

# Informe técnico

## ULM A-010/2021

---

Accidente ocurrido el 29 de mayo de 2021, a la aeronave Esqual VM1 de matrícula EC-ZPK en el Aeródromo de Castellón. (LECN), España.

El presente informe no constituye la edición en formato imprenta, por lo que puntualmente podrá incluir errores de menor entidad y tipográficos, aunque no en su contenido. Una vez que se disponga del informe maquetado y del Número de Identificación de las Publicaciones Oficiales (NIPO), se procederá a la sustitución del avance del informe final por el informe maquetado.



# 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. 5.6 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 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

<b>ADVERTENCIA .....</b>	<b>0</b>
<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>2</b>
<b>Sinopsis .....</b>	<b>1</b>
<b>1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS .....</b>	<b>2</b>
1.1. <b>Reseña del accidente.....</b>	<b>2</b>
1.2. <b>Lesiones a personas.....</b>	<b>2</b>
1.3. <b>Daños sufridos por la aeronave .....</b>	<b>3</b>
1.4. <b>Otros daños.....</b>	<b>3</b>
1.5. <b>Información sobre el personal .....</b>	<b>3</b>
1.6. <b>Información sobre la aeronave .....</b>	<b>3</b>
1.7. <b>Información meteorológica .....</b>	<b>6</b>
1.8. <b>Ayudas para la navegación .....</b>	<b>6</b>
1.9. <b>Comunicaciones .....</b>	<b>6</b>
1.10. <b>Información de aeródromo .....</b>	<b>7</b>
1.11. <b>Registradores de vuelo.....</b>	<b>8</b>
1.12. <b>Información sobre los restos de la aeronave.....</b>	<b>10</b>
1.13. <b>Información médica y patológica.....</b>	<b>11</b>
1.14. <b>Incendio .....</b>	<b>11</b>
1.15. <b>Aspectos relativos a la supervivencia.....</b>	<b>12</b>
1.16. <b>Ensayos e investigaciones.....</b>	<b>12</b>
1.17. <b>Información organizativa y de dirección .....</b>	<b>15</b>
1.18. <b>Información adicional .....</b>	<b>15</b>
1.19. <b>Técnicas de investigación especiales .....</b>	<b>15</b>
<b>2. ANÁLISIS .....</b>	<b>16</b>
2.1. <b>Meteorología.....</b>	<b>16</b>
2.2. <b>Análisis de daños previos. ....</b>	<b>16</b>
2.3. <b>Análisis de fallo estructural.....</b>	<b>17</b>
2.4. <b>Actuaciones del piloto .....</b>	<b>18</b>
2.5. <b>Rotura del cable de freno .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>3. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>20</b>
3.1. <b>Constataciones .....</b>	<b>20</b>
3.2. <b>Causas/Factores contribuyentes .....</b>	<b>20</b>
<b>4. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>21</b>

# ABREVIATURAS

AEMET .....	Agencia Estatal de Meteorología
AESA .....	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
ft .....	pie(s)
GPS .....	Sistema de posicionamiento global por satélite
h .....	Hora(s)
hPa .....	Hectopascal(es)
km .....	Kilómetro(s)
kt .....	Nudo(s)
LECN .....	Aeródromo de Castellón.
m .....	Metro(s)
METAR .....	Informe meteorológico rutinario de aeródromo
min .....	Minuto(s)
mph .....	Milla(s) por hora
s .....	Segundo(s)
s/n .....	Número de la serie
POH .....	Manual de operaciones del piloto
PPL(A) .....	Licencia de Piloto Privado de avión
QNH .....	Reglaje de la subescala del altímetro para obtener elevación estando en tierra
VFR .....	Reglas de vuelo visual
VFR-HJ .....	Reglas de vuelo visual de orto a ocaso

# Informe Técnico ULM A-010/2021

Propietario y operador:	Privado
Aeronave:	Esqual VM1, matrícula EC-ZPK
Fecha y hora del accidente:	29 de mayo de 2021; 13:15 hora local <sup>1</sup>
Lugar del accidente:	Aeródromo de Castellón. (LECN), Castellón, España.
Personas a bordo:	Un piloto y un pasajero
Tipo de vuelo:	Aviación general – privado
Fase de vuelo:	Aterrizaje - carrera de aterrizaje
Reglas de vuelo:	VFR
Fecha de aprobación:	29 de junio de 2022

## Sinopsis

El sábado 29 de mayo de 2021, aproximadamente a las 13:15 hora local, la aeronave Esqual VM1, con matrícula EC-ZPK, sufrió el colapso de la rueda de morro al realizar una toma en el aeródromo de Castellón. El piloto y propietario dirigió la aeronave hacia la franja de tierra, donde quedó detenida.

La aeronave tuvo daños importantes en el tren de aterrizaje y hélice. El piloto y el pasajero resultaron ilesos y abandonaron la aeronave por sus propios medios.

Durante la investigación se pudo determinar que el accidente se produjo por la rotura de la pata del tren de morro debido a una sobrecarga producida por la fricción de la rueda contra el soporte de esta.

El informe no contiene recomendaciones de seguridad.

---

<sup>1</sup> Todas las referencias horarias indicadas en este informe se realizan en hora local, salvo que se especifique lo contrario. La hora UTC se obtiene restando dos unidades a la hora local.

## 1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

### 1.1. Reseña del accidente

El sábado 29 de mayo de 2021, la aeronave despegó desde el aeródromo de Pla de Bages (Barcelona), para realizar un vuelo de carácter privado. A bordo iba su propietario, como piloto a los mandos, y un pasajero.

Según la información proporcionada por el piloto, previo al vuelo, aproximadamente a las 10.30 h, realizó la inspección pre-vuelo de la aeronave y no apreció ninguna anomalía.

Encendió el motor a las 11.30 h con el fin de calentarlo, encendió todos los instrumentos y procedió al punto de espera de la pista 23 de Pla de Bages. Durante la rodadura hacia el punto de espera realizó las pruebas de dirección y frenos de la aeronave actuando sobre los frenos diferenciales del tren principal que controlan la dirección en tierra. Ya en el punto de espera realizó las verificaciones finales de magnetos y mandos. Tras todas estas comprobaciones el piloto concluyó que todo funcionaba correctamente

La aeronave despegó sin incidencias a las 11.55 h y el trayecto se realizó según lo previsto hasta que al pasar por Peñíscola el piloto apreció una vibración extraña en la parte delantera, por lo que redujo el régimen del motor y realizó varias pruebas de aceleración para poder diagnosticar la posible causa, sin llegar a averiguarla. Dado que había un poco de viento lateral de cara de unos 15 km/h, el piloto atribuyó la vibración al viento y a la rueda de morro y continuó el vuelo a menor velocidad.

La llegada de la aeronave al aeródromo de Castellón coincidió con maniobras de paracaidismo y el piloto se vio obligado a hacer un circuito en los alrededores antes de tomar tierra.

Durante la aproximación final, según la información del piloto lo habitual es llevar 45° de flaps, pero en este caso evaluó que dado que tenía un ligero viento de 8 kt (dirección 160 grados), era preferible realizarla con 30° de flap.

Según la apreciación del piloto, la toma fue correcta, y se produjo antes del umbral de la pista 18, pero ya teniendo las dos ruedas traseras del tren en contacto con la pista, al proceder a bajar el morro noto lo que describe como un impacto y tuvo la sensación de que el morro bajaba más de lo normal. En este momento y dado que tenía suficiente pista el piloto aplicó potencia al motor y continuó rodando únicamente con el tren principal. Después condujo la aeronave fuera de la pista, hasta la hierba y al bajar el morro, la rueda colapsó y la hélice impactó con suelo.

El piloto aseguró la aeronave parando el motor y cortando suministro de combustible y desconectó la batería. Piloto y acompañante resultaron ilesos y la aeronave tuvo daños en la pata de morro y la hélice.

La toma fue vista por un piloto ubicado cerca de la cabecera 03, que describió la toma como normal. Señaló que la aeronave tomó antes del umbral

### 1.2. Lesiones a personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Muertos				
Lesionados graves				
Lesionados leves				

llesos	1	1	2	---
TOTAL	1	1	2	---

### 1.3. Daños sufridos por la aeronave

La aeronave tuvo daños importantes en las palas de la hélice y en el tren de aterrizaje, quedando la rueda de morro completa con sus carenados desprendida de la aeronave cerca del lugar donde esta quedó parada.

### 1.4. Otros daños

No se produjeron otros daños de ningún otro tipo.

### 1.5. Información sobre el personal

El piloto tenía 38 años y tenía licencia de piloto de ultraligero desde abril de 2018 y habilitación de multieje de ala fija válida y en vigor hasta el 30 de abril de 2022. El reconocimiento médico de LAPL, era también válido y en vigor hasta el 24 de octubre de 2021.

Su experiencia total en vuelo con este avión era de 70h.

### 1.6. Información sobre la aeronave

La aeronave VM-1 Esqual de matrícula EC-ZPK, S/N 04107-1991, era propiedad del piloto que la operaba el día del evento. Se trata de un avión ultraligero con dos asientos lado a lado de fuselaje monocasco y ala baja matriculado el 18 de marzo de 2005. Estaba equipada con un motor Rotax 912, S/N 4.425.467.

Contaba con un certificado de aeronavegabilidad restringido con inspecciones valido hasta el 23 de Julio de 2022 y en vigor desde el 1 de agosto de 2005.

Según la información recogida, la actividad total acumulada era de 393 h de aeronave y 642 h de motor.

#### Información de diseño del tren de aterrizaje de la aeronave

La aeronave dispone de un tren de aterrizaje triciclo fijo con una rueda delantera sobre la que no hay mando de dirección, que gira 30 grados a cada lado del centro. Consta de frenos hidráulicos diferenciales en cada rueda del tren principal mediante los cuales se controla la dirección de rodadura de la aeronave en tierra. Estos frenos, con la rueda delantera giratoria, permiten un radio de giro muy cerrado.

La pata del tren de morro tiene la geometría de la figura 1 y sobre ella se pueden hacer las siguientes consideraciones.

- La barra que une la bancada de motor con la rueda de morro queda doblada 150 grados.
- La barra va unida al soporte de la rueda mediante un soporte de plástico que permite la dirección de la rueda.
- La barra consta de un fusible, una zona de menor rigidez para forzar la rotura de la barra en esa zona y proteger la bancada de motor de daños en caso de colapso del tren de morro.

- La rueda va sujeta al soporte mediante unos tornillos que pasan por unos taladros de 8 mm de diámetro.



Figura 1: Vista general del diseño del tren de morro.

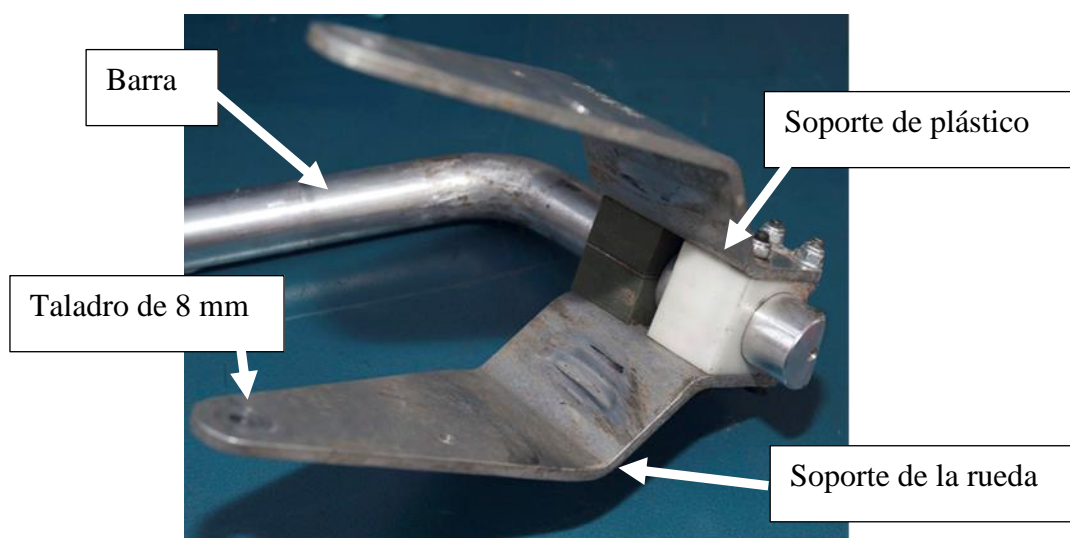


Figura 2: Esquema del soporte de la rueda.



Durante la realización del proyecto del ultraligero ESQUAL, se realizaron pruebas de caída en las cuales el avión cargado con 540 kg se dejó caer en horizontal desde una altura de 1 m.

Tras los ensayos se detectaron daños en el tren de aterrizaje, pero no la rotura del tren de morro.

#### Información de mantenimiento:

La última revisión de mantenimiento de la aeronave se realizó el 24 de julio de 2020 cuando la aeronave contaba con 350h. La de motor se realizó el 10 de enero de 2020 cuando llevaba 242 h y faltaban 7 h para la siguiente revisión de mantenimiento de 50 h según el manual Rotax.

El piloto y propietario de la aeronave no disponía de instrucciones para el alineamiento de la rueda, pero conocía el ajuste necesario que había que hacer sobre el bloque de plástico blanco, modificando la presión del bloque para incrementar un poco la resistencia al giro de la rueda. Este ajuste después lo comprobaba con la rueda al aire, asegurando que el cambio de dirección suponía cierta resistencia.

Como práctica habitual, el piloto enganchaba la aeronave por la pata de morro a una barra de remolque para poder moverla, teniendo una visión clara de la zona donde se produjeron los daños. En las actividades anteriores al accidente refiere no haber notado ninguna marca sobre la pata de morro ni sobre el soporte.

El piloto opera normalmente en pista de hormigón, la rueda suele mantener una presión de 2.2 bares.

El 19 de mayo de 2015, la misma aeronave sufrió un accidente durante el aterrizaje en el aeródromo de Casarrubios del Monte (Toledo). Debido a un fallo en los frenos, la aeronave se salió por el extremo de pista y cayó por un talud

Los daños producidos en el ultraligero EC-ZPK incluyeron el timón de dirección, el timón de profundidad y el plano izquierdo.

Durante la reparación se verificó y restauró por completo el soporte bancada motor, estructura principal de unión de las alas con el fuselaje.

Se instalaron también nuevos frenos hidráulicos, con freno de aparcamiento y válvula de regulación de presión. Se realizó la sustitución del tren de aterrizaje por completo.

Desde el accidente de 2015, estuvo siendo reparado hasta 2019 y comenzó a volar de nuevo en julio de 2020.

Según el piloto y propietario, la rueda de morro no se había cambiado desde la reparación.

#### Información de operación:

Se extraen, textualmente del Manual de Operaciones de la aeronave los siguientes procedimientos normales;

##### *4.1.1 Descent*

*Start descent at a sufficient range from point of intended landing.*

##### *4.1.2 Before landing*

*1. Fuel*

*-Select fullest tank*

*2. Throttle*

*-Power as required*

- |  |   |
|--|---|
| 3. <i>Flaps</i>  | -Extend as required<br>(Recommend ½ flaps for heavy crosswinds) |
| 4. <i>Trim</i>   | -As required  |
| 5. <i>Approach speed</i>                                       | -65 mph on final  |
|  |   |
| 4.1.3 <i>Balked landing</i>                                    |   |
| 1. <i>Throttle</i>   | -Full forward   |
| 2. <i>Trim</i>   | -As required  |
| 3. <i>Flaps</i>  | -Up to ½,   |
| 4. <i>Flaps</i>  | -Retract when above 80 mph and 100 feet AGL                     |
|  |   |
| 4.1.4 <i>Landing</i>   |   |
| 1. <i>Touch down on main wheels</i>                            |   |
| 2. <i>Brakes as required after nose wheel is on the ground</i> |   |

## 1.7. Información meteorológica

### 1.7.1. Valoración de la situación meteorológica por AEMET

El informe meteorológico del aeródromo de Castellón indica que, a la hora del evento, la estación meteorológica indicaba 8 kt de viento con componente 158 grados y ráfagas de 9 kt. El QNH era de 1019 hPa con una humedad del 73% y 23 grados de temperatura. Cielo despejado y sin nubes.

### 1.7.2. Información meteorológica de despacho

Según la información proporcionada por el piloto, consultó con LECN para informar del vuelo y consultar la meteorología a las 10:30 h, a dicha hora las condiciones meteorológicas eran muy parecidas a las que tuvo durante el accidente.

El piloto informó que las 13:23 h realizó el primer contacto con la pista con viento de unos 8 kt y componente 16. La temperatura exterior indicada por el instrumento de la aeronave era de 23º.

## 1.8. Ayudas para la navegación

No se reportó ninguna deficiencia en las ayudas para la navegación durante el evento.

## 1.9. Comunicaciones

El vuelo hacia Castellón se inició a las 11:55 h y mantuvieron comunicación constante por radio 130.125 MHz con el aeródromo de Ulldecona, hasta Benicarló.

En el aeródromo de Castellón la frecuencia de comunicaciones es la 123.5 MHz. El piloto se comunicó con el aeródromo para aterrizar por la pista 18 según el procedimiento a las 13:20 h y fue informado de que tenía que realizar un circuito en los alrededores antes de tomar tierra debido a maniobras de paracaidismo en la zona.

No se reportó ninguna incidencia en estas comunicaciones.

### 1.10. Información de aeródromo

El aeródromo de Castellón (LECN), es un aeródromo no controlado a 5 m de elevación sobre el nivel del mar, de categoría restringida de uso general que admite aviación general y deportiva.

No es necesario solicitar autorización previa para operar y está abierto para operaciones aéreas desde el orto al ocaso.

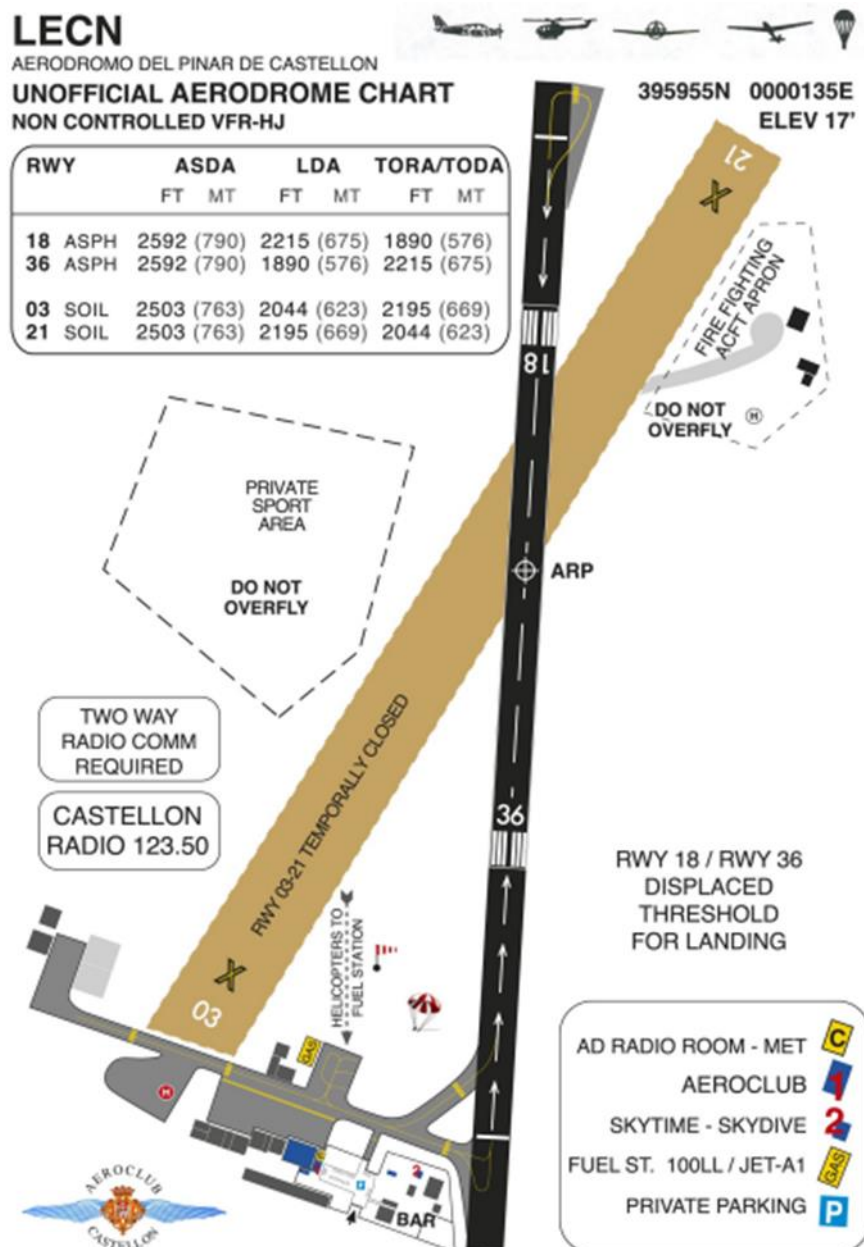


Figura 3: Plano esquemático del aeródromo de Castellón.

El umbral de la pista 18 está desplazado por la existencia de obstáculos al inicio de la pista.

La aeronave quedó fuera de la pista en la franja de hierba a la altura de las marcas de umbral de la pista 36.

Se realizó una inspección de la pista con el fin de evaluar el estado de esta. El asfalto tenía numerosos desperfectos, pero no se encontró en general, ni sobre la trayectoria aproximada de la ruta de la aeronave ninguno suficientemente grande como para producir el colapso de la rueda de un único golpe.

### **1.11. Registradores de vuelo**

La aeronave no estaba equipada con un registrador de datos de vuelo o con un registrador de voz para el puesto de pilotaje. La reglamentación aeronáutica pertinente no exige instalar ningún tipo de registrador para este tipo de aeronave.

Sin embargo, el piloto disponía de un dispositivo GPS, del que se extrajeron los siguientes datos:

- Punto 1: El vuelo hacia Castellón se inició a las 11:55
- Punto 2: Al pasar por Peñíscola, a las 12:56, la velocidad de la aeronave se reduce de 120 a 100 kt.
- Punto 3: Aproximadamente a las 13:10h, a la altura de Benicasim, la aeronave se desvía de su ruta hacia el aeródromo de Castellón para hacer circuitos de espera al Este.
- Punto 4: a las 13:19, la aeronave toma rumbo 285° hacia base de la pista 18 del aeródromo de Castellón. La aproximación final se realiza a una velocidad de unos 57-60 kt y un régimen de descenso de unos 200ft/min.
- Punto 5: La toma se realiza por la pista 18 y mantiene una velocidad de unos 40 kt durante la rodadura en pista.



Figura 4: Trayectoria de la ruta de la aeronave.



Figura 5: Trayectoria de la aproximación a Castellón.

El avión continuó sobre la pista. La grabación GPS disponible muestra un recorrido de 464 m antes de que se interrumpa la grabación de la señal con el avión en movimiento. En esa distancia hay una deceleración de menos de 20 kt.

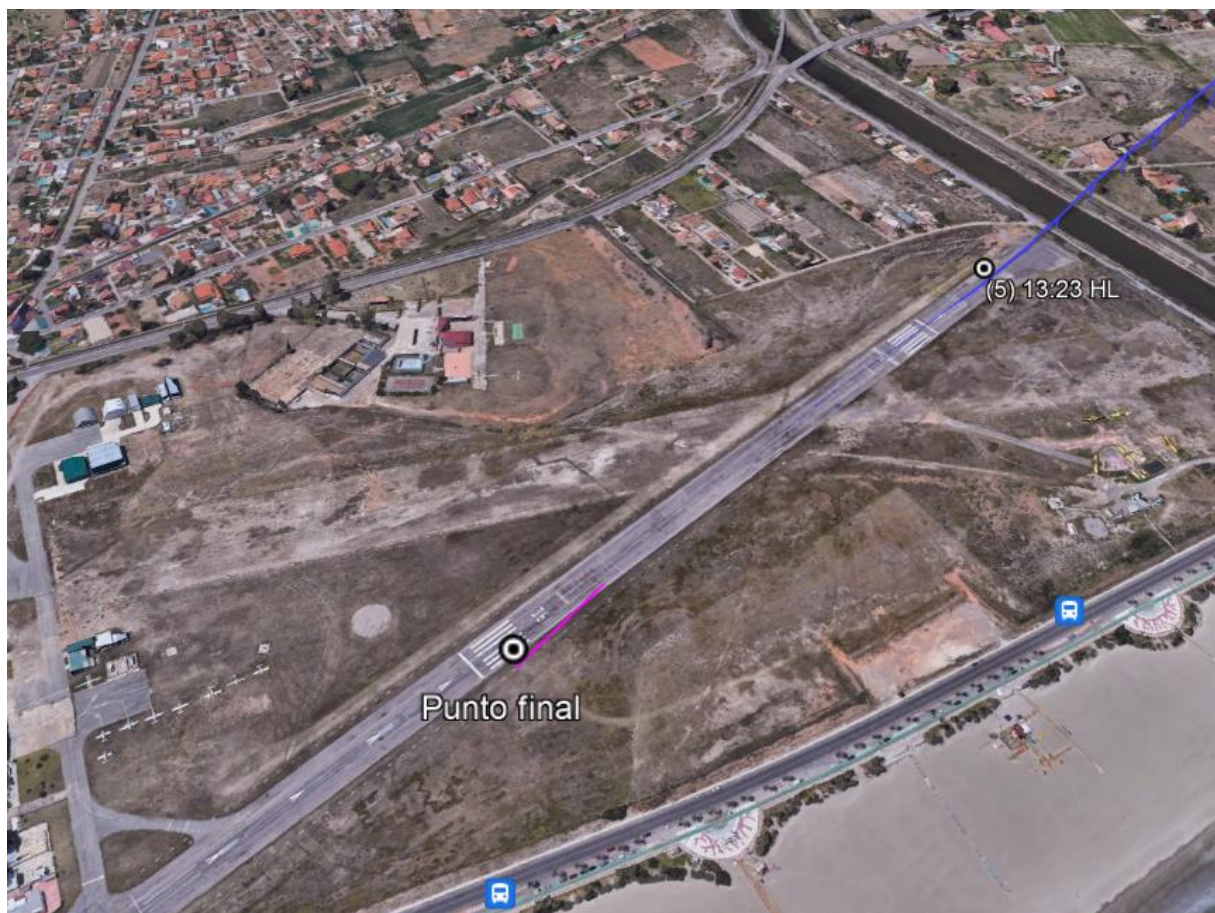


Figura 6: Trayectoria del aterrizaje final.

## 1.12. Información sobre los restos de la aeronave

### Marcas e impacto

No se identificaron marcas.

### Restos de la aeronave

Tras el colapso del tren de morro la aeronave sufrió un deslizamiento de aproximadamente 20 metros. La aeronave quedó sobre la franja de hierba a la altura del umbral de la pista 36 y fue asegurada de inmediato.



*Figura 7: Vista de la aeronave tras el accidente.*

### **1.13. Información médica y patológica**

El piloto y el acompañante resultaron ilesos.

### **1.14. Incendio**

No aplicable.

### 1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

Los atalajes y sistemas de retención realizaron correctamente su función y el habitáculo de cabina mantuvo su integridad estructural.

La aeronave dispone de paracaídas balístico que fue correctamente asegurado tras el accidente.

### 1.16. Ensayos e investigaciones

Se realizaron varias investigaciones en torno a la rueda de morro del tren de aterrizaje.

#### Previo al desmontaje:

Previo al desmontaje se realizó una inspección en la que se observó lo siguiente:

- Existía interferencia entre el carenado de la estructura móvil de la rueda y el carenado de la barra de unión a la bancada del avión. Esta interferencia impedía que la rueda girase para adaptarse a la trayectoria del avión.



- Ambos carenados estaban rotos y con diversas marcas debidas a la deformación de la barra de soporte de la rueda

- Sobre la parte delantera de la rueda se encontraron evidencias del rozamiento de esta contra la pista de hormigón. El carenado en este punto estaba roto y





- Tanto el soporte de la rueda, el bloque de plástico de sujeción de la barra, y la barra están desgastados por el rozamiento en el sentido del avance de la aeronave en la pista.



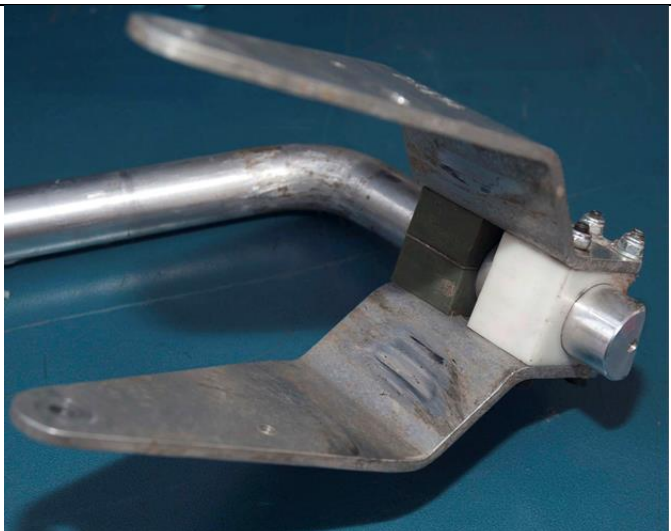
- La rotura de la barra se produjo por un punto que el fabricante denomina como fusible, para evitar daños en la bancada del motor.



#### Desmontaje del carenado de la rueda de morro

Con el desmontaje del carenado se encontraron:

- Marcas de rozamiento en la parte interior de la pieza de sujeción.



El rozamiento había sido suficiente para dejar marcas permanentes en ambos lados de la estructura y varios milímetros de profundidad.



- La barra de sujeción de la pata de morro con el soporte de la bancada de motor mostraba un dobléz mayor que en diseño. Se midió el Angulo del dobléz, siendo este Angulo de unos 114 o 115 grados



- El taladro de sujeción del tornillo que une la rueda al soporte tiene forma elíptica, como realizado por dos mecanizados no concéntricos. Cerca del taladro se observan marcas de varios alineamientos diferentes de la rueda.



#### Prueba de alineamiento:

Posteriormente se realizó una prueba de alineamiento de la rueda, montada en el soporte y girándola sin carga. Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Con una presión de neumático menor de 2 Bar, aunque el alineamiento sea incorrecto y el tornillo no se ajusta a la parte delantera del soporte, no se produce rozamiento con el soporte.
- Con una presión de neumático de 2.5 bares, aunque el alineamiento sea correcto deja poco margen para que se produzca rozamiento y con poco desajuste se produce rozamiento del neumático contra el soporte.

Adicionalmente, la llanta está correctamente centrada, pero el neumático tubular presentaba deformaciones que hacían que el rozamiento no fuera homogéneo.

#### **1.17. Información organizativa y de dirección**

No aplicable.

#### **1.18. Información adicional**

No aplicable.

#### **1.19. Técnicas de investigación especiales**

No aplicable.

## **2. ANÁLISIS**

El sábado 29 de mayo de 2021, aproximadamente a las 13:20 hora local, la aeronave Esqual VM1, con matrícula EC-ZPK, sufrió el colapso de la pata de morro al realizar una toma en el aeródromo de Castellón.

### **2.1. Meteorología**

El evento se produjo a las 13.20 hora local, en condiciones de luz diurna y cielo despejado por lo que se descarta cualquier contribución por falta de visibilidad.

Los registros de la estación meteorológica del aeródromo de Castellón dan un viento durante la toma de unos 8 kt, confirmando la descripción del piloto y, por tanto, descartando la contribución del viento en el evento.

### **2.2. Análisis de daños previos.**

Se trata en este caso de identificar si hubiera habido un daño preexistente al colapso de la pata de morro, que pudo producirse en vuelos anteriores o durante el despegue.

Por un lado, para desplazar la aeronave, el piloto utilizaba una barra de remolque que se enganchara a la rueda de morro. El piloto no recuerda haber notado ningún desperfecto en la rueda de morro antes del vuelo en el que sufrió el accidente y las marcas de rozamiento sobre el bloque de plástico y la barra habrían sido fácilmente identificables.

Por otro lado, durante el vuelo, el piloto detectó vibraciones en la parte delantera, por lo que redujo el régimen del motor y realizó varias pruebas de aceleración para poder diagnosticar la posible causa. Al no conseguir solucionar el problema, el piloto continuó el vuelo a una velocidad aproximada de 100 kt, en lugar de los 120 kt que llevaba hasta el momento. Esta vibración podría haber sido producida por la dificultad de la rueda a cambiar de dirección debido a un cierto incremento del ángulo de doblado de la barra, o por el frenado de la rueda que impide el giro libre de la rueda sobre sí misma. Aunque a menor velocidad la influencia del viento cruzado es mayor, según la traza de GPS el piloto no tiene problemas para seguir la ruta, lo cual indica que la vibración no era excesiva.

Hay que señalar también que el piloto no notó ningún comportamiento extraño del avión durante los chequeos de dirección que realizó durante el rodaje a pista actuando sobre los frenos diferenciales del tren principal, lo que descarta que en el momento del despegue el ángulo de doblado fuera suficiente para producir la interferencia entre el carenado de la estructura móvil de la rueda y el carenado de la barra de unión a la bancada del avión dado que en ese caso la rueda no habría podido girar correctamente para adaptarse a la trayectoria del avión. Sí es posible que ese incremento del ángulo se produjera durante el despegue, aunque también resulta imposible de asegurar.

En resumen, aunque se descarta que las marcas de rozamiento sobre el bloque plástico de sujeción de la barra y la barra fueran previas, respecto al ángulo de doblado de la pata, es muy difícil de identificar el momento en el que comenzó a doblarse, durante la operación antes del evento e incluso durante el despegue.

### 2.3. Análisis de la rotura

Las conclusiones más relevantes en relación con la rotura son las siguientes:

- Existen marcas en el soporte de la llanta de la rueda que indican que existió un rozamiento de la rueda contra el soporte previo al colapso de la rueda. Se ha asegurado esta posibilidad con las siguientes comprobaciones adicionales.
  - Con la rueda de morro a una presión de 2.5 Bar se vio en los ensayos que existía rozamiento entre la cubierta del neumático y el soporte de la llanta con muy poco descentrado de la rueda y carga. El inflado operativo de la rueda es de 2.2 Bar, aunque en operación esta presión aumenta debido al peso del avión, la carga del frenado y el movimiento de la rueda
  - Existen marcas alrededor del taladro de sujeción del tornillo del eje de la rueda que indican que en algún momento la rueda ha estado fija en una posición en la que no estaba alineada.

Aunque no es posible determinar cuándo comenzó a producirse este rozamiento, el hecho de que el piloto notara una vibración durante el vuelo a la altura de Peñiscola y decidiera bajar la velocidad, es un hecho que es compatible con el bloqueo de la dirección de la rueda o por el bloqueo del giro de esta durante el vuelo.

- El efecto del rozamiento produciría una carga continua sobre en la barra que tendería a incrementar el ángulo de doblado de esta. Esto es corroborable con:
  - El análisis de cargas que se deriva en la figura siguiente, donde se observa que el rozamiento deriva una fuerza sobre la barra que se transmite a la bancada de motor en el sentido de las flechas.



Figura 8: Esquema

- Hubo resbalamiento de la barra y el taco de sujeción con el suelo con la rueda desalineada respecto a la trayectoria del avión. Esto se ve corroborado por las marcas sobre el taco y la barra.
  - Se ha encontrado sobre el taco de ajuste de la rueda marcas de un rozamiento sostenido contra el asfalto, no compatibles con un impacto dado el desgaste que se ha producido sobre el material plástico.

Es posible que al contacto con el suelo de la rueda de morro no estuviese en la dirección correcta o estuviese frenada de tal modo que el rozamiento doblase más el ángulo hasta que el soporte y el taco resbalasen sobre el suelo. Esto debió producir una fuerza mucho mayor que la que ya había por la rueda frenada.

No se encontró en la pista ningún desperfecto lo suficientemente grande como para producir que el soporte con la rueda montada chocase con el suelo sin que hubiera habido una deformación previa.

Sin embargo, el estado de la pista que presenta numerosos desperfectos. Con la barra y el soporte deslizando contra el suelo, el impacto contra cualquier bache pudo ser percibido en cabina como un golpe, y produjo la reacción del piloto de aplicar potencia para levantar el tren de morro e ir perdiendo velocidad.

- Posteriormente y ya sobre la hierba, el piloto puso de nuevo la pata de morro incrementando la carga sobre la barra hasta producir su rotura. Dicha rotura se produjo en el punto que el fabricante denomina como fusible, el cual cumplió su función de diseño de evitar daños en la bancada del motor.

La rueda se encontró cerca del lugar donde quedó parada la aeronave accidentada, lo cual descarta que la rotura y colapso de la rueda se produjera en un primer momento cuando bajó la rueda de morro por primera vez.

## 2.4. Actuaciones del piloto

### Maniobra de aproximación final:

La maniobra de aproximación se realizó con 30° de flap, en lugar de 45 que habría sido lo habitual. Esta decisión está apoyada por el manual de la aeronave, que indica el uso de los flaps a demanda del piloto.

La aproximación final se realizó con una velocidad vertical de unos 200 ft/min, que es compatible con los 30 de flap, y con una velocidad respecto a tierra de unos 57-60 kt. El manual de operaciones de la aeronave establece una velocidad de 65 mph en final (56.4 kt), con lo que la aproximación se realizó a una velocidad apropiada.

La toma se produjo en la pista, antes de las marcas del umbral desplazado de la misma, lo cual, no influyó en el accidente.

### Maniobra de rodaje en pista:

Después de la toma, que tanto el piloto como un testigo piloto describen como normal, al bajar el morro y percibir lo que describe como un impacto y la sensación de que el morro bajaba más de lo normal, el piloto aplicó potencia al motor y continuó rodando únicamente con el tren principal.

Esta actuación está respaldada por la grabación GPS disponible, que muestra un recorrido de 464m antes de que se pierda la señal con el avión en movimiento. En esa distancia hay una deceleración de menos de 20 kt, lo que habría sido imposible sin aplicar potencia al motor.

Esta actuación también está apoyada por el hecho de haber realizado la toma antes del umbral, lo que daba mucho recorrido de aterrizaje disponible para perder toda la velocidad posible sin el tren delantero disponible.

Posteriormente el piloto condujo la aeronave fuera de la pista, hasta la hierba, según el piloto esta maniobra ya se produjo a poca velocidad. Al bajar el morro, la rueda colapsó y la hélice impactó con suelo.

En resumen, se considera adecuada esta actuación del piloto ante el evento dado que evitó el colapso de la rueda de morro en pista a gran velocidad.

## **2.5. Mantenimiento deficiente del tren de morro**

No fue posible constatar la presión de la rueda durante el accidente, pero dadas las marcas en el soporte, se produjo rozamiento entre la rueda y el soporte durante la operación de la aeronave.

Según el diseño original el taladro del tornillo de sujeción de la rueda debía ser circular de 8 mm, mientras que el medido es ovalado. Esto podría ser positivo para facilitar el centrado correcto de la rueda y no tendría que haber resultado ningún problema si esta hubiera sido correctamente apretada. Las marcas encontradas sobre el taladro de sujeción de la rueda muestran que esta estuvo montada incorrectamente en algún momento, aunque no se puede asegurar que fuera en el momento del accidente.

En resumen, no es posible definir si el rozamiento se produjo por un inflado incorrecto de la rueda o por el descentrado de esta, bien en las tareas de mantenimiento o por falta de apriete del tornillo.

### **3. CONCLUSIÓN**

#### **3.1. Constataciones**

- Las condiciones meteorológicas no eran limitativas para el vuelo visual.
- Tras el accidente la rueda de morro se encontró cerca del punto donde quedó la aeronave.
- Tras el accidente el carenado de la rueda de morro estaba roto y con diversas marcas debidas a la deformación de la barra de soporte de la rueda. Había interferencia entre el carenado de la estructura móvil de la rueda y el carenado de la barra de unión a la bancada del avión
- Tras el desmontaje de la rueda se encontraron marcas de rozamiento de la rueda contra el soporte.
- La barra de sujeción de la pata de morro con el soporte de la bancada de motor mostraba un dobléz mayor que en diseño.

#### **3.2. Causas/Factores contribuyentes**

Durante la investigación se pudo determinar que accidente se produjo por la rotura de la pata del tren de morro debido a una sobrecarga producida por la fricción de la rueda contra el soporte de esta.



#### **4. RECOMENDACIONES**

No se emite ninguna recomendación de seguridad.