



Informe de Seguridad Operacional

SUCESO: Accidente

TÍTULO: Pérdida de control en vuelo. Piper PA-11, matrícula LV-NIG, Chañar Ladeado, provincia de Santa Fe

FECHA Y HORA DEL SUCESO: 9 de agosto de 2022 a las 16:53 horas (UTC)

EXPEDIENTE: EX-2022-82971366- -APN-DNISAE#JST

DIRECCIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE SUCESOS AERONÁUTICOS

Junta de Seguridad en el Transporte

Av. del Libertador 405, 1º piso. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

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-NIG. Chañar Ladeado, provincia de Santa Fe. Fuente: Junta de Seguridad en el Transporte.

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

ÍNDICE

SOBRE LA JST	5
SOBRE EL MODELO SISTÉMICO DE INVESTIGACIÓN	6
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	8
SINOPSIS	9
1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS	10
1.1 Reseña del vuelo	10
1.2 Lesiones a personas	10
1.3 Daños en la aeronave	11
1.4 Otros daños	12
1.5 Información sobre el personal	12
1.6 Información sobre la aeronave	13
1.7 Información meteorológica	15
1.8 Ayudas a la navegación	16
1.9 Comunicaciones	16
1.10 Información sobre el lugar del suceso	16
1.11 Registradores de vuelo	17
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto	17
1.13 Información médica y patológica	18
1.14 Incendio	18

1.15	Supervivencia	18
1.16	Ensayos e investigaciones	20
1.17	Información orgánica y de dirección	26
1.18	Información adicional.....	27
1.19	Técnicas de investigaciones útiles o eficaces	32
2.	ANÁLISIS.....	33
2.1	Introducción.....	33
2.2	Aspectos técnicos-operativos	33
3.	CONCLUSIONES	40
3.1	Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente	40
3.2	Conclusiones referidas a otros factores de riesgo de seguridad operacional identificados por la investigación.....	41
4.	RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL	42
4.1	A la Administración Nacional de Aviación Civil	42

SOBRE LA JST

En 2019, mediante la [Ley N.º 27.514](#), se declaró de interés público y objetivo de la República Argentina la Política de Seguridad en el Transporte. En el marco de esta normativa, se creó la Junta de Seguridad en el Transporte (JST) como un organismo descentralizado, dotado de autarquía económico-financiera, personalidad jurídica propia y capacidad para actuar tanto en el ámbito del derecho público como privado. Inicialmente bajo la órbita del entonces Ministerio de Transporte, la JST depende actualmente de la Secretaría de Transporte, que forma parte del Ministerio de Economía.

La misión de la JST es mejorar la seguridad operacional mediante la investigación de accidentes e incidentes, y la emisión de recomendaciones que promuevan acciones eficaces. Este objetivo se desarrolla a través del análisis sistémico de los factores desencadenantes, las fallas en las defensas y los factores humanos y organizacionales asociados al suceso, con el fin de prevenir futuros eventos de transporte o mitigar sus consecuencias.

En concordancia con la [Ley N.º 27.514](#), las investigaciones realizadas por la JST tienen un carácter estrictamente técnico. Sus conclusiones no deben interpretarse como indicio o presunción de culpa, ni como determinantes de responsabilidad administrativa, civil o penal.

SOBRE EL MODELO SISTÉMICO DE INVESTIGACIÓN

La JST adoptó 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. Sus premisas centrales 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 son el punto de partida de la investigación y se analizan haciendo referencia a las defensas del sistema de transporte junto a otros factores de riesgo.
- Las defensas del sistema de transporte procuran detectar, contener y ayudar a minimizar 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, la ocurrencia de fallas técnicas y las fallas en las defensas están generalmente alejados en tiempo y espacio del desencadenamiento del evento. Son denominados factores sistémicos, y se vinculan estrechamente a elementos tales como 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 síntesis, el modelo sistémico tiene el objetivo de identificar los factores relacionados con el accidente, así como otros factores de riesgo 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 que promuevan acciones viables, prácticas y efectivas.

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS¹

AC: Circular de Asesoramiento

AD: Aeródromo

ANAC: Administración Nacional de Aviación Civil

CIAC: Centro de Instrucción de Aviación Civil

ELT: Transmisor de Localización de Emergencia

JST: Junta de Seguridad en el Transporte

LOC-I: Pérdida de Control en Vuelo

MIP: Manual de Instrucción y Procedimientos

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

RAAC: Regulaciones Argentinas de Aviación Civil

SMS: Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional

TAR: Taller Aeronáutico de Reparación

TOP: Temas de Observación permanente

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.

SINOPSIS

Este informe detalla los hechos y circunstancias en torno al accidente de la aeronave LV-NIG, un Piper PA-11, en Chañar Ladeado (provincia de Santa Fe), el 9 de agosto de 2022 a las 16:53 horas², durante un vuelo de aviación general de instrucción.

El informe presenta cuestiones de seguridad operacional relacionadas con la pérdida de control en vuelo durante maniobras de entrenamiento a baja altitud, así como con las tareas de mantenimiento realizadas en la aeronave.

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



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

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. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1 Reseña del vuelo

El 9 de agosto de 2022, la aeronave con matrícula LV-NIG, un Piper PA-11, despegó a las 16:00 horas de la pista del aeroclub Chañar Ladeado (provincia de Santa Fe), en un vuelo de aviación general local de instrucción.

Después de 40 minutos de vuelo, el instructor y su alumno aterrizaron para realizar una evaluación de la actividad. Durante un *briefing* posterior, se analizaron los detalles del vuelo realizado. Dado que el alumno aún contaba con tiempo de vuelo disponible, se decidió que efectuara un nuevo vuelo, esta vez solo. El plan consistía en realizar giros sobre un punto y "S" sobre un camino.

El instructor observó el despegue y el viraje hacia la derecha que llevaría a la aeronave a un área cercana al aeródromo, usualmente utilizada para entrenamiento. Poco después, escuchó una aceleración repentina del motor seguido de un impacto. Se dirigió de inmediato hacia el lugar del suceso, donde encontró que la aeronave había impactado contra el terreno.

Como consecuencia del suceso, la aeronave resultó destruida.

1.2 Lesiones a personas

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

Tabla 1

1.3 Daños en la aeronave

1.3.1 Célula

Destruída.



Figura 2. Daños generales de la aeronave. Fuente: investigación JST

1.3.2 Motor

Daños de importancia.



Figura 3. Daños en el motor y hélice. Fuente: investigación JST

1.3.3 Hélice

Destruída.

1.4 Otros daños

No hubo.

1.5 Información sobre el personal

El piloto al mando no contaba con licencia habilitante y operaba la aeronave en calidad de alumno piloto, cumpliendo con lo establecido en las normativas aplicables para vuelos de instrucción en modalidad de vuelo solo.

Alumno piloto	
Sexo	Masculino
Edad	33 años
Nacionalidad	Argentina

Licencias	Sin licencias
Habilitaciones	Ninguna
Certificación médica aeronáutica	Clase 2 Válida hasta el 31/10/2024

Tabla 2

Al momento del suceso, acumulaba una experiencia de 27 horas de vuelo, obtenidas en el marco del curso de Piloto Privado de Avión que estaba realizando en el aeroclub Chañar Ladeado, iniciado en enero de 2022.

1.6 Información sobre la aeronave

El LV-NIG era una aeronave marca Piper, modelo PA-11C, designación utilizada en la Argentina para los modelos Piper J-3 modificados conforme a la Circular de Modificación N.º 950, emitida el 20 de septiembre de 1955 por la entonces Dirección General de Material Aéreo. Esta circular establecía los procedimientos para convertir las aeronaves Piper J-3 con largueros de ala metálicos al modelo PA-11. Tras la conversión, las aeronaves eran designadas como PA-11C según la documentación vigente, aunque mantenían el número de serie correspondiente al modelo original J-3.

Cabe destacar que el modelo PA-11C no cuenta con reconocimiento oficial por parte de *Piper Aircraft* ni de la *Federal Aviation Administration* (FAA), autoridad de aviación civil responsable de la aeronavegabilidad de los modelos J-3 y PA-11, ambos certificados bajo CAR 4a y la Certificación de Tipo N.º A-691.

La última liberación de aeronavegabilidad de la aeronave fue realizada por el Taller Aeronáutico de Reparación (TAR) 1B-545 el 28 de diciembre de 2021, mediante un Formulario 337, en el marco de su inspección anual. Dicha rehabilitación se realizó ocho meses antes del accidente.

Aeronave	
Marca	<i>Piper</i>
Modelo	PA-11C
Categoría	Normal
Fabricante	<i>Piper</i>
Año de fabricación	1946

Número de serie		20349
Peso máximo de despegue		553 kg
Peso máximo de aterrizaje		553 kg
Peso vacío		3.401 kg
Fecha del último peso y balanceo		09/09/1992
Certificado de matrícula	Propietario	Aeroclub Chañar Ladeado
	Fecha de expedición	21/09/1957
Certificado de aeronavegabilidad	Clasificación	Estándar
	Categoría	Normal
	Fecha de emisión	12/12/1996
	Fecha de vencimiento	Sin vencimiento

Tabla 3

Motor	
Marca	<i>Continental</i>
Modelo	C-85-12F
Fabricante	<i>Continental</i>
Número de serie	24621-6-12
Habilitación	Hasta el 30/08/2028

Tabla 4

Hélice	
Marca	<i>Sensenich</i>
Modelo	M76AK
Fabricante	<i>Sensenich</i>
Número de serie	27875
Habilitación	2.000 horas desde la última recorrida general

Tabla 5

No fue posible determinar los datos de actividad desde nuevo ni las horas transcurridas desde la última inspección de la aeronave, el motor y la hélice, debido a que el último historial disponible registraba información únicamente hasta el año 2012.

Peso y balanceo al momento del suceso	
Peso vacío	340,0 kg
Peso del piloto	90,0 kg
Peso del combustible	32,0 kg
Peso total	462,0 kg

Peso máximo permitido de	553,0 kg
Diferencia en menos	91,0 kg

Tabla 6

El peso y el balanceo de la aeronave se encontraban dentro de la envolvente de vuelo indicada en el manual de la aeronave.

Performance de la aeronave

Velocidad de pérdida	40 mph – 64 Km/h – 34 nudos
Velocidad óptima de ascenso	55 mph – 88 Km/h – 47 nudos
Régimen de ascenso, al N.M.	274 mt/min – 900 pies/min
Techo de servicio	4870 mts.
Techo absoluto	5480 mts.
Radio de acción o alcance	560 Kms.
Carrera de despegue	76 mts.
Carrera de despegue salvando un obstáculo de 15 mts. de altura	144 mts.
Carrera de aterrizaje	88 mts.
Carrera de aterrizaje con un obstáculo de 15 mts. de altura	167 mts.

Figura 4. Tabla de performances del PA-11. Fuente: investigación JST

1.7 Información meteorológica

La información meteorológica correspondiente al lugar y hora del accidente, proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional, era la siguiente:

Información meteorológica	
Viento	3 nudos de los 90°
Visibilidad	10 kilómetros
Fenómenos significativos	Ninguno
Nubosidad	2/8 CU ³ 1.000 metros
Temperatura	14,1°C
Temperatura punto de rocío	5,0°C
Presión a nivel medio del mar	1.031,1 hPa
Humedad relativa	54%

Tabla 7

³ Cúmulos.

1.8 Ayudas a la navegación

No aplica.

1.9 Comunicaciones

No aplica.

1.10 Información sobre el lugar del suceso

La aeronave despegó desde la pista 17 del aeródromo de Chañar Ladeado. El accidente ocurrió en un terreno ubicado al suroeste del aeródromo, a una distancia aproximada de 1.500 metros en línea recta desde el centro de la pista.

La pista es de superficie de tierra, con una longitud de 650 metros y un ancho de 30 metros.



Figura 5. Vista aérea del lugar del accidente y ubicación respecto del aeródromo de Chañar Ladeado. Fuente: investigación JST

1.11 Registradores de vuelo

No aplica.

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

El accidente ocurrió en un lote de superficie plana, compuesto por tierra y cubierto de rastrojos de maíz. Las evidencias indicaron que el impacto ocurrió con un elevado ángulo de picada, posiblemente cercano a una posición perpendicular al terreno, acompañado de un movimiento de alabeo hacia la izquierda.

No se identificaron partes faltantes en la aeronave, y el impacto se produjo sin evidencias de derrape, lo que sugiere que la aeronave llegó al lugar con mínima o nula velocidad de traslación horizontal.

Tras el impacto, la aeronave quedó en una posición invertida, con las alas prácticamente niveladas. El fuselaje estaba cruzado respecto de las alas, con la cola del avión hacia el ala izquierda y la nariz hacia el ala derecha.



Figura 6. Posición de los mandos de la aeronave luego del accidente. Fuente: investigación

JST



Figura 7. Condición general de los alerones y detalle de la toma interna de cada alerón.

Fuente: investigación JST

1.13 Información médica y patológica

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

1.14 Incendio

No hubo.

1.15 Supervivencia

Las características del accidente no hicieron posible la supervivencia del piloto. Durante la inspección, se verificó que los cinturones de seguridad del asiento ocupado por el piloto soportaron el impacto; sin embargo, presentaron una serie de discrepancias con respecto a los estándares exigidos por las normas de la industria.

El estado y la condición de los cinturones de seguridad de las aeronaves deben determinarse en cada inspección de 100 horas o en la rehabilitación anual, de acuerdo con la Parte 43, Apéndice D, punto (c) de las RAAC. Además, la autoridad aeronáutica, mediante la Advertencia de Seguridad 070/DAG del 13 de marzo de 2007, recomienda que:

“Los TAR, en ocasión del ingreso de una aeronave, deben revisar cuidadosamente el estado y condición de los cinturones de seguridad. Si los cinturones presentan defectos o novedades deberán ser reemplazados por uno nuevo o por uno usado en servicio; es decir que sea reacondicionado en alguno de los talleres aeronáuticos especialmente habilitados”.

De acuerdo con la inspección realizada por el equipo de investigación, se observaron los siguientes elementos

- Cinturón de seguridad delantero: No se trataba de un cinturón aprobado, sino de un arnés adaptado a partir de un paracaídas, lo cual fue evidenciado por la inscripción en la hebilla.
- Cinturón de seguridad trasero: Sus fijaciones a la estructura consistían en un lazo de cinta cocido con hilo blanco en un caso y en una abrazadera en otro, como se observa en la figura 8.

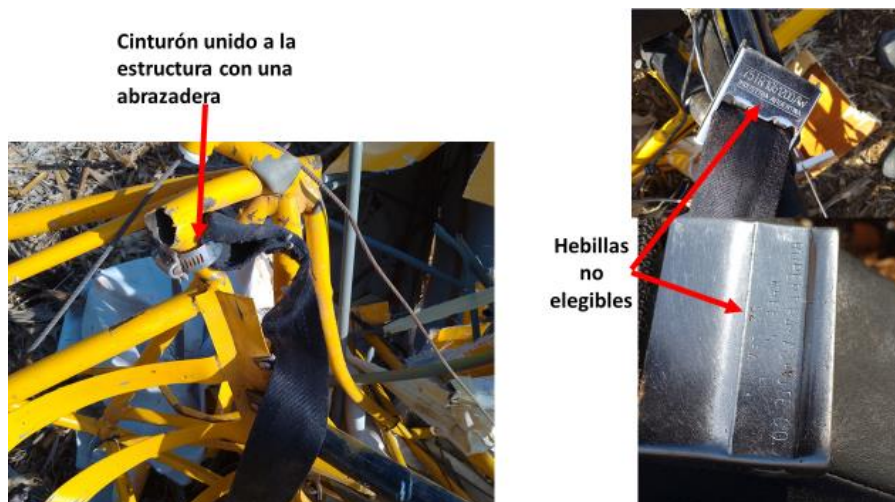


Figura 8. Cinturones de seguridad del LV-NIG. Fuente: investigación JST

1.16 Ensayos e investigaciones

Trayectoria de la aeronave

Según lo relevado en las entrevistas, la aeronave despegó desde la pista 17, ascendió a 500 pies de altitud y ejecutó un giro de 90° hacia el este, seguido de un giro de 45° hacia el sureste. Posteriormente, realizó un giro de 180° en dirección hacia un monte identificado como referencia para efectuar las maniobras planificadas.

Con base en las dimensiones del lote (aproximadamente 1.200 metros de lado), las maniobras previstas, como el giro sobre un punto o las "S" sobre caminos, habrían implicado un radio aproximado de 600 metros, con una altura de 500 pies y una velocidad estimada de la aeronave de 130 kilómetros por hora.



Figura 9. Trayectoria seguida y posibles. Fuente: investigación JST



Figura 10. Punto de referencia para maniobras y posición de la aeronave. Fuente: investigación JST

Condición técnica de la aeronave

La inspección de los restos permitió evaluar la condición técnica general de la aeronave, identificándose los siguientes aspectos específicos:

Toma de alerones

Las aeronaves están equipadas con superficies de control destinadas a maniobrar y mantener la estabilidad durante el vuelo. Los alerones, en particular, son superficies de control ubicadas en los extremos de las alas, sobre el borde de fuga, que permiten girar la aeronave sobre su eje longitudinal generando el movimiento de alabeo.

El movimiento de los alerones es coordinado: cuando se desea girar a la izquierda, el alerón izquierdo se eleva, reduciendo la sustentación y provocando el descenso del ala izquierda, mientras que el alerón derecho desciende, aumentando la sustentación y elevando el ala derecha.

En el modelo PA-11, cada alerón está unido al ala mediante tres puntos de fijación. El punto central transmite el movimiento a través de una charnela que está unida mecánicamente con el bastón de mando ubicado en la cabina. Los otros dos puntos, ubicados en los extremos del alerón, actúan como pivotes de unión.

En la figura 11 se muestran los puntos de unión de los alerones, destacándose en rojo la toma central que, tras la inspección de los restos, se encontró desprendida del larguero del alerón.

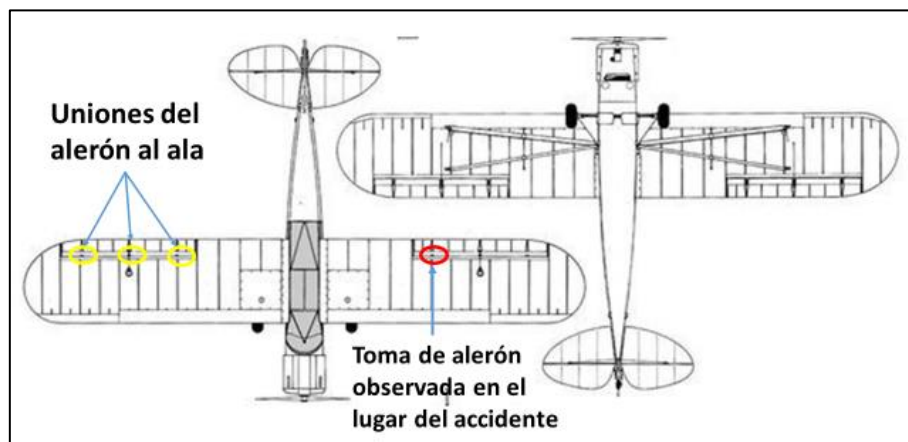


Figura 11. Vistas en planta superior e inferior del PA-11, resaltando las uniones de los alerones al ala y, en rojo, la toma interna identificada durante la inspección de los restos.

Fuente: investigación JST

Durante la inspección, se observó que la toma interna del alerón izquierdo estaba desprendida de la unión al larguero del alerón. Asimismo, se detectó un proceso de corrosión severa en el larguero del alerón.



Figura 12. Detalle de la toma interna del alerón izquierdo en la aeronave LV-NIG. Fuente: investigación JST



Figura 13. Detalles de la condición de la toma de alerón. Fuente: investigación JST

El 10 de agosto de 2018, la ANAC emitió la Revisión 1 de la Advertencia de Seguridad 179/DAGr1, en la que se alertó sobre la posible presencia de corrosión en los largueros de alerón y flap, específicamente debajo de las bisagras, en aeronaves Piper de los modelos J3, J4, PA-11, PA-12, PA-18, PA-20, PA-22 y PA-25.

Refuerzo de la bisagra de articulación de los alerones (Aileron Hinge Reinforcing Brackets)

La aeronave estaba alcanzada por la Directiva de Aeronavegabilidad (AD) 58-12-02, emitida el 15 de julio de 1958. Dicha directiva aborda el refuerzo de la bisagra de articulación de los alerones, un tema tratado previamente por Piper en el *Service Bulletin* 165, del 22 de mayo de 1958.

La AD 58-12-02 advertía sobre la posibilidad de que algunas aeronaves hubieran sido equipadas con soportes de refuerzo de bisagras de articulación de los alerones identificados como P/N 10931-02, fabricados en aluminio, en lugar de acero, y establecía su reemplazo en caso de no cumplir con las especificaciones.

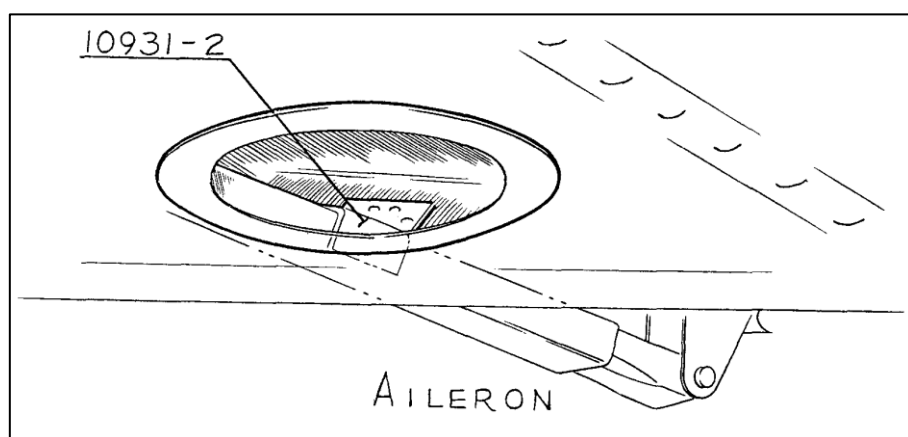


Figura 14. Detalle de la parte afectada por la AD 58-12-02. Fuente: investigación JST

En el caso del LV-NIG, los alerones contaban con refuerzos de las bisagras de articulación que no correspondían a partes aeronáuticas certificadas y se habían instalado sin observar las prácticas estándar de la industria aeronáutica.



Figura 15. Rotura del *Aileron Hinge Reinforcing Bracket* del LV-NIG. Fuente: investigación JST



Figura 16. Reparaciones de alerones no estandarizadas. Fuente: investigación JST

La investigación informó a la ANAC sobre los hallazgos realizados. Asimismo, se indicó que lo identificado estaba relacionado con lo señalado en la Advertencia 179, emitida el 10 de agosto de 2018 por el Departamento de Aviación General.

Tubería de combustible

En el registro de componentes con vida límite correspondiente a la última liberación de aeronavegabilidad, se consignaba que la tubería de combustible

tenía un total general de cero horas, lo que indicaría que el componente había sido reemplazado en esa oportunidad.

Durante la investigación, se identificó entre los restos una manguera de combustible que carecía de protección ignífuga y malla metálica. Además, los elementos de ferretería empleados en su ensamblaje no eran nuevos ni correspondían a componentes aeronáuticos.



Figura 17. Manguera de combustible instalada en el LV-NIG. Fuente: investigación JST

1.17 Información orgánica y de dirección

La aeronave pertenecía al Aeroclub Chañar Ladeado, una institución aerodeportiva fundada el 7 de abril de 1957. Al momento del accidente, se encontraba realizando una operación de instrucción en el marco de un Centro de Instrucción de Aeronáutica Civil (CIAC) Tipo 2, conforme a lo establecido en la Parte 141 de las Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC).

El CIAC contaba con un Manual de Instrucción y Procedimientos (MIP), un Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS) y un Manual de Sistema de Garantía de Gestión de Calidad. Su estructura orgánica incluía un gerente responsable, un jefe de instructores, y gerentes encargados de calidad y del SMS.

1.18 Información adicional

Maniobras previstas

Según lo previsto entre el instructor de vuelo y el alumno piloto, éste realizaría “S” sobre un camino y giros sobre un punto; maniobras que son ejecutadas con referencia en el terreno.

De acuerdo con el Manual de Piloto Privado de Avión elaborado por la ANAC, este tipo de ejercicios tiene como objetivo desarrollar la habilidad del piloto para analizar los efectos del viento y otras fuerzas que actúan sobre la aeronave. Asimismo, contribuyen a mejorar el control preciso, la coordinación y la capacidad de dividir la atención necesaria para maniobrar el avión de manera segura y precisa.

La maniobra de “S” sobre camino consiste en trazar semicírculos de radios iguales a ambos lados de una línea recta en el suelo, que puede ser una ruta, como en este caso. Durante la ejecución, el piloto practica virajes coordinados mientras mantiene una altitud constante y realiza correcciones por la deriva causada por el viento.

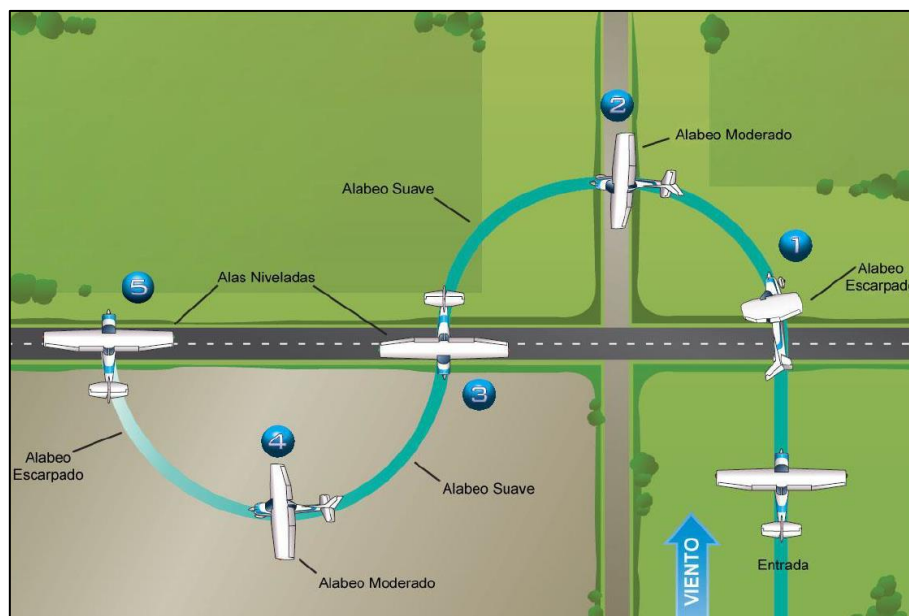


Figura 18. Representación de la maniobra “S” sobre caminos. Fuente: Manual del Piloto Privado de Avión (ANAC, 2019)

El procedimiento inicia cruzando la ruta en un ángulo de 90°, seguido de una serie de virajes de 180° con radios uniformes en direcciones alternas. El piloto debe regresar a cruzar la carretera en un ángulo de 90° al completar cada viraje de 180°.

El viraje alrededor de un punto, como una maniobra de entrenamiento, es una extensión de los principios involucrados en la realización de “S” sobre caminos. Sus propósitos como maniobra de formación son: perfeccionar la técnica de viraje, la capacidad de controlar el avión mientras divide la atención entre la trayectoria y las referencias en tierra; enseñar al alumno que el radio de un viraje es una distancia afectada por el grado de alabeo utilizado cuando vira en relación a un objeto definido; desarrollar una percepción aguda de altura y perfeccionar la capacidad de corregir la deriva del viento mientras vira.

La maniobra se ejecuta realizando dos o más círculos completos alrededor de un punto de referencia prominente en tierra, manteniendo un radio constante. Se utiliza un alabeo máximo de aproximadamente 45° y se mantiene una altitud constante.

Ejecución de virajes

A continuación, se presentan imágenes descriptivas obtenidas del Manual del Piloto Privado de Avión, donde se muestran las fuerzas que intervienen en la ejecución de virajes y se diferencia un viraje normal de uno con derrape o deslizamiento.

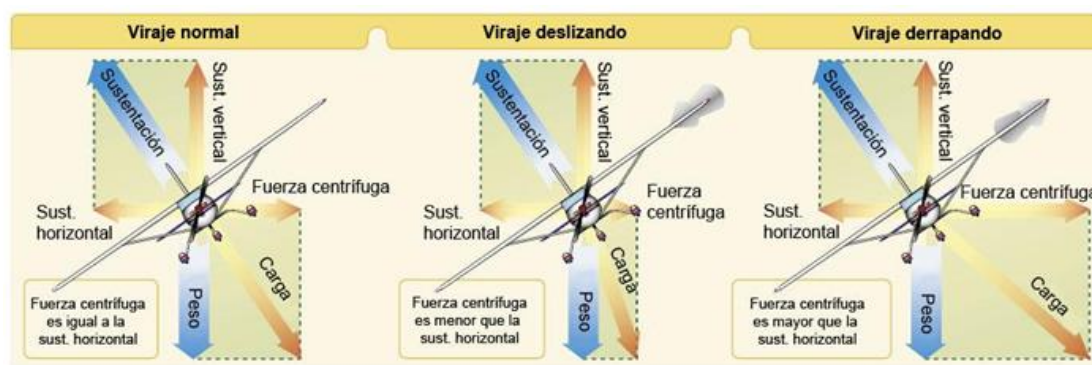


Figura 19. Fuerzas que intervienen en un viraje. Fuente: Manual del Piloto Privado de Avión (ANAC, 2019)

Para realizar un viraje coordinado, el piloto debe establecer una combinación adecuada de tasa y radio de viraje, de acuerdo con las condiciones de vuelo y la actitud de la aeronave

Factor de carga y velocidad de pérdida

Todo cambio en la trayectoria de una aeronave genera una variación en el factor de carga (g), tanto en vuelo recto como en viraje. En el caso de un viraje, el factor de carga se calcula como el cociente entre 1 y el coseno del ángulo de alabeo. Por ejemplo, para un alabeo de 45°, el factor de carga será 1,41.

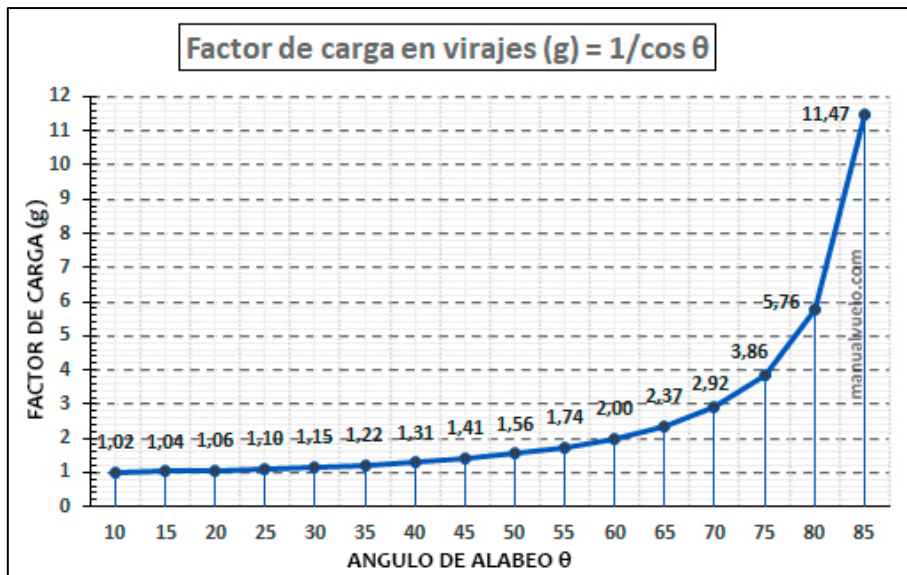


Figura 20. Factor de carga en viraje. Fuente: investigación JST

El aumento del factor de carga en un viraje tiene como consecuencia un aumento de la velocidad de entrada en pérdida en una proporción igual a la raíz cuadrada del factor de carga; $V_s = V_{s0} \times \sqrt{g}$. Para el PA-11, la velocidad de pérdida es de 64 km/h, entonces en un viraje de 45°, el factor de carga g=1,41 por lo que la velocidad de pérdida será 76 km/h.

Pérdida de control en vuelo (LOC-I)

La JST ha abordado en distintos documentos los sucesos clasificados como Pérdida de Control en Vuelo (LOC-I), de acuerdo con la taxonomía definida por la OACI.

Uno de estos documentos es el denominado Temas de Observación permanente 2024 (TOP)⁴, en el que se establecen prioridades de análisis para el organismo. El primer tema identificado en dicho informe es precisamente la pérdida de control en vuelo.

Entre 2019 y 2023, esta categoría estuvo presente en 39 accidentes registrados en Argentina, de los cuales el 81 % correspondió a operaciones de aviación general. Dentro de esta última, los vuelos de instrucción representaron el 18 % de los accidentes LOC-I.

Este tipo de accidentes se caracteriza por tener el índice de fatalidad más elevado entre todas las categorías analizadas: el 59% de los accidentes LOC-I resultaron fatales.

⁴ Junta de Seguridad en el Transporte (2024). Temas de observación permanente. Secretaría de Transporte. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/09/tops_2024_-_aeronautico_-_v21.pdf

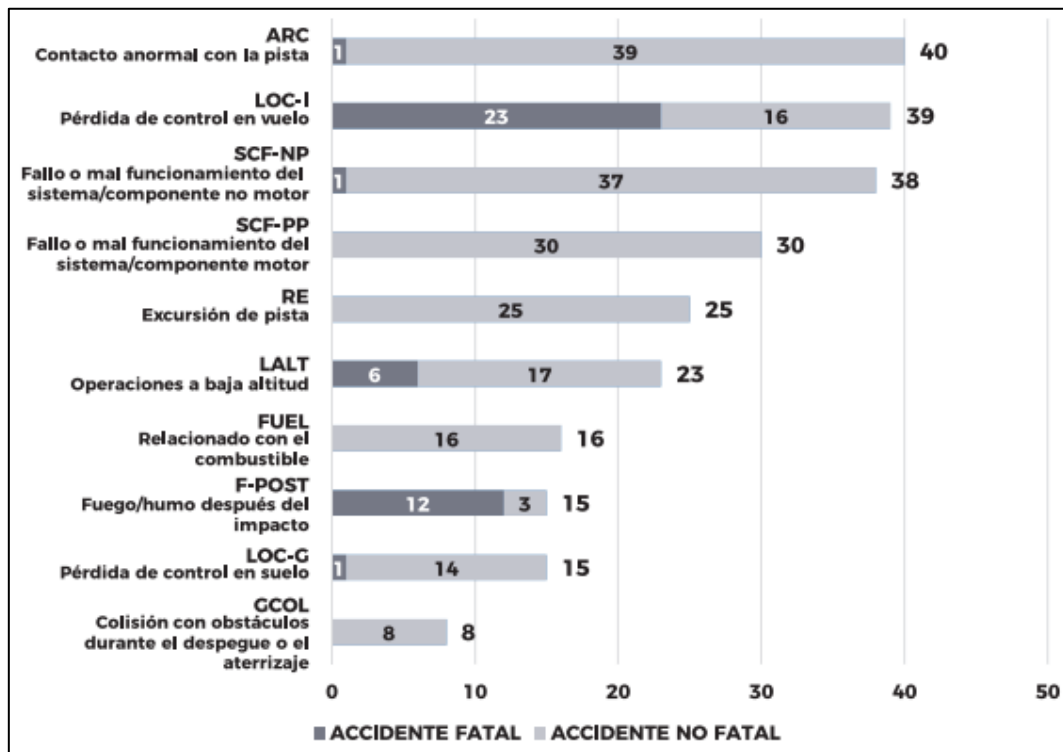


Figura 21. Categorías de sucesos con mayor cantidad de accidentes en Argentina en el periodo 2019-2024. Fuente: investigación JST.

Otro estudio⁵ realizado por la JST sobre el período 2013-2017 permitió identificar que la fase de vuelo más frecuente en los accidentes LOC-I fue el ascenso inicial (32 % de los casos), mientras que la fase con mayor índice de fatalidad fue la de crucero, en la cual el 68 % de los eventos resultaron fatales.

⁵ Junta de Seguridad en el Transporte (2019). *Pérdida de control en vuelo*. Secretaria de transporte. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2019/07/perdida_de_control_en_vuelo_loc-i.pdf

Categorías mundiales de suceso de alto riesgo⁶

En el Plan Global de Seguridad Operacional en la Aviación (GASP), la OACI identifica una serie de categorías mundiales de sucesos de alto riesgo (G-HRC) que deben abordarse para reducir la tasa de fatalidad en la aviación.

Estas categorías se definen en función de los fallecimientos registrados, la probabilidad de fatalidades por evento, la cantidad de accidentes e incidentes, y los resultados de análisis basados en información de seguridad recopilada por la OACI y otras organizaciones, a partir de fuentes tanto proactivas como reactivas.

En la edición 2023–2025 del GASP, se identifican como prioridades de seguridad global las siguientes cinco categorías G-HRC:

- Vuelo controlado contra el terreno (CFIT);
- Pérdida de control en vuelo (LOC-I);
- Colisión en el aire (MAC);
- Salida de pista (RE);
- Incursión en pista (RI).

1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

No aplica.

⁶ ICAO Safety Report, 2024 Edition, p. 13. (https://www.icao.int/safety/Documents/ICAO_SR_2024.pdf)

2. ANÁLISIS

2.1 Introducción

El accidente del LV-NIG ocurrió en circunstancias en las que un alumno piloto realizaba un vuelo solo como parte de su formación para obtener la licencia de piloto privado de avión. No hubo testigos del evento, y la aeronave carecía de dispositivos para registrar parámetros o imágenes del vuelo.

Esta situación llevó a que la investigación siguiera un enfoque inductivo, partiendo de las evidencias obtenidas de los restos de la aeronave y buscando formular hipótesis que expliquen lo sucedido.

La aeronave impactó contra el terreno pocos minutos después de despegar de la pista 17 del aeródromo de Chañar Ladeado. La actitud de la aeronave en el momento del impacto fue incompatible con la posibilidad de supervivencia del piloto, quien era el único ocupante. Además, los restos de la aeronave revelaron condiciones técnicas que discrepaban con la validez formal de la documentación técnica correspondiente.

2.2 Aspectos técnicos-operativos

Evaluación de los restos de la aeronave

El relevamiento de los restos de la aeronave reveló que el impacto ocurrió con una actitud caracterizada por un marcado ángulo de nariz hacia abajo, mientras que las alas se encontraban niveladas respecto al terreno. La posición relativa del fuselaje en relación con las alas, con el fuselaje "cruzado", sugiere que antes del impacto la aeronave estaba realizando un giro sobre su eje longitudinal.

Los alerones se encontraban en la posición de alerón izquierdo arriba y derecho abajo, al límite de su recorrido, y el timón de profundidad hacia arriba. Aunque esta configuración no necesariamente indica que fue comandada por el piloto, se considera en el análisis, ya que corresponde a un viraje hacia la izquierda.

En un viraje hacia la izquierda, si la aeronave entra en pérdida y el piloto toma la acción de bajar la nariz, sería una maniobra apropiada para esa condición. Sin embargo, en caso contrario, con el timón arriba, la aeronave podría entrar en una condición de tirabuzón incipiente. Los hallazgos de esta investigación son consistentes con una maniobra de reacción ante una pérdida en viraje que agravó la situación.

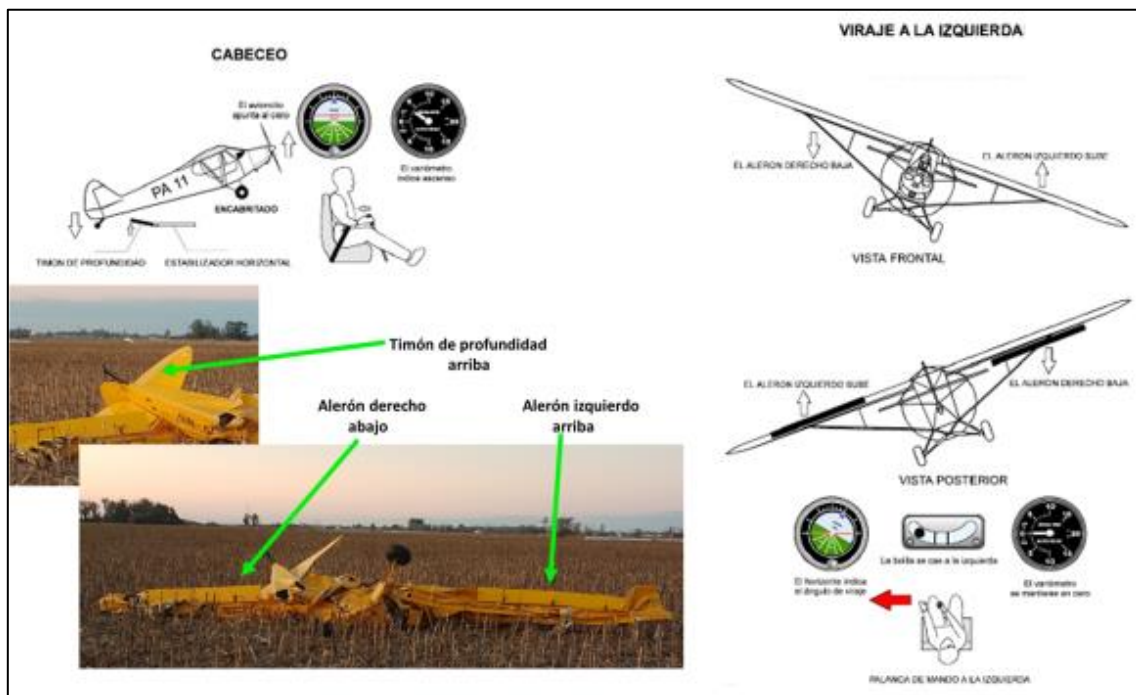


Figura 22. Relación de la posición de comandos con viraje por izquierda. Fuente: investigación JST

El daño estructural no permitió comprobar el correcto funcionamiento de los comandos, pero sí inferir que la severa corrosión en la toma externa del alerón izquierdo (que se encontró separada del larguero del alerón) y en las otras tomas de los comandos (todas presentaban procesos corrosivos severos) no impidió el accionar de los alerones por parte del piloto.

Lo expuesto anteriormente no descarta la posibilidad de que, si la separación de la toma externa del alerón izquierdo se produjo durante una maniobra de viraje, esta condición haya generado una interferencia aerodinámica que modificara la respuesta de la aeronave ante las acciones del piloto o alterara parcialmente la

actitud de la aeronave en el momento de la separación. Tampoco permite afirmar que la aeronave no fuera controlable.

Maniobra realizada

El vuelo que culminó en accidente había sido precedido por otro en el que el alumno piloto, acompañado por el instructor, realizó maniobras durante aproximadamente 40 minutos. En ese tiempo, ejecutó maniobras de precisión como 180° y 360°, las cuales completó de manera adecuada.

Luego de ese vuelo, el instructor y el alumno repasaron lo realizado y decidieron que el alumno continuaría la instrucción solo durante el tiempo restante para completar la hora de vuelo. El alumno estaba cursando su hora 27 del curso de Piloto Privado de Avión y había volado solo en tres ocasiones previas.

Según lo manifestado por el instructor, el propósito del vuelo era practicar maniobras denominadas “con referencia en el terreno”, en particular giros alrededor de un punto y “S” sobre caminos. Estas maniobras están incluidas en los estándares para exámenes prácticos, por lo que formaban parte del entrenamiento previsto en el curso.

La referencia en el terreno acordada era un monte situado en el centro de un lote. No se estableció cuál de las maniobras sería realizada primero, y dado que el accidente ocurrió poco después del inicio del vuelo, se evaluaron ambos escenarios. Siguiendo el método propuesto, se determinó la posición de la aeronave en el lugar del impacto y se trazaron trayectorias probables para ambas maniobras con la referencia señalada. El análisis determinó que el lugar del impacto era consistente con las maniobras previstas, independientemente de la que fuera ejecutada.



Figura 23. Hipótesis de maniobras con referencia en el terreno. Fuente: investigación JST

Pérdida de control en vuelo

Los escenarios evaluados permiten considerar distintas hipótesis que podrían explicar la pérdida de control en vuelo de la aeronave y su posterior impacto con el terreno. Según la taxonomía de la OACI, el evento del LV-NIG se clasifica dentro de la categoría de LOC-I, identificada por el mayor índice de fatalidad en la aviación general de la República Argentina, según los datos estadísticos de la JST

En el Foro de 2015 de la *National Transportation Safety Board* (NTSB) denominado “Prevención de la Pérdida de Control en Vuelo en la Aviación General” se presentaron datos estadísticos de los Estados Unidos que confirmaban esta tendencia a nivel global. En dicho foro, se identificaron diversos factores contribuyentes, entre ellos: falta de familiaridad del piloto con la aeronave, condiciones médicas (incluyendo efectos de medicación o sustancias), distracción, entrenamiento insuficiente o respuestas inadecuadas ante una pérdida de control.

Este tipo de accidentes suele involucrar dos momentos críticos: la pérdida de control propiamente dicha y las acciones de recuperación. La pérdida de control puede producirse en cualquier fase del vuelo, sin importar la altitud, velocidad o configuración de potencia, y su ocurrencia recurrente en la aviación general subraya la importancia de un entrenamiento adecuado y continuo.

En el caso del LV-NIG, se considera como escenario probable que la aeronave experimentara una pérdida de control en viraje, lo que delimita las posibles actitudes previas al accidente: un viraje descoordinado, una inclinación excesiva debido a correcciones por deriva, o una velocidad insuficiente.

Para recuperar el control de la aeronave se requiere entrenamiento sobre el manejo de los comandos y reconocimiento de los precursores. En el caso del LV-NIG, se trataba de una aeronave al mando de un piloto en formación volando a baja altura, por lo que una recuperación ante una pérdida de control era prácticamente imposible. El incremento abrupto en la potencia del motor escuchado por el instructor pudo haber sido una acción de último recurso ante la pérdida de control.

Condición técnica de la aeronave

Una aeronave se considera aeronavegable cuando cumple técnica y documentalmente con los requisitos establecidos en su Certificado Tipo. Esto implica que no ha sido alterada, que todos sus componentes son aptos para equiparla y que el mantenimiento preventivo y correctivo ha sido realizado y documentado conforme al programa del fabricante y las regulaciones de aviación civil.

En el caso del LV-NIG, los registros indicaban que el mantenimiento preventivo había sido efectuado conforme a las regulaciones. Un TAR habilitado, con los alcances correspondientes, certificó que la aeronave estaba en condición aeronavegable el 28 de diciembre de 2021, nueve meses antes del accidente. Este taller había realizado el mantenimiento de la aeronave durante varios años.

Sin embargo, el análisis de los restos en el lugar del accidente evidenció que la aeronave no cumplía con las condiciones de aeronavegabilidad requeridas:

a) Toma de alerones

Todas las tomas de alerones de ambas alas presentaban procesos corrosivos severos. La toma interna del alerón del ala izquierda mostró la condición más crítica,

que fue encontrada separada del alerón en el lugar del accidente. El proceso corrosivo afectó completamente los vástagos de los remaches de unión y el alma del larguero.

La investigación no pudo determinar si la separación de la toma ocurrió antes del impacto. No obstante, se concluyó que su estado no permitía resistir los esfuerzos operativos esperados en condiciones normales de vuelo.

En relación con la posible afectación al movimiento del alerón, se considera probable que la condición no haya limitado su movimiento, dado que este se transmite por la toma central del alerón. Sin embargo, de haberse producido la separación antes del impacto, podría haber alterado las características aerodinámicas del alerón, lo que potencialmente habría perturbado el control en alabeo de la aeronave.

El proceso corrosivo que afectaba a las tomas de alerones ya había sido identificado como un problema recurrente en este modelo de aeronave. La ANAC había emitido en 2018 la Advertencia 179 DAG/r1, aplicable a las aeronaves Piper J3, J4, PA-11, PA-12, PA-18, PA-20, PA-22 y PA-25, señalando corrosión en el larguero de alerón y flaps, particularmente en las áreas debajo de las bisagras.

b) Refuerzos de las charnelas de alerones

Los refuerzos de las charnelas de alerones de este modelo estaban alcanzados por la AD 58-12-02, que establece el reemplazo de partes de aluminio por partes de acero, cuando corresponda. Asimismo, la ANAC emitió la Advertencia 189/DAG, que advierte sobre la presencia de fisuras y corrosión en los refuerzos de las charnelas de alerón.

El relevamiento realizado evidenció que las charnelas de los alerones habían sido reparadas utilizando materiales y procesos que no contaban con la aprobación de la industria aeronáutica.

c) Mangueras de combustible

En el registro de componentes con vida límite, adjunto al Formulario 337 de la última inspección anual, la tubería de combustible figuraba como reemplazada por una nueva durante la última inspección. Sin embargo, la manguera instalada en el motor al momento del accidente no contaba con protección ignífuga, presentaba una malla metálica externa y carecía de marcas de designación, por lo que puede inferirse que no era un componente aprobado.

Además, su estado visual indicaba que no era nueva y presentaba acoples armados con elementos no aeronáuticos.

Las evidencias obtenidas mostraron que el TAR no reemplazó la manguera pese a tratarse de un componente con vida útil, que no tenía referencias para el control de vida, y que la inspección de este componente fue deficiente, dado que la manguera no cumplía con las características básicas para ser considerada apta para su liberación al servicio.

Cinturones de seguridad

La aeronave LV-NIG estaba equipada con cinturones de seguridad no elegibles para su uso aeronáutico. Se identificaron hebillas inadecuadas, costuras ajenas a las especificaciones técnicas de un cinturón aeronáutico y, en un caso, una fijación a la estructura mediante una abrazadera.

Aunque los cinturones resistieron las cargas generadas por el impacto, su condición general evidenciaba desviaciones respecto de los estándares requeridos, lo que habría impedido su liberación al servicio en una inspección conforme a la Parte 43 de las RAAC o según las recomendaciones vigentes emitidas por la autoridad aeronáutica.

3. CONCLUSIONES

3.1 Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente

- ✓ La persona al mando de la aeronave era un alumno que volaba solo como parte de su formación para obtener la licencia de piloto privado de avión
- ✓ El vuelo en el que se produjo el accidente fue el segundo del día para el alumno; el primero se realizó junto al instructor
- ✓ El alumno contaba con un total de 27 horas de vuelo y había volado solo en tres ocasiones
- ✓ La aeronave despegó de la pista 17 del aeródromo de Chañar Ladeado con el objetivo de llevar a cabo un entrenamiento en maniobras con referencia al terreno
- ✓ Las maniobras previstas incluían giros sobre un punto y “S” sobre caminos, utilizando como referencias un monte en el centro del lote donde ocurrió el accidente y la ruta provincial 15, ubicada al este de dicho lote.
- ✓ La actitud de la aeronave al momento del impacto era consistente con una pérdida de control en vuelo
- ✓ La altura sobre el terreno que se pretendía mantener durante el vuelo era de 500 pies, lo que implicaba que una pérdida de control a esa altitud dificultaría la recuperación de la aeronave
- ✓ El lugar del impacto se relaciona con la referencia en el terreno acordada y las maniobras planificadas
- ✓ La toma interna del alerón del ala izquierda se encontró separada del alerón, aunque no se pudo determinar si esta separación ocurrió durante el vuelo o como consecuencia del impacto

- ✓ En caso de haberse separado en vuelo, la condición de la toma podría haber provocado interferencias aerodinámicas, pero no necesariamente trabaría los alerones

3.2 Conclusiones referidas a otros factores de riesgo de seguridad operacional identificados por la investigación

La investigación identificó otros factores, sin relación de causalidad con el accidente, pero con potencial impacto en la seguridad operacional:

- ✓ La condición técnica de la aeronave evidenciaba una falta de mantenimiento preventivo, así como un mantenimiento correctivo realizado sin adherirse a las técnicas estándar de la industria y la instalación de elementos no elegibles para equipar una aeronave
 - ✓ La última liberación de aeronavegabilidad emitida por un TAR declaraba tareas de mantenimiento que la investigación no pudo corroborar en la aeronave
-

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

4.1 A la Administración Nacional de Aviación Civil

RSO AE-2077-25

Una aeronave se considera apta para llevar a cabo operaciones seguras cuando se encuentra en condiciones de aeronavegabilidad. Esto implica el cumplimiento, tanto documental como técnico, de su diseño tipo y la realización del mantenimiento preventivo y correctivo necesario para garantizar su adecuada condición, de acuerdo con lo establecido por el fabricante y las Regulaciones Argentinas de Aviación Civil. En el análisis del accidente de la aeronave con matrícula LV-NIG, se identificó una discrepancia significativa entre su condición técnica y su documentación. Por ello, se recomienda:

Evaluar las prácticas de fiscalización sobre los Talleres Aeronáuticos de Reparación, con el objetivo de verificar la conformidad de las aeronaves frente a los requisitos de aeronavegabilidad después de las intervenciones de mantenimiento preventivo y correctivo realizadas.



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
AÑO DE LA RECONSTRUCCIÓN DE LA NACIÓN ARGENTINA

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico

Número:

Referencia: LV-NIG - Informe de Seguridad Operacional

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 42 pagina/s.