

# INFORME DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Expediente: EX-2022-110785529- -APN-DNISAE#JST

Suceso: Accidente

Título: Falla o mal funcionamiento de componente o sistema (no del grupo motor).  
Tecnam P92 Echo MKII, matrícula LV-S114, aeródromo de Morón, provincia de Buenos  
Aires

Fecha y hora del suceso: 16 de octubre de 2022 a las 19:20 horas (UTC)

Dirección Nacional de Investigación de Sucesos Aeronáuticos

## **Junta de Seguridad en el Transporte**

Florida 361

Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1005AAG

(54+11) 4382-8890/91

info@jst.gob.ar

Publicado por la JST. En caso de utilizar este material de forma total o parcial se sugiere citar según el siguiente formato: Aviación. Accidente. LV-S114. Aeródromo de Morón, Morón, provincia de Buenos Aires. Fuente: Junta de Seguridad en el Transporte, 2024.

El presente informe se encuentra disponible en [www.argentina.gob.ar/jst](http://www.argentina.gob.ar/jst)

## ÍNDICE

<b>SOBRE LA JST .....</b>	<b>5</b>
<b>SOBRE EL MODELO SISTÉMICO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>SINOPSIS .....</b>	<b>9</b>
<b>1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS .....</b>	<b>10</b>
1.1 Reseña del vuelo .....	10
1.2 Lesiones a personas .....	10
1.3 Daños en la aeronave .....	10
1.4 Otros daños .....	11
1.5 Información sobre el personal.....	11
1.6 Información sobre la aeronave .....	12
1.7 Información meteorológica .....	17
1.8 Ayudas a la navegación .....	18
1.9 Comunicaciones.....	18
1.10 Información sobre el lugar del suceso.....	18
1.11 Registradores de vuelo .....	19
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto.....	19
1.13 Información médica y patológica .....	21
1.14 Incendio.....	21
1.15 Supervivencia .....	21

1.16	Ensayos e investigaciones .....	21
1.17	Información orgánica y de dirección.....	29
1.18	Información adicional.....	29
1.19	Técnicas de investigaciones útiles o eficaces .....	29
2.	ANÁLISIS .....	30
2.1	Introducción.....	30
2.2	Aspectos técnicos-operativos .....	30
3.	CONCLUSIONES.....	32
3.1	Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente .....	32
4.	RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL.....	33
4.1	A la Administración Nacional de Aviación Civil .....	33

## **SOBRE LA JST**

La misión de la Junta de Seguridad en el Transporte (JST) es mejorar la seguridad a través de la investigación de accidentes e incidentes y la emisión de recomendaciones de acciones eficaces. Mediante la investigación sistémica de los factores desencadenantes, se evita la ocurrencia de accidentes e incidentes de transporte en el futuro.

De conformidad con la [Ley N.º 27.514](#) de seguridad en el transporte, la investigación de todo suceso tiene un carácter estrictamente técnico y las conclusiones no deben generar presunción de culpa ni responsabilidad administrativa, civil o penal.

Según el artículo 26 de la [Ley N.º 27.514](#), la JST puede realizar estudios específicos, investigaciones y reportes especiales acerca de la seguridad en el transporte.

Esta investigación ha sido efectuada con el único objetivo de prevenir accidentes e incidentes, según lo estipula la ley de creación de la JST.

Los resultados de este Informe de Seguridad Operacional no condicionan ni prejuzgan investigaciones paralelas de índole administrativa o judicial que pudieran ser iniciadas por otros organismos u organizaciones con relación al presente suceso.

## **SOBRE EL MODELO SISTÉMICO DE INVESTIGACIÓN**

La JST ha adoptado el modelo sistémico para el análisis de los accidentes e incidentes de transporte modales, multimodales y de infraestructura conexas.

El modelo ha sido ampliamente adoptado, como así también validado y difundido 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 o las fallas técnicas del equipamiento constituyen los factores desencadenantes e inmediatos del evento. Estos constituyen el punto de partida de la investigación y son analizados con referencia a las defensas del sistema de transporte junto a otros factores, que en muchos casos se encuentran alejados en tiempo y espacio del momento preciso de desencadenamiento del evento.
- Las defensas del sistema de transporte procuran detectar, contener y ayudar a recuperar las consecuencias de las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea o las fallas técnicas del equipamiento. Las defensas se agrupan bajo tres entidades genéricas: tecnología, normativa (incluyendo procedimientos) y entrenamiento.
- Los factores que permiten comprender el desempeño del personal operativo de primera línea o la ocurrencia de fallas técnicas, así como 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.

En consecuencia, la investigación basada en el modelo sistémico tiene el objetivo de identificar los factores relacionados con el accidente, así como otros factores de riesgo de seguridad operacional que, aunque no guarden una relación de causalidad con el suceso investigado, tienen potencial desencadenante bajo otras circunstancias operativas. De esta manera, la investigación sistémica buscará mitigar riesgos y prevenir accidentes e incidentes

a partir de Recomendaciones de Seguridad Operacional (RSO) que promuevan acciones viables, prácticas y efectivas.

## LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS<sup>1</sup>

AD: Aeródromo

CCIAC: Certificado de Centro de Instrucción de Aeronáutica Civil

ELT: Transmisor Localizador de Emergencia

JST: Junta de Seguridad en el Transporte

RAAC: Regulaciones Argentinas de Aviación Civil

RSO: Recomendaciones de Seguridad Operacional

S.A.: Sociedad Anónima

SB: Boletín de Servicio

SMN: Servicio Meteorológico Nacional

UTC: Tiempo Universal Coordinado

VFR: Reglas de Vuelo Visual

---

<sup>1</sup> Con el propósito de facilitar la lectura del presente informe, se aclaran por única vez las siglas y abreviaturas utilizadas.

## SINOPSIS

Este informe detalla los hechos y circunstancias en torno al accidente de la aeronave LV-S114, un Tecnam P92 Echo MKI, en Morón (provincia de Buenos Aires), el 16 de octubre del 2022 a las 19:20 horas<sup>2</sup>, durante un vuelo de aviación general de recreación.

El informe presenta cuestiones de seguridad operacional relacionadas con los pernos de sujeción del tren principal.

El informe incluye una Recomendación de Seguridad Operacional dirigida a la Administración Nacional de Aviación Civil.



Figura 1. Posición final de la aeronave LV-S114. Fuente: investigación JST

---

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

## 1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

### 1.1 Reseña del vuelo

El 16 de octubre de 2022, la aeronave Tecnam P92 Echo MKII con matrícula LV-S114, despegó del aeródromo (AD) Chascomús (provincia de Buenos Aires) a las 18:30 horas con destino al AD Morón (provincia de Buenos Aires) en un vuelo de aviación general de recreación.

Luego de 50 minutos de vuelo en condiciones meteorológicas visuales, durante el aterrizaje en Morón, se produjo una falla en el tren de aterrizaje izquierdo, lo que provocó una excursión de pista.

Como consecuencia del suceso, la aeronave resultó con daños de importancia.

### 1.2 Lesiones a personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros	Total
Mortales	0	0	0	0
Graves	0	0	0	0
Leves	0	0	0	0
Ninguna	1	1	0	2

Tabla 1

### 1.3 Daños en la aeronave

#### 1.3.1 Célula

Daños de importancia en el tren de aterrizaje, el fuselaje y el empenaje.



Figura 2. Daños en la aeronave. Fuente: investigación JST

### 1.3.2 Motor

Sin daños.

### 1.3.3 Hélice

Sin daños.

### 1.4 Otros daños

No hubo.

### 1.5 Información sobre el personal

La certificación del piloto cumplía con la reglamentación vigente.

Piloto	
Sexo	Masculino
Edad	20
Nacionalidad	Argentina

Licencias	Piloto Privado de Avión
Habilitaciones	VFR <sup>3</sup> controlado
Certificación médica aeronáutica	Clase 2 Válida hasta el 30/11/2023

Tabla 2

Su experiencia era la siguiente:

Horas de vuelo	General	En el tipo
Total general	207,6	56,2
Últimos 90 días	46,8	37,2
Últimos 30 días	36,5	29,6
Últimas 24 horas	2,3	2,3
En el día del suceso	2,3	2,3

Tabla 3

### 1.6 Información sobre la aeronave

La aeronave estaba certificada de conformidad con la reglamentación vigente y mantenida de acuerdo con el plan de mantenimiento del fabricante.

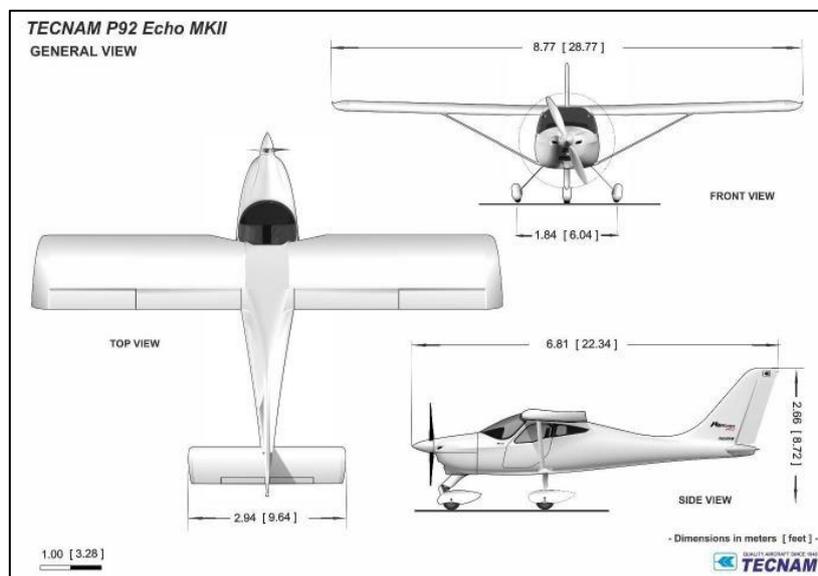


Figura 3. Perfil de la aeronave. Fuente: Manual de Vuelo

<sup>3</sup> Reglas de Vuelo Visual

Aeronave		
Marca	<i>Tecnam</i>	
Modelo	P92 MKII	
Categoría	Deportiva liviana	
Año de fabricación	2021	
Número de serie	1632	
Peso máximo de despegue	600,0 kg	
Peso máximo de aterrizaje	600,0 kg	
Peso vacío	389,0 kg	
Fecha del último peso y balanceo	22/02/2021	
Horas totales	1.909,1	
Horas desde la última recorrida general	No aplica	
Horas desde la última inspección	28,5	
Certificado de matrícula	Propietario	Privado
	Fecha de expedición	05/07/2021
Certificado de aeronavegabilidad	Clasificación	Especial
	Categoría	Deportiva liviana
	Fecha de emisión	08/07/2021
	Fecha de vencimiento	Sin vencimiento

Tabla 4

Motor	
Marca	<i>Rotax</i>
Modelo	912-ULS2-01
Número de serie	9574676
Horas totales	1.909,1
Horas desde la última recorrida general	No aplica
Horas desde la última intervención	28,5
Habilitación	Hasta 2.000 horas totales o hasta el 01/01/2036

Tabla 5

Hélice	
Marca	<i>Sensenich</i>
Modelo	W68T2ET-70J
Número de serie	AL6743
Horas totales	1.909,1
Horas desde la última recorrida general	No aplica
Horas desde la última intervención	28,5
Habilitación	Según condición

Tabla 6

Peso y balanceo al momento del suceso	
Peso vacío	389,0 kg
Peso del piloto y pasajero	160,0 kg
Peso del combustible	S/D
Peso máximo permitido de despegue	600 kg
Diferencia en menos	S/D

Tabla 7

Según la estimación del piloto, el pasajero pesaba aproximadamente 70 kg, mientras que su propio peso era de unos 90 kg. Como equipaje, llevaban a bordo únicamente una mochila de aproximadamente 5 kg.

Aunque no fue posible determinar la posición exacta del centro de gravedad al momento del suceso, basándose en la operación realizada, que incluyó un vuelo de aproximadamente 50 minutos de duración, se puede inferir que el peso de la aeronave se encontraba por debajo del peso máximo de aterrizaje permitido, según lo indicado en el Manual de la aeronave.

*Manual de mantenimiento*

El manual de mantenimiento de la aeronave, Doc. 92/266, en la sección N: Inspección y Servicio, página B23 a B26, detalla las listas de inspección vigentes.

	A	B	C	D	E	F	As specified
<b>LANDING GEAR AND BRAKE SYSTEM</b>							
NLG condition inspection							1 year
NLG fairing removal							1 year
NLG inflating pressure check (2.2 Bar – 32 PSI)							1 year
NLG friction check			•				
NLG fairing condition check							1 year
NLG tire condition							1 year
NLG axle condition check							1 year
LH and RH MLG condition inspection (corrosion)							1 year
Check for the correct MLG external bolts torque and Stratus	•			•			
MLG fairing removal							1 year
MLG inflating pressure check (2.8 Bar – 40 PSI)							1 year
Brake lines inspection							1 year
MLG fairing condition check							1 year
MLG light alloy springs check for damages, cracks and corrosion							1 year
MLG tires condition check							1 year
MLG nut tightening and conditions				•			
Fuselage brake line inspection							1 year
Brakes fluid replacement					•		Or 3 year
Brakes pads replacement							As required
Parking brake valve proper functioning							1 year
Rudder pedals and brake master cylinders check							1 year
Brake oil level check							1 year

Figura 4. Tabla de períodos de mantenimiento. Fuente: Manual de mantenimiento de la aeronave

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
<b>Flight Hours</b>	First 25FH	50 FH	100 FH	200 FH	600 FH	1200 FH

Figura 5. Inspecciones según horas de vuelo realizadas. Fuente: Manual de mantenimiento de la aeronave

El Manual de mantenimiento no incluye ítems específicos para la verificación del estado de los pernos de sujeción del conjunto del tren principal de aterrizaje, orientados a la detección de fallos mecánicos de avance progresivo, como la fatiga. En la sección dedicada al ensamblaje del conjunto, no se requiere el reemplazo de la bulonería ni la realización de inspecciones utilizando técnicas específicas, como ensayos no destructivos u otros métodos. La única referencia a este componente se encuentra en la lista de inspección, donde se solicita la verificación del ajuste de la tuerca de sujeción.

El torque especificado para estos componentes se encuentra listado en la página B34.

**MAIN LANDING GEAR TORQUE VALUE**

Description	Q.ty	Thread	Nm	Lbs.ft
Internal side	1	AN6	22	16.2
External side	2	AN5	16	11.8

Figura 6. Valores de ajuste para los pernos del tren de aterrizaje principal. Fuente: Manual de mantenimiento de la aeronave

*Inspección de 100 horas*

La última actividad de mantenimiento realizada en la aeronave fue una inspección de 100 horas, finalizada 80 días antes del suceso. Durante esta inspección, se verificó el cumplimiento del Boletín de Servicio (SB) 17-LSA "Main landing bolts torque values check", que establece la comprobación de los valores de torque de los pernos del tren de aterrizaje principal.

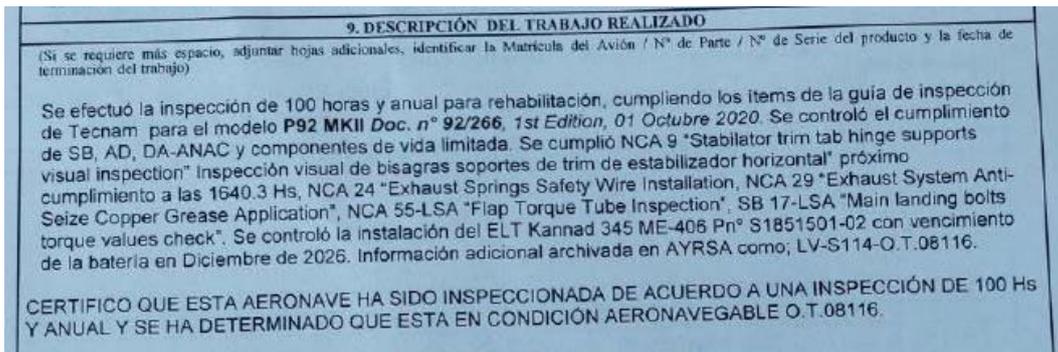


Figura 7. Extracto de la última inspección de 100 horas. Fuente: investigación JST

**Boletín de Servicio 17-LSA "Main landing bolts torque values check"**

N		INSTRUCTIONS			
1	For P92 and P2004 series:				
		<i>Description</i>	<i>Part number</i>	<i>QTY</i>	<i>Torque value</i>
		Central bolts	MS20006-64	2	//
		Lateral bolts	MS20005-24	4	//
		Stop nut for lateral bolts	MS21042-5	4	15 +/- 1 Nm
		Stop nut for central bolts	MS21042-6	2	25 +/- 2 Nm
		Washer under Lateral bolts	MS20002C-5	4	//
		Washer under Central bolts	MS20002C-6	2	//
		Washer under Lateral Stop Nuts	MS20002-5	4	//
		Washer under Central Stop Nut	MS20002-6	2	//

Tab. 1

Fig. 1

Figura 8. Sección del SB 17-LSA. Fuente: investigación JST

El 11 de agosto del 2011 se emitió en carácter de recomendación una modificación sobre los ítems de inspección del manual de mantenimiento donde agrega como tarea la verificación del torque de los pernos de sujeción del tren de aterrizaje principal.

*Advertencias y Directivas de Aeronavegabilidad*

La investigación no obtuvo información sobre Advertencias o Directivas de Aeronavegabilidad aplicables a modos de falla similares al relevado en la aeronave.

*Job Card No.1882 Ed.1 Rev.0*

El 28 de agosto de 2023, el fabricante emitió el SB 094, con carácter mandatorio, en respuesta a sucesos previos en los que se detectaron fallas en la zona de apoyo de los pernos del tren de aterrizaje principal. El SB requería que los operadores del Tecnam P92 Echo MKII realizaran una inspección de dichos pernos antes del próximo vuelo y cada 25 ciclos de aterrizaje.

Posteriormente, el 20 de septiembre de 2023, se emitió la *Job Card* 1882, que propone una modificación en la zona de apoyo del tren de aterrizaje principal, alterando las condiciones de trabajo de los pernos. Este documento reemplazaba el procedimiento mandatorio establecido en el SB 094.

El 31 de octubre de 2023, se publicó una actualización del SB 094 que establecía la obligatoriedad de continuar con las inspecciones establecidas en la versión original del SB hasta que la modificación indicada en la JC 1882 fuera implementada en la aeronave.

Es importante destacar que todos estos documentos son posteriores al suceso bajo análisis.

**1.7 Información meteorológica**

Según la información brindada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), las condiciones meteorológicas en el lugar y momento del accidente eran las siguientes:

Información meteorológica	
Viento	090°/08 nudos
Visibilidad	10 kilómetros
Fenómenos significativos	Ninguno
Nubosidad	5/8 SC 1.200 metros

Temperatura	19,3 °C
Temperatura punto de rocío	11,5 °C
Presión a nivel medio del mar	1.023,6 hPa
Humedad relativa	61%

Tabla 8

No se registraron fenómenos significativos en la zona y rango horario donde aterrizó la aeronave.

<b>METAR:</b>	
METAR	SADM 161600Z 09008KT 9999 BKN040 19/11 Q1024=
METAR	SADM 161700Z 09008KT 9999 BKN040 20/12 Q1023=
METAR	SADM 161800Z 09010KT 9999 SCT040TCU 20/09 Q1023=
METAR	SADM 161900Z 09007KT 9999 FEW040TCU 20/09 Q1023=
METAR	SADM 162000Z 09009KT 9999 FEW040 19/09 Q1023=
METAR	SADM 162100Z 09007KT 9999 FEW040 18/09 Q1023=

Figura 9. Información METAR<sup>4</sup>. Fuente: SMN

### 1.8 Ayudas a la navegación

No relevante.

### 1.9 Comunicaciones

No relevante.

### 1.10 Información sobre el lugar del suceso

Lugar del suceso	
Ubicación	Aeródromo de Morón
Coordenadas	34°40'33" S - 58°38'31" W
Superficie	Pavimento
Dimensiones	2.303 x 38 metros
Orientación magnética	20

<sup>4</sup> METAR: Informe Meteorológico Ordinario de Aeródromo

Elevación	25 metros
-----------	-----------

Tabla 9

### 1.11 Registradores de vuelo

No aplica.

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

El suceso tuvo lugar en el AD público controlado de Morón (provincia de Buenos Aires). La posición final de los restos de la aeronave se encontraba sobre la franja lateral de la pista, aproximadamente a 5 metros del borde del pavimento.



Figura 10. Trayectoria y posición final de la aeronave. Fuente: investigación JST

La investigación identificó marcas de arrastre en la pista correspondientes al tren de aterrizaje principal izquierdo.

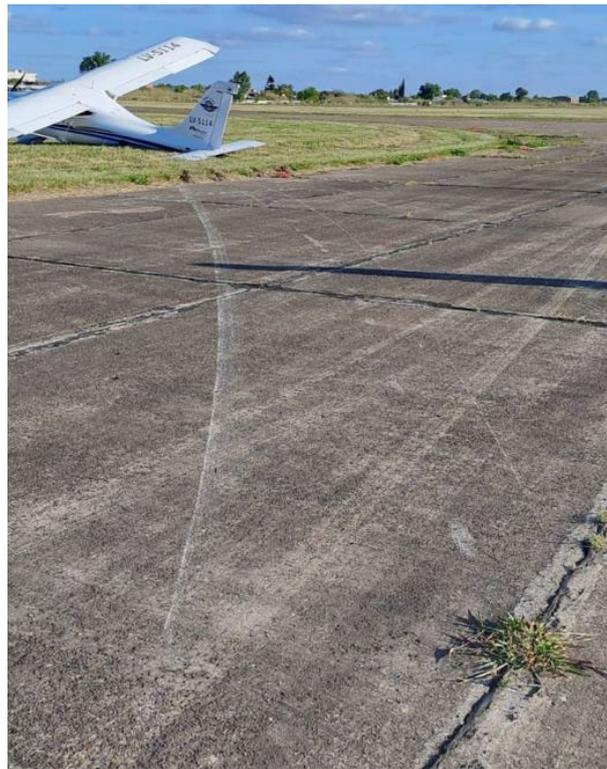


Figura 11. Marcas de arrastre en la pista de aterrizaje. Fuente: investigación JST

Los restos de la aeronave estaban concentrados en una misma ubicación, con el tren de aterrizaje principal izquierdo colapsado debajo de la estructura del fuselaje.



Figura 12. Posición final de la aeronave. Fuente: investigación JST

### 1.13 Información médica y patológica

No se detectó evidencia médico-patológico del piloto relacionada con el accidente.

### 1.14 Incendio

No hubo.

### 1.15 Supervivencia

El piloto y el pasajero abandonaron la aeronave por sus propios medios y sin lesiones. La cabina no resultó con deformaciones y los cinturones de seguridad soportaron los esfuerzos a los que fueron sometidos.

Según los registros del servicio COSPAS-SARSAT<sup>5</sup>, no se recibió señal de activación del Transmisor Localizador de Emergencia (ELT).

### 1.16 Ensayos e investigaciones

Con motivo de la investigación se realizó una entrevista con el piloto al mando de la aeronave, quien explicó que partieron del AD Morón con destino al AD Chascomús para luego retornar a Morón con fines recreativos. Antes del despegue desde el AD Morón, realizaron un chequeo previo siguiendo la lista de verificación y cargaron aproximadamente 23 litros de combustible. Llegaron a Chascomús sin inconvenientes y luego despegaron de nuevo con destino al AD Morón.

Al momento de aterrizar en Morón, el piloto notó, mediante la visualización de la manga, que había viento cruzado; según su percepción, la velocidad del viento era de alrededor de 10 nudos. Realizó la aproximación siguiendo un circuito estándar (inicial, base y final), y la zona de contacto fue lateral a la calle de rodaje Delta, con una velocidad de aproximadamente 70 nudos al momento de la toma de contacto.

---

<sup>5</sup> COSPAS-SARSAT: Servicio de Alerta de Socorro Satelital.

Después de la toma de contacto, aplicó los frenos y recorrió unos metros sobre la pista antes de percibir que la aeronave se desviaba abruptamente del eje de la pista.

Una vez que el equipo de investigación llegó al lugar del accidente, se relevó la condición final de la aeronave después de que esta fuera trasladada, previa coordinación con el equipo.



Figura 13. Zona de resguardo de la aeronave. Fuente: investigación JST

Se tomó una muestra del combustible del purgante del semiplano derecho. El análisis físico-químico de la muestra reveló que se trataba de combustible AVGAS-UL-91 y que sus características eran aptas.

Además, se verificó el correcto funcionamiento de todas las superficies de control de la aeronave y no se encontraron obstrucciones en su desplazamiento cinemático.

Entre los restos de la aeronave se encontraba el conjunto del tren principal izquierdo, completamente desprendido de la estructura del fuselaje, y conservaba solo dos de sus tres pernos de anclaje.

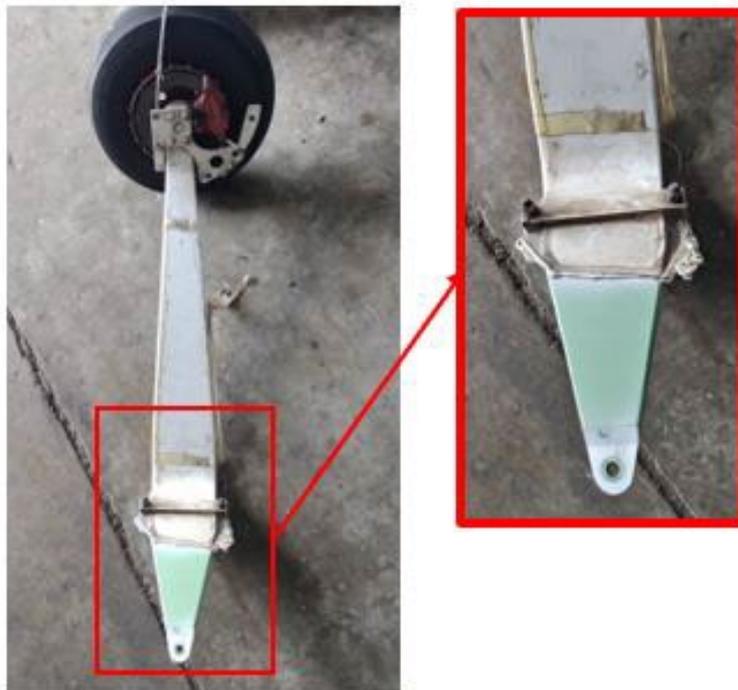


Figura 14. Tren de aterrizaje principal izquierdo. Fuente: investigación JST

Se obtuvo una sección de un perno con su respectiva tuerca aún alojada. La sección correspondía al tipo de pernos roscados utilizados en el conjunto del tren principal.



Figura 15. Sección del perno junto con la tuerca alojada. Fuente: investigación JST

Para inspeccionar la zona del tren de anclaje, se desarmó uno de los asientos para acceder a la ubicación de sujeción del conjunto y se extrajo la sección del perno que faltaba.



Figura 16. Zona de anclaje del conjunto de tren principal izquierdo. Fuente: investigación JST

*Caracterización y mecánica de fallo en el perno del conjunto de tren principal izquierdo*

Con motivo de la investigación, se envió el bulón, junto con la sección que aún tenía la tuerca roscada, al Departamento de Mecánica Aplicada del Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa del Ministerio de Defensa<sup>6</sup> para su análisis.

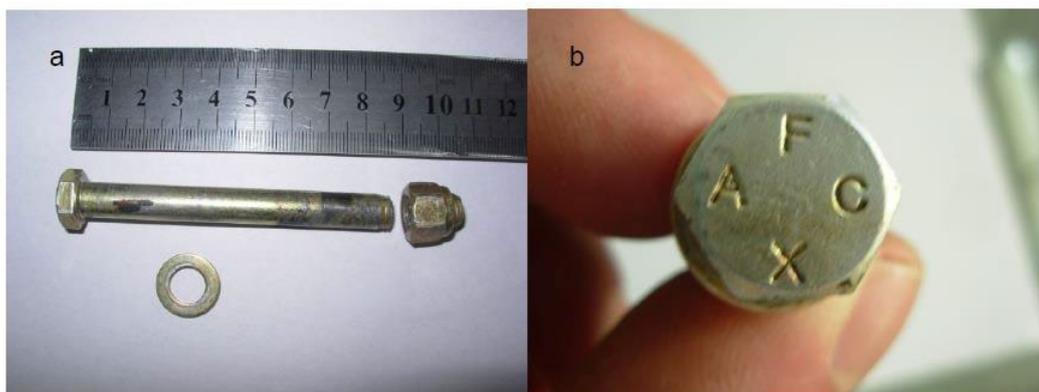


Figura 17. Condición de la muestra enviada para analizar. Fuente: investigación JST

<sup>6</sup> Informe: IF-2023-72119064-APN-DNEYMA#JST

La cabeza del bulón estaba marcada con la identificación del fabricante "AFC", conforme al estándar AN<sup>7</sup>. La marca "X" indica que se trata de un perno roscado de acero no resistente a la corrosión. El perno está catalogado por la norma como AN6-35, es decir, de cabeza hexagonal con rosca AN6 (3/8" x 24 UNF-3), sin perforación en la cabeza ni en la rosca, y de largo aproximado correspondiente al número 35.

Se realizaron estudios de control dimensional, composición química, metalografía y dureza sobre el perno que presentó la falla con el fin de determinar sus características.

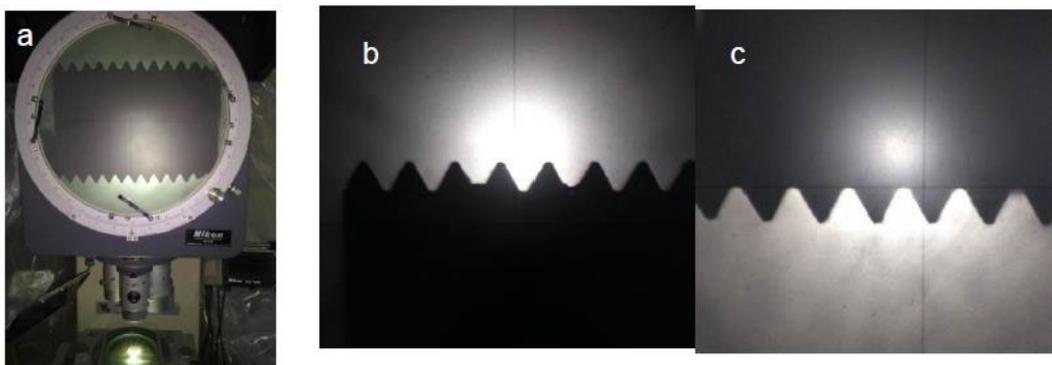


Figura 18. Control dimensional. Fuente: investigación JST

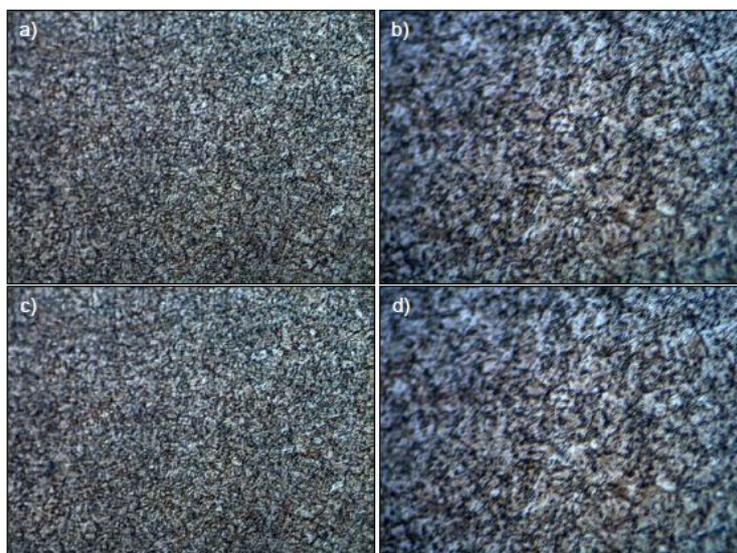


Figura 19. Inspección de la microestructura del material. Fuente: investigación JST

---

<sup>7</sup> AN: Estándar Air Force-Navy aeronautical

La caracterización del perno reveló lo siguiente:

- Composición Química: Identificada como acero AISI-SAE 4037, con un porcentaje de molibdeno levemente inferior al límite para estos aceros. Esta composición es aceptada según la norma NASM 6812.
- Ensayo de Dureza: El perno cumple con los requisitos establecidos por la norma NASM 6812.
- Inclusiones: Se encontraron inclusiones de tipo óxidos globulares en serie fina, con valores dentro del rango aceptable para su uso.
- Tratamiento Térmico: El tratamiento observado es del tipo temple y revenido, adecuado según la norma NASM 6812.

Esta caracterización coincide con las especificaciones del componente listado en el catálogo de partes de la aeronave.

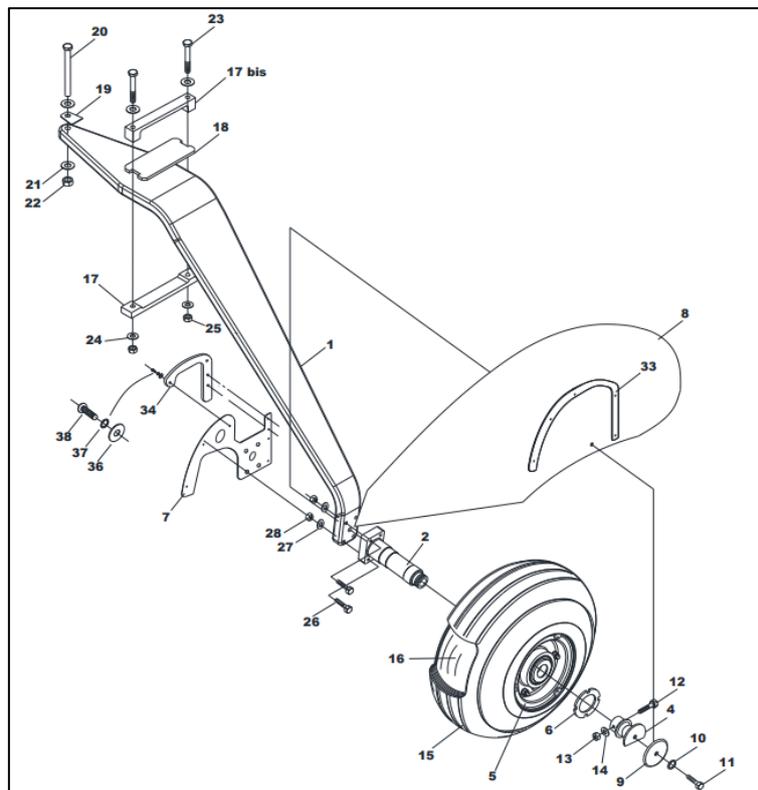


Figura 20. Despiece del conjunto de tren de aterrizaje principal. Fuente: Catálogo de partes de la aeronave

El estudio topográfico de las superficies de fractura tanto por microscopía óptica como por microscopía electrónica determinó que el perno falló por fatiga. El perno tenía inicios múltiples de fatiga en la zona del valle del segundo filete de su roscado, este era el primero en el que se halló alojado el roscado en la tuerca. La fatiga avanzó y redujo la sección transversal resistente en más de un 60% y generó sobre el final, fatiga por flexión invertida en la zona opuesta al inicio de fatiga principal. La fractura final de la sección remanente ocurrió por fractura dúctil, en acuerdo con las características del acero utilizado para la manufactura del perno. Los niveles de tensión a los que estuvo sometido el perno fueron bajos (se presumen dentro de los valores de diseño), según la presencia de los inicios múltiples, sin iniciadores metalúrgicos evidentes y considerando la gran reducción de la sección transversal resistente.

La fractura final de la sección remanente ocurrió por fractura dúctil, lo cual es consistente con las características del acero utilizado para la manufactura del perno. Los niveles de tensión a los que estuvo sometido el perno fueron bajos (se presumen dentro de los valores de diseño), de acuerdo con la presencia de inicios múltiples sin iniciadores metalúrgicos evidentes y considerando la considerable reducción de la sección transversal resistente.

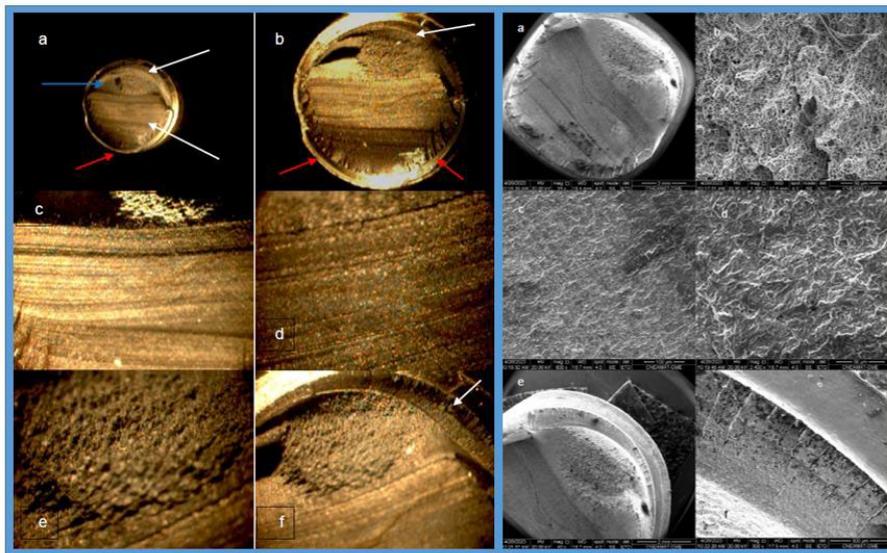


Figura 21. Topografía de la fractura. Fuente: investigación JST

El estudio de la zona de origen de la fatiga y su adyacencia, así como de los filetes siguientes del perno y de la rosca, reveló daño y destrucción localizada del recubrimiento de cadmio. Se observaron partículas pequeñas incrustadas o aplastadas, cuya presencia se presume que ocurrió durante el armado del conjunto o antes. En la zona de origen del mecanismo de fatiga, el recubrimiento estaba completamente desprendido y no se observaron partículas extrañas;

sin embargo, es probable que estas se hayan desprendido y perdido durante el evento de fractura. Este daño, o la presencia de estas partículas, puede atribuirse a una concentración de tensiones en la zona de origen, lo cual pudo haber contribuido al inicio del fenómeno de fatiga.

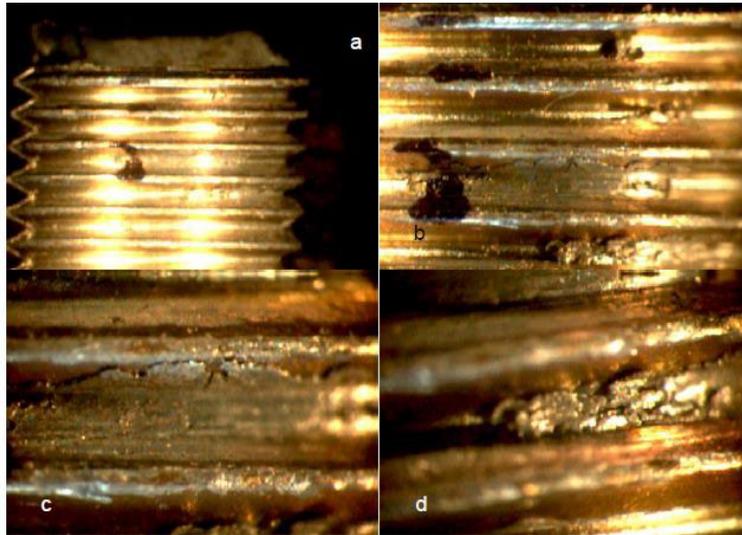


Figura 22. Partículas en el roscado. Fuente: investigación JST

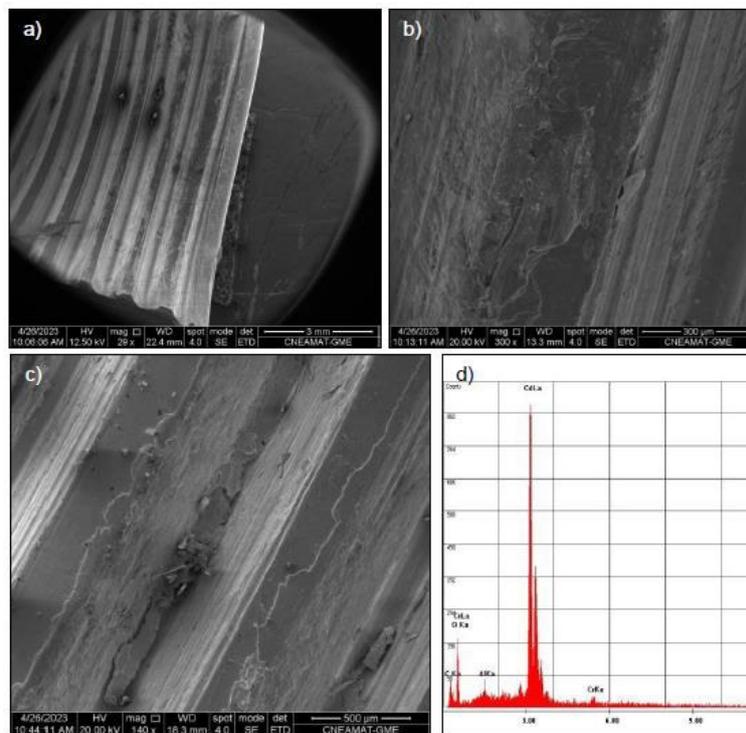


Figura 23. Inspección con microscopio de barrido electrónico en la zona del desprendimiento del recubrimiento. Fuente: investigación JST

### **1.17 Información orgánica y de dirección**

La aeronave involucrada en el accidente se encontraba afectada a la escuela de vuelo Smart Flight S.A., que contaba con un Certificado de Centro de Instrucción de Aeronáutica Civil (CCIAC) vigente, aprobado conforme las Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC) Parte 141.

### **1.18 Información adicional**

No aplica.

### **1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces**

No aplica.

---

## 2. ANÁLISIS

### 2.1 Introducción

El análisis se orientó a determinar los aspectos técnicos y operativos que contribuyeron a la pérdida de control de la aeronave, producto de una falla en el conjunto de tren principal durante el aterrizaje, lo que resultó en una excursión de pista.

### 2.2 Aspectos técnicos-operativos

#### *Desempeño operativo*

Según lo relevado en la investigación, no se encontraron indicios de que la operación de la aeronave estuviera directamente relacionada con la ocurrencia del suceso. Si bien el piloto mencionó en las entrevistas que realizó la aproximación con una velocidad levemente superior a la empleada en una operación normal, el análisis de la fractura del perno no evidenció que el tren de aterrizaje hubiera estado sometido a cargas superiores a las de diseño.

En cuanto a las condiciones meteorológicas, la velocidad del viento, la buena visibilidad y la temperatura no fueron factores contribuyentes. Además, las marcas en la pista y los daños en la aeronave no sugieren que esta se desplazara a una velocidad excesiva al momento de la toma de contacto.

Sin embargo, al no contar con medios de registro para obtener los parámetros del vuelo, no fue posible determinar con precisión las condiciones de carga a las que se sometió el conjunto de tren de aterrizaje al momento del contacto con la pista.

#### *Mecánica de la fractura*

Con base en los resultados de los ensayos realizados sobre el perno roscado, se concluyó que este tuvo una pérdida de su capacidad resistente debido a un mecanismo de fatiga. Este mecanismo presentaba un avance significativo. Por tal razón, y dado que el modo de falla fue mayormente dúctil, es posible descartar la hipótesis de que el perno estuvo sometido a sollicitaciones superiores a las cargas de diseño.

### *Mantenimiento de la aeronave*

No se detectaron indicios de desvíos en las prácticas de mantenimiento recomendadas por el fabricante. Según los registros, en la última inspección de 100 horas se consideró la recomendación del SB 17-LSA sobre los valores de ajuste de los pernos de sujeción del tren de aterrizaje principal.

Sin perjuicio de ello, en el momento de la inspección, no existían tareas específicas de mantenimiento destinadas a la detección de fallas de avance progresivo como las observadas en este suceso. La inspección visual en un componente de geometría compleja, como la zona roscada del perno, dificulta la detección de fisuras cuyo espesor puede resultar imperceptible a simple vista.

Las modificaciones propuestas en la zona de apoyo de los pernos del tren principal en el documento JC 1882 resultan en un cambio en las condiciones de transmisión de esfuerzos hacia y desde los pernos. En ese sentido, resulta posible considerarlo como una barrera defensiva para disminuir las cargas de flexión que contribuyeron al mecanismo de fatiga observado en el suceso.

---

### 3. CONCLUSIONES

#### 3.1 Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente

- ✓ Instantes posteriores a la toma de contacto de la aeronave con la pista, ocurrió la falla por fatiga del conjunto de tren principal izquierdo debido al debilitamiento de uno de sus pernos
  - ✓ No se encontraron indicios de que las condiciones meteorológicas o la operación de la aeronave hayan sido factores contribuyentes en el suceso
  - ✓ El manual de mantenimiento no incluía prácticas específicas para la detección de fallas por fatiga en los pernos de sujeción del conjunto de tren de aterrizaje principal
-

## 4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

### 4.1 A la Administración Nacional de Aviación Civil

#### RSO AE-2052-24

Las fallas en la zona de apoyo de los pernos del tren de aterrizaje principal en aeronaves Tecnam P92 Echo MKII, como las detectadas en la investigación del accidente de la aeronave LV-S114, llevaron al fabricante a emitir el Boletín de Servicio 094 con carácter mandatorio. Allí establece medidas específicas para asegurar la integridad de los pernos del tren de aterrizaje principal y prevenir fallas que podrían comprometer la seguridad de la aeronave y sus ocupantes. En ese sentido, resulta esencial que la comunidad aeronáutica esté informada sobre las acciones recomendadas en el Boletín para evitar la recurrencia de tales eventos. Por ello, se recomienda:

*Emitir una Advertencia de Aeronavegabilidad dirigida a los Talleres Aeronáuticos de Reparación, operadores y propietarios de aeronaves Tecnam P92 Echo MKII sobre la emisión del SB 094 que destaque la importancia de seguir rigurosamente las acciones establecidas en el Boletín para prevenir la repetición de sucesos similares.*

**JST** | SEGURIDAD EN  
EL TRANSPORTE



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional  
AÑO DE LA DEFENSA DE LA VIDA, LA LIBERTAD Y LA PROPIEDAD

**Hoja Adicional de Firmas**  
**Informe gráfico**

**Número:**

**Referencia:** LV-S114 - Informe de Seguridad Operacional

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 34 pagina/s.