CIAIAC

**C**OMISIÓN DE
**I**NVESTIGACIÓN
DE **A**CCIDENTES
E **I**NCIDENTES DE
**A**VIACIÓN **C**IVIL

# Informe técnico ULM A-014/2019

Accidente ocurrido el día 6 de junio de 2019, a la aeronave Tecnam P96 Golf, matrícula EC-ER5, en el aeródromo de Los Alcores (Sevilla)

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ©

NIPO: 796-20-104-9

Diseño, maquetación e impresión: Centro de Publicaciones

---

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

Tel.: +34 91 597 89 63 E-mail: ciaiac@mitma.es C/ Fruela, 6
Fax: +34 91 463 55 35 http://www.ciaiac.es 28011 Madrid (España)

## Advertencia

El presente informe es un documento técnico que refleja el punto de vista de la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil en relación con las circunstancias en que se produjo el evento objeto de la investigación, con sus causas probables y con sus consecuencias.

De conformidad con lo señalado en el art. 5.4.1 del Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional; y según lo dispuesto en los arts. 5.5 del Reglamento (UE) nº 996/2010, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de octubre de 2010; el art.15 de la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea; y los arts. 1, 4 y 21.2 del R.D. 389/1998, esta investigación tiene carácter exclusivamente técnico y se realiza con la finalidad de prevenir futuros accidentes e incidentes de aviación mediante la formulación, si procede, de recomendaciones que eviten su repetición. No se dirige a la determinación ni al establecimiento de culpa o responsabilidad alguna, ni prejuzga la decisión que se pueda tomar en el ámbito judicial. Por consiguiente, y de acuerdo con las normas señaladas anteriormente la investigación ha sido efectuada a través de procedimientos que no necesariamente se someten a las garantías y derechos por los que deben regirse las pruebas en un proceso judicial.

Consecuentemente, el uso que se haga de este informe para cualquier propósito distinto al de la prevención de futuros accidentes puede derivar en conclusiones e interpretaciones erróneas.

# Índice

Advertencia ..... 2

Abreviaturas ..... 4

Sinopsis ..... 5

1. INFORMACIÓN FACTUAL ..... 7

1.1. Antecedentes del vuelo ..... 7
1.2. Lesiones personales ..... 7
1.3. Daños a la aeronave ..... 7
1.4. Otros daños ..... 7
1.5. Información sobre el personal ..... 8
1.6. Información sobre la aeronave ..... 8
1.7. Información meteorológica ..... 11
1.8. Ayudas para la navegación ..... 13
1.9. Comunicaciones ..... 13
1.10. Información de aeródromo ..... 13
1.11. Registradores de vuelo ..... 14
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto ..... 14
1.13. Información médica y patológica ..... 16
1.14. Incendio ..... 16
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia ..... 16
1.16. Ensayos e investigaciones ..... 16
1.17. Información sobre organización y gestión ..... 18
1.18. Información adicional ..... 18
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces ..... 22

2. ANÁLISIS ..... 23

2.1. Análisis del estado de mantenimiento de la aeronave ..... 23
2.2. Análisis de la operación de la aeronave ..... 23

3. CONCLUSIONES ..... 25

3.1. Constataciones ..... 25
3.2. Causas/factores contribuyentes ..... 25

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL ..... 26

# Abreviaturas

| | |
|---|---|
| ° ′ ″ | Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es) |
| °C | Grado(s) centígrado(s) |
| % | Tanto por ciento |
| AEMET | Agencia Estatal de Meteorología |
| dN | deciNewton |
| h | Hora(s) |
| kg | Kilogramo(s) |
| km | Kilómetro(s) |
| km/h | Kilómetro(s)/hora |
| kt | Nudo(s) |
| LAPL | Licencia de piloto de aeronaves ligeras |
| LEAH | Código OACI del aeródromo de Los Alcores |
| LEMO | Código OACI del aeropuerto Sevilla/Morón |
| LEZL | Código OACI del aeropuerto de Sevilla |
| m | Metros |
| MAF | Multiejes de ala fija |
| METAR | Informe meteorológico ordinario de aeródromo (en clave meteorológica aeronáutica) |
| OACI | Organización de Aviación Civil Internacional |
| psi | Libra de fuerza por pulgada cuadrada |
| TAF | Pronóstico de aeródromo |
| TULM | Licencia de ultraligero |
| ULM | Ultraligero |
| UTC | Tiempo Universal Coordinado |
| VFR | Reglas de vuelo visual |

## Sinopsis

| | |
|---|---|
| Propietario: | Privado |
| Operador: | Privado |
| Aeronave: | Tecnam P96 Golf, matrícula EC-ER5 |
| Fecha y hora del accidente: | 6 de junio de 2019, 11:14 h[1] |
| Lugar del accidente: | En el aeródromo de Los Alcores (Sevilla) |
| Personas a bordo: | 2, ilesos |
| Tipo de vuelo: | Aviación General - Privado |
| Fase de vuelo: | Aterrizaje - Carrera de aterrizaje |
| Tipo de operación: | VFR |
| Fecha de aprobación: | 26 de febrero de 2020 |

### Resumen del suceso

El jueves, 6 de junio, el piloto junto con su acompañante se disponía a realizar un vuelo privado y local desde el aeródromo de Los Alcores, situado en la localidad de Mairena del Alcor (Sevilla).

Durante la inspección prevuelo, el piloto verificó que los sistemas de frenos y dirección de la aeronave funcionaban correctamente. No obstante, notó un tacto diferente en la rueda del tren de morro, que atribuyó a su reciente reparación.

El vuelo transcurrió sin incidentes y durante el aterrizaje en el aeródromo de Los Alcores, el piloto tomó a la izquierda del eje de la pista. Intentó corregir su posición pisando el pedal derecho que actúa sobre el timón de dirección de la aeronave. Sin embargo, en lugar de centrarse moviéndose hacia la derecha, el avión se desplazaba cada vez más hacia la izquierda hasta salirse de la pista. La aeronave impactó contra la valla perimetral del aeródromo quedando detenida.

El piloto y su acompañante resultaron ilesos.

La aeronave resultó con daños considerables debido al impacto con la valla perimetral.

[1] La referencia horaria utilizada en este informe es la hora local. La hora UTC es 2 horas menos.

La investigación ha concluido que la causa de este accidente fue la falta de control direccional de la aeronave en tierra que provocó su salida de pista.

# 1. INFORMACIÓN FACTUAL

## 1.1. Antecedentes del vuelo

El jueves, 6 de junio, el piloto junto con su acompañante se disponía a realizar un vuelo privado y local desde el aeródromo de Los Alcores, situado en la localidad de Mairena del Alcor (Sevilla).

Durante la inspección prevuelo, el piloto verificó que los sistemas de frenos y dirección de la aeronave funcionaban correctamente. No obstante, notó un tacto diferente en la rueda del tren de morro, que atribuyó a su reciente reparación.

El vuelo transcurrió sin incidentes y durante el aterrizaje en el aeródromo de Los Alcores, el piloto tomó a la izquierda del eje de la pista. Intentó corregir su posición pisando el pedal derecho que actúa sobre el timón de dirección de la aeronave. Sin embargo, en lugar de centrarse moviéndose hacia la derecha, el avión se desplazaba cada vez más hacia la izquierda hasta salirse de la pista. La aeronave impactó contra la valla perimetral del aeródromo quedando detenida.

El piloto y su acompañante resultaron ilesos.

La aeronave resultó con daños considerables debido al impacto con la valla perimetral.

## 1.2. Lesiones personales

| Lesiones | Tripulación | Pasajeros | Total en la aeronave | Otros |
|---|---|---|---|---|
| Mortales | | | | |
| Lesionados graves | | | | |
| Lesionados leves | | | | |
| Ilesos | 1 | 1 | 2 | |
| TOTAL | 1 | 1 | 2 | |

## 1.3. Daños a la aeronave

La aeronave resultó dañada al impactar con la valla que rodea el aeródromo de Los Alcores. Los daños se localizaron en ambos planos, en la parte delantera del fuselaje y en la pata de morro.

## 1.4. Otros daños

No hubo otros daños a excepción de la valla perimetral del aeródromo contra la que impactó la aeronave al salirse de pista.

## 1.5. Información sobre el personal

El piloto, de nacionalidad española y 46 años de edad, contaba con una licencia de piloto de ultraligero TULM (A) desde el 15 de noviembre de 2018, con habilitación multieje de ala fija MAF que caducaba el 30 de noviembre del 2019.

Disponía del certificado médico LAPL válido hasta el 28 de agosto del 2021.

Acumulaba 51 h totales de vuelo y 27 h en el tipo.

## 1.6. Información sobre la aeronave

La aeronave Tecnam P96 Golf, con matrícula EC-ER5 y número de serie P-96-G-048 fue construida en el año 2006 y matriculada en el Registro de Matrícula de Aeronaves español el 10 de julio del 2006. El 24 de marzo del 2008 el Registro de Matrícula de Aeronaves español expidió un nuevo certificado de matrícula a nombre del propietario actual, siendo el estacionamiento habitual de la aeronave el campo de vuelo de Mairena del Alcor. La aeronave estaba equipada con un motor Rotax 912 ULS2, cuyo número de serie era 5645145.

El peso en vacío de la aeronave era de 303 kg y el peso máximo al despegue de 450 kg.

La aeronave disponía de un certificado de aeronavegabilidad restringido con la categoría: "Privado (3)[2] Normal[3]", expedido el 20 de julio de 2006 por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea.

La aeronave tenía 1308:32 h de funcionamiento cuando se produjo el siniestro.

[2] El (3) indica que las aeronaves son idóneas solo para vuelo visual
[3] La prestación técnica "Normal" indica que está autorizada para efectuar vuelo normal, con exclusión de cualquier maniobra acrobática

Se incluye a continuación una fotografía de los instrumentos de la cabina.

Ilustración 1 : Panel de instrumentos de la aeronave accidentada

### *1.6.1. Tareas de mantenimiento*

La última tarea de mantenimiento se efectuó el día 3 de abril del 2019, cuando la aeronave contaba 1300 h de funcionamiento y el motor 1295,47 h, en el aeródromo de La Juliana. Esta tarea de mantenimiento consistió en la inspección de 200 h del motor.

Un día antes del vuelo del accidente, un técnico de mantenimiento que colabora con el aeródromo de Los Alcores cambió la cámara de la rueda del tren de morro al haberse pinchado.

### *1.6.2. Descripción del timón de dirección y su uso para el control de la dirección de la aeronave en tierra*

En tierra la aeronave se puede dirigir utilizando el timón de dirección. El desplazamiento de esta superficie de control está limitado a 30º, tanto a la derecha como a la izquierda, con una tolerancia de ±2º.

El timón está unido al estabilizador vertical a través de dos pasadores de bisagra de aluminio especialmente diseñados (puntos 6 y 7 de la figura de la derecha) que giran dentro de los bujes (punto 8 de la misma) sujetos a los extremos del tubo de torsión.

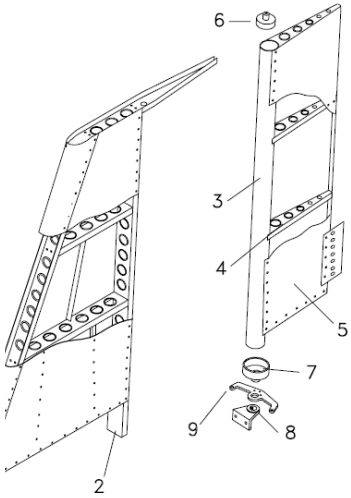


Ilustración 2 : Detalle del estabilizador vertical y del timón de dirección

En la parte inferior, el conjunto de bisagra está unido a una manivela (punto 9).

La posición de esta manivela se controla con los pedales del timón por el piloto a través de unos cables de control de acero.

Los cables de control finalizan en la palanca de dirección de la rueda delantera.

El funcionamiento del timón es el siguiente: los pedales del timón (punto 1 de la figura de la derecha) actúan sobre el cable de control del timón (punto 2 de la misma) y direccionan la rueda de la pata delantera (punto 3) a través de dos varillas de empuje ajustables.

Para su correcto funcionamiento, la tensión del cable de control debe verificarse periódicamente y ajustarse al valor adecuado utilizando los tensores (punto 4 de la figura anterior). También se debe verificar el estado y el buen funcionamiento de las poleas (punto 5 de la misma).

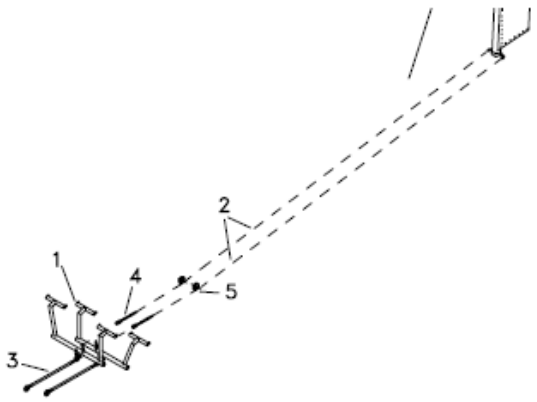


Ilustración 3 : Detalle del sistema de control de la aeronave

### *1.6.3. Descripción del tren delantero y su uso para el control de la dirección de la aeronave en tierra*

La rueda del tren delantero está equipada con un neumático tipo Sava 4.00-6 cuya presión ha de ser de 11 psi (0,8 bar).

La figura de la derecha muestra la conexión entre la rueda y la pata delantera.

Para el cambio de la rueda es necesario aflojar los pernos 5 y 6, en la figura, y retirar un pequeño eje (6).

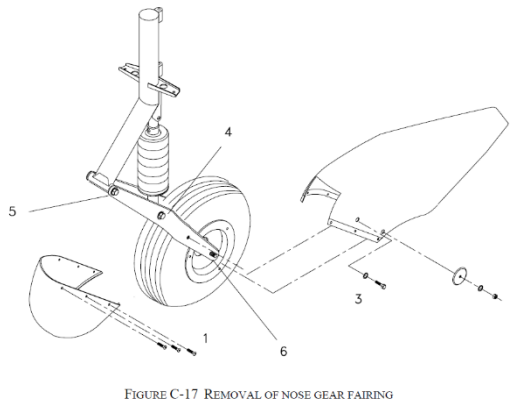


Ilustración 4 : Detalle del tren delantero

La dirección se transmite a la rueda por dos barras conectadas al conjunto de dirección y controladas por la barra de pedal.

La figura de la derecha detalla esta conexión.

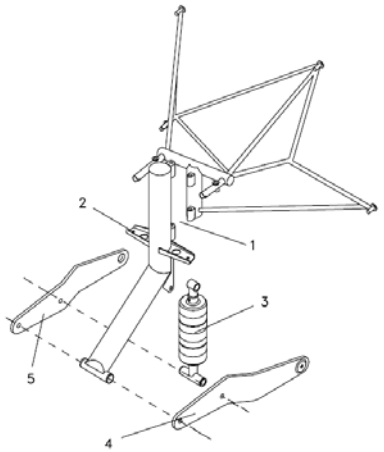


Ilustración 5 : Detalle de la conexión de la rueda del tren delantero

## 1.7. Información meteorológica

AEMET no dispone de una estación meteorológica en el aeródromo de Los Alcores. No obstante, dadas las condiciones reinantes, pueden resultar válidos los datos de las estaciones más próximas: Carmona-Villegas (a unos 18 km al Noreste), el aeropuerto de San Pablo (a unos 18 km al Noroeste) y la base aérea de Morón (a unos 20 km al Sureste).

Los datos de dichas estaciones eran:

- Carmona: la intensidad media del viento osciló entre 6 y 8 km/h y su dirección del Este al Sur y la intensidad máxima del viento fue de 18 km/h, siendo su dirección del Sureste. Temperatura de 22 ºC y humedad relativa del 30 %.
- En el aeropuerto de San Pablo, en Sevilla, los informes de aeródromo en vigor eran:

  METAR LEZL 060900Z 10003KT CAVOK 22/06 Q1014 NOSIG=

  METAR LEZL 060930Z 12003KT CAVOK 23/06 Q1014 NOSIG=

  El METAR de las 9:00 UTC (11:00 h local) indicaba:

  - viento de 100º de dirección con 3 nudos de intensidad,
  - visibilidad mayor de 10 km, ausencia de nubes por debajo de la altura de referencia CAVOK y ausencia de *cumulonimbus* y cúmulos con forma de torre, ningún fenómeno de tiempo significativo,
  - temperatura 22 ºC y punto de rocío 6 ºC,
  - QNH 1014 hPa y
  - no se esperaban cambios significativos durante el periodo del pronóstico.

El METAR de las 9:30 UTC (11:30 h local) indicaba:

- viento de 120º de dirección con 3 nudos de intensidad,
- visibilidad mayor de 10 km, ausencia de nubes por debajo de la altura de referencia CAVOK y ausencia de *cumulonimbus* y cúmulos con forma de torre, ningún fenómeno de tiempo significativo,
- temperatura 23 ºC y punto de rocío 6 ºC,
- QNH 1013 hPa y
- no se esperan cambios significativos durante el periodo del pronóstico.

Y el pronóstico de aeródromo (TAF) era:

TAF LEZL 060800Z 0609/0709 VRB02KT CAVOK TX28/0615Z TN16/0705Z BECMG 0611/0613 24010KT PROB30 TEMPO 0703/0706 BKN014 BECMG 0705/0707 35010KT=

Pronóstico válido desde el día 6 a las 09:00 UTC hasta el día 7 a las 09:00 UTC:

- viento de dirección variable con una intensidad de 2 nudos,
- visibilidad mayor de 10 km, ausencia de nubes por debajo de la altura de referencia CAVOK y ausencia de *cumulonimbus* y cúmulos con forma de torre, ningún fenómeno de tiempo significativo,
- temperatura máxima de 28ºC el día 6 a las 15:00 UTC y temperatura mínima de 16ºC el día 7 a las 05:00 UTC,
- variaciones pronosticadas de las condiciones precedentes evolucionando entre las 11:00 y las 13:00 UTC del día 6:
  - viento de dirección 240º con 10 nudos de intensidad
  - con probabilidad baja de que temporalmente entre las 03:00 y las 06:00 UTC del día 7 el cielo esté muy nuboso a 1400 pies
- con un cambio en las condiciones pronosticadas entre las 05:00 y las 07:00 UTC del día 7 del viento de dirección 350º y 10 nudos de intensidad.

- Y en la base aérea de Morón el informe de aeródromo en vigor era:

  METAR LEMO 060900Z 06004KT CAVOK 20/04 Q1014 NOSIG=

  El METAR de las 9:00 UTC (11:00 h local) indicaba:

  - viento de dirección 60º con 4 nudos de intensidad,
  - visibilidad mayor de 10 km, ausencia de nubes por debajo de la altura de referencia CAVOK y ausencia de *cumulonimbus* y cúmulos con forma de

torre, ningún fenómeno de tiempo significativo,

- temperatura 20 ºC y punto de rocío 4ºC,
- QNH 1014 hPa.
- No se esperan cambios significativos durante el periodo del pronóstico.

Y el pronóstico de aeródromo (TAF) era:

TAF LEMO 060800Z 0609/0618 VRB02KT CAVOK BECMG 0611/0614 25014KT=

Pronóstico válido desde el día 6 a las 09:00 UTC hasta el día 6 a las 18:00 UTC:

- viento de dirección variable con una intensidad de 2 nudos,
- visibilidad mayor de 10 km, ausencia de nubes por debajo de la altura de referencia CAVOK y ausencia de *cumulonimbus* y cúmulos con forma de torre, ningún fenómeno de tiempo significativo.
- Con un cambio en las condiciones pronosticadas entre las 11:00 y las 14:00 UTC del día 6 del viento de dirección 250º y 14 nudos de intensidad.

Estos datos y las imágenes de teledetección confirman que no había nubosidad, no había actividad convectiva, y que no había ningún fenómeno significativo previsto. El viento en superficie era flojo del segundo cuadrante. La visibilidad era buena.

Es más, tanto el piloto como el jefe de vuelos del aeródromo, presente durante el accidente, indicaron que ese día las condiciones meteorológicas eran aptas para el vuelo visual.

## 1.8. Ayudas para la navegación

No se dispone de ayudas para la navegación en este tipo de vuelos.

## 1.9. Comunicaciones

No hubo comunicaciones.

## 1.10. Información de aeródromo

La aeronave se encontraba aterrizando en el aeródromo de Los Alcores (LEAH), situado en la provincia de Sevilla, tras realizar un vuelo local.

El aeródromo dispone de una pista asfaltada balizada de 700 m de longitud y 40 m de ancho, cuya orientación es 05/23.

La aeronave accidentada tomó por la pista 05.

## 1.11. Registradores de vuelo

No es aplicable.

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

Antes de salirse de pista, el piloto intentó frenar la aeronave y dejó una serie de marcas en la pista.

Estas marcas se encontraban a la izquierda del eje de la pista: en concreto, las primeras marcas se situaban en la mitad, aproximadamente, de la distancia entre el eje de la pista y su borde.

Las marcas formaban un ángulo de unos 30º con el eje de la pista.

Ilustración 6: Marcas de los frenos en la pista

La aeronave, tras la salida de pista, se detuvo con la valla que rodea el aeródromo. El impacto con la valla provocó los daños en los planos de la aeronave, en la parte delantera del fuselaje y en la pata del tren de morro. En las siguientes fotografías se muestra el estado de la aeronave tras el accidente.

En el plano derecho se observaban varias abolladuras siendo el extremo del mismo el más afectado por el impacto. También se aprecia el desprendimiento de la parte delantera del fuselaje (donde está ubicado el motor de la aeronave).

Ilustración 7: Detalle de los daños en el plano derecho y en la parte delantera del fuselaje

En el plano izquierdo también se apreciaban diversas abolladuras y falta de material cerca del encastre del plano con el fuselaje.

Ilustración 8: Detalle de los daños en el plano izquierdo y en la parte delantera del fuselaje

En la siguiente fotografía se observa cómo quedó la hélice y la pata del tren de morro.

Ilustración 9: Detalle de los daños en la hélice y la pata del tren de morro

## 1.13. Información médica y patológica

No hay constancia que factores fisiológicos o incapacidades pudiesen haber afectado a la actuación del piloto.

## 1.14. Incendio

No se produjo incendio.

## 1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

El piloto y su acompañante resultaron ilesos durante el accidente. La cabina de vuelo mantuvo su integridad durante el mismo.

## 1.16. Ensayos e investigaciones

### *1.16.1. Declaración del piloto*

El día 6 de junio, realizó un vuelo local y privado desde el aeródromo de Los Alcores, en Sevilla.

En la inspección prevuelo no detectó ninguna anomalía, pero sí notó un "tacto" algo diferente en la rueda delantera durante el breve rodaje y la carrera de despegue. Lo achacó a que la rueda se acababa de cambiar por un pinchazo en el vuelo anterior.

Como el viento era moderado con dirección 050º, despegó por la cabecera de la 05. Según AEMET, el viento cambiaría de dirección a partir de las 11 h y posiblemente tendría que aterrizar por la pista 23 a la vuelta. Además, como ese día hacía calor, para evitar posibles turbulencias en la toma final, consideró la conveniencia de regresar temprano al aeródromo de partida.

El vuelo duró una hora y catorce minutos y durante el mismo rodearon la localidad de Arcos de la Frontera.

A la vuelta, notificaron y sobrevolaron el eje de la pista para comprobar las mangas de viento. La pista en servicio seguía siendo la 05. Realizó el circuito de tránsito de aeródromo sin problema alguno y entró en el tramo final. Configuró la aeronave como en ocasiones anteriores de tal forma que:

- En el tramo de base, la velocidad de aproximación era de 110 km/h y la redujo hasta 90 km/h para entrar planeando en la pista (acercándose al suelo y levantando el morro con suavidad durante el planeo para ir perdiendo velocidad). Estimaba que tomó con unos 80 km/h (que es cuando se produce la pérdida para la toma),
- los flaps estaban configurados a 1 punto y

- el motor funcionaba al ralentí.

El piloto proporcionó el siguiente croquis para explicar con más detalle cómo realizó el circuito de tránsito de aeródromo y la toma.

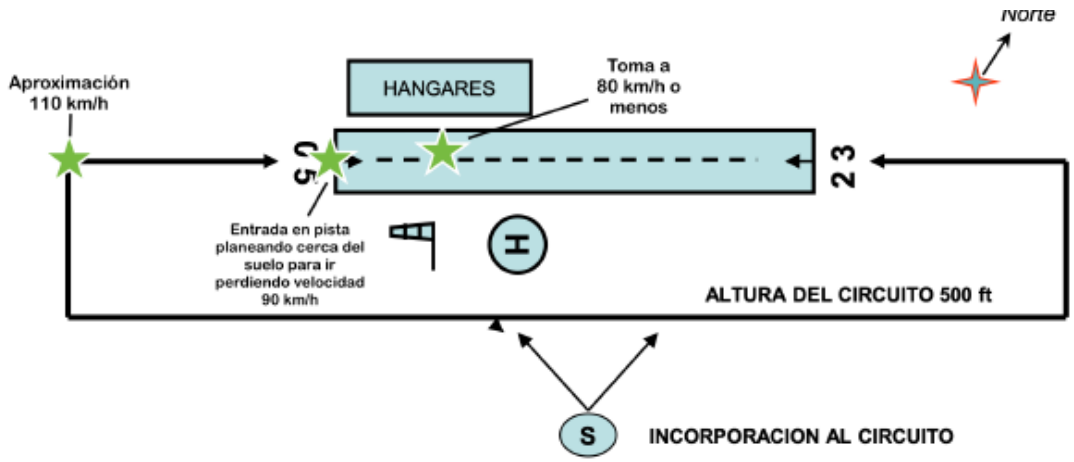


Ilustración 10: Croquis proporcionado por el piloto explicando la toma

En el momento de la toma, notó que el viento cambiaba de dirección. De hecho, justo después del accidente, observó que el viento era cruzado y la manga de viento señalaba hacia la izquierda de la pista 05.

Al tomar tierra, tocó la pista ligeramente desplazado a la izquierda, aunque alineado con el eje de pista; así que, corrigió pisando el pedal derecho de la dirección para llevar el avión hacia el centro de la pista, pero no rectificaba lo suficiente y la deriva del avión hacía la izquierda continuó. Añadió que debido al par motor de la hélice siempre es necesario compensar con el pedal derecho para no salirse de pista.

Comenzó a frenar (frenar y soltar) mientras intentaba corregir sin éxito la dirección del avión. Cuando vio que el avión seguía dirigiéndose a la izquierda de forma progresiva frenó a fondo para evitar dar con el plano en la valla izquierda de la pista y siguió intentando corregir la dirección sin éxito.

El plano izquierdo dio con la valla y se enganchó haciendo que el avión girara 90º a la izquierda e impactase de frente con la valla y la zanja que delimita la pista.

Antes del impacto apagó los magnetos y justo después quitó la llave y abandonó, junto con su acompañante, la aeronave por seguridad.

Ninguno de los dos (acompañante y piloto) sufrieron ningún tipo de lesión.

## 1.17. Información sobre organización y gestión

No aplicable.

## 1.18. Información adicional

### *1.18.1. Manual de Mantenimiento* del fabricante

El *Manual de Mantenimiento* de Tecnam, versión de abril del 98, establece una adecuada lubricación y una inspección periódica del timón. En concreto, para asegurar el funcionamiento adecuado y prologar la vida útil de las piezas móviles es necesaria una lubricación periódica de los elementos del timón:

- Las bisagras (puntos 1 y 2) y los extremos del cable de control (puntos 3 y 4) han de lubricarse cada 50 h, y
- la barra de soporte (puntos 22 y 23) y los cables de la barra de soporte y extremos de las varillas de empuje (puntos 24 y 25) han de lubricarse cada 100 h.

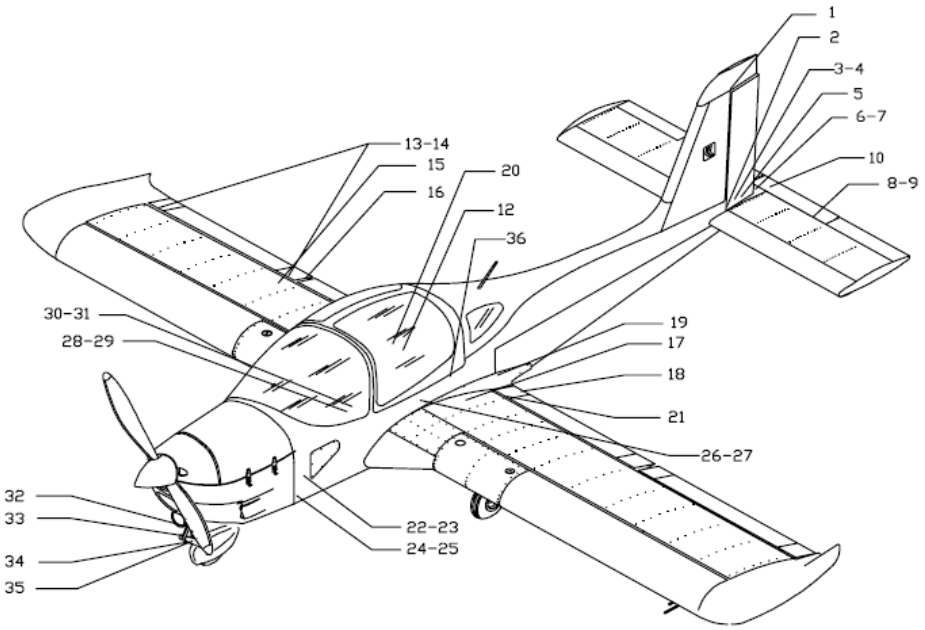


FIGURE B-5 *LUBRICATION POINTS*

Con respecto a la inspección, el fabricante establece que cada 600 h se compruebe que la tensión de los cables de control es de 20 dN ± 2 dN.

### *1.18.2. Configuración de la aeronave para el aterrizaje*

El fabricante de la aeronave ha establecido en su *Manual de vuelo* la siguiente lista de comprobación para el aterrizaje:

I. Encienda la luz de aterrizaje (si está instalada).
II. Verifique el final de la pista y establezca el descenso y la aproximación para final.
III. Interruptor eléctrico de la bomba de combustible: ENCENDIDO.
IV. Extienda los flaps gradualmente hasta una deflexión máxima de 35°.
V. Óptima velocidad de toma de contacto: 70 Km/h.
VI. Aterrice y taxi.
VII. Flaps a 0°.
VIII. Freno de estacionamiento activado.
IX. Interruptor eléctrico de la bomba de combustible: APAGADO.
X. Apague la luz de aterrizaje, las luces de navegación y la luz estroboscópica.

Durante la investigación se contactó con el fabricante de la aeronave, el cual volvió a indicar que la velocidad de aproximación recomendada, con los flaps extendidos 35º, era 90 km/h y que la velocidad óptima de contacto con la pista era de 70 km/h.

Se observó que el fabricante, en su manual, recomendaba extender los flaps 15º en el despegue y 35º durante la aproximación.

Se consultó con el fabricante cómo controlar direccionalmente la aeronave en tierra en función de la velocidad.

Indicó que el tren de aterrizaje de esta aeronave es el mismo que el utilizado en otros aviones fabricados por Tecnam y certificados de acuerdo con las regulaciones EASA CS-VLA. La estructura de la pata de morro del tren de aterrizaje, en términos de cargas laterales, se dimensiona según CS-VLA 499 (c) considerando de 0,7 veces la carga vertical que, a su vez, se supone que es 2,25 veces la carga estática en la rueda. Con lo cual, la carga lateral es 1,6 g. (Esta carga es superior a la fricción que pueda producirse en cualquier aterrizaje y en cualquier pista).

Añadió que según el requisito EASA CS-VLA 233 (c), el avión debe tener un adecuado control direccional durante el movimiento en tierra. La velocidad mínima para el control direccional en tierra es el 50% de la velocidad de toma de contacto; es decir, 35 km/h.

### *1.18.3. Estudio del sistema de dirección en tierra de la aeronave y del sistema de frenos.*

Se estudió si un posible mal funcionamiento del sistema de dirección o del sistema de frenos de la aeronave hubiese podido influir en el accidente.

Debido al tiempo transcurrido entre el accidente y su notificación[4], cuando se estudió los restos de la aeronave, estos ya habían sido manipulados:

- Los planos y la pata delantera del tren de aterrizaje estaban desmontados.
- Parte de los elementos de la pata delantera del tren de aterrizaje se llevaron a un taller de mantenimiento, autorizado por Tecnam para reparar sus aeronaves. De hecho, se había reparado mediante soldadura una parte de la pata delantera.
- Al trasladar parte de los elementos de la pata delantera a este taller de mantenimiento, su trazabilidad se había perdido. De hecho, durante la investigación se localizaron dos amortiguadores (*silentblock*) y el piloto desconocía cuál era el de su aeronave.

Con lo cual, el estudio del correcto funcionamiento del sistema de dirección en tierra de la aeronave y del sistema de frenos se limitó a lo siguiente:

Los frenos de la aeronave se accionan con una única palanca, que actúa sobre las dos ruedas del tren principal de la aeronave.

En la figura de la derecha se puede observar dicha palanca, situada en el centro de la cabina, en el suelo.

Se comprobó que al accionar la palanca las ruedas del tren principal de la aeronave se frenaban correctamente.

Ilustración 11: Detalle de la palanca de freno

[4] El 3 de octubre de 2019 la CIAIAC tuvo conocimiento de este accidente.

Las siguientes fotografías muestran cómo se encontraron las ruedas del tren de aterrizaje principal. En la rueda derecha se observó un profundo desgaste.

Ilustración 12: Rueda izquierda, fotografía izquierda, y rueda derecha, fotografía derecha, del tren de aterrizaje principal

Se revisó el sistema de dirección de la aeronave para ello se desmontó el suelo de la cabina y se observó continuidad en los cables que conectan los pedales con el timón de dirección en la cola. Al accionar los pedales o al mover el timón de dirección se observaba el movimiento, sin ningún impedimento, de los cables.

Ilustración 13: Detalle de los cables que conectan los pedales con el timón de dirección

También se desmontó parte del cono de cola para observar la unión entre los cables y el timón de dirección siendo esta correcta.

En la figura de la derecha se observa un detalle de esta unión.

Como la pata de morro estaba ya desmontada, solamente se pudo comprobar que al pisar los pedales el cable que los conecta a la pata de morro se movía.

Ilustración14: Detalle del cono de cola

## 1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No aplicable.

# 2. ANÁLISIS

## 2.1. Análisis del estado de mantenimiento de la aeronave

Debido al tiempo transcurrido entre la fecha del accidente (6 de junio) y la fecha en la que fue notificado (3 de octubre) a la CIAIAC, los restos de la aeronave se habían manipulado y la trazabilidad de algunas partes no se había conservado. No obstante, se estudió el posible mal funcionamiento de los sistemas de dirección en tierra de la aeronave y del sistema de frenos.

Con respecto al sistema de frenos se verificó su correcto funcionamiento. Al accionar la palanca de frenos esta actuaba sobre las ruedas del tren principal de la aeronave frenándolas. Únicamente se observó, como hecho notable, un profundo desgaste en la rueda derecha debido, seguramente, a la acción del freno sobre la misma el día del accidente.

Con respecto al sistema de dirección de la aeronave se verificó el correcto funcionamiento desde los pedales de dirección hasta el timón de dirección observándose que los cables que los unen tenían continuidad y se movían sin impedimentos y que la unión entre los cables y el timón de dirección era la adecuada. Sin embargo, el correcto funcionamiento desde los pedales de dirección hasta la rueda de la pata de morro del tren de aterrizaje no pudo verificarse debido a la manipulación de los restos tras el accidente.

El piloto indicó que durante la inspección prevuelo, verificó que los sistemas de frenos y dirección de la aeronave funcionaban correctamente. No obstante, notó un tacto diferente en la rueda del tren de morro, que atribuyó a su reciente reparación.

## 2.2. Análisis de la operación de la aeronave

Según lo indicado por el piloto, configuró la aeronave para aterrizar como en ocasiones anteriores de tal forma que redujo la velocidad de aproximación hasta tomar con, aproximadamente, 80 km/h y extendió 15º los flaps.

Por otro lado, el fabricante de la aeronave recomienda que durante la aproximación se extiendan los flaps gradualmente hasta los 35º[5] y se tome contacto con una velocidad de 70 km/h.

Con lo cual, el piloto aterrizó con un exceso de velocidad con respecto a lo recomendado por el fabricante de la aeronave de unos 10 km/h.

El piloto también indicó que en el momento de la toma el viento cambió de dirección de tal forma que se vio afectado por un viento cruzado que provenía de la izquierda.

[5] En el manual del fabricante se recomienda que se extiendan los flaps 15º durante el despegue y 35º durante la aproximación.

Se desconoce la intensidad del viento ya que el aeródromo no dispone de una estación meteorológica. No obstante, según la información proporcionada por AEMET, el viento cruzado debió de ser flojo en el momento del accidente ya que:

- En el aeropuerto de San Pablo (a unos 18 km al Noroeste), la intensidad del viento fue de 3 nudos entre las 11:00 h y las 11:30 h, siendo su dirección de 100º a las 11:00 h y de 120º a las 11:30 h.
- En la base aérea de Morón (a unos 20 km al Sureste), el viento era de 60º de dirección con 4 nudos de intensidad.
- Y en Carmona-Villegas (a unos 18 km al Noreste), la intensidad media del viento osciló entre 6 y 8 km/h y su dirección del Este al Sur (segundo cuadrante). La intensidad máxima del viento fue de 18 km/h, siendo su dirección del Sureste.

Considerando lo indicado por el fabricante en su manual, la aeronave puede ser controlada adecuadamente durante el despegue y el aterrizaje con componentes de viento cruzado de hasta 15 nudos. Por tanto, se descarta que el viento cruzado haya podido influir de manera significativa en el control de la aeronave durante el aterrizaje.

El piloto tomó a la izquierda del eje de la pista y, según declaró, alineado con el eje de pista. Intentó centrar el avión en la pista, pero el avión no respondía y continuaba desplazándose hacia la izquierda.

Comenzó a frenar. Según las marcas de los frenos, debió hacerlo en la mitad, aproximadamente, de la distancia entre el eje de la pista y su borde y no alineado con el eje de pista ya que estas marcas formaban un ángulo de unos 30 grados con el eje de la pista.

La aeronave se salió de la pista e impactó, posteriormente, contra la valla perimetral del aeródromo.

# 3. CONCLUSIONES

## 3.1. Constataciones

- El piloto tenía su licencia y su certificado médico válidos y en vigor.
- La aeronave tenía toda la documentación en vigor.
- Las condiciones meteorológicas no eran limitativas para este tipo de vuelos.

## 3.2. Causas/factores contribuyentes

La investigación ha concluido que la causa de este accidente fue la falta de control direccional de la aeronave en tierra que provocó su salida de pista.

## 4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

No hay recomendaciones de seguridad.