

Informe de Seguridad Operacional

Sucesos Aeronáuticos



Pérdida de control en vuelo

Club de planeadores Esperanza

Camachui monoplaça, LV-X227

Aeroclub Esperanza, Esperanza, Santa Fe

16 de junio de 2018

29306318/18



Ministerio de Transporte
Argentina



Junta de Seguridad en el Transporte

Av. Belgrano 1370, piso 12º

Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1093AAO

(54+11) 4382-8890/91

www.argentina.gob.ar/jst

info@jst.gob.ar

Informe de Seguridad Operacional 29306318/18

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

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



ÍNDICE

ADVERTENCIA.....	5
NOTA DE INTRODUCCIÓN	6
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	7
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.....	11
1.5 Información sobre el personal	11
1.6 Información sobre la aeronave.....	12
1.7 Información meteorológica.....	14
1.8 Ayudas a la navegación.....	14
1.9 Comunicaciones.....	15
1.10 Información sobre el lugar del suceso.....	15
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	17
1.14 Incendio.....	17
1.15 Supervivencia	17



1.16	Ensayos e investigaciones	18
1.17	Información orgánica y de dirección.....	24
1.18	Información adicional.....	26
1.19	Técnicas de investigaciones útiles o eficaces	31
2.	ANÁLISIS.....	32
2.1	Introducción	32
2.2	Aspectos institucionales	39
3.	CONCLUSIONES.....	43
3.1	Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente	43
3.2	Conclusiones referidas a otros factores de riesgo de seguridad operacional identificados por la investigación.....	44
4.	RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL	46
4.1	A la Administración Nacional de Aviación Civil ANAC.....	46
5.	APÉNDICES.....	48



ADVERTENCIA

La misión de la Junta de Seguridad en el Transporte (JST) es determinar las causas de los accidentes e incidentes acaecidos en el ámbito de la aviación civil cuya investigación técnica corresponde instituir. Este informe refleja las conclusiones de la JST, con relación a las circunstancias y condiciones en que se produjo el suceso. El análisis y las conclusiones del informe resumen la información de relevancia para la gestión de la seguridad operacional, presentada de modo simple y de utilidad para la comunidad aeronáutica.

De conformidad con el Anexo 13 –Investigación de accidentes e incidentes de aviación– al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, ratificado por Ley 13891, y con el Artículo 185 del Código Aeronáutico (Ley 17285), la investigación de accidentes e incidentes tiene carácter estrictamente técnico y las conclusiones no deben generar presunción de culpa ni responsabilidad administrativa, civil o penal.

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

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



NOTA DE INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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



LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS¹

AC: Corriente Alterna/Circular de Asesoramiento

AD: Directiva de Aeronavegabilidad/Aeródromo

AGL: Sobre el Nivel del Suelo

AIC: Circular de Información Aeronáutica

AIP Publicación de Información Aeronáutica

ALT: Altitud

ANAC: Administración Nacional de Aviación Civil

AOA: Ángulo de Ataque

ASI: Indicador de Velocidad Aerodinámica

CAVOK: Visibilidad, Nubes y Condiciones Meteorológicas Actuales Mejores que los Valores o Condiciones Prescritos (nubes y visibilidad OK)

CFIT: Impacto Contra el Suelo sin Pérdida de Control

CG: Centro de Gravedad

ELT: Transmisor de Localización de Emergencia

FIS: Servicio de Información de Vuelo

FL: Nivel de Vuelo

HF: Alta frecuencia

IAS: Velocidad Indicada

IIC: Investigadores a Cargo

JIAAC: Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil

MAC: Cuerda Media Aerodinámica

MADHEL: Manual de Aeródromos y Helipuertos

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



MTOW: Peso Máximo de Despegue

NDT: Ensayo No Destructivo

NOTAM: Aviso a los aviadores

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

OAT: Temperatura Exterior del Aire

P/N: Número de Pieza

RAAC: Regulaciones Argentinas de Aviación Civil

SB: Boletín de Servicio

S/N: Número de Serie

UTC: Tiempo Universal Coordinado

VA: Velocidad de Maniobra de Diseño

VEF: Velocidad a la cual se asume que el motor crítico falla durante el despegue

VFC/MFC: Velocidad máxima para características de estabilidad

VNE: Velocidad de nunca exceder

VNO: Velocidad de crucero máxima estructural

VS: Velocidad de pérdida o Velocidad mínima de vuelo nivelado a la cual el avión es controlable



SINOPSIS

Este informe detalla los hechos y circunstancias en torno al accidente experimentado por la aeronave LV-X227, un planeador Camachui monoplaza, en Esperanza, provincia de Santa Fe, el 16 de junio de 2018 a las 19:00 horas, durante un vuelo de aviación general.

El informe presenta cuestiones de seguridad operacional relacionadas con la operación de aeronaves experimentales y la controlabilidad longitudinal de la aeronave.

El informe incluye seis recomendaciones de seguridad operacional dirigidas a la Administración Nacional de Aviación Civil.



Figura 1. El LV-X227 accidentado



1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1 Reseña del vuelo

El 16 de junio de 2018, la aeronave matrícula LV-X227, un planeador Camachui monoplaza, despegó del aeródromo de Esperanza (Esperanza, Santa Fe) a las 18:00 horas,² para realizar un vuelo local de aviación general de entrenamiento.

La piloto se presentó en las instalaciones del Club de Planeadores Esperanza pasado el mediodía; colaboró en el acondicionamiento del planeador junto a otro piloto que volaría la aeronave en primer término y se preparó para la realización de su vuelo.

El planeador LV-X227, remolcado, ascendió hasta una altura de 500 metros, se desenganchó y luego voló a vela por aproximadamente 50 minutos sin reportar problemas a la base.

Personas que se encontraban en la base establecida cerca de la cabecera de pista en uso, observaron que el planeador se incorporó a una inicial con 300 metros de altura aproximadamente, que la básica y final fueron estándar; que la aeronave tenía los frenos aerodinámicos retraídos y que durante esta trayectoria la aeronave comenzó a describir unas oscilaciones que fueron incrementándose en amplitud en cada onda, hasta que, en la tercer o cuarta onda, esta adoptó una actitud de nariz arriba muy pronunciada hasta alcanzar una altura de aproximadamente 30 metros e inmediatamente después cayó con un ángulo de picada pronunciado e impacto con el terreno.

La piloto, fue rescatada entre los restos de la aeronave por personal de bomberos de la localidad de Esperanza y trasladada al hospital zonal.

1.2 Lesiones al personal

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

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



Leves	0	0	0	0
Ninguna	0	0	0	0

Tabla 1

1.3 Daños en la aeronave

1.3.1 Célula

Daños de importancia.

1.3.2 Motor

No aplica.

1.3.3 Hélice

No aplica.

1.4 Otros daños

No hubo.

1.5 Información sobre el personal

La certificación de la piloto cumplía con la reglamentación vigente.

Piloto	
Sexo	Femenino
Edad	27 años
Nacionalidad	Argentina
Licencias	Piloto de planeador
Habilitaciones	No aplica
Certificación médica aeronáutica	Clase 2 Válida hasta el 31/05/2020

Tabla 2

Su experiencia era la siguiente:

Horas de vuelo	General	En el tipo
Total general	1,5	1,5
Últimos 90 días	1,5	1,5
Últimos 30 días	1,5	1,5
Últimas 24 horas	0,0	0,0
En el día del suceso	0,9	0,9

Tabla 3

La experiencia en vuelo de la piloto fue determinada por relevamiento del historial de vuelo de la aeronave ya que no poseía aún su libro de vuelo actualizado.

1.6 Información sobre la aeronave

La aeronave estaba equipada y mantenida de conformidad con la reglamentación vigente.



Figura 2. Vista de imagen de archivo

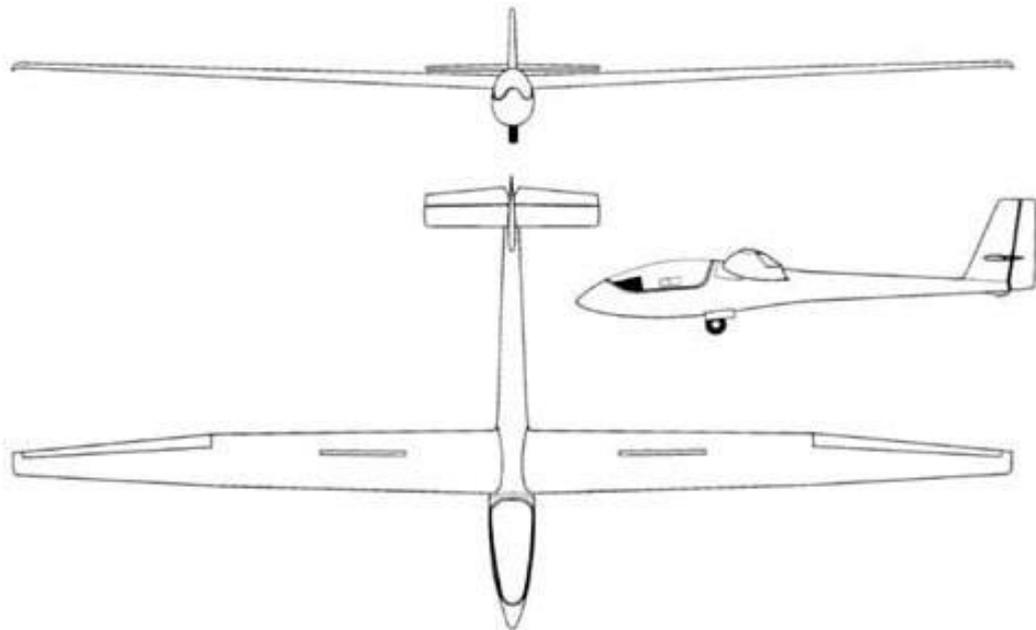


Figura 3. Vistas generales

Aeronave		
Marca	Camachui	
Modelo	Monoplaza	
Categoría	Planeador	
Subcategoría	No aplica	
Fabricante	Teodoro Altinger	
Año de fabricación	2001	
Número de serie	001	
Peso máximo de despegue	404 kg	
Peso máximo de aterrizaje	404 kg	
Peso vacío	230 kg	
Fecha del ultimo peso y balanceo	28/12/2017	
Horas totales	529.1	
Horas desde la última recorrida general	No aplica	
Horas desde la última inspección	49.1	
Ciclos totales	No aplica	
Ciclos desde la última recorrida general	No aplica	
Certificado de matrícula	Propietario	Club de planeadores y aeromodelismo Esperanza
	Fecha de expedición	19/10/2006
Certificado de aeronavegabilidad	Clasificación	Especial
	Categoría	Experimental
	Fecha de emisión	25/11/2005
	Fecha de vencimiento	Sin vencimiento

Tabla 4

Peso y balanceo al momento del accidente	
Peso vacío	282,9 kg
Peso del piloto	57,0 kg
Peso del combustible	13,190 kg
Peso total	353,09 kg
Peso máximo permitido de despegue	404 kg
Diferencia en menos	50,9 kg

Tabla 5

El manual de vuelo de la aeronave no tenía definido el rango del centro de gravedad por lo que no se pudo determinar si la aeronave se encontraba dentro de los límites o envolvente de vuelo prevista.

El peso de la aeronave al momento del accidente se encontraba dentro de los límites definidos en las limitaciones de operación.



Figura 4. Placa de lastre (13,190 kg)

1.7 Información meteorológica

No relevante

1.8 Ayudas a la navegación

No aplica.

1.9 Comunicaciones

La operación de la aeronave se realizó dentro del contexto de operación de un aeródromo no controlado. De todas maneras, se pudo comprobar que el planeador realizó comunicaciones en el canal 123.5 Mhz con la aeronave que lo remolcó y con la base de operaciones establecida por el club de planeadores a 25 metros de la cabecera 33 de la pista 15-33 sobre el margen izquierdo.

Se comprobó, además, que otras aeronaves que estaban operando en el aeródromo se comunicaban en la misma frecuencia con la base de operaciones de la escuela de vuelo “Volar” que funcionaba como torre de control para la coordinación de la operación que se realizaba en el aeródromo.

1.10 Información sobre el lugar del suceso

Lugar del suceso	
Ubicación	Esperanza, Santa Fe, pista 15-33
Coordenadas	S 31° 28' 11" – W 060° 50' 51"
Superficie	Pasto
Dimensiones	955 x 30
Orientación magnética	15/33
Elevación	31 metros
Normas generales	Horario de operación H-J

Tabla 6



Figura 5. Ubicación del aeródromo Esperanza



Figura 6. Aproximación y lugar de impacto



Figura 7. Posición final del LV-X227



1.11 Registradores de vuelo

La aeronave estaba equipada con un grabador de datos de vuelo Cambridge Aero Instrument modelo 302A/CFR; este equipo se encontraba homologado por la IGC (International Gliding Committee) para todo tipo de registros de vuelo en planeadores, incluidas competencias y récords, por lo que su información es relevante y objetiva. A pesar de que el equipo resultó dañado por el impacto, se pudieron extraer los datos del vuelo para su posterior análisis.

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

La aeronave fue encontrada sobre el margen derecho de la pista 33, en posición invertida y con la cabina totalmente destruida.

La investigación determinó que la misma impactó con el terreno con un ángulo de 64,5° de picada y 22° de alabeo hacia la derecha respecto del eje de pista, con las alas niveladas y sin velocidad de traslación.

De acuerdo con los registros del recorder la caída se habría producido desde una altura de 28 metros aproximadamente.

La aeronave llegó al impacto completa, sin elementos/componentes que se hubieran desprendido.

1.13 Información médica y patológica

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

1.14 Incendio

No hubo.

1.15 Supervivencia

La piloto fue rescatada por los bomberos de la localidad de Esperanza y trasladada a un hospital de la ciudad de Santa Fe donde falleció al día siguiente.

La aeronave no estaba equipada con un Transmisor Localizador de Emergencia (ELT), los planeadores están exceptuados de la obligación que establece la regulación de acuerdo con la RAAC 91.207.

1.16 Ensayos e investigaciones

Se realizaron entrevistas a testigos del hecho, los cuales coincidían en haber visto pasar la aeronave sobre la base con poca altura, gran velocidad y los frenos aerodinámicos retraídos. Información que fue confirmada con los resultados de los datos obtenidos del recorder.

A continuación, se transcriben las conclusiones obtenidas del recorder:

...la velocidad de la aeronave en básica y final es particularmente alta, sobre todo en final, los Fix 4, 5 y 6 que muestra la Tabla de la fig.8, muestra velocidades con respecto al terreno entre 122 y 130 Km/h, si además sumamos los 19Km/h promedio de viento de frente en final, la velocidad indicada en el Planeador debía ser cercana a los 150 Km/h, con esta energía es posible pensar en una brusca recuperada, como se muestra en las fix posteriores y una posición a más de 40m de altura con baja velocidad, pudiendo provocar una pérdida de velocidad importante...

El manual de vuelo de la aeronave establece que la velocidad en final es de 85 km/, siendo que en este caso la aeronave tenía una velocidad de 122, es decir un 43% superior.

Con la información de altura y velocidad obtenida del encoder, se realizó una representación gráfica del desarrollo de altura y velocidad en los últimos instantes del vuelo.

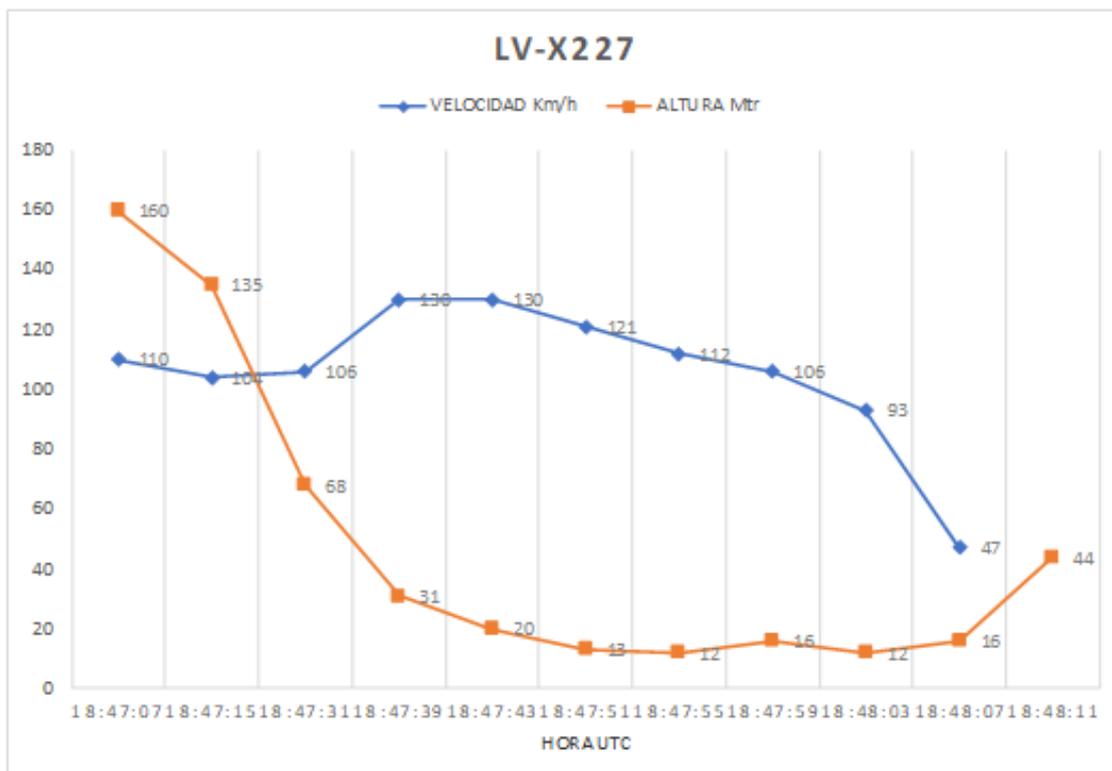


Figura 8. Velocidad y altura del LV-X227



Se adjunta a continuación un extracto del manual de vuelo del planeador con las instrucciones para vuelo libre y para la fase de aproximación y aterrizaje.

Aproximación y aterrizaje

Práctica normal de aterrizaje es aproximar a una velocidad de 85 kilómetros por hora, los frenos aerodinámicos a esta velocidad son lo suficientemente efectivos como para producir ajustes significativos en la trayectoria de planeo con pendientes inferiores a 7:1, cuando están totalmente aplicados.

La deflexión de los frenos no cambia sensiblemente la actitud de vuelo del planeador.

En el contacto a fase final del aterrizaje no use más de un 50% de frenos para un contacto suave y evitar frenar de antemano la rueda.

Tenga presente que el freno de rueda es muy efectivo y una aplicación muy brusca produce un descenso de la nariz pudiendo ésta tomar contacto con la pista lo que produciría raspaduras en la pintura en la parte inferior del fuselaje. Regule la cantidad necesaria en caso de peligro o úselos decididamente

Vuelo libre

Es posible controlar el planeador en toda su gama de velocidades con toda facilidad usando la carrera disponible de los comandos de vuelo en los tres ejes hasta los 150 kilómetros por hora y a partir de esta se recomienda hacerlo con fracciones menores y suavemente no sobrepasando un tercio del total

De la inspección realizada a la aeronave accidentada se verificó que el bastón de mando estaba quebrado en una zona donde había un cordón de soldadura, por lo cual fue necesario desmontarlo y enviarlo al laboratorio de la entonces JIAAC para determinar la causa de la rotura.

El análisis mostró que la rotura fue producto del impacto; y no fueron encontrados indicios de fallas preexistentes.

Con relación a los comandos de vuelo; si bien no pudieron ser accionados por el estado de rotura de la aeronave, no se encontraron indicios de fallas o malfuncionamiento.

El mando de accionamiento de los frenos aerodinámicos se encontró destrabado y en una posición de extensión intermedia; el tren de aterrizaje extendido y trabado.

El club de planeadores no tenía implementado un sistema de reportes formalizado para que los pilotos notifiquen problemas de seguridad operacional; esto explicaría la razón por la cual la piloto solo haya transmitido su preocupación por las dificultades que había experimentado a la hora de



controlar el planeador en el aterrizaje; a otros pilotos de manera informal sin que el club pueda advertir y mitigar la situación.

La información obtenida a través de diferentes entrevistas permitió a la investigación describir un contexto operativo donde ocurrió el accidente del LV-X227.

El club de planeadores, por la actividad planificada, estableció una base cerca de la cabecera 33 en uso, para facilitar el apoyo a las operaciones de los planeadores.

Desde esta posición el personal que se encontraba allí mencionó que la aeronave LV-X227 se incorporó a inicial del circuito con unos 500 metros de altura aproximadamente, que la trayectoria de básica y final fueron estándar. Que al momento en que esta ingresaba a final de pista 33, en la cabecera se encontraba el planeador LV-DLS listo para ser remolcado para realizar un vuelo de bautismo y que su despegue había sido autorizado para dejar la pista despejada.

La piloto del LV-X227 se comunicó con la base ingresando en final para preguntar si dejaba corto o largo al planeador (comunicación que se utiliza para establecer donde debe quedar la aeronave en la pista posterior al aterrizaje, en función si la aeronave tiene o no otro vuelo). En esos momentos el LV-DLS estaba siendo remolcado para despegar y personal que estaba en la base de operaciones notó que los frenos aerodinámicos del planeador remolcado estaban extendidos por lo que le indicó al piloto por radio que guarde los frenos.

Cuando el LV-X227 pasó sobre la pista lateral, la base de operaciones observó que tenía los frenos aerodinámicos retraídos y apreciaron que el planeador iba con una velocidad mayor a la establecida y que la altura era menor a lo normal. Luego vieron que este comenzó a describir oscilaciones longitudinales en altura (lo que en lenguaje coloquial es conocido como delfineo), que las oscilaciones no eran controladas y que la velocidad no disminuía, por lo que desde la base se le indicó que extienda los frenos para poder reducir la velocidad, observándose desde ese lugar que los frenos comenzaban a salir, pero sin llegar a su máxima extensión.

Inmediatamente después, la aeronave habría adoptado una actitud de nariz arriba muy pronunciada disminuyendo abruptamente su velocidad de traslación, se estabilizó a una altura aproximada de 30 metros y bajo la nariz para luego caer en picada hasta impactar con el terreno.

Antecedentes relacionados con la formación profesional de la piloto

La piloto había recibido el curso de piloto de planeador en el Club de Planeadores y Aerodelismo de Esperanza y había obtenido su licencia de piloto en marzo de 2018; el curso había transcurrido en la aeronave LV-DLS, un IS28 (biplaza).



Diferentes testimonios manifestaron que la piloto se había destacado por sobre sus pares en el curso, donde había demostrado aptitudes para el vuelo.

Esta había obtenido su licencia de piloto de planeador el día 31 de marzo de 2018; su examen para la obtención de la licencia fue rendido en dos oportunidades debido a que el día del examen otro alumno sufrió un incidente con el planeador que era utilizado para tal fin, por lo que los exámenes tuvieron que ser suspendidos.

La piloto luego de obtener la licencia de piloto privado de planeador, de acuerdo con los registros de la libreta de historial del planeador, el vuelo que finalizó en accidente fue el tercero que realizó en el LV-X227; el primero había sido el 26 de mayo, el segundo el 2 de junio y el último el 16 de junio del 2018.

Según información obtenida, la piloto en el vuelo anterior manifestó que había tenido dificultades en la trayectoria previa al aterrizaje, experimentando oscilaciones, pero según estos, habrían sido de menor magnitud que las observadas en el vuelo que finalizó en accidente, que pudieron ser atenuadas y realizar el aterrizaje sin inconvenientes en esa oportunidad.

Aeronave

El manual de vuelo del LV-X227 no tiene especificado los límites del centro de gravedad delantero y trasero y los pilotos que lo volaban manifestaron respetar las limitaciones de peso que si estaban establecidas en el manual, (peso mínimo en cabina 70 kg y peso máximo 110 kg), pero todos coincidieron en reconocer que no conocían la posición del centro de gravedad en las diferentes condiciones de carga por lo que entendían que respetando los límites de peso se encontraban dentro de las limitaciones del planeador.

Los pilotos que pesaban menos de 70 kg llevaban un lastre de plomo, en el caso de la piloto que sufriera el accidente, llevaba una placa de plomo en la cabina de 13,190 kilogramos.

Variación del centro de gravedad

Se realizó un estudio de los registros disponibles con los pesajes históricos del planeador LV-X-227; la primera planilla de peso y balanceo es del año 1989 y la última del año 2017.

El peso del planeador tuvo una variación de 16 % en más desde su construcción hasta el último pesaje registrado debido a un número no determinado de modificaciones y reparaciones; la documentación técnica no cuenta con una evaluación del impacto en cada caso.



Peso vacío	
1989	243,5
1991	268,33
1992	268,33
2000	271,5
2005	271,5
2014	277,5
2017	282,9

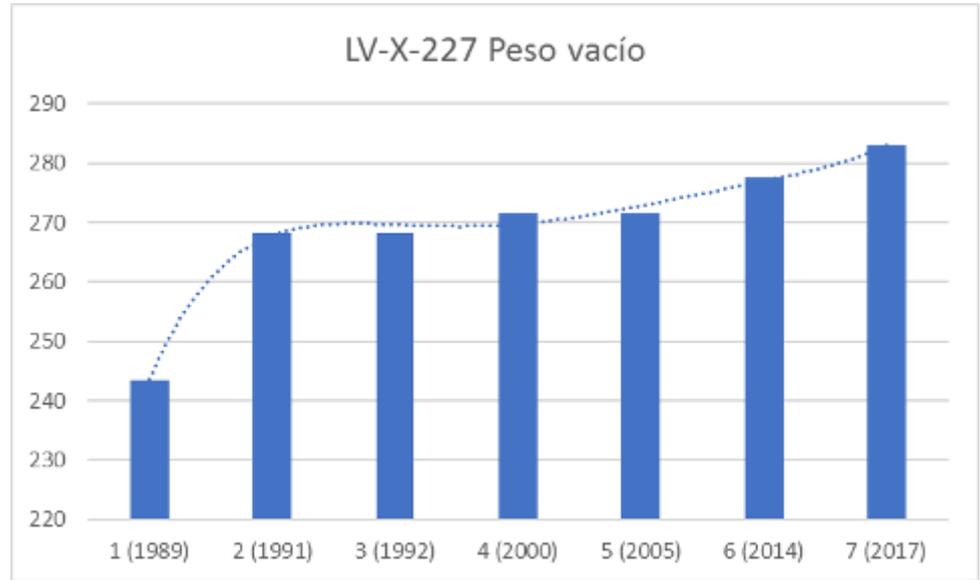


Figura 9. Variaciones de peso del LV-X227

La variación en la distribución de los pesos trae como consecuencia también la variación de la ubicación del centro de gravedad de la aeronave respecto del punto de referencia al que se llama Datum; que para el caso en estudio fue establecido en el diseño en el borde de ataque de la raíz del ala.

	EWCG
1 (1989)	709,96
2 (1991)	731,60
3 (1992)	731,60
4 (2000)	766,00
5 (2005)	750,50
6 (2014)	737,87
7 (2017)	636,74

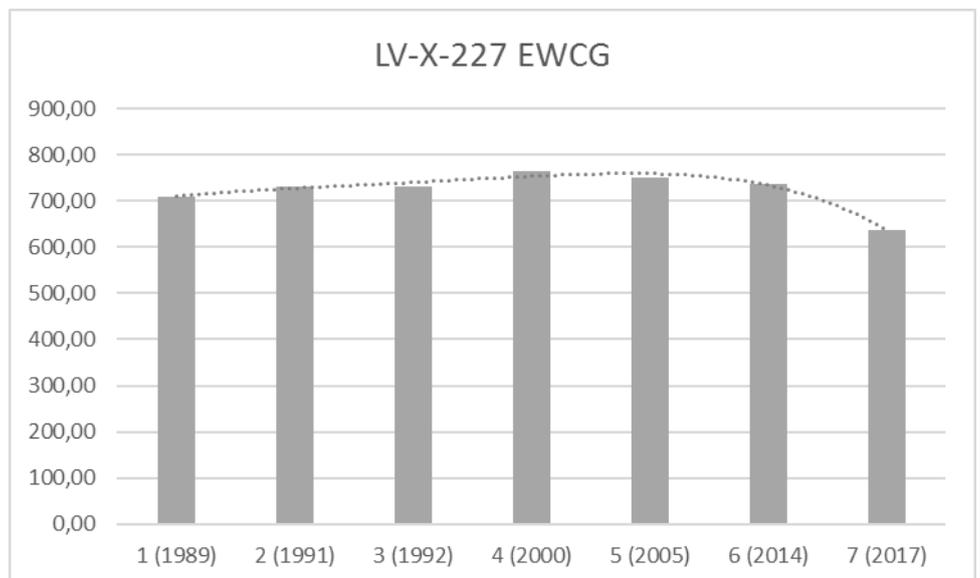


Figura 10. Variaciones del centro de gravedad

La investigación consideró que, habiéndose fabricado dos planeadores dentro del mismo proyecto y casi de manera simultánea, el segundo planeador se constituía en una referencia válida para realizar ensayos.

Se decidió entonces establecer un programa de ensayos a partir del LV-X228; los cuales abarcaron el pesaje en diferentes configuraciones, determinación de distribuciones de peso, ubicación del centro de gravedad, estudio de campo visual del cockpit, determinación de la curva de estabilidad estática y dinámica.

Se adjunta en ANEXO “ALFA”, detalles de los ensayos realizados

Deflexión de los timones de profundidad/soluciones constructivas

Los timones de profundidad están unidos al estabilizador horizontal por medio de bisagras en el extradós de éstos; además en el borde de ataque de los timones se encuentra adosado el mecanismo de transmisión de movimiento.

La solución constructiva adoptada produce como consecuencia una limitación de deflexión asimétrica, quedando más limitada la deflexión que hace bajar la nariz al planeador.



Figura 11. Timón de profundidad

Se realizaron mediciones de las deflexiones máximas que admiten los timones de profundidad del LV-X227 desmontados de la aeronave y de manera individual.

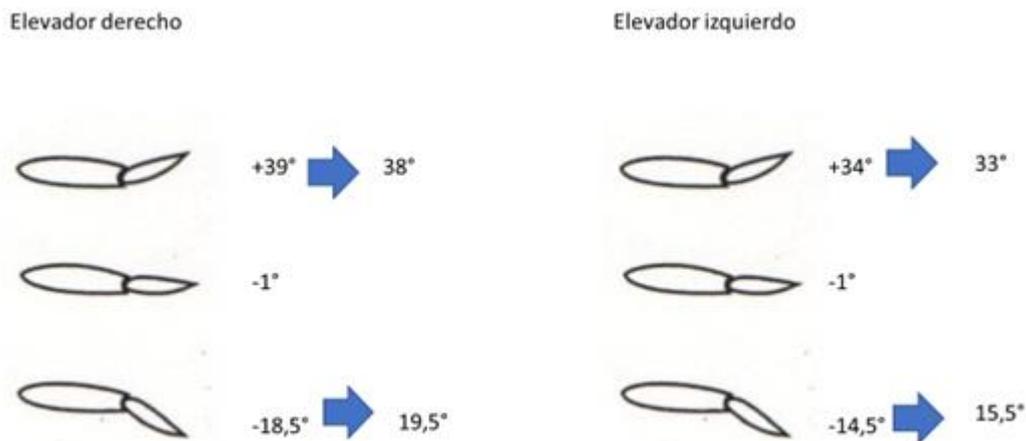


Figura 12. Deflexiones máximas de los timones de profundidad del LV-X227

1.17 Información orgánica y de dirección

La aeronave pertenecía al club de planeadores y aeromodelismo de Esperanza, institución Aerodeportiva fundada en 1941 como club de vuelo sin motor. En 1951 realizó su vuelo inaugural el primer alto velero íntegramente construido en los talleres del club; la actividad desarrollada fue ganando prestigio mediante el logro de varios récords en participaciones regionales, nacionales e internacionales.

En 1975 la Federación Argentina de Vuelo a Vela (Favav) designó al Club de Planeadores y Aeromodelismo de Esperanza como sede del 23º Campeonato Nacional de Vuelo a Vela.

El de Esperanza es uno de los cuatro que en la provincia de Santa Fe dependen de la FAVAV y que a su vez está integrada a la Federación Aeronáutica Internacional; junto a Rafaela, Ceres y Rosario.

El club de planeadores y aeromodelismo de Esperanza no contaba con un legajo de sus alumnos y de acuerdo con entrevistas realizadas, la instrucción teórica era impartida de manera informal, sin un programa por materias ni carga horaria determinada por temas.

La institución se encontraba en proceso de certificación de su centro educativo de acuerdo con la RAAC 142 y no tenían un Manual de Procedimientos de Instrucción ni un manual de SMS.



Adaptación a una aeronave

La institución no tenía un procedimiento formal para la adaptación de un piloto a una nueva aeronave; las regulaciones no le exigían poseerlo por lo que en la práctica se había establecido como procedimiento informal que el piloto estudie del manual de vuelo y luego mediante conversaciones con otros instructores y pilotos se le brindaban consideraciones particulares para cada caso.

Aeronave

El planeador CAMACHUI monoplaza o HB-1 fue producto del diseño ganador del Concurso Público 1/81, en el que la Dirección Nacional de Aeronavegabilidad (DNA) proponía el diseño de un planeador de entrenamiento con el compromiso de apoyar y subvencionar la fabricación en serie del proyecto ganador.

El proyecto del ingeniero Horacio Bulacio (de ahí el nombre de HB) fue elegido en concurso abierto el 30 de marzo de 1982.

El contrato con la DNA se firmó a mediados de 1983 y abarcaba la construcción de dos prototipos y la realización de su correspondiente programa de ensayos de vuelo. A mediados de 1985 los dos prototipos estaban en fabricación y la producción en serie aparecía como algo inminente, pero en octubre se produjo el accidente fatal del "Beta" por la que el proyecto tuvo que ser reconsiderado.

El HB-1 era un planeador monoplaza de la clase Club, construido totalmente en fibra de vidrio, las alas estaban equipadas con frenos aerodinámicos tipo "Schempp-Hirth", y disponía de un par de tanques para lastre con agua con una capacidad total de 60 litros, cada semiala pesaba solamente 55 kilos y los comandos eran de conexión automática.

El fuselaje disponía de varios elementos de seguridad, entre ellos un refuerzo en la parte inferior del habitáculo para el caso de aterrizaje con tren retraído, una cuchilla corta alambres en la proa, tapa cabina eyectable y alarmas acústicas de apertura de tren de aterrizaje, velocidad de pérdida y velocidad máxima. El grupo de cola tenía al estabilizador-elevador ubicado a mitad de la deriva, el tren de aterrizaje consistía en una rueda ventral retráctil equipada con freno mecánico, y una pequeña rueda de cola.

El primer prototipo fue terminado a fines de 1988, y recibió la matrícula experimental LV-X102; el primer vuelo fue realizado en enero de 1989, iniciando un largo proceso de ensayos en vuelo y en tierra comenzando con unos vuelos de aligeramiento el 20 de enero de 1989. Estos vuelos



servieron de experiencia antes de comenzar el vuelo de prueba propiamente dicho el cual se realizó satisfactoriamente el 24 de febrero de 1989. Luego vinieron una serie de vuelos de comprobación de rendimientos con remolques de altura y en atmósfera laminar para medición de rendimientos, envolventes, etcétera. Dentro de los ensayos que el propio Bulacio había fijado, el 19 de marzo de 1989 el HB-1 al comando de su diseñador, realizó una serie de aterrizajes en campo arado, para poner a prueba la robustez del tren de aterrizaje.

El segundo prototipo se terminó el 24 de enero de 1991 y recibió la matrícula experimental LV-X106, este prototipo contaba con tren de aterrizaje fijo y fue sometido a una serie de vuelos con el mismo patrón de ensayos de su predecesor.

Las expectativas de fabricación en serie no prosperaron por lo que el proyecto quedó trunco; al igual que el procedimiento para la obtención del certificado de tipo argentino.

Ambos planeadores fueron rematriculados como LV-X227 y LV-X228 respectivamente; siendo luego adquiridos por el Club de Planeadores y Aeromodelismo Esperanza para el uso general de sus socios. Ambos planeadores participaron en campeonatos regionales y nacionales al mando de pilotos nóveles, función para la cual fueron creados.

Aeródromo de la ciudad de Esperanza

El aeródromo de la ciudad de Esperanza es un aeródromo público no controlado ubicado a 8 kilómetros al este de la localidad homónima; identificado como EPZ.

Cuenta con dos pistas de tierra

06/24 938x30 M - Tierra.

15/33 955x30 M - Tierra.

En el predio funciona una escuela de vuelo privada, una escuela de ultralivianos, el club de planeadores y aeromodelismo y una escuela de paracaidismo.

1.18 Información adicional

Pilot-Induced Oscillations (PIO) u Oscilaciones inducidas por el piloto

Por lo general se utiliza el término porpoising para referir a oscilaciones en pitch o cabeceo tanto en planeadores como en aviones en general.



Se denomina oscilaciones inducidas por el piloto a la inestabilidad que se produce en una aeronave por una acción a destiempo o desproporcionada del piloto buscando controlar a la aeronave.

Generalmente las aeronaves no responden instantáneamente a un mando del piloto, entonces, si el piloto incrementa la presión sobre el comando buscando la reacción esperada, se producirá una sobre excitación del comando y esto requerirá una corrección, que al ser aplicada nuevamente a destiempo producirá una secuencia a destiempo de acciones buscando encontrar el control de la aeronave; esta secuencia de acciones y reacciones desfasadas tienen como consecuencia una oscilación de la aeronave a la que se llama PIO; y pueden presentarse en los tres ejes de movimiento.

A partir de esta condición el piloto puede reaccionar en los sucesivos ciclos atenuando la oscilación o incrementándola; si se da lo contrario se puede colocar a la aeronave en una condición de incontrolabilidad con consecuencias impredecibles.

Entre otros, los siguientes factores contribuyen a una condición de PIO; fallas mecánicas de la aeronave (juegos en la cadena cinemática de mandos) el nivel de entrenamiento, la posición del centro de gravedad (un centro de gravedad atrasado más allá de su límite puede generar entre otros un PIO), la familiarización con la aeronave que se vuela, la fase de vuelo (es más frecuente encontrarla en el despegue o en el aterrizaje), etcétera.

En el proceso de certificación de las aeronaves se deben demostrar en vuelo las características aceptables de estabilidad en todos sus ejes.

Manual de vuelo

Se adjunta un extracto del manual de vuelo del LV-X227 con el punto referido a la posición del centro de gravedad aprobado y esquema de cargas.



II.7) Posición del centro de gravedad:

El rango aprobado de las posiciones del CG en vuelo son mm a mm atrás de la línea Datum equivalente al % a % de la cuerda aerodinámica media del ala - Estos datos son para una actitud de vuelo con 0° de incidencia del estabilizador horizontal - La línea de Datum es tangente vertical al borde de ataque del ala en correspondencia de la raíz.

El rango aprobado de CG no debe ser excedido cuando se cargue el planeador, y esta posición puede ser calculado como se explica en la sección VI.5.?

II.8) Esquema de carga:

- .Carga mínima en el asiento para todos los vuelos: 70 Kgs.
- .Carga máxima de cabina: 110 Kgs.
- .Carga máxima en compartimento de equipaje: 10 Kgs.

Para pilotos + paracaídas con pesos inferiores a 70 Kgs, agregar pesos en el asiento mediante almoadones de arena o planchas de plomo.

Figura 13. Hola del manual de vuelo del LV-X227

Antecedentes del legajo con datos de diseño

Se adjunta un extracto de la tabla de datos de diseño presentada por el diseñador ante la ANAC donde se declaran los datos generales de las características de diseño del HB-1 Club que luego sería el LV-X102 y posteriormente el LV-X227.

En los datos se destaca que la deflexión de los timones de profundidad tenía como diseño un valor simétrico en ambos sentidos, lo cual contrasta con la solución constructiva y el relevamiento físico.

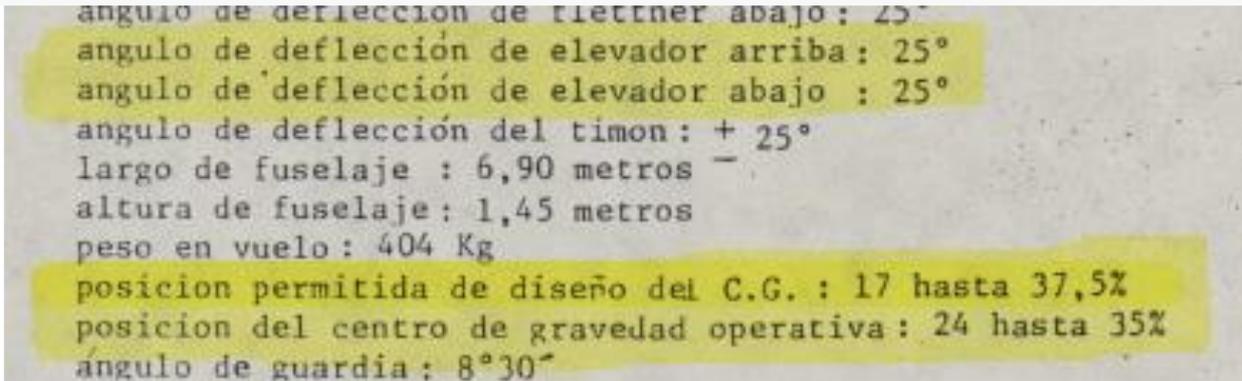


Figura 14. Datos generales con detalle de posición de C.G. y deflexión en profundidad

Aeronaves experimentales

Las matrículas denominadas experimentales son asignadas a aeronaves que pueden presentar diferentes condiciones; el caso más común es en aquellas aeronaves fabricadas por aficionados constructores, quienes poseen la libertad de desarrollar su propio diseño o de construir una aeronave a partir de diseños ya existentes. Estos diseños no cuentan con una aprobación de la autoridad aeronáutica argentina, puesto que es imposible desarrollar estándares de diseño para las diferentes configuraciones creadas por los diseñadores, fabricantes de kits y constructores aficionados.

La regulación no exige al aficionado constructor que se fabrique personalmente cada parte de la aeronave, permite usar componentes y materiales comerciales cuando se construye la misma y exime a la ANAC de la responsabilidad de la fabricación de estos componentes.

Debido a que las aeronaves experimentales no observan aspectos de diseño de acuerdo con requisitos específicos de aeronavegabilidad, la regulación argentina exige la colocación de leyendas en lugares específicos para ser accedida tanto por los tripulantes como eventuales pasajeros que expresen claramente dicha condición.

Se expresa a continuación la leyenda que debe exponerse en la cabina de una aeronave experimental de acuerdo con la reglamentación vigente:

“Advertencia para pasajeros – Esta aeronave fue construida por aficionados y no cumple con las Regulaciones de Seguridad de la República Argentina para aeronaves estándar.”

Respecto a la elegibilidad de las partes que son usadas para construir una aeronave experimental, las CA 20-27A y CA 20-27E, recomiendan la utilización de partes aprobadas, pero nada impide



que las partes utilizadas para la construcción de las aeronaves experimentales no hayan seguido el proceso de certificación de partes.

Además, la regulación no exige al aficionado constructor ningún tipo de certificación médica ni técnica para la construcción de su aeronave, como así tampoco la aprobación de un sistema de control y aseguramiento de calidad del proceso ni del producto.

La autoridad aeronáutica argentina a través de la Circular de Asesoramiento CA 20-27 E, facilita una guía para que aquellos aficionados que tengan como objetivo diseñar y fabricar su propia aeronave puedan obtener un Certificado de Aeronavegabilidad para su aeronave, pero ésta misma expresa claramente que dicha Circular de Asesoramiento, no constituye una regulación.

El proceso de habilitación de una aeronave construida por aficionados prevé la interacción entre el aficionado constructor y el Departamento de Certificaciones Aeronáuticas de la ANAC sin que esto signifique aprobación de diseño ni fabricación.

La información y los datos necesarios para el mantenimiento de la aeronave en condiciones seguras y para la operación segura de la misma son determinados por el propio aficionado constructor; la regulación no requiere que las tareas de mantenimiento sean realizadas en un taller habilitado ni por personas con licencia habilitante.

En cuanto a la operación de una aeronave categoría Especial y clasificación Experimental, está definido en las regulaciones en las RAAC 21.191, 21.193, 21.195 y en la 91.319 de la cual es importante rescatar lo siguiente:

91.319 Aeronaves con Certificado Experimental: limitaciones de operación

(a) Ninguna persona puede operar una aeronave que tenga un Certificado Experimental:

(1) Para un propósito distinto para el cual dicho certificado fue emitido;

El certificado de aeronavegabilidad del LV-X227 expresaba como propósito: Operación de aeronaves construidas por aficionado.

21.191 Certificados Experimentales

Los Certificados son emitidos para los siguientes propósitos:

(g) Operación de Aeronave construida por Aficionado. Operación de una aeronave la cual ha sido fabricada y ensamblada en su mayor parte, o totalmente, por una o varias personas quienes han encarado el proyecto de construcción solamente para su propia educación o recreación.



El Certificado de matrícula y propiedad del LV-X227 expresa como nombre del propietario: Club de planeadores y aerodelismo Esperanza. Como fabricante y modelo. Teodoro Miguel Altinger.

Las aeronaves con certificado tipo tienen como referencia las bases regulatorias para el diseño, la construcción, ensayos y aprobación; la RAAC 22 establece los estándares de aeronavegabilidad para planeadores y motoplaneadores; de acuerdo con lo expresado en esta regulación, la República Argentina ha adoptado como base regulatoria para la certificación de planeadores la JAR 22, (hoy las Certification Specifications CS 22), las certificaciones de planeadores a nivel mundial presenta la particularidad de que además la FAA ha adoptado también como base de certificación a las CS 22.

1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

No aplica.



2. ANÁLISIS

2.1 Introducción

En el análisis del accidente del LV-X227 subyacen una serie de factores que definen el contexto en el que se operó la aeronave, pero también otros factores que estuvieron presentes anteriormente y que al no haber sido identificados o mitigados eficazmente contribuyeron al accidente investigado.

Existen diferencias fundamentales entre las aeronaves experimentales y las aeronaves que poseen Certificado Tipo.

Estadísticamente, las operaciones de aeronaves experimentales tienen un porcentaje de accidentes que en términos comparativos es más alto que los que encontramos en la aviación general y el índice de fatalidades también muestra números mayores que en los vuelos de aviación general. Dentro de las estadísticas los accidentes por pérdida de control en vuelo son los más recurrentes. Las causas más comunes en los accidentes de aeronaves experimentales incluyen en la mayoría de los casos aspectos directamente relacionados con las características técnicas de diseño, al no adoptar los mismos estándares de las aeronaves sometidas a un proceso de certificación.

El LV-X227, fue uno de los dos prototipos construidos dentro de un proyecto que tenía como objetivo certificar y fabricar en serie planeadores en la República Argentina pero el proyecto quedó trunco; esta circunstancia hizo que pase por diferentes usuarios hasta llegar al club de planeadores de Esperanza.

En concordancia con el espíritu de la aviación experimental la RAAC 21.191 expresa que la autoridad aeronáutica emite el certificado de aeronavegabilidad a una aeronave fabricada por aficionados con el propósito de que las personas que la construyeron puedan educarse y recrearse; el LV-X227 era propiedad del Club de Planeadores y Aeromodelismo Esperanza, por lo que, si bien había sido fabricada 20 años antes del accidente, había sido volada por pilotos pertenecientes al club en carácter de socios sin que ninguno de ellos haya participado del diseño, la fabricación ni hayan sido de hecho propietarios de la misma; lo expresado fue posible porque para las normas que regulan la aviación, quienes pertenecían al club podían hacerlo.



La NTSB, encontró también que estadísticamente los pilotos que sufrían accidentes con aeronaves experimentales, en promedio, tenían significativamente menos experiencia de vuelo en el tipo de avión que estaban volando que los pilotos de aviones que no lo eran; este factor también estuvo presente en el accidente bajo investigación.

Formación de la piloto

La piloto recibió un curso de formación en la escuela de vuelo del club de planeadores y aeromodelismo Esperanza que incluyó la formación en conceptos teóricos y la parte práctica o entrenamiento de vuelo; la falta de un legajo de la alumna, de un programa con materias y carga horaria por temas, y los testimonios que reflejaron que los conceptos teóricos fueron recibidos de manera informal; indican una formación didáctica y pedagógica inadecuada para transmitir conocimientos; en este punto es necesario dejar sentado que al momento de la impartición del curso, las regulaciones no exigían la separación por materias de los conceptos y que estos sean dictados con la formalidad que la regulación exige en la actualidad.

La formación de la piloto experimentó otras particularidades; el examen para obtención de la licencia de piloto de planeador debió ser desarrollado en dos partes por la interrupción debido a un incidente que sufriera otro cursante en la ejecución de su vuelo solo y una adaptación incompleta a una nueva aeronave (LV-X227); la institución no tenía un procedimiento establecido para adaptar a un piloto a una aeronave y en este caso en particular era la adaptación a una aeronave experimental monoposto con la única experiencia de vuelo del curso de piloto de planeador.

En el club de planeadores de Esperanza; volar planeadores experimentales, era un paso obligado para los pilotos noveles que tenían la vocación de desarrollar la actividad en la institución antes de pasar a una aeronave de mayores performances; en todos los casos y en todos los tipos de aeronaves; la acción de pasar a volar un nuevo modelo de aeronave conlleva una transición que requiere una capacitación específica en los sistemas y características operativas de la nueva aeronave y debe incluir los procedimientos normales, anormales y de emergencia.

La no observación de la particularidad que implica operar una aeronave experimental construida por un aficionado constructor y hacerlo como si fuera una con certificado tipo, se constituye en la ausencia de una barrera de defensa del sistema.

Volar una aeronave desconocida en todos los casos requiere una adaptación para el piloto; al no estar exigido en las regulaciones un entrenamiento formal, con un instructor que acompañe, supervise y evalúe permanentemente al piloto, con perfiles de vuelo establecidos etcétera, cada caso es abordado de manera particular lo que puede resultar incompleto o insuficiente.

El vuelo

El análisis del vuelo se centró particularmente en la aproximación y el aterrizaje haciendo además una breve referencia sobre el despegue.

El desarrollo del vuelo a vela mostró una evolución muy buena para un piloto con el nivel de experiencia de la piloto.

La investigación accedió a una filmación en la que pudo observar la fase de despegue completa; en esta fase, la piloto presentó dificultades para controlar a la aeronave pero solo por un lapso acotado de tiempo, las dificultades observadas se manifestaron mediante problemas para mantener la línea de vuelo respecto del remolcador mediante variaciones en altura (en el eje longitudinal), estas variaciones en valores absolutos no fueron significativas, pero pueden considerarse como probabilidad de responder a una manifestación de las características de estabilidad longitudinal de la aeronave a bajas velocidades; luego prosiguió con el ascenso de manera normal y con 500 metros de altura se produjo el desenganche para proseguir con el vuelo a vela durante unos 50 minutos aproximadamente.

El Encoder que equipaba a la aeronave se constituyó en una herramienta fundamental para conocer en detalle el desarrollo del vuelo.

En el siguiente gráfico se representan los últimos instantes de vuelo del planeador y se representan gráficamente la evolución de altura y velocidad en un lapso de 1 minuto 4 segundos.

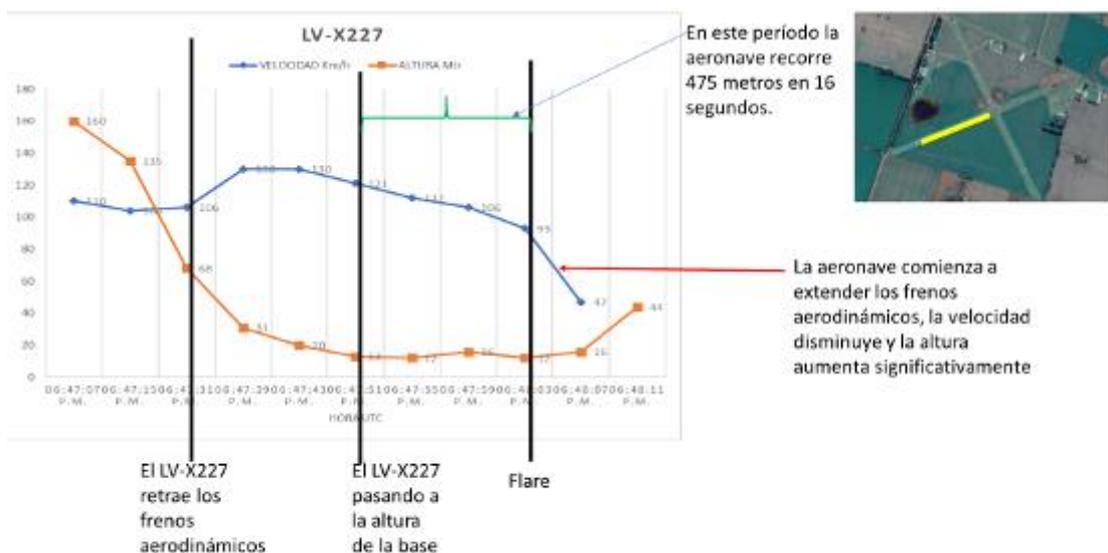


Figura 15. Gráficos de altura y velocidad

De acuerdo con los datos extraídos del registrador, el vuelo duró 1 hora, 2 minutos, 10 segundos y las condiciones de viento se mantuvieron sin variaciones significativas con dirección entre 10° y 12° y una intensidad que varió de 15 a 25 km/h.

En los primeros tres puntos podemos ver a la aeronave pasando de básica para final con una pendiente de descenso promedio de 4,2 m/seg y una velocidad estabilizada entre 104 y 110 km/h.

Entre el tercer y cuarto punto se observa que el planeador desciende 37 metros en 8 segundos lo cual indica que mantiene un régimen de descenso similar, 4,6 m/seg, pero en ese lapso la velocidad pasa de 106 km/h a 130 km/h; el incremento de velocidad fue entendido por la investigación como consecuencia de la retracción de los frenos aerodinámicos.

La curva de altura muestra la variación esperable en la fase final del vuelo, mientras que la de velocidad muestra que después del incremento repentino, se vuelve a estabilizar, pero ahora con valores más elevados.

La retracción de los frenos aerodinámicos en el momento y con los parámetros del planeador en final no tienen un sentido lógico, por lo que la investigación entendió que la piloto habría interpretado como propia una instrucción que se habría impartido desde la base al planeador que estaba para ser remolcado y que habría iniciado su carrera de despegue con los frenos extendidos.



Figura 16 Inicial, básica y final



Quienes estaban en la base coincidieron en que el planeador pasó con los frenos retraídos y a muy alta velocidad lo cual se explicaría en los párrafos precedentes; la próxima característica es lo que todos describieron como un delfineo, lo que se explicaría como oscilaciones de pitch o cabeceo sobre la pista.

El período que se analizará a continuación es el que transcurre cuando la aeronave en fase de aterrizaje recorre la pista hasta un momento antes del impacto.

El fenómeno que describió el planeador está definido técnicamente como PIO Pilot Induced Oscillation (oscilaciones inducidas por el piloto) o Porpoising; en general es producido por la acción a destiempo o desproporcionada del piloto sobre los mandos de profundidad cuando quiere corregir una actitud de vuelo.

A menos que el piloto entienda que estas oscilaciones son el resultado directo del control excesivo del planeador, es poco probable que cesen las oscilaciones. Lo más probable es que aumenten en intensidad hasta que haya una pérdida completa de control.

Aunque las oscilaciones inducidas por el piloto pueden ocurrir en cualquier momento son mucho más frecuentes en el entrenamiento primario de un piloto y particularmente cuando se vuela una aeronave en la cual no se está familiarizado; en este punto destacamos dos aspectos;

- 1- Muchos pilotos que habían volado la aeronave comentaron que a todos les llevaba algunos vuelos “agarrarle la mano al planeador”, en clara alusión a las dificultades para controlarlo.
- 2- El vuelo del accidente era el tercero para la piloto y había manifestado su preocupación por las dificultades en controlar el planeador en el aterrizaje.

La ausencia de un proceso de adaptación y las manifestaciones generales que hacían referencia a que “a todos” les había costado controlar la aeronave, pueden haberse constituidos en factores de presión adicionales a los que están presentes cuando un piloto vuela una aeronave en la cual no está familiarizado.

Las oscilaciones se producen en función de los inputs a los mandos, pero esos inputs son la consecuencia de causas originadas en las características técnicas de la aeronave entre los que son necesarios considerar; la posición del centro de gravedad, estabilidad longitudinal de la aeronave, autoridad de los mandos.

La última etapa de análisis del vuelo abarca los dos últimos puntos registrados y en esos se observa que la aeronave manteniendo la actitud disminuye notoriamente la velocidad lo que



significa la extensión del freno aerodinámico; inmediatamente después de eso se observa un aumento anormal de la altura.

De la comparación de los registros con los testimonios de testigos se desprende que la aeronave había llegado próximo a la intersección de las pistas del aeródromo con una velocidad muy alta (aproximadamente 93 km/h respecto del terreno y 112 km/h IAS); esta condición (expresada en entrevistas por varios testigos) habría motivado la emisión de la instrucción desde la base para que extienda los frenos aerodinámicos; en ese momento la aeronave adopta una actitud de nariz arriba muy pronunciada hasta perder toda la energía, luego bajó la nariz y se precipitó a tierra con un ángulo de picada de más de 64°.

La posición de la palanca de accionamiento de los frenos aerodinámicos se encontró en una posición intermedia entre extendidos y retraídos y esto también coincide con los testimonios que expresaron haber visto que los frenos comenzaron a extenderse pero que no se habían extendido totalmente.

La razón por la que no se terminaron de extender los frenos puede haber sido por la respuesta aerodinámica, por actitud adoptada por la aeronave, o bien una razón técnica (dureza de los mandos); en este punto la investigación no pudo determinar fehacientemente el motivo.

La investigación realizó ensayos con la aeronave LV-X228 para determinar el campo visual de la aeronave y de esa manera entender en qué momento pudo haber perdido referencias visuales para la ejecución de una maniobra.

La aeronave

En su génesis el LV-X227 había nacido para ser producido en serie, el diseño contemplaba esto y los dos prototipos debían ser sometidos al proceso de certificación, pero el proyecto no prosperó y las aeronaves sufrieron numerosas modificaciones.

Los registros históricos de las planillas de peso reflejan un número significativo de modificaciones, entre las cuales se encontraba la modificación del sistema de apertura de la cúpula.

Las normas consideran actitudes anormales de vuelo cuando la aeronave adopta una actitud de más de 25° de nariz arriba o menos de 10° de nariz abajo; en el primer caso es requisito que el piloto tenga referencias visuales por lo menos hasta los 25° esto significa que mirando hacia adelante tiene que poder ver el horizonte.



El estudio realizado por la investigación reveló que el piloto perdía las referencias a partir de los 22°, si consideramos que la aeronave no está certificada el dato no reviste relevancia en este caso.

Esto último exige el estudio del grupo de cola de la aeronave para conocer si el mando de profundidad tenía autoridad con la actitud de nariz arriba y con baja velocidad para cambiar la actitud de la aeronave y evita la pérdida de sustentación.

Autoridad del timón de profundidad

Los datos de diseño preveían una deflexión de los timones de profundidad de 25° en ambos sentidos; la solución constructiva adoptada por el fabricante dispuso de bisagras para pivot de los elevadores dispuestas en el extradós del estabilizador y del timón de profundidad, limitó la deflexión del timón hacia abajo en 15,5° (elevador izquierdo) y afectó su autoridad a bajas velocidades.

La posibilidad de falta de autoridad de los timones de profundidad se incrementa con las bajas velocidades, esto requiere conocer exactamente la actitud y velocidad en la que es accionado el comando.

Centro de gravedad

La actitud en cabeceo del planeador puede haber estado afectada por la ubicación del centro de gravedad de la aeronave; la que desde su diseño hasta el día del accidente había sufrido modificaciones que provocaron un aumento de su peso vacío en 16% y una variación de su centro de gravedad de más de 10%.

Todo esto sin tener definido en su manual de vuelo el rango del centro de gravedad; la aeronave voló durante aproximadamente 20 años sin que quien la volaba tenga información de la ubicación del C.G. ni de los límites que definen la envolvente de vuelo.

El peso y la ubicación del centro de gravedad tiene efectos sobre la estabilidad longitudinal de la aeronave, por esa razón no se debería iniciar un vuelo sin tener la certeza de que el centro de gravedad se encuentra dentro de los límites establecidos y determinados con ensayos en vuelo en el proceso de certificación de tipo de aeronave; en este caso el hecho de ser una aeronave experimental requería que estos límites estén definidos por el aficionado constructor; este valor es necesario pero no suficiente para que el control de actitud en cabeceo pueda estar dentro de límites aceptables.



Estar fuera de los límites definidos de centro de gravedad (rango de CG) trae problemas diferentes para el control de la aeronave en cabeceo; tanto para el caso de CG por delante del límite delantero como cuando está por detrás del límite trasero.

En el primer caso, pueden presentarse problemas para controlar el planeador en el remolque, el piloto sentirá la “nariz pesada” y por lo tanto para levantarla en el despegue; además de esfuerzo hacia atrás del bastón para controlar la actitud de cabeceo. De la misma forma en el aterrizaje, ejecutar el flare puede resultar muy difícil o casi imposible por tener una actitud de nariz abajo y tener que levantarla.

La falta de información en cuanto al rango de CG obliga a considerar todos los casos posibles, pero la información recabada y los datos obtenidos en el pesaje del LV-X228, hacen poco probable que la aeronave haya tenido el CG adelantado y si hacen probable sospechar de problemas asociados con el CG atrasado.

En este caso el piloto sentirá pesada la cola del planeador y también afectará significativamente el control en cabeceo; el diseño del estabilizador, los timones de profundidad y el valor de la velocidad serán los principales factores; los registros mostraron dificultades para controlar el planeador a bajas velocidades, en el despegue y fundamentalmente en el aterrizaje.

Factores que permiten considerar la posibilidad de un CG atrasado; placa de plomo para llegar al peso mínimo en cabina definido en el manual de vuelo, registros de variaciones históricas de peso, solución constructiva de los timones que limitaban su deflexión para bajar la nariz.

Los cálculos, resultantes de la investigación, sitúan el centro de gravedad de fabricación en una posición extremadamente atrasada respecto al resto de los diseños de planeadores similares.

2.2 Aspectos institucionales

El análisis de las condiciones de contexto en las que ocurrió el accidente requiere abordar el mismo observando la operación en el aeródromo en general y en el club en particular.

El análisis del contexto es la materia prima para entender por qué paso y en ese sentido, las actividades desarrolladas en el aeródromo de Esperanza en el que conviven diferentes instituciones con identidades propias, intereses y objetivos institucionales particulares, y donde al mismo tiempo todas necesitan hacer uso de la infraestructura que es común a las distintas actividades aéreas y que a su vez generalmente coinciden en el tiempo (con mayor grado de



demanda en los días no laborables) requiere un alto grado de coordinación, reglas claras y compromiso.

A lo anteriormente descrito debe sumarse que la aviación es una actividad altamente regulada por lo que es necesario que un representante de la autoridad aeronáutica vele por el cumplimiento de las normas comunes.

Los aeródromos públicos sin servicio de tránsito aéreo no controlados requieren de un jefe de aeródromo que, para serlo, debe contar con la aceptación de la autoridad aeronáutica; entre los requisitos a cumplir esta la de contar con un certificado de competencia de acuerdo con la Subparte N de la RAAC 65.

Las obligaciones del jefe de aeródromo incluyen aspectos de infraestructura y de operaciones; estas tareas requieren el compromiso y la colaboración de todos quienes conviven y utilizan el aeródromo por lo que la investigación entiende que debe conferirse esta responsabilidad a personas que puedan actuar de manera independiente de cualquier otra institución.

Como ocurre muchos fines de semana, el día del accidente había actividad de diferentes instituciones y a su vez al tratarse de un aeródromo público, estaba disponible para otras aeronaves; el club de planeadores había establecido una base con equipo de comunicación próximo a la cabecera 33 de la pista 33-15 a su vez las aeronaves de la escuela de vuelo se comunicaban con su propia base; la base establecida por el club de planeadores operaba un equipo en la frecuencia del Canal de llamada general; 123.5 Mhz y su tarea principal era la coordinación de la actividad de sus aeronaves.

Las comunicaciones entre la base y las aeronaves del club de planeadores se constituyeron en un factor determinante para el desenlace del suceso bajo investigación.

Las normas de uso del “Canal de llamada General” en aeródromos donde no se brindan servicios de tránsito aéreo establecen que ese canal es exclusivo para que los pilotos puedan anunciar y prevenir a otros respecto de sus intenciones y/o maniobras que efectuarán; se prohíbe además emitir instrucciones o autorizaciones que puedan interpretarse como provenientes de una estación aeronáutica que facilita un servicio de tránsito aéreo.

Desde la base se ordenó el remolque del planeador biplaza que estaba en la pista para la ejecución de un vuelo de bautismo cuando el LV-X227 estaba en final; se emitieron instrucciones al piloto del remolcador que probablemente fueran interpretadas por la piloto del LV-X227 como propias, se instruyó a la piloto que dejase “corto”, es decir lo más cerca de la base posible al



planeador y al pasar por sobre la base con los frenos retraídos se le ordenó extenderlos; todas estas instrucciones exceden lo que sería el uso previsto para la frecuencia del canal de llamadas comunes.

La institución aerodeportiva había sufrido unos meses antes, un incidente con otro planeador.

No atender o descartar las señales de alerta, lleva a una organización a trabajar con una gestión de riesgo inadecuada, acercándose a los límites del rendimiento del sistema; las evidencias mostraron que la organización no tenía incorporada capacidad de anticipación para detectar las señales de alerta y por lo tanto tampoco se daba respuesta a esas señales.

Para poder gestionar los procesos de manera de lograr un nivel aceptable de seguridad, una organización debe ser consciente de la posibilidad de que algo puede salir mal; tomar a los incidentes diarios como señales y trabajar para implementar medidas de mitigación que den respuesta a esos problemas.

De acuerdo con el Anexo 9 de la OACI, la seguridad operacional es el estado en el que los riesgos asociados a las actividades de aviación relativas a la operación de las aeronaves, o que apoyan directamente a esta se reducen y controlan a un nivel aceptable.

La seguridad operacional es el resultado de gestionar los procesos debidamente para que el riesgo este controlado.

Para la investigación, la organización Aerodeportiva podría enmarcarse como una de aquellas que poseen un potencial riesgo estructural por encima de los estándares aceptables.

Debemos también entender esto como un fracaso del sistema y no podemos poner afuera de este problema a la autoridad aeronáutica que además de establecer las normas que regulan todo el sistema debería actuar como garante de este mediante un programa eficiente y eficaz de auditoría externa.

Un accidente de aviación es un evento altamente traumático para quienes lo padecen directamente y sus familiares, y también para la institución que lo sufre, la que puede quedar en un estado de vulnerabilidad por lo que el sistema debe atender la capacidad de resiliencia (propiedad de recuperarse) para evitar la posibilidad de recurrencia.

Hollnagel en Ingeniería de la resiliencia sostiene que la resiliencia no es una propiedad “que tiene” el diseño del sistema (que se puede desarrollar “simplemente introduciendo más procedimientos, protecciones y barreras”) sino el producto de un “control continuo de su actuación” (...) “que se



produzca un suceso no deseado no significa necesariamente que la gestión de la seguridad como tal haya fallado, sino que podría deberse igualmente al hecho de que la seguridad nunca es completa o absoluta .



3. CONCLUSIONES

3.1 Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente

- ✓ EL accidente se produjo en el tercer vuelo de la piloto en este planeador y tercer vuelo después de la obtención de su licencia de piloto de planeador.
- ✓ En el vuelo anterior (15 días antes del accidente) la piloto manifestó haber experimentado oscilaciones en el aterrizaje, y haber tenido dificultades para controlar la aeronave en el aterrizaje.
- ✓ La aeronave voló en final con una velocidad superior a la establecida en el manual de vuelo, alcanzando una desviación máxima de un 43%.
- ✓ Cuando el LV-X227 estaba en final; en la pista estaba el avión remolcador del club de planeadores Esperanza con un planeador, al que se le ordenó el despegue.
- ✓ El planeador LV-X277, durante la fase de aterrizaje (flare), experimentó oscilaciones longitudinales divergentes (PIO), las que precedieron a una pérdida de control que lo posicionaron en una actitud muy pronunciada a cabrear, con pérdida de energía y posterior caída en picada.
- ✓ Debido a la baja altitud de la pérdida de control, la piloto no logró la recuperación antes del impacto con el terreno.
- ✓ Constructivamente, el timón de profundidad tenía limitada la carrera en el sentido a picar, y en esas condiciones es improbable que el comando haya tenido la suficiente autoridad para salir de la gran actitud de cabeceo.
- ✓ La extensión simultánea de los frenos aerodinámicos con las oscilaciones agravó la situación de pérdida de control longitudinal.
- ✓ Es muy probable que la repentina actitud a cabrear, de aproximadamente 45 grados, haya producido en la piloto un estado de confusión y desorientación al perder las referencias externas; siendo esto un factor contribuyente fundamental.



- ✓ Los frenos aerodinámicos fueron extendidos como respuesta a una orden, no pertinente y repentina, transmitida en la frecuencia de VHF desde la base establecida por el club de planeadores en la cabecera de la pista.
- ✓ La experiencia de la piloto no era suficiente como para dar una rápida solución a una condición crítica, compleja y dinámica, y a escasos metros del terreno; como resultó este caso, compuesto de exceso de velocidad, extensión simultánea de los frenos aerodinámicos, y el comportamiento inusual de inestabilidad.
- ✓ Los límites del centro de gravedad no estaban prescritos en el manual de vuelo, y eran desconocidos por los operadores por lo que es probable que también haya contribuido a la condición de inestabilidad presentada en la fase de aterrizaje.
- ✓ El manual de vuelo carecía también de la información sobre la utilización de los contrapesos; por lo que estos fueron colocados empíricamente, afectando la posición certera del centro gravedad dentro de los límites operacionales.
- ✓ La condición de exceso de velocidad en la aproximación; se produjo por la retracción de los frenos aerodinámicos, como probable respuesta a una instrucción en ese sentido, pero destinada a la aeronave que iniciaba su remolque cuando el LV-X227 se encontraba en final desde la base.

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

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

- ✓ La instrucción teórica para la obtención de la licencia de piloto de planeador fue desarrollada informalmente, no presentando conformidad con un programa adecuado de contenidos y cargas horarias.
- ✓ La conversión al monoplaza se realizó sin que la piloto tuviera la suficiente familiarización, maduración y experiencia en vuelos solo en el biplaza en el cual fue calificada; lo cual resultó inconsistente con las buenas prácticas que requieren un mínimo de 10 vuelos.



- ✓ Previo al vuelo solo, la organización no disponía de una guía con material teórico específico para la conversión del piloto al tipo de aeronave; ni práctico, como es el patrón de familiarización y adaptación con las maniobras de vuelo correspondientes.
-



4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

4.1 A la Administración Nacional de Aviación Civil ANAC

RSO AE-1833-21

Establecer un requisito regulatorio por el cual el Registro Nacional de Aeronaves, se prohíba inscribir aeronaves experimentales a nombre de instituciones aerodeportivas, sociedades u organizaciones que faculden el uso de estas contradiciendo la RAAC 21.193.

RSO AE-1834-21

Incorporar una declaración jurada en la que las personas que solicitan la factibilidad o intención de construir u operar una aeronave Especial de categoría Experimental asumen conocer cada una de las regulaciones que involucra la actividad.

RSO AE-1835-21

Los aeródromos no controlados son el ámbito donde se desarrolla de manera casi exclusiva la aviación general con aeronaves de bajo porte y en ellos los jefes de aeródromo son los depositarios de velar que la actividad aérea se desarrolle dentro del marco normativo.

Redefinir las tareas y funciones establecidas en las regulaciones para los jefes de aeródromos en aeródromos sin servicio de tránsito aéreo; capacitarlos y jerarquizarlos para que su tarea sea efectiva y focalizada en el control de la actividad que se desarrolla en ellos.

RSO AE-1836-21

El propósito del canal de llamada general en VHF en aeródromos donde no se brindan Servicios de Tránsito Aéreo y lugares aptos denunciados. (Disposición N°021/05 del Comando de Regiones Aéreas), tienen como fin brindar una herramienta tendiente a incrementar la seguridad en las operaciones aéreas en la aviación general, mediante la posibilidad de uso de un canal que permita a los pilotos anunciar y/o prevenir a los pilotos de las demás aeronaves que se encuentran



operando en el aeródromo o dentro de la zona de tránsito de este, respecto de sus intenciones y/o maniobras que efectuarán, ya sea durante la llegada o previo y después del despegue, mediante una llamada general en el canal designado; y no deberán emitirse instrucciones o autorizaciones que puedan interpretarse como provenientes de una estación aeronáutica que facilita un servicio de control del tránsito aéreo. Por tal motivo, se recomienda:

Establecer un programa de capacitación y auditorías en los aeródromos sin servicios de tránsito aéreo para garantizar el cumplimiento de los procedimientos establecidos para las comunicaciones aeronáuticas de acuerdo con lo establecido en el Documento “Normas y Procedimientos de Telecomunicaciones en Jurisdicción Aeronáutica” (Parte I), y en la AIP GEN 3.4-10 AIP ARGENTINA.

RSO AE-1837-21

Las aeronaves experimentales no requieren la aprobación de un manual de vuelo como si las aeronaves con certificado tipo; por lo que aquellas que no posean un manual de vuelo aprobado deberán contar al menos con una Cartilla de Limitaciones de Operación Aprobada por la ANAC.

La falta de información en el manual de vuelo del LV-X227 en cuanto a posición y límites del centro de gravedad como además del uso de contrapesos en cabina afectó de manera directa la seguridad de cada operación realizada con esa aeronave; por eso se recomienda:

Establecer un programa de control de todos los manuales de vuelo o Cartillas de Limitaciones de Operación aprobadas por la ANAC para todas las aeronaves experimentales matriculadas en la República Argentina.

RSO AE-1838-21

Comenzar a volar una aeronave en la que un piloto no tiene experiencia requiere adquirir nuevas capacidades y aptitudes; el proceso de adaptación no puede hacerse de manera improvisada o aleatoria y debe responder a un programa que incluya conceptos teóricos y prácticos por lo que se recomienda:

Establecer requerimientos específicos para demostrar la conversión de un piloto a una aeronave determinada que contenga el patrón de familiarización y adaptación con las maniobras de vuelo correspondientes para cada aeronave de manera particular.

5. APÉNDICES

ANEXO "ALFA"

Informe de pesaje del LV-X228 y estudio de campo visual

Pesaje del LV-X228

Para la realización del pesaje, un taller aeronáutico facilitó dos balanzas con capacidad hasta 750 kg y una precisión de 0,1 kg; las balanzas fueron controladas en el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial) Rosario donde fueron comparadas con patrones para determinar si mantenían la precisión requerida y su curva de desviación.

El procedimiento de pesaje se realizó con las siguientes configuraciones:

- Vacío
- Vacío con paracaídas
- Con maniquí certificado de 75 kilogramos
- Con maniquí certificado de 68 kilogramos.

El procedimiento incluyó la nivelación de las balanzas, la determinación de la posición de línea de vuelo (no hay referencia física ni documental de la posición de la línea de vuelo).



Figura 1. Equipamiento y preparación para el pesaje



Figura 2. Configuraciones de pesaje del LV-X228

Campo visual y actitudes anormales de vuelo.

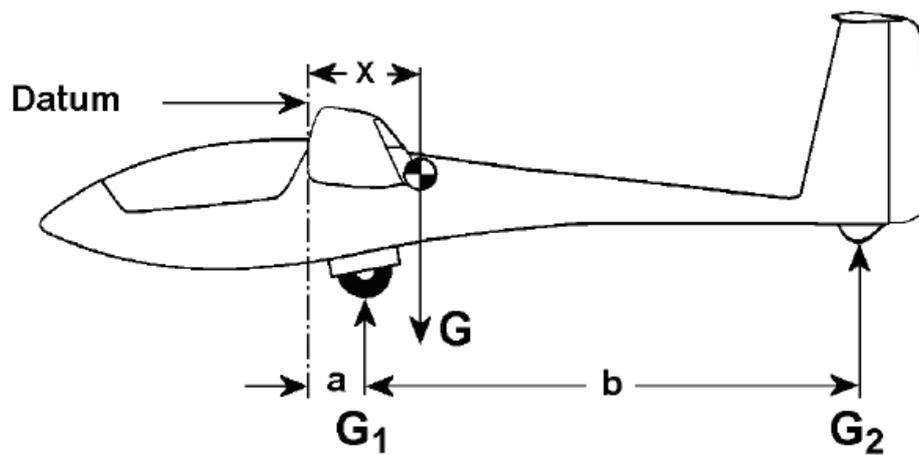
La aeronave momentos antes del impacto adoptó una actitud de nariz arriba muy pronunciada; esto motivo la realización de un ensayo en el planeador LV-X228 para determinar el campo visual





Figura 3. Ensayo de campo visual del piloto en el LV-X228

CASO 1: Planeador vacío

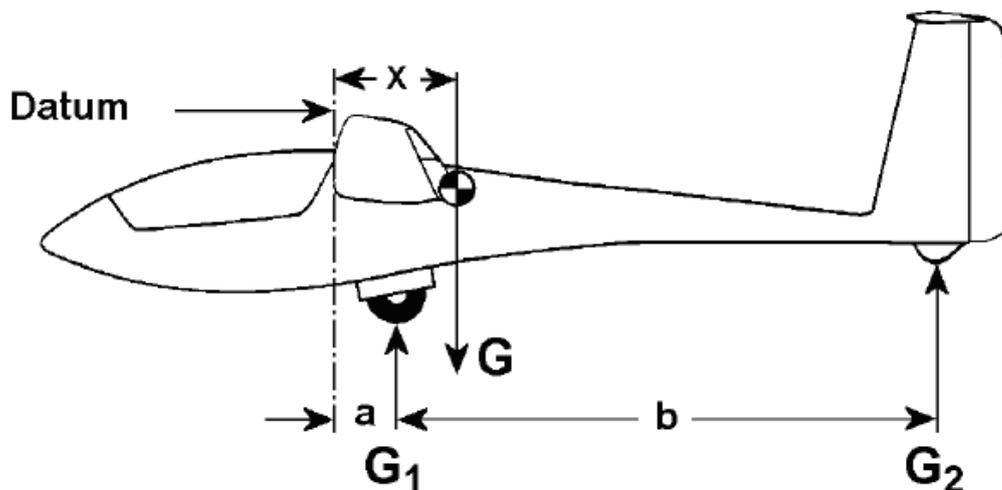


Planilla de peso y balanceo			
Matrícula	LV-X-228	Fecha	29/08/2018
Marca	CAMUI	Número de serie	2
Modelo	HB4 Club	Categoría	
Configuración: Vacío			
Punto de apoyo	Lectura	Distancia al datum	Momento
Rueda principal G1	233,5 kg	a= 80 mm	18680
Rueda de cola G2	39 kg	b= 4210 mm	164190
Peso total	272,5 kg		

Ubicación del centro de gravedad
EWCG Empty Weight Center of Gravity (posición del centro de gravedad del planeador vacío)
EWCG = Sumatoria de momentos / peso vacío total de la aeronave
EWCG = $18680 + 164190 / 272,5 = 671,08 \text{ mm}$
EWCG = 671,08 mm

Cuerda raiz = 0,98 metros = 980 mm
CAM Cuerda media aerodinámica = 0,8685 metros = 868,5 mm
% CAM 77,27%

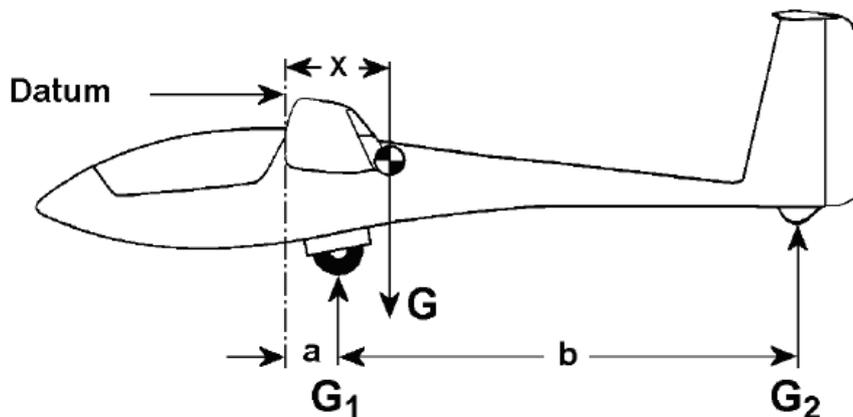
CASO 2: Planeador vacío con paracaídas incorporado



Planilla de peso y balanceo			
Matrícula	LV-X-228	Fecha	29/08/2018
Marca	CAMUI	Número de serie	2
Modelo	HB4 Club	Categoría	
Configuración: Vacío + paracaídas			
Punto de apoyo	Lectura	Distancia al datum	Momento
Rueda principal G1	241 kg	a= 80 mm	19280
Rueda de cola G2	38,5 kg	b= 4210 mm	162085
Peso total	279,5 kg		
Ubicación del centro de gravedad			
EWCG Empty Weight Center of Gravity (posición del centro de gravedad del planeador vacío)			
EWCG = Sumatoria de momentos / peso vacío total de la aeronave			
EWCG = $19280 + 162085 / 279,5 = 648,89 \text{ mm}$			
EWCG = 648,89 mm			

Cuerda raiz = 0,98 metros = 980 mm
CAM Cuerda media aerodinámica = 0,8685 metros = 868,5 mm
% CAM 74,71%

CASO 3: Planeador con paracaídas incorporado y maniquí de 75 kg



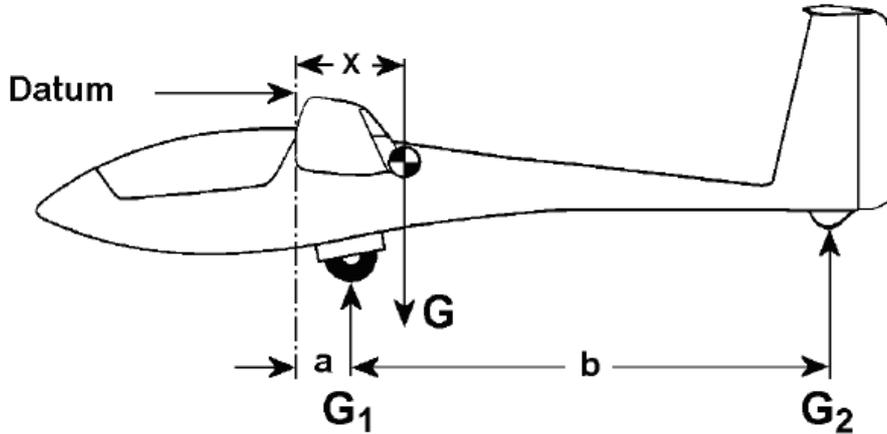


Planilla de peso y balanceo			
Matrícula	LV-X-228	Fecha	29/08/2018
Marca	CAMUI	Número de serie	2
Modelo	HB4 Club	Categoría	
Configuración: Vacío + paracaídas + maniqui 75 kg			
Punto de apoyo	Lectura	Distancia al datum	Momento
Rueda principal G1	327 kg	a= 80 mm	26160
Rueda de cola G2	27,5 kg	b= 4210 mm	115775
Peso total	354,5 kg		

Ubicación del centro de gravedad
EWCG Empty Weight Center of Gravity (posición del centro de gravedad del planeador vacío)
EWCG = Sumatoria de momentos / peso vacío total de la aeronave
$EWCG = 26160 + 115775 / 354,5 = 400,38 \text{ mm}$
EWCG = 400,38 mm

Cuerda raiz = 0,98 metros = 980 mm
CAM Cuerda media aerodinámica = 0,8685 metros = 868,5 mm
% CAM 46,09 %

CASO 4: Planeador con paracaídas incorporado y maniquí de 68 kg



Planilla de peso y balanceo			
Matrícula	LV-X-228	Fecha	29/08/2018
Marca	CAMUI	Número de serie	2
Modelo	HB4 Club	Categoría	
Configuración: Vacío + paracaídas + maniqui 68 kg			
Punto de apoyo	Lectura	Distancia al datum	Momento
Rueda principal G1	319 kg	a= 80 mm	25520
Rueda de cola G2	28,5 kg	b= 4210 mm	119985
Peso total	348,5 kg		
Ubicación del centro de gravedad			
EWCG Empty Weight Center of Gravity (posición del centro de gravedad del planeador vacío)			
EWCG = Sumatoria de momentos / peso vacío total de la aeronave			
EWCG = 25520 + 119985 / 348,5 = 417,51 mm			
EWCG = 417,51 mm			

Cuerda raiz = 0,98 metros = 980 mm
CAM Cuerda media aerodinámica = 0,8685 metros = 868,5 mm
% CAM 48,07 %



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
2021 - Año de Homenaje al Premio Nobel de Medicina Dr. César Milstein

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico

Número:

Referencia: LV-X227 - Informe de Seguridad Operacional

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 55 pagina/s.