran mecanizados y a 200 horas para los componentes que hayan sido mecanizados por fisuras previas. Asimismo, en el plano operativo se tomó la directiva de que los pilotos ingresantes, solo pudieran volar con los instructores habilitados hasta finalizar el período de instrucción y sean liberados por el jefe de instructores.

2. ANÁLISIS

2.1 Introducción

El análisis evalúa los factores que pudieron influir en la falla experimentada por los *drag brace* del tren de aterrizaje principal derecho de la aeronave. Para ello, se consideran tanto aspectos técnicos como operativos.

Los aspectos técnico-operativos evalúan el estado de funcionamiento del componente del tren de aterrizaje, así como el desempeño operativo de la tripulación durante la operación de la aeronave.

El análisis de la información recabada se vio condicionado debido a la imposibilidad de llevar a cabo la desgrabación del registrador de voces de cabina dado que la cinta en su interior se encontraba trabada.

2.2 Aspectos técnicos-operativos

De la información recabada, surge que la aeronave se encontraba mantenida de acuerdo con la reglamentación vigente. La directiva de aeronavegabilidad AD 2000-17-11 que manda a inspeccionar mediante tintas penetrantes los *drag brace* de los trenes de aterrizaje cada 1000 horas, había sido llevada a cabo 46,9 horas y 33 ciclos antes del vuelo que devino en el accidente. Cabe aclarar que en dicha inspección los componentes de ambos trenes de aterrizaje principales se encontraron sin anomalías aparentes y correctos para su operación.



Se verificó que no era necesario efectuar el desarme de los componentes del tren de aterrizaje para llevar a cabo la inspección indicada por la directiva de aeronavegabilidad. Por lo que se desestimó la posibilidad de que dicha inspección pudiera haber dado lugar a desfasajes en el proceso de armado de los trenes de aterrizaje.

El ensayo realizado por el laboratorio LABTESA es concordante con lo expresado por la empresa de mantenimiento en lo referente a que no se hallaron fisuras que actuaran como desencadenantes en la fractura de los componentes.

El tipo de fallo presentado y las características de fractura dúctil expresadas en el informe de laboratorio, permiten suponer que el escenario de falla más probable fue que los *drag brace* se encontraron expuestos a cargas por encima de sus límites de diseño.

El *drag brace* llamado 14L correspondiente al lado interno del tren de aterrizaje principal derecho presenta características que permiten suponer que fue el elemento que falló primero. Al fracturarse dicho componente, el *drag brace* externo llamado 14R, probablemente no soportó la carga y cedió en consecuencia.

Si bien el informe de laboratorio expresa el tipo de fractura experimentada por los componentes, la investigación no pudo determinar fehacientemente los factores que influyeron en el colapso de los *drag brace* del tren de aterrizaje.

El hecho de no contar con la grabación del CVR debido a que la cinta magnética en su interior se encontraba trabada, evitó que se pudieran conocer detalles en cuanto a la operación de la aeronave y la gestión de la aproximación para el aterrizaje.

Si bien no se pudo determinar fehacientemente los factores que influyeron en el fallo de los componentes, la empresa propietaria de la aeronave tomó medidas de mitigación que abordan tanto el plano técnico como el operativo. En el plano técnico, la reducción de los tiempos de inspección de los componentes permite que los mismos sean evaluados con mayor frecuencia permitiendo una mejor detección de fallas. En el plano operativo, se realizaron cambios en el proceso de instrucción de pilotos ingresantes con el objetivo de llevar a cabo un seguimiento minucioso hasta su liberación como copilotos. Llevando un plan de entrenamiento personalizado en base a las necesidades de cada ingresante, se puede enfatizar determinados aspectos con el objetivo de atacar debilidades y disminuir las condiciones que puedan impactar negativamente en la seguridad de las operaciones.

Estas medidas buscan reducir las posibilidades de experimentar sucesos futuros de similares características durante la operación con aeronaves Fairchild SA227.



3. CONCLUSIONES

3.1 Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente

- ✓ Durante la fase de aterrizaje, el tren de aterrizaje principal derecho colapsó y produjo que la aeronave saliera de pista por el margen derecho.
- ✓ El colapso del tren de aterrizaje principal derecho se produjo por la fractura de ambos *drag brace*.
- ✓ De acuerdo con el informe emitido por el laboratorio interviniente no se hallaron fisuras preexistentes ni mecanismos de avance progresivo que influyeran en el debilitamiento de las partes antes mencionadas.
- ✓ Las superficies de fractura de ambos componentes mostraron características de fractura dúctil, las cuales sugieren que dichos componentes se encontraron expuestos a cargas por encima de los límites para los que fueron diseñados.
- ✓ El *drag brace* interno se fracturó en primera instancia, lo cual probablemente generó que el *drag brace* externo no soportara el esfuerzo y se fracturara en consecuencia.
- ✓ El CVR de la aeronave poseía la cinta magnética trabada, con lo cual no se encontraba grabando al momento del suceso.

4. ACCIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

La evidencia obtenida por la investigación y su análisis, y coincidiendo con las medidas tomadas de manera proactiva por la empresa, no sugieren acciones concretas de seguridad operacional.