



INFORME DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Expediente: EX-2021-126611445-APN-DNISAE#JST

Suceso: Accidente

Título: Relacionado con la carga externa. Bell 412 EP, matrícula LV-KAI, Quillén, provincia de Neuquén

Fecha y hora del suceso: 29 de diciembre de 2021 a las 13:15 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-KAI. Quillén, provincia de Neuquén.
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 al personal.....	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	16
1.8 Ayudas a la navegación	18
1.9 Comunicaciones	19
1.10 Información sobre el lugar del suceso	19
1.11 Registradores de vuelo	20
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto	20
1.13 Información médica y patológica.....	22
1.14 Incendio.....	22
1.15 Supervivencia.....	22



1.16	Ensayos e investigaciones.....	23
1.17	Información orgánica y de dirección.....	23
1.18	Información adicional	24
1.19	Técnicas de investigación útiles o eficaces.....	27
2.	ANÁLISIS	28
2.1	Introducción	28
2.2	Aspectos técnicos-operativos	28
3.	CONCLUSIONES	32
3.1	Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente.....	32
3.2	Conclusiones referidas a otros factores de riesgo de seguridad operacional identificados por la investigación	32
4.	RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL	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 conexa.

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 ABREVIATURAS¹

ANAC: Administración Nacional de Aviación Civil

CETA: Certificado de explotador de trabajo aéreo

CORFONE: Corporación Forestal Neuquina

ELT: Transmisor de localización de emergencia

FAA: Fuerza Aérea Argentina

IYV: Inspección y vigilancia

JST: Junta de Seguridad en el Transporte

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

OTS-OTRAS: Observación, detección y seguimiento de focos de incendio

RAAC: Regulaciones Argentinas de Aviación Civil

SMN: Servicio Meteorológico Nacional

SNMF: Servicio Nacional de Manejo del Fuego

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 experimentado por la aeronave LV-KAI, un helicóptero Bell 412 EP, en Quillén (provincia de Neuquén), el 29 de diciembre de 2021 a las 13:15 horas², durante un vuelo de lucha contra incendios.

El informe presenta cuestiones de seguridad operacional relacionadas con la meteorología de montaña y el transporte de personas durante las operaciones de un helicóptero con carga externa.

El informe no incluye recomendaciones de seguridad operacional.



Figura 1. Imagen de los restos del LV-KAI. 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 29 de diciembre de 2021, la aeronave matrícula LV-KAI, un helicóptero Bell 412 EP, despegó del paraje Quillén, en el departamento de Aluminé (provincia de Neuquén) a las 13:00 horas aproximadamente, en el marco de un vuelo de lucha contra incendios.

Luego de 15 minutos de vuelo en condiciones meteorológicas visuales, la aeronave impactó contra la ladera de una montaña y se incendió. Como consecuencia del suceso, quedó totalmente destruida y sus dos ocupantes fallecieron.



Figura 2. Posición final de la aeronave. Fuente: investigación JST

1.2 Lesiones al personal

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros	Total
Mortales	1	1	0	2
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 3. Estado de la célula. Fuente: investigación JST

1.3.2 Motores

Destruídos.

1.3.3 Rotor principal

Destruído.



Figura 4. Estado del rotor principal. Fuente: investigación JST

1.3.4 Rotor de cola

Destruído.



Figura 5. Daños en el rotor de cola. Fuente: investigación JST

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	54 años
Nacionalidad	Argentino
Licencias	Piloto comercial de avión Piloto comercial de helicóptero Instructor de vuelo avión Instructor de vuelo helicóptero
Habilitaciones	Vuelo por instrumentos Vuelo nocturno Combate contra incendios
Certificación médica aeronáutica	Clase I Válida hasta el 31/05/2022

Tabla 2

El libro de vuelo del piloto se perdió en el incendio. Según los registros de su última foliación, con fecha el 5 de enero de 2018, se contabilizaron un total de 2.048,7 horas de vuelo. No se dispone de información detallada sobre la actividad de vuelo específica en el tipo de aeronave involucrada en el accidente, aunque se determinó que era el primer operativo de lucha contra incendios que el piloto realizaba en zonas montañosas.

El piloto del LV-KAI había realizado una capacitación en Flight Safety International en la ciudad de Dallas (Estado de Texas, Estados Unidos) del 1 al 12 de junio de 2021. Ese curso constaba de 31,5 horas de clases referentes a los distintos sistemas del Bell 412 y su operación, como así también 24 horas de simulador de vuelo, donde practicó maniobras y emergencias.

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.

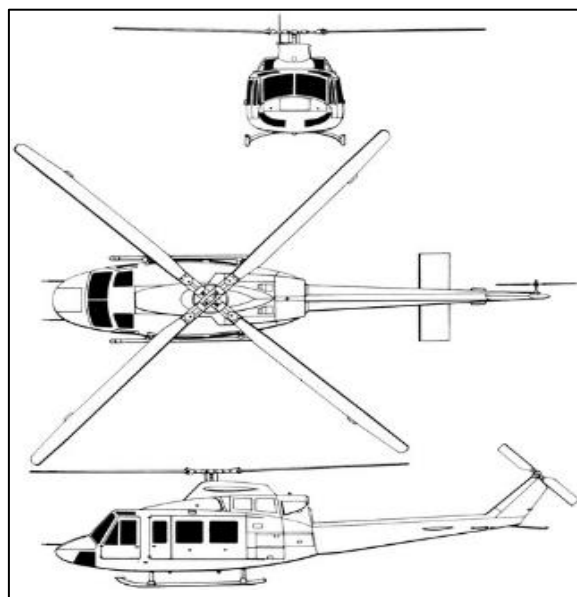


Figura 6. Perfil de la aeronave. Fuente: manual de la aeronave

Aeronave		
Marca		Bell Textron Inc.
Modelo		412 EP
Categoría		Transporte
Fabricante		Bell Textron Inc.
Año de fabricación		1987
Número de serie		33153
Peso máximo de despegue		5.397,0 kilogramos
Peso vacío		3.079,0 kilogramos
Horas totales		2.653,0
Certificado de matrícula	Propietario	Helicópteros del Pacífico S.A.
	Fecha de expedición	12/07/2021
Certificado de aeronavegabilidad	Clasificación	No aplica
	Categoría	Transporte
	Fecha de emisión	08/09/2021
	Fecha de vencimiento	<i>On condition</i> ³

Tabla 3

³ Proceso de mantenimiento primario por condición que requiere que un componente o dispositivo sea inspeccionado comparándolo con estándares físicos normales, mediante técnicas apropiadas y aprobadas, para determinar si el mismo continúa o no en servicio. Se considera que los componentes afectados a este plan de mantenimiento no poseen limitación por vida útil.



Motor 1	
Marca	Pratt & Whitney Canadá
Modelo	PT6T-3B
Fabricante	Pratt & Whitney Canadá
Número de serie	CS-PS-62887
Horas totales	2.618,6
Ciclos totales	6.476
Habilitación	Hasta septiembre de 2022

Tabla 4

Motor 2	
Marca	Pratt & Whitney Canadá
Modelo	PT6T-3B
Fabricante	Pratt & Whitney Canadá
Número de serie	CS-PS-62888
Horas totales	2.653,0
Ciclos totales	6.556
Habilitación	Hasta septiembre de 2022

Tabla 5

Rotor principal	
Marca	Bell Textron Inc.
Modelo	412-015-300-109
Fabricante	Bell Textron Inc.
Número de serie	A-812 A-819 A-818 A-842
Horas totales	2.653,0
Habilitación	Hasta septiembre de 2022

Tabla 6

Rotor de cola	
Marca	Bell Textron Inc.
Modelo	212-010-750-105
Fabricante	Bell Textron Inc.
Número de serie	A-3877 A-3878
Horas totales	Sin datos
Habilitación	Hasta septiembre de 2022

Tabla 7



1.7 Información meteorológica

Los datos fueron obtenidos de los registros horarios de la estación meteorológica ubicada en el aeropuerto Chapelco (provincia de Neuquén), interpolados a la hora y lugar del suceso, visto también los mapas sinópticos de superficie de 12:00 horas y 15:00 horas.

Información meteorológica	
Viento	250° / 18 nudos
Visibilidad	10 kilómetros
Fenómenos significativos	Ninguno
Nubosidad	Ninguna
Temperatura	22,8 °C
Temperatura punto de rocío	4 °C
Presión a nivel medio del mar	1.005,0 hectopascales
Humedad relativa	29%

Tabla 8

A 500 metros del lugar del accidente se encontraban dos personas (una de ellas técnica meteoróloga) pertenecientes al Servicio Nacional de Manejo del Fuego (SNMF) con una estación meteorológica portátil. Eran los encargados de tomar registros para informar las condiciones atmosféricas en superficie a las aeronaves que participaban en el operativo. Los datos que registraban y suministraban referían a la temperatura ambiente, humedad, intensidad del viento y ráfagas. La información tomada en el lugar del accidente se indica en la tabla 9.

	Temperatura	Humedad	Viento	Ráfagas
13:00 Horas	17°	54%	47,9 km/h	62,0 km/h
15:00 horas	19°	48%	40,8 km/h	68,0 km/h
16:00 horas	19°	36%	60,3 km/h	101,0 km/h
17:00 horas	19°	42%	55,5 km/h	90,6 km/h

Tabla 9



Figura 7. Estación meteorológica portátil del SNMF. Fuente: investigación JST

Asimismo, en el marco del operativo el SMN emitió un pronóstico especial para incendios. Según este pronóstico, se esperaba que el 29 de septiembre ingresara un frente frío, lo que provocaría un notable aumento en la intensidad del viento. También se señalaba la posibilidad de efectos locales (en referencia al cordón montañoso) en el comportamiento del viento durante la mañana.

PRONÓSTICO ESPECIAL PARA INCENDIOS

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Lugar del incendio: Neuquén.
Nombre del incendio: Lote 39 2 Corfone.
Fecha y hora: 29 de diciembre de 2021 - 07:00hrs (validez 48 hrs.)

Latitud: 39° 27' 18" S **Longitud:** 71° 06' 35" O **Altura:** --MTS SNM

SITUACIÓN SINÓPTICA Y EVOLUCIÓN:

ATENCIÓN: EL INGRESO DE UN FRENTE FRÍO PROVOCARÁ UN MARCADO INCREMENTO DE LA INTENSIDAD DEL VIENTO. EL JUEVES SE PREVE DISMINUCION EN LA INTENSIDAD, AUNQUE CONTINUARA INTENSO EN LA TARDE.
PROBABLES EFECTOS LOCALES EN EL COMPORTAMIENTO DEL VIENTO EN LA MAÑANA.

LA TEMPERATURA EN ESTE PERIODO DISMINUIRA SIGNIFICATIVAMENTE. LOS VALORES DE HUMEDAD RELATIVA SERAN BAJOS DURANTE LA TARDE.

NUBOSIDAD Y PROBABILIDAD DE PRECIPITACIONES: ALGO O PARCIALMENTE NUBLADO. PROBABILIDAD DE LLUVIAS AISLADAS A PARTIR DE LA NOCHE.

MIERCOLES 29 DE DICIEMBRE

TEMPERATURA (°C)					HUMEDAD (%)				
09 HOA	12	15	21	MÁXIMA	09	12	15	21	MÍNIMA
15	19	23	17	24	40	25	20	45	20

VIENTO: NOROESTE 15-25KM/H AUMENTANDO A PARTIR DE MEDIA MAÑANA. LAS MAYORES VELOCIDADES EN LA TARDE 35-45KM/H CON RÁFAGAS 50-60KM/H.

Figura 8. Información suministrada por el Servicio Meteorológico Nacional, especial para incendios.

Fuente: investigación JST

Viento de montaña

El análisis del impacto del viento de montaña, y fenómenos asociados, en aeronaves que operan en proximidad a la superficie, requiere una comprensión detallada de su comportamiento en presencia de obstáculos como cordones montañosos.

Una cortante del viento se refiere a la variación en velocidad o dirección entre dos puntos en la atmósfera terrestre. Si estos puntos están a diferentes altitudes o ubicaciones geográficas, la cortante puede manifestarse en forma vertical u horizontal. Estos vientos, que experimentan un aumento de velocidad en el lado sotavento, representan uno de los fenómenos meteorológicos más desafiantes, particularmente en áreas montañosas.

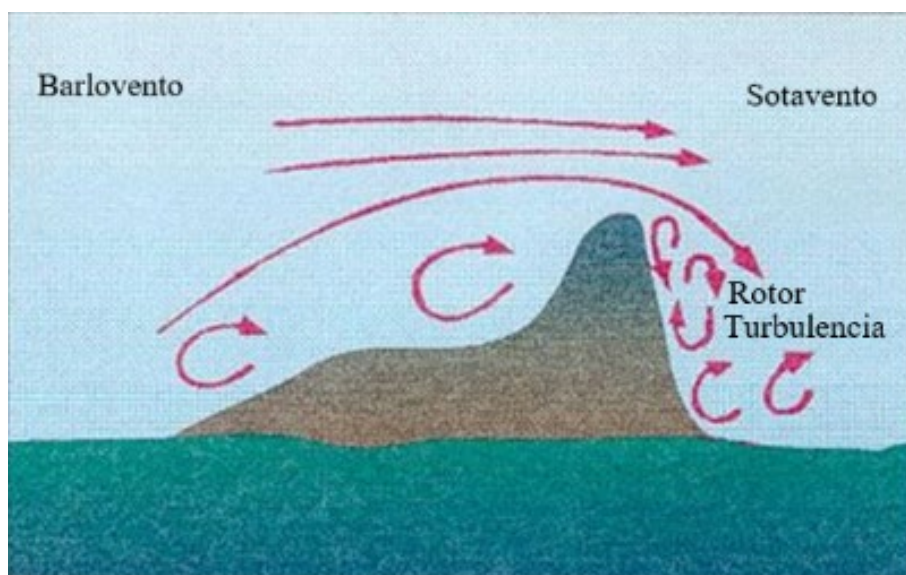


Figura 9. Rotor a sotavento⁴. Fuente: investigación JST

1.8 Ayudas a la navegación

No relevante.

⁴ Hacia donde el viento se dirige se llama barlovento y de donde sopla el viento se llama barlovento, en términos marítimos.



1.9 Comunicaciones

La última comunicación que realizó el piloto del LV-KAI fue con el coordinador de la región centro del SNMF, quién al momento del accidente era la persona que estaba en contacto con todas las aeronaves en vuelo y asignaba los objetivos para los lanzamientos de agua. En esas circunstancias a las 13:10 horas, el piloto del LV-KAI se comunicó informando que “iba a probar el balde”. El coordinador, en sus registros, no lo tenía dentro del listado de aeronaves que estaban operando en el circuito de lanzamientos, pero tenía conocimiento de que se encontraba en un vuelo de mantenimiento.

1.10 Información sobre el lugar del suceso

Lugar del suceso	
Ubicación	A 20 kilómetros al sureste del lago Quillén
Coordenadas	39° 32' 02" S / 71° 04' 56" W
Superficie	Montaña
Elevación	1.350 metros

Tabla 10

El accidente ocurrió en el departamento de Aluminé de la provincia de Neuquén, en un paraje llamado Quillén, en el cañadón de Las Bandurrias, en el lote 39 de la estancia Los Remolinos. La zona era montañosa, marcada por profundas quebradas y plantaciones de bosques.

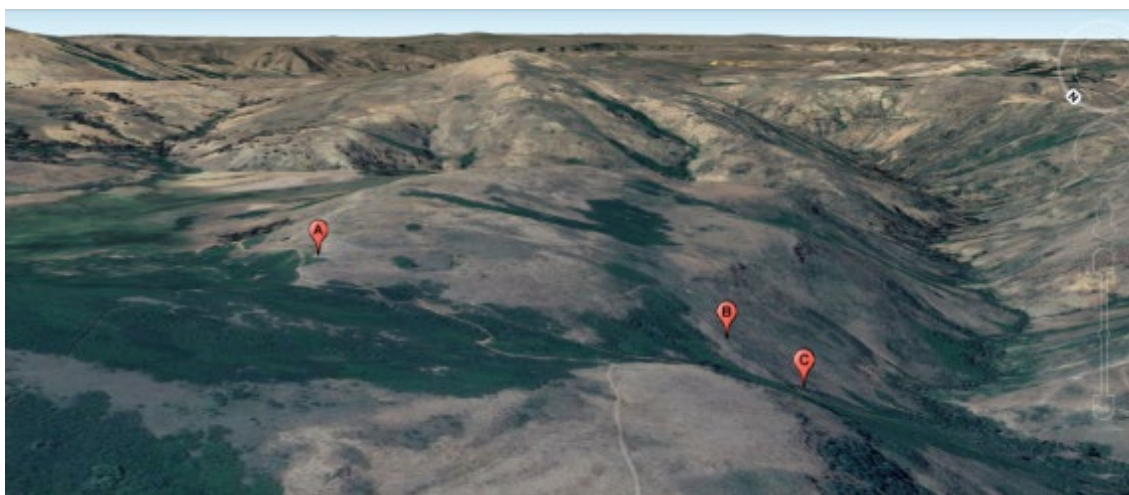


Figura 10. Imagen que muestra la topografía del lugar. Los puntos A, B y C, indican donde se hallaron restos del helicóptero. Fuente: investigación JST

1.11 Registradores de vuelo

No aplica.

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

El LV-KAI volaba con un rumbo aproximado 240° al llegar al punto A, como se muestra en la figura 11. En esta posición, y con dirección al punto B, se produjo el impacto del *bambi bucket*⁵, el cual estaba suspendido del helicóptero, contra la ladera este de la montaña. Esparcidos a lo largo de 40 metros, y en dirección hacia el punto B, se hallaron restos de materiales pertenecientes a ese contenedor de agua.



Figura 11. Tramo final de la trayectoria del LV-KAI. Fuente: investigación JST

Más adelante, a una distancia de 506 metros, se encontró evidencia de otro impacto sobre la ladera oeste de la montaña, junto con restos de aluminio pertenecientes al cono de cola del helicóptero (punto B en la figura 11). Finalmente, 105 metros más adelante, se identificó el impacto de la célula del helicóptero contra una pequeña arboleda, con rumbo de 080° , es decir un rumbo opuesto al de la trayectoria de vuelo (punto C de la figura 11).

⁵ Sistema para transportar líquido (similar a un balde), que es llevado por el helicóptero como una carga externa.

Antes del impacto final, el LV-KAI perdió la sección completa del rotor de cola, que se encontró a 70 metros a la izquierda de la trayectoria final, con respecto a la dirección de avance de la aeronave. Aproximadamente 20 metros antes de este impacto, se halló una parte correspondiente a la sección posterior del boom.



Figura 12. Sección posterior del boom del helicóptero. Fuente: investigación JST

El tiempo de vuelo estimado entre el punto A y el C fue de aproximadamente 21 segundos. Durante el tramo final de la trayectoria de vuelo del LV-KAI, desde el punto B al C, se calculó una actitud de picada del helicóptero de 40°, emulando la inclinación de la ladera oeste de la montaña. La dispersión primaria de restos se localizó entre el punto B y el C.

Entre 20 y 25 minutos luego de ocurrido el suceso, debido al derrame de combustible, comenzó un incendio en el lugar.

El aro metálico que aporta rigidez al *bambi bucket* fue encontrado debajo del helicóptero.



Figura 13. Marca dejada por el LV-KAI sobre una roca en el punto B. Fuente: investigación JST

1.13 Información médica y patológica

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

1.14 Incendio

La primera persona que llegó al lugar, aproximadamente 10 minutos después de ocurrido el accidente, fue un empleado del SNMF que se encontraba a 500 metros del lugar con la estación meteorológica portátil. En la entrevista realizada, manifestó que al acercarse al LV-KAI percibió un fuerte olor a combustible y observó humo y fuego emanando de los restos del helicóptero. Finalmente, el fuego se intensificó hasta consumir completamente tanto el helicóptero como la vegetación circundante.

Varios helicópteros, que participaban en el mismo operativo, intervinieron para extinguir el incendio generado por el accidente y enfriaron la zona, proceso que tomó unos 45 minutos desde que se inició el fuego en el LV-KAI.

1.15 Supervivencia

A la llegada de los investigadores de la JST el día siguiente al suceso, se constató que el escenario del accidente había sufrido alteraciones con motivo de la intervención de bomberos y brigadistas.



Dada la magnitud del impacto, la cabina y la célula completa experimentaron deformaciones significativas. El incendio posterior consumió totalmente los arneses, por lo que no se pudo verificar su funcionamiento. Las llamas fundieron gran parte de la estructura y tornaron irreconocibles tanto los asientos como sus fijaciones.

Aproximadamente 25 minutos después de ocurrido el accidente, un paramédico a bordo de un helicóptero de la Fuerza Aérea Argentina (FAA) arribó al lugar, quien realizó un descenso en eslinga. Las condiciones de operación debido a la intensidad del viento y lo escarpado del terreno, demoraron la maniobra de asistencia del paramédico. Finalmente, cuando accedió al lugar del suceso, la intensidad del fuego en la aeronave era tal que le impidió acercarse al helicóptero.

El LV-KAI poseía un transmisor de localización de emergencia (ELT) que no se activó en el accidente.

1.16 Ensayos e investigaciones

Durante el trabajo de campo se recuperaron algunos instrumentos de la cabina de la aeronave. Sin embargo, debido a los daños ocasionados por el fuego, no fue posible realizar ninguna lectura que pudiera proporcionar información referente a datos de vuelo.

De acuerdo con la lista de equipamiento instalado en el LV-KAI, el helicóptero no contaba con sistemas a bordo que podrían haber almacenado información en una tarjeta de memoria.

1.17 Información orgánica y de dirección

El helicóptero era propiedad de Helicópteros del Pacífico Argentina S.A., que estaba autorizado a explotar un servicio de trabajo aéreo en las actividades y especialidades de inspección y vigilancia (IYV), y observación, detección y seguimiento de focos de incendio (OTS-otras), según figura en el certificado de explotador de trabajo aéreo (CETA) expedido el 14 de octubre de 2021.

También era propietaria de un helicóptero Bell UH1D matrícula LV-IUH y un Air Tractor AT 802 matrícula LV-JUQ. En el anexo I, figuraban afectadas a la empresa, ocho aeronaves más. En el anexo II figuraban 18 tripulantes afectados, incluyendo al piloto involucrado en el accidente del LV-KAI.



Su base de operaciones era el aeroclub Río de la Plata (Berazategui, provincia de Buenos Aires) y su domicilio comercial se encontraba en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

1.18 Información adicional

El LV-KAI se encontraba operando en el marco de un operativo de lucha contra incendios en la región patagónica que se había iniciado 17 días antes. Había focos de incendio dispersos por una zona que abarcaba 4.000 hectáreas aproximadamente. En ese contexto, se encontraban operando cinco aeronaves del SNMF, dos helicópteros contratados por una empresa privada y dos helicópteros más contratados por la provincia de Neuquén (uno de ellos era el LV-KAI).

Dos días antes del accidente, el LV-KAI experimentó un incidente con su *bambi bucket*, el cual se desprendió accidentalmente del gancho que lo sujetaba, resultando en su destrucción al impactar contra el suelo. La provincia de Neuquén proporcionó un *bambi bucket* de características similares, que probarían temprano el día del suceso antes de unirse a las demás aeronaves en las tareas de extinción de incendios bajo la coordinación del SNMF.

El día del accidente, el LV-KAI despegó a las 08:55 horas desde la localidad de Aluminé (provincia de Neuquén) con su capacidad de combustible al máximo, con destino a un campamento en la zona de Quillén, propiedad de la Corporación Forestal Neuquina (CORFONE), donde arribó a las 09:14 horas. Este campamento servía de centro de operaciones para aeronaves, brigadistas y bomberos, entre otros. A bordo del LV-KAI se encontraba el piloto y una persona vinculada a la empresa propietaria del helicóptero, idónea en tareas inherentes a las de un mecánico, pero sin ninguna licencia aeronáutica. El mecánico habilitado, quien normalmente se desplazaba con el LV-KAI para brindarle soporte técnico, se quedó en Aluminé.

Luego de aterrizar en Quillén, se instaló el bambi, se realizaron pruebas de funcionamiento y se cargó agua a las 13:07 horas aproximadamente. A las 13:10 horas, se registró una comunicación del piloto del LV-KAI con el coordinador del operativo del SNMF, informando que procedería a probar el *bambi bucket*. A las 13:15 horas, ocurrió el accidente.

Las pruebas consistían en enganchar el *bambi bucket* al helicóptero, corroborar que no se desprendiera solo y, a baja altura, efectuar su liberación para controlar el correcto funcionamiento del gancho. Para no interferir con las operaciones de las otras aeronaves, el



piloto del LV-KAI junto con su acompañante se dirigieron a un pozo de agua, donde estarían solos y podrían realizar las pruebas antes mencionadas.

La capacidad de carga del *bambi bucket* era de 900 litros, pero estaba restringida al 80%, es decir 720 litros.

Sistema de emergencia para desprender la carga

El LV-KAI tenía dos sistemas para desprender la carga en una situación de emergencia. Un sistema eléctrico, a través de un pulsador situado en la palanca que comandaba el cíclico y uno mecánico, ubicado entre los pedales del helicóptero.

Normativa

Según las Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC) parte 91.6, “Requisitos para los tripulantes”:

“[...] (a) Ninguna persona podrá actuar como miembro de la tripulación de vuelo de una aeronave si no es titular de la respectiva licencia otorgada por la Autoridad Aeronáutica competente argentina o por el Estado donde esté matriculada la misma.”

Según las RAAC parte 133.35, “Transporte de Personas”:

“[...] (a) Ningún titular de certificado puede permitir que una persona sea transportada durante las operaciones de un helicóptero con carga externa a menos que esa persona: (1) Sea un miembro de la tripulación de vuelo; (2) Sea un miembro de la tripulación de vuelo en entrenamiento; (3) Cumpla una función esencial en relación con la operación de la carga externa, o (4) Sea necesaria para realizar trabajos relacionados directamente con la operación.”

Imagen satelital del área afectada por los incendios

La metodología de trabajo del SNMF implicaba la división de la zona de operación en seis cuadrículas. En base a esta cuadrícula, un coordinador asignaba los objetivos para realizar los disparos, en función de la información suministrada por los observadores. El accidente del LV-KAI ocurrió en la cuadrícula cuatro.

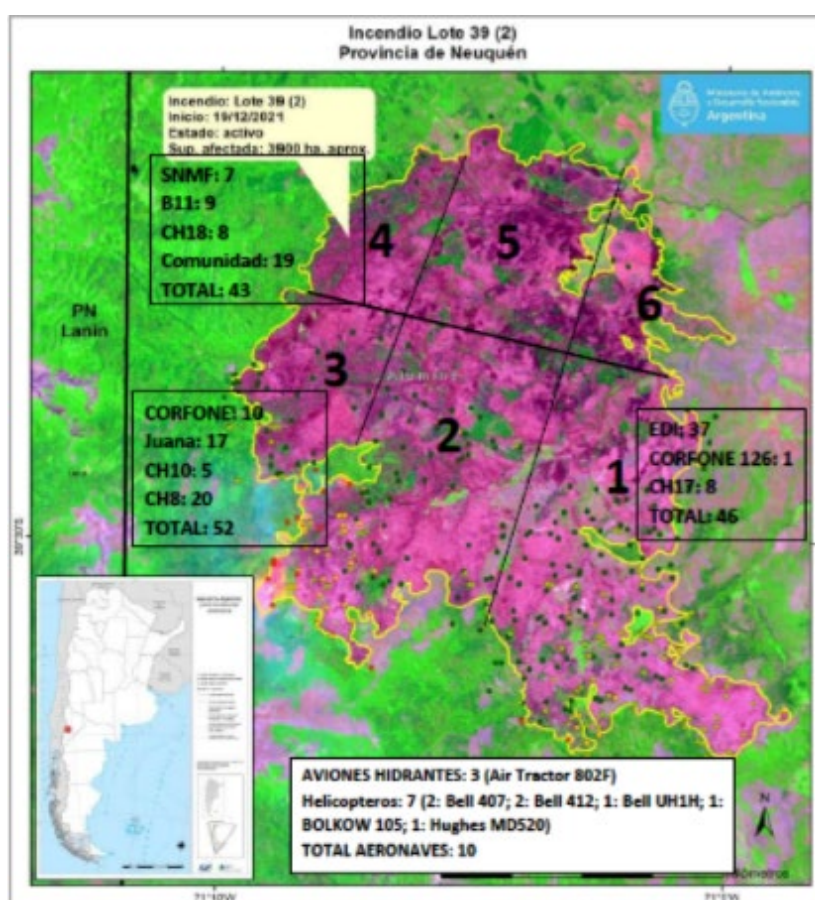


Figura 14. Imagen que detallaba la zona del incendio, dividida en 6 cuadrículas. Fuente: investigación JST

Sistema Trac Plus Export Google

El helicóptero accidentado tenía un sistema satelital de seguimiento de vuelo que proporcionaba datos referentes a fecha, hora, coordenadas, altitud, velocidad y rumbo entre otros. Para que este sistema funcionara, debía estar energizado (lo hacía el piloto) y tener señal. El sistema proporcionó la información mencionada en el tramo de Aluminé a Quillén. Sin embargo, desde Quillén hasta el lugar del accidente, no se obtuvieron registros. La causa de la ausencia de datos en el sistema, no se pudo determinar.



Figura 15. Información proporcionada por el sistema de seguimiento satelital. Cada X es un pulso que registra velocidad, altura, rumbo, coordenadas y hora entre otros. Fuente: investigación JST

1.19 Técnicas de investigación útiles o eficaces.

No aplica.



2. ANÁLISIS

2.1 Introducción

El análisis se centró en la meteorología de montaña, particularmente en los efectos del viento en superficie y su interacción con obstáculos. También se analizaron aspectos técnicos y normativos relacionados con el suceso.

El análisis de los hechos y circunstancias en torno al accidente se vio dificultado debido a la ausencia de registros automáticos de parámetros y de la trayectoria de vuelo de la aeronave. Además, no se contó con testigos que pudieran aportar información referente al trayecto del LV-KAI desde Quillén hasta el lugar del accidente.

2.2 Aspectos técnicos-operativos

Reconstrucción del último vuelo

Con motivo de la investigación, se reconstruyó la parte final del mencionado vuelo, en base a los siguientes datos concretos:

- ✓ La hora de la última comunicación del piloto con el coordinador del SNMF.
- ✓ La hora del accidente.
- ✓ Las evidencias recogidas en el trabajo de campo.

El LV-KAI cargó agua a las 13:07 horas y se dirigió a la zona del incendio. La distancia en línea recta desde el pozo de agua hasta el lugar del suceso era de 8,5 kilómetros. Todas las aeronaves en vuelo estaban operando en la misma frecuencia de radio bajo la coordinación del SNMF en tierra. A las 13:10 horas, el piloto del LV-KAI se comunicó con el coordinador y notificó que iba a realizar una prueba con el *bambi bucket*. No tenía asignado un objetivo determinado, ya que para el coordinador, estaba realizando un vuelo de prueba.

El LV-KAI voló en dirección al cañadón de Las Bandurrias, con un rumbo final de 240°. Este rumbo se determinó al alinear los tres puntos de impacto contra el terreno (A, B y C, según figura 17).

El punto A se encontraba a 1.466 metros de elevación. A partir de ese momento, el helicóptero describió una trayectoria en forma de parábola, logró superar la cima de la montaña, pero luego descendió en forma abrupta por la ladera opuesta.

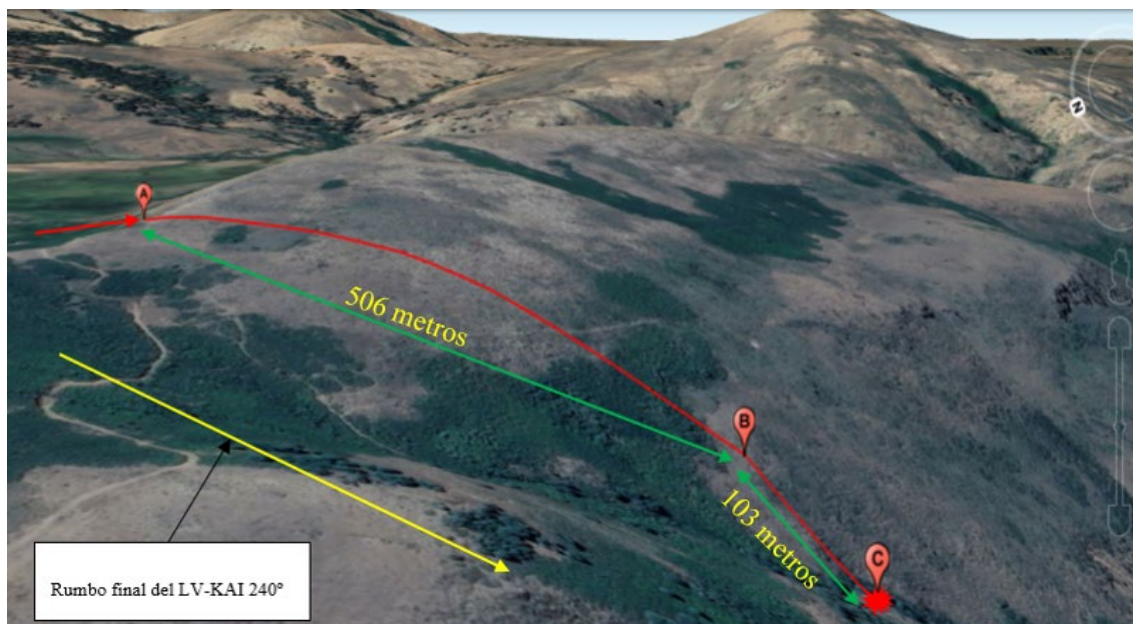


Figura 16. Imagen de alturas y distancias. Fuente: investigación JST

Es altamente probable que el accidente se desencadenara como consecuencia del impacto del *bambi bucket* en el punto A.

La distancia del punto A al punto B es de 506 metros. Considerando que el LV-KAI se trasladaba a 60 nudos, el tiempo de vuelo estimado entre ambos puntos fue de 17 segundos, donde el helicóptero prácticamente siguió la forma de la montaña.

En el punto B, la aeronave estaba fuera de control y tenía una actitud de picada de 40°, en coincidencia con la inclinación de la ladera oeste. Allí, volvió a impactar contra una roca y continuó volando en forma descontrolada otros 103 metros, hasta llegar al punto C, donde se detuvo de manera violenta y se incendió por completo. Entre los puntos B y C, una parte del *boom* próxima al estabilizador horizontal se desprendió. La dispersión de restos desde el punto B permitió determinar que, en ese tramo, el helicóptero aún se encontraba en el aire, fuera de control, pero no desbarrancándose.

La carga externa no fue liberada en emergencia durante los 21 segundos que transcurrieron desde el impacto en el punto A hasta el punto C.

Meteorología de montaña

La meteorología de montaña desencadena fenómenos notables. Las cadenas montañosas actúan como barreras al flujo de aire, generando lo que se conoce como "vientos de ladera". Estos son vientos locales, a veces muy intensos, que se producen cuando una masa de aire en movimiento golpea contra una montaña, la rodea a barlovento y posteriormente desciende por la cara opuesta, es decir, a sotavento. En determinados entornos atmosféricos, los vientos descendentes de ladera pueden acelerarse hasta alcanzar velocidades considerables.

En el caso del LV-KAI, el rumbo en la parte final de su trayectoria fue de 240° mientras que la orientación general del cordón montañoso que intentaba sortear era norte-sur. Según los datos proporcionados por el SMN, la dirección e intensidad del viento era de los 250° a $32,4$ km/h (registrándose $47,9$ km/h con ráfagas de 62 km/h en el lugar del accidente según el equipo del SNMF). Esto significa que el viento, proveniente del oeste, se introdujo en el profundo cañón de Las Bandurrias y golpeó casi perpendicularmente el cordón montañoso donde ocurrió el accidente, en su lado de barlovento. El aire ascendió sobre la ladera oeste y, al alcanzar la cima, descendió hacia el lado de sotavento, incrementó su velocidad y generó cortantes de viento y turbulencia.

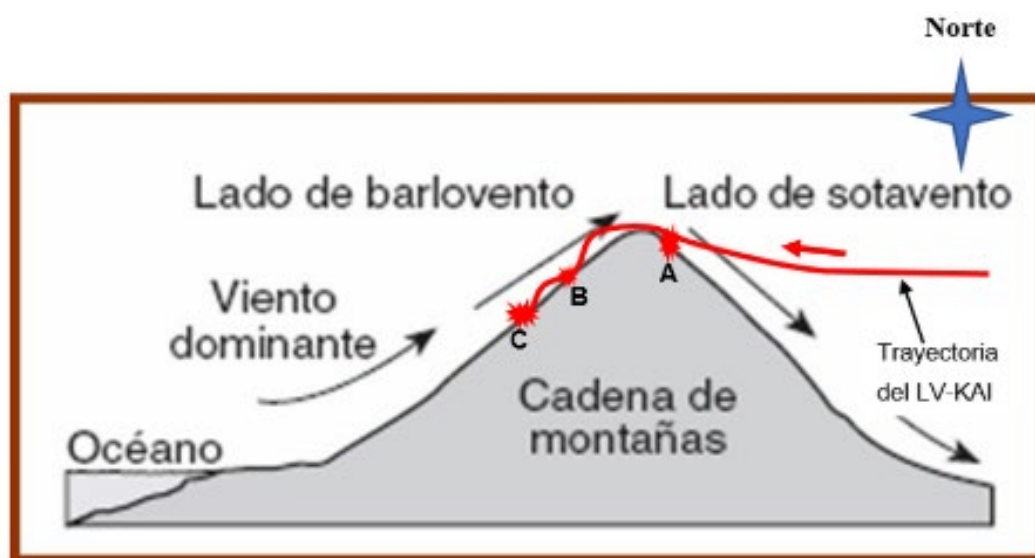


Figura 17. Dibujo ilustrativo del lugar del accidente y el efecto del viento. En el punto A impactó el *bambi bucket*, en los puntos B y C impactó el helicóptero. Fuente: investigación JST

En este contexto, es probable que el helicóptero, que volaba contra el viento (en el lado de sotavento de la montaña), en sentido este-oeste y con el *bambi bucket* cargado de agua, al



aproximarse a una zona cercana a la cima de la montaña a baja altura, haya experimentado los efectos de una cortante de viento descendente. Esto habría provocado la pérdida de altura de la aeronave y el impacto del *bambi bucket* contra la ladera este, lo que derivó en el accidente.

Tres horas después de ocurrido el accidente, el SNMF registró ráfagas de 101 kilómetros por hora en el lugar, con un viento sostenido de 60,3 kilómetros por hora. El piloto del helicóptero Bell 412 de la FAA, similar al accidentado, que llevó a un paramédico al lugar del accidente unos 25 minutos después de ocurrido el suceso, manifestó en una entrevista que las condiciones meteorológicas en el área, especialmente en lo que respecta al viento y la turbulencia, fueron “difíciles en general y complicadas a sotavento”.

Aspecto normativo

Durante el vuelo que resultó en el accidente, el LV-KAI operaba con carga externa y llevaba a bordo a un acompañante que ocupaba el asiento del copiloto. Este acompañante no poseía ninguna licencia aeronáutica y no desempeñaba una función esencial para la operación, en contraposición a lo expresado en las RAAC parte 133.35 y las RAAC parte 91.6 respectivamente.



3. CONCLUSIONES

3.1 Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente

- ✓ A las 13:10 horas, el piloto se comunicó con el coordinador del SNMF indicando su intención de realizar pruebas con el *bambi bucket*.
- ✓ El coordinador del SNMF estaba en conocimiento de que el LV-KAI iba a realizar un vuelo de prueba, pero no le asignó un objetivo ya que no lo tenía registrado como aeronave en servicio y operativa.
- ✓ Es probable que el factor desencadenante del accidente haya sido el golpe del *bambi bucket* cargado con agua contra la ladera este de una montaña, cuando el helicóptero estaba ingresando al cañón de Las Bandurrias.
- ✓ Luego, la aeronave sorteó la cima de la montaña, impactando en la ladera oeste y finalmente cayendo a 609 metros del primer impacto.
- ✓ El *bambi bucket* no se desprendió mediante el sistema de emergencia, sino que se encontró debajo del helicóptero en el lugar del accidente.
- ✓ Es probable que las condiciones meteorológicas, incluyendo ráfagas de viento y turbulencia, influyeran en el desenlace del suceso.

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

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

- ✓ A bordo de LV-KAI, se encontraba una persona relacionada con la empresa propietaria del helicóptero, pero que no poseía una habilitación aeronáutica ni cumplía una función esencial en el vuelo.



4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

La evidencia obtenida por la investigación y su análisis no sugieren recomendaciones sobre seguridad operacional.



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico

Número:

Referencia: LV-KAI - Informe de Seguridad Operacional

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 33 pagina/s.