



**COMISIÓN DE  
INVESTIGACIÓN  
DE ACCIDENTES  
E INCIDENTES DE  
AVIACIÓN CIVIL**

## **Informe técnico A-035/2016**

Accidente ocurrido el día 6 de  
septiembre de 2016, a la aeronave  
Robin DR-400-180, matrícula EC-KFG,  
en Villanueva del Condado, término  
municipal de Vegas del Condado (León)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO

# **Informe técnico**

## **A-035/2016**

---

**Accidente ocurrido el día 6 de septiembre de 2016,  
a la aeronave Robin DR-400-180, matrícula EC-KFG,  
en Villanueva del Condado, término municipal de  
Vegas del Condado (León)**

Edita: Centro de Publicaciones  
Secretaría General Técnica  
Ministerio de Fomento ©

NIPO: 161-17-150-X

Diseño, maquetación e impresión: Centro de Publicaciones

---

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

Tel.: +34 91 597 89 63  
Fax: +34 91 463 55 35

E-mail: [ciaiac@fomento.es](mailto:ciaiac@fomento.es)  
<http://www.ciaiac.es>

C/ Fruela, 6  
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

|                                                                                               |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Abreviaturas .....</b>                                                                     | <b>vii</b>  |
| <b>Sinopsis .....</b>                                                                         | <b>viii</b> |
| <b>1. Información factual .....</b>                                                           | <b>1</b>    |
| 1.1. Antecedentes del vuelo .....                                                             | 1           |
| 1.2. Lesiones personales .....                                                                | 2           |
| 1.3. Daños a la aeronave .....                                                                | 2           |
| 1.4. Otros daños .....                                                                        | 2           |
| 1.5. Información sobre el personal .....                                                      | 2           |
| 1.6. Información sobre la aeronave .....                                                      | 2           |
| 1.6.1. Información general.....                                                               | 2           |
| 1.6.2. Velocidad de pérdida en relación al ángulo de balance y la configuración de flap ..... | 4           |
| 1.7. Información meteorológica .....                                                          | 4           |
| 1.7.1. Situación general .....                                                                | 4           |
| 1.7.2. Situación en la zona del accidente .....                                               | 4           |
| 1.8. Ayudas para la navegación .....                                                          | 5           |
| 1.9. Comunicaciones .....                                                                     | 5           |
| 1.9.1. Torre de control del aeropuerto de A Coruña.....                                       | 5           |
| 1.9.2. Torre de control del aeropuerto de León .....                                          | 6           |
| 1.10. Información de aeródromo .....                                                          | 7           |
| 1.11. Registradores de vuelo .....                                                            | 7           |
| 1.11.1. GPS.....                                                                              | 7           |
| 1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto .....              | 11          |
| 1.12.1. Información general sobre la distribución de los restos .....                         | 11          |
| 1.12.2. Información sobre el estado de los restos de la aeronave .....                        | 13          |
| 1.13. Información médica y patológica .....                                                   | 16          |
| 1.14. Incendio .....                                                                          | 16          |
| 1.15. Aspectos relativos a la supervivencia .....                                             | 16          |
| 1.16. Ensayos e investigaciones .....                                                         | 17          |
| 1.16.1. Declaraciones de testigos.....                                                        | 17          |
| 1.16.1.1. Trabajador de la piscina municipal.....                                             | 17          |
| 1.16.1.2. Vecino de las casas.....                                                            | 17          |
| 1.17. Información sobre organización y gestión .....                                          | 17          |
| 1.18. Información adicional .....                                                             | 18          |
| 1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces .....                                       | 18          |
| 1.19.1. Fotografías tomadas durante el vuelo del accidente .....                              | 18          |
| 1.19.2. Sincronización de los relojes de la cámara fotográfica y el GPS.....                  | 19          |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| <b>2. Análisis</b>                                           | 21 |
| 2.1. Análisis de las huellas y posible secuencia de impactos | 21 |
| 2.2. Análisis de los restos de la aeronave                   | 22 |
| 2.3. Análisis del vuelo respecto a los procedimientos        | 23 |
| 2.4. Determinación de la trayectoria de la aeronave          | 23 |
| 2.5. Análisis de la órbita                                   | 25 |
| 2.6. Pérdida en viraje                                       | 27 |
| <b>3. Conclusiones</b>                                       | 28 |
| 3.1. Constataciones                                          | 28 |
| 3.2. Causas/factores contribuyentes                          | 29 |
| <b>4. Recomendaciones de seguridad operacional</b>           | 30 |

## Abreviaturas

|                 |                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ° ' "           | Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)                                                                                                                                                                             |
| °C              | Grado(s) centígrado(s)                                                                                                                                                                                                       |
| %               | Tanto por ciento                                                                                                                                                                                                             |
| AEMET           | Agencia estatal de meteorología                                                                                                                                                                                              |
| AESA            | Agencia Estatal de Seguridad Aérea                                                                                                                                                                                           |
| AGL             | Sobre el nivel del suelo                                                                                                                                                                                                     |
| AUW             | Peso total máximo (all-up weight).                                                                                                                                                                                           |
| CAVOK           | Visibilidad, nubes y condiciones meteorológicas actuales mejores que los valores o condiciones prescritos                                                                                                                    |
| CPL             | Licencia de piloto comercial                                                                                                                                                                                                 |
| CTA             | Área de control                                                                                                                                                                                                              |
| CTR             | Zona de control                                                                                                                                                                                                              |
| DANA            | Depresión aislada en niveles altos                                                                                                                                                                                           |
| ESE             | Este sureste                                                                                                                                                                                                                 |
| FI              | Instructor de vuelo                                                                                                                                                                                                          |
| ft/min          | Pie(s) por minuto                                                                                                                                                                                                            |
| GPS             | Sistema de posicionamiento mundial                                                                                                                                                                                           |
| HP              | Caballo de fuerza (Horsepower)                                                                                                                                                                                               |
| h               | Hora(s)                                                                                                                                                                                                                      |
| hPa             | Hectopascal(es)                                                                                                                                                                                                              |
| IGN             | Instituto Geográfico Nacional                                                                                                                                                                                                |
| IR              | Vuelo instrumental                                                                                                                                                                                                           |
| Kg              | Kilogramo(s)                                                                                                                                                                                                                 |
| Km              | Kilómetro(s)                                                                                                                                                                                                                 |
| Km/h            | Kilómetro(s)/hora                                                                                                                                                                                                            |
| Kt              | Nudo(s)                                                                                                                                                                                                                      |
| l               | Litro(s)                                                                                                                                                                                                                     |
| m               | Metro/s                                                                                                                                                                                                                      |
| m <sup>2</sup>  | Metro(s) cuadrado                                                                                                                                                                                                            |
| m/min           | Metro(s) por minuto                                                                                                                                                                                                          |
| m/s             | Metro(s)/segundo                                                                                                                                                                                                             |
| MEP             | Multimotores de pistón                                                                                                                                                                                                       |
| mHz             | Megahercio(s)                                                                                                                                                                                                                |
| Nº              | Número                                                                                                                                                                                                                       |
| N/A             | No afecta                                                                                                                                                                                                                    |
| OACI            | Organización de Aviación Civil Internacional                                                                                                                                                                                 |
| PPL             | Licencia de piloto privado                                                                                                                                                                                                   |
| QNH             | Reglaje de la subescala del altímetro para obtener elevación estando en tierra                                                                                                                                               |
| rad/s           | Radian(es) por segundo                                                                                                                                                                                                       |
| rpm             | Revoluciones por minuto                                                                                                                                                                                                      |
| S               | Segundos                                                                                                                                                                                                                     |
| SEP             | Monomotores de pistón                                                                                                                                                                                                        |
| SERA            | Reglamento de Ejecución (UE) nº 923/2012, por el que se establece el Reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea (Standardised European Rules of the Air) |
| SPS             | Sistema de posición normalizado                                                                                                                                                                                              |
| SW              | Suroeste                                                                                                                                                                                                                     |
| TACC            | Centro de control área terminal                                                                                                                                                                                              |
| TAFYR           | Trabajos Aéreos Fotografía y Reportajes S.L.                                                                                                                                                                                 |
| UTC             | Tiempo universal coordinado                                                                                                                                                                                                  |
| V <sub>A</sub>  | Velocidad de maniobra                                                                                                                                                                                                        |
| V <sub>NE</sub> | Velocidad de nunca exceder                                                                                                                                                                                                   |

## **Sinopsis**

|                             |                                                                       |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Propietario y Operador:     | TAFYR                                                                 |
| Aeronave:                   | ROBIN DR-400-180                                                      |
| Fecha y hora del accidente: | Martes, 6 de septiembre de 2016, 16:12 hora local                     |
| Lugar del accidente:        | Villanueva del Condado. Término municipal de Vegas del Condado (León) |
| Personas a bordo:           | 2, fallecidos                                                         |
| Tipo de vuelo:              | Trabajos aéreos – Comercial – Fotografía aérea                        |
| Fase de vuelo:              | Maniobrando – vuelo a baja altura                                     |
| <b>Fecha de aprobación:</b> | <b>26 de abril de 2017</b>                                            |

## **Resumen del suceso**

La aeronave había despegado a las 14:39 h del aeropuerto de A Coruña con un plan de vuelo cuyo destino era el aeropuerto de Pamplona. Se trataba de un vuelo de fotografía aérea, durante el que la tripulación tenía previsto realizar diversos trabajos fotográficos a lo largo de la ruta que pretendían volar.

Sobre las 16:10 h la aeronave alcanzó la localidad de Villanueva del Condado (León), y seguidamente comenzó a realizar una órbita a baja altura alrededor de un grupo de varias edificaciones, que se encuentran dentro de una parcela que está situada a unos 750 m al noroeste del municipio de Villanueva del Condado.

Un testigo que se encontraba en la piscina del municipio indicó que vio a la aeronave pasar sobre su vertical, sobrevolar después un grupo de chopos, y seguidamente alabeó a su derecha. Inmediatamente después observó como el morro de la aeronave descendía bruscamente.

La aeronave impactó violentamente contra el terreno pocos metros más allá, resultando los dos ocupantes fallecidos y la aeronave destruida.

La investigación ha determinado que el accidente fue causado por la entrada en pérdida en viraje de la aeronave durante la realización de una órbita alrededor de un grupo de casas, con motivo de la toma de fotografías aéreas.

Se consideran factores contribuyentes los siguientes:

- La baja altura a la que se realizó la órbita.
- La realización de una órbita alrededor del grupo de casas con un reducido radio de giro, que requería un excesivo ángulo de balance.

## **1. INFORMACIÓN FACTUAL**

### **1.1. Antecedentes del vuelo**

La aeronave había despegado a las 14:39 h del aeropuerto de A Coruña con un plan de vuelo cuyo destino era el aeropuerto de Pamplona. Se trataba de un vuelo de fotografía aérea. La tripulación tenía previsto realizar diversos trabajos fotográficos a lo largo de la ruta que preveían volar.

Según la información del plan de vuelo que presentó la tripulación, la duración estimada de éste era de 6 h, en tanto que la autonomía de la aeronave era de 7 h.

El mismo día del suceso, e inmediatamente antes del despegue, se había repostado la aeronave con 110 litros de combustible, AVGAS 100LL.

Tras el despegue la aeronave tomó rumbo norte y se dirigió a la localidad de Narón (A Coruña), en cuyos alrededores realizaron una órbita completa durante la que tomaron varias fotografías. Desde allí la aeronave voló hasta Cedeira, donde llevaron a cabo otro trabajo fotográfico. Después se dirigieron hacia Villadangos del Páramo (León) para hacer otro trabajo. Una vez finalizado éste, pusieron rumbo noreste.

Sobre las 16:10 h la aeronave alcanzó la localidad de Villanueva del Condado (León).

De acuerdo con la información aportada por testigos del suceso, la aeronave comenzó a orbitar a baja altura alrededor de un grupo de varias edificaciones, que se encuentran dentro de una parcela que está situada a unos 750 m al noroeste del municipio de Villanueva del Condado.

Un testigo indicó que vio a la aeronave pasar sobre su vertical, sobrevolar después un grupo de chopos, y seguidamente alabeó a su derecha. Inmediatamente después observó como el morro de la aeronave descendía bruscamente.

La aeronave impactó violentamente contra el terreno pocos metros más allá, resultando los dos ocupantes fallecidos y la aeronave destruida.

## **1.2. Lesiones personales**

| Lesiones          | Tripulación | Pasajeros | Total en la aeronave | Otros        |
|-------------------|-------------|-----------|----------------------|--------------|
| Mortales          | 2           |           | 2                    |              |
| Lesionados graves |             |           |                      |              |
| Lesionados leves  |             |           |                      | No se aplica |
| llesos            |             |           |                      | No se aplica |
| TOTAL             | 2           |           | 2                    |              |

## **1.3. Daños a la aeronave**

La aeronave resultó destruida como consecuencia del impacto contra el terreno.

## **1.4. Otros daños**

No hubo más daños.

## **1.5. Información sobre el personal**

El piloto, de nacionalidad española y 30 años de edad, tenía la licencia de piloto comercial (CPL) expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) el 17 de marzo de 2007. Anotadas en la licencia tenía la habilitación de multimotor (MEP) válida hasta el 31 de mayo de 2017, habilitación de monomotor SEP válida hasta el 30 de abril de 2018, habilitación de vuelo instrumental IR válida hasta el 31 de mayo de 2017 y de instructor de piloto privado y monomotor (FI PPL SEP) válida hasta el 30 de septiembre de 2017. El reconocimiento médico de clase 1 también estaba en vigor hasta el 31 de mayo de 2017. Su experiencia era de 557 horas, de las cuales 202:20 horas las había realizado en el tipo.

Se había incorporado a la empresa operadora de la aeronave, TAFYR, en el mes de julio de 2015, habiendo realizado algo más de 200 h de vuelo en trabajos de fotografía aérea.

## **1.6. Información sobre la aeronave**

### **1.6.1. Información general**

La aeronave era de la marca Robin, modelo DR-400-180, con número de serie 693, fabricada en el año 1972.

Este modelo está equipado con un motor Lycoming O-360-A3A de 4 cilindros horizontales opuestos, refrigerados por aire, con una relación de compresión 8,5:1, que proporciona una potencia máxima de 180 HP a 2700 rpm.

El tren de aterrizaje es del tipo triciclo fijo.

Su peso en vacío es de 610 kg y el máximo al despegue de 1100 kg.

Tenía un Certificado de Revisión de la Aeronavegabilidad, expedido por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea en vigor hasta el 20 de julio de 2017.

La aeronave tenía 5340 horas totales en el momento del suceso.

El siguiente cuadro contiene información sobre las últimas revisiones de mantenimiento a la que había sido sometida la aeronave.

| Fecha Revisión | Tipo de revisión | Horas aeronave |
|----------------|------------------|----------------|
| 27/06/2016     | 50 h, 100 h/año  | 5302:40        |
| 15/02/2016     | 50 h             | 5253:00        |

Sus características generales son las siguientes:

- Envergadura: 8,72 m
- Longitud: 7,10 m
- Altura: 2,23 m
- Superficie alar: 14,20 m<sup>2</sup>
- Peso en vacío: 610 kg
- Peso máximo al despegue: 1100 kg
- Capacidad de combustible: 190 l (50,2 galones)
- Motor: Lycoming O-360-A3A (180 HP)
- Hélice: bipala de paso fijo
- Velocidad máxima de crucero: 140 kt
- Velocidad de nunca exceder ( $V_{NE}$ ): 166 kt
- Velocidad de maniobra ( $V_A$ ): 116 kt
- Velocidad máxima con flaps extendidos: 92 kt
- Velocidad de pérdida (sin flaps): 57 kt

- Velocidad de pérdida (con flaps): 51 kt
- Ángulo de deflexión de flaps correspondiente a la posición de la palanca.
  - 1<sup>er</sup> punto (Take-off): 15°
  - 2° punto (Landing): 60°
- El avisador de pérdida suena entre 5 y 8 nudos antes de la pérdida.
- Máximo viento cruzado demostrado: 22 kt

### 1.6.2. Velocidad de pérdida en relación al ángulo de balance y la configuración de flap

En la siguiente tabla, que ha sido obtenida del manual de vuelo de la aeronave, se reflejan las velocidades de pérdida de la misma con el peso máximo (AUW)<sup>1</sup>, en relación al ángulo de balance y a la configuración de flap de la misma.

| POSICION DE FLAPS | ANGULO DE ALABEO |       |       |
|-------------------|------------------|-------|-------|
|                   | 0°               | 30°   | 60°   |
| FLAPS UP          | 57 kt            | 61 kt | 80 kt |
| FLAPS TAKE OFF    | 54 kt            | 57 kt | 75 kt |
| FLAPS LANDING     | 51 kt            | 55 kt | 72 kt |

## 1.7. Información meteorológica

### 1.7.1. Situación general

De acuerdo con la información facilitada por AEMET, la situación se caracterizaba por una dorsal de bloqueo entre dos bajas situadas al noroeste y noreste de la península, y una pequeña depresión aislada en niveles altos (DANA) en las costas de Portugal con ligero reflejo en superficie. En superficie, anticiclón europeo que se extendía hasta la península ibérica. La pequeña baja sobre Portugal favorecía un flujo de sur sobre la mitad occidental de la península, de ahí que las temperaturas fueran relativamente altas. Cielos prácticamente despejados, excepto en el extremo noroeste de Galicia, con algo de actividad convectiva sobre el mar.

### 1.7.2. Situación en la zona del accidente

AEMET no dispone de datos de Villanueva del Condado, siendo la estación más próxima el Aeropuerto de León (Virgen del Camino) que se encuentra a unos 20 Km al SW. Con los datos de esta estación y junto con las imágenes de radar y avisos de fenómenos adversos, la situación más probable en el lugar del accidente fue:

---

<sup>1</sup> Peso total máximo (all-up weight).

- Viento
  - Dirección: Sur (170°)
  - Velocidad: Moderado, 10 km/h, Racha máxima: 28 km/h a las 13:40 UTC.
- Visibilidad: Buena.
- Nubosidad: Cielos despejados.
- Temperatura: 31° C
- QNH: 1023 hPa.
- Humedad relativa: alrededor del 16%
- Fenómenos de tiempo significativo: Ninguno.

## 1.8. Ayudas para la navegación

No es de aplicación.

## 1.9. Comunicaciones

### 1.9.1. Torre de control del aeropuerto de A Coruña

La primera comunicación entre la tripulación de la aeronave, cuyo identificativo de vuelo era FYR92, y la torre de control del aeropuerto de A Coruña tuvo lugar a las 14:32:37 UTC. En esta comunicación la tripulación informa a la torre que se encuentran en la posición de aparcamiento 5A listos para rodar.

El controlador contestó facilitando la siguiente información: FYR92 en servicio la 21, el viento 030 grados 5 nudos y el QNH1016, temperatura 24, rocío 18 y CAVOK. Esta información fue correctamente colacionada por la tripulación.

A continuación el controlador dio autorización para que rodaran al punto de espera "N", les indicó el código transponder que debían utilizar (3440) y les solicitó que le informaran sobre las intenciones tras el despegue.

La tripulación colacionó el código transponder e informó que tenían trabajo en Ferrol y que si fuera posible, harían un viento en cola izquierda, abandonarían el circuito y procederían hacia Ferrol.

El controlador acusó recibo e informó que la colación había sido correcta.

La tripulación de la aeronave preguntó al controlador si podrían utilizar la 03 para el despegue, a lo que éste contestó afirmativamente, solicitando que notificasen cuando estuvieran listos para entrar y alinear.

A las 14:35:48 la tripulación llamó a la torre de control para informar que estaban en el punto de espera N, listos para entrar y alinear en la pista 03. El controlador autorizó la entrada a pista y el rodaje por ésta hasta alcanzar la cabecera 03. La información fue colacionada correctamente por la tripulación.

A las 14:37:38 el controlador informó a la tripulación que no había tráfico notificado en el CTR, dio información de viento: dirección 040 e intensidad 7 kt, y que estaban autorizados a despegar desde la pista 03.

Tras la colación de la tripulación, el controlador les informó que podían proceder a la zona de trabajo a su discreción, que no había tráfico notificado en el CTR, y les pidió que notificasen cuando abandonasen la zona de trabajo y el CTR.

A las 14:55:09 la tripulación de la aeronave llamó a la torre de control informando que habían finalizado el trabajo y que procedían con el rumbo 110 hacia León. Añadieron que ascenderían a 5500 ft.

A las 14:56:00 el controlador se despidió y les indicó que para más información podían contactar con Santiago TACC (Centro de Control de Área Terminal) en 120,20 MHz.

La tripulación de la aeronave no estableció posteriormente contacto con Santiago TACC.

### **1.9.2. Torre de control del aeropuerto de León**

La tripulación de la aeronave estableció contacto radio con la torre de control del aeropuerto de León a las 15:48:11 h (13:48:11 UTC).

En esta comunicación informaron al controlador de que eran un vuelo visual fotográfico, que se disponían a entrar al CTA de León por el oeste, y que tenían un trabajo que realizar sobre Villadangos.

El controlador acusó recibo del mensaje e informó a la tripulación de que no había tráfico reportado y que el QNH era 1022; y les requirió que notificasen cuando estuviesen establecidos en la zona de trabajo.

La tripulación colacionó adecuadamente, y añadió que el trabajo duraría unos 2 minutos y que lo realizarían a 1000 pies sobre el terreno.

A las 15:59:21 h la tripulación de la aeronave llamó a la torre de control notificando que se encontraban a 30 segundos de alcanzar la zona de trabajo.

Algo más de 2 minutos después, concretamente a las 16:01:46 h, la tripulación llamó al controlador para informarle de que habían finalizado el trabajo y que procedían hacia Aguilar de Campoo.

El controlador colacionó adecuadamente y le indicó que podía continuar a su discreción y que notificase abandonando el CTA.

La tripulación de la aeronave respondió que notificarían cuando abandonasen el CTA.

No hubo ninguna comunicación posteriormente a esta, ni con la torre de control del aeropuerto de León, ni con ninguna otra dependencia de los servicios de control.

## 1.10. Información de aeródromo

No es de aplicación.

## 1.11. Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con un registrador de datos de vuelo ni con un registrador de voz del puesto de pilotaje, ya que la reglamentación aeronáutica en vigor no exige llevar ningún registrador en este tipo de aeronaves.

### 1.11.1. GPS

De entre los restos de la aeronave se recuperaron dos equipos GPS, ambos de la marca Garmin, y modelos GPS150 y GPSmap196, que se encontraban bastante deteriorados a consecuencia del accidente.

El primero de ellos es un equipo que no almacena información. En cambio el segundo, GPSmap196, sí tiene esa posibilidad.

Los daños que tenía este equipo eran importantes, llegando a afectar incluso a su funcionamiento, ya que ni tan siquiera se encendía. Por este motivo se solicitó apoyo a la autoridad de investigación de accidentes de Francia "Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile", en cuyo laboratorio se procedió a descargar los datos almacenados, comprobándose que contenía información del vuelo del accidente.



Figura 1. Fotografía del equipo Garmin GPSmap196

De acuerdo a esta información, la aeronave despegó por la pista 03 del aeropuerto de A Coruña alrededor de las 14:39 h.

Tras el despegue continuó el vuelo manteniendo aproximadamente el rumbo de pista, hasta que alcanzó la localidad de Narón a las 14:47 h. En las proximidades de esta población describió una órbita completa de unos 350 m de radio y a una altura de unos 500 ft.

Luego tomó rumbo noreste. A las 14:53 h alcanzó la localidad de Cedeira, en cuyos alrededores describió otra órbita completa, de unos 300 m de radio y una altura de entre 400 y 600 ft.

Seguidamente la aeronave tomó rumbo ESE. A las 16:01 h alcanzó la localidad de Villadangos del Páramo (León), que está situada a unos 15 km al suroeste de la ciudad de León. Realizó otra órbita de 400 m de radio y unos 600 ft de altura.

A las 16:02 h abandonó la zona y se dirigió hacia el noreste, llegando a la zona del accidente a las 16:10:45 h.

La figura 2 contiene la traza de la aeronave calculada a partir de los datos contenidos en el equipo GPSmap196 que llevaba instalado, así como la trayectoria calculada a partir de las fotografías del grupo de casas realizadas desde la aeronave.

De acuerdo a la información GPS, tras sobrevolar la zona deportiva municipal a una altitud de 915 m (punto G1 en la figura 2), la aeronave comenzó a virar a la derecha, iniciando la órbita para hacer las fotografías del grupo de casas, que estaba llevando a cabo cuando ocurrió el accidente.

En la traza GPS contenida en la figura 2 se han identificado 9 puntos, denominados G1, G2,...G9. La tabla siguiente contiene datos procedentes de la información GPS de cada uno de estos puntos: hora y altitud. La cota del terreno se ha obtenido a partir de la información de los mapas del IGN. La altura, la distancia y la velocidad son valores calculados a partir de los datos anteriores. El radio medio de esta órbita fue de unos 150 m.

| Punto | Hora local | Altitud (m) | Cota terreno (m) | Altura (m) | Distancia (m) | Velocidad (m/s – kt) |
|-------|------------|-------------|------------------|------------|---------------|----------------------|
| G1    | 16:10:49   | 915         | 858              | 57         | 210           | 52,5 – 102,0         |
| G2    | 16:10:53   | 922         | 850              | 72         | 94            | 47,0 – 91,4          |
| G3    | 16:10:55   | 920         | 851              | 69         |               |                      |
| G4    | 16:10:57   | 915         | 849              | 66         | 84            | 42,0 – 81,6          |
|       |            |             |                  |            | 89            | 44,5 – 86,5          |
| G5    | 16:10:59   | 910         | 850              | 60         | 87            | 43,5 - 84,5          |
| G6    | 16:11:01   | 902         | 853              | 49         |               |                      |
| G7    | 16:11:03   | 899         | 856              | 43         | 86            | 43,0 – 83,6          |
|       |            |             |                  |            | 85            | 42,5 – 82,6          |
| G8    | 16:11:05   | 897         | 857              | 40         | 78            | 39,0 – 75,8          |
| G9    | 16:11:07   | 895         | 858              | 37         |               |                      |



Figura 2. Mapa de la zona del accidente con la trayectoria obtenida del GPS (línea de color rojo) y la determinada a partir de las fotografías (línea de color azul).

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

### 1.12.1. Información general sobre la distribución de los restos

La figura 3 muestra una fotografía aérea de los restos de la aeronave.

Como puede apreciarse en dicha fotografía, los restos principales de la aeronave quedaron sobre el borde de una parcela de terreno agrícola, de forma que parte de ellos se encontraban en la parcela, y el resto sobre un camino y una canaleta de conducción de agua que discurre paralela al camino. La aeronave estaba orientada aproximadamente en rumbo 250°.



Figura 3. Fotografía aérea de los restos de la aeronave y de las marcas dejadas por ésta sobre el terreno

La cola, la parte trasera del fuselaje y el plano derecho quedaron sobre el camino.

La parte central del fuselaje y el semiplano izquierdo estaban sobre la canaleta. La parte delantera del fuselaje, incluyendo la cabina, se encontraba totalmente fragmentada sobre la parcela de terreno en la zona adyacente a la canaleta.

El motor, la hélice y parte del carenado del motor se encontraban en el fondo de un socavón que había un poco más hacia el interior de la parcela de terreno.

A la izquierda del socavón (mirando desde los restos principales) había una marca de forma alargada, que había sido hecha por el impacto del plano izquierdo.

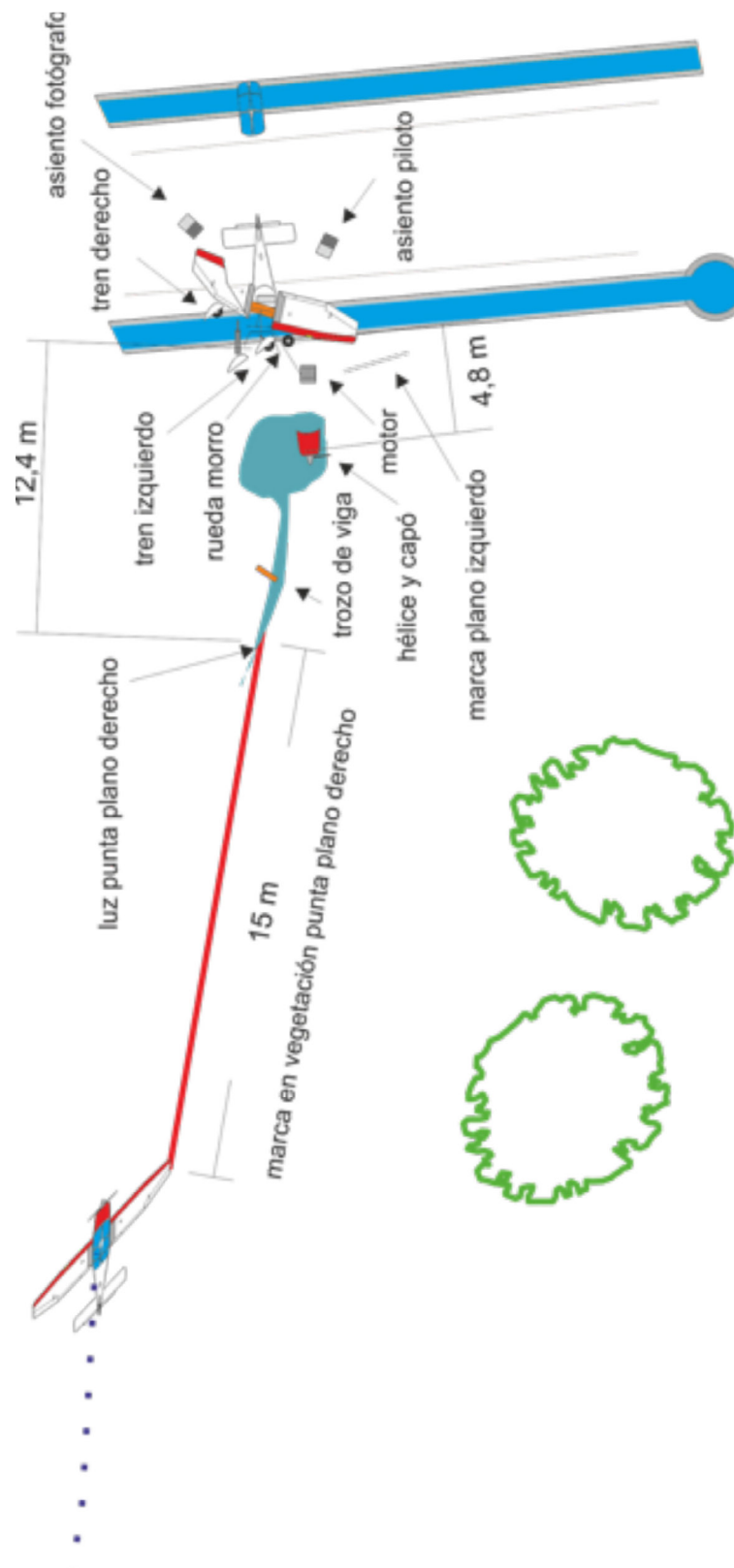


Figura 4. Croquis de marcas en el terreno y distribución de restos de la aeronave

Había una marca sobre el terreno que llegaba hasta el socavón y se extendía hasta unos 17 m en dirección opuesta a donde se encontraban los restos de la aeronave (ver croquis en la figura 4).

En esta marca podían apreciarse dos zonas diferentes. Una primera que se extendería desde el socavón hasta el punto en el que se encontró un trozo de larguero del plano, situado a unos 2 m del socavón, que tendría gran profundidad y anchura (identificada con color azul en el croquis de la figura 4).

La segunda parte comenzaría donde acaba la anterior y se extendería 15 m más allá. La profundidad de esta marca variaba. La mayor profundidad se encontraba en la zona más próxima al socavón e iba disminuyendo a medida que se alejaba de éste. De hecho en la parte más alejada del socavón la marca afectaba a la hierba, pero no al suelo bajo ella.

Otra característica resaltable de esta huella era su marcada verticalidad.

En el interior de esta marca se encontraron restos de la aeronave, entre los que estaba la luz de extremo del plano derecho.

#### **1.12.2. Información sobre el estado de los restos de la aeronave**

A consecuencia del impacto contra el suelo la aeronave resultó con un elevado grado de destrucción.

La parte del fuselaje que estaba sobre el camino correspondía al tramo comprendido entre el borde posterior de la ventanilla trasera de cabina y la cola de la aeronave. Aunque tenía daños producidos a consecuencia del impacto contra el suelo, estos eran bastante limitados.

El empenaje de cola estaba casi intacto. No tenía daños o marcas debidas a impacto apreciables. La única circunstancia reseñable era la presencia de proyecciones de barro. El estabilizador vertical y el timón de dirección se encontraban en sus posiciones y podían moverse libremente. No pudo comprobarse la continuidad de mando hasta los pedales, debido a que se habían seccionado los cables.



Figura 5. Fotografía de la parte trasera de la aeronave

La parte horizontal del empenaje de cola está compuesta por una única superficie de mando que hace las funciones de estabilizador horizontal y timón de profundidad. Se comprobó que se movía sin dificultad al desplazar la palanca de control en cabina, y que el movimiento de la superficie era acorde con el dado a la palanca. La palanca de control solo podía moverse longitudinalmente (mando de profundidad), pero estaba bloqueada en sentido lateral (mando de alabeo).

Las aletas del compensador de profundidad estaban intactas y correctamente fijadas a las superficies.

El plano derecho se encontraba en su ubicación natural con respecto al fuselaje, aunque físicamente separado de la célula, fragmentado en dos trozos principales y en posición invertida.

El fragmento correspondiente a la parte exterior del plano abarcaba desde el borde marginal hasta la zona en la que el plano forma el diedro. El alerón, que tiene aproximadamente la misma longitud que este fragmento, se encontraba correctamente unido a él. No se observaron indicios de funcionamiento anómalo en esta superficie de control. La zona exterior del plano mostraba un desgarró, además de faltar parte del borde marginal, incluyendo la luz de extremo de plano.

El otro fragmento del plano abarcaba de forma aproximada desde el diedro hasta el encastre, e incluía el flap. Este se encontraba unido al plano. La barra de mando se encontraba fracturada, pudiéndose mover el flap fácilmente a mano, por lo que no pudo determinarse su posición en el momento del accidente. El flap tenía una deformación por compresión en la zona más próxima al encastre.

El plano izquierdo permanecía unido a la estructura de la célula. La práctica totalidad del borde de ataque mostraba fuertes deformaciones de compresión hacia el borde de salida. Estas deformaciones eran también apreciables en forma de arrugas en el extradós del plano.

Tanto el alerón como el flap permanecían unidos al plano mediante sus herrajes. El alerón se encontraba bloqueado en posición neutral, a causa de haber quedado los cables de mando bloqueados, no siendo posible moverlo a mano. Como se ha indicado anteriormente la palanca de control de este mando estaba bloqueada. Por el contrario, el flap podía girar libremente alrededor de sus herrajes al haberse roto la barra de mando.

La cabina estaba prácticamente destruida. Únicamente se conservaba la parte trasera: desde el borde trasero de la cúpula hasta el mamparo posterior. Hacia delante solamente quedaba suelo. Los asientos se habían desprendido al romperse sus sujeciones a los carriles. De las palancas y mandos de control solamente permanecían en sus posiciones la palanca de control de alabeo y profundidad y la palanca de flap.

Esta última estaba en una posición muy próxima a la posición de máxima deflexión, pero no la había alcanzado. De hecho, el tetón de bloqueo de la palanca no estaba dentro del alojamiento correspondiente. La palanca estaba bloqueada en esa posición, no siendo posible moverla a mano.

La palanca fue posteriormente revisada, después de que los restos de la aeronave fueron trasladados hasta un recinto donde quedaron depositados. En esta ocasión la palanca del flap podía moverse sin dificultad, aunque no se quedaba fija en ninguna posición, a causa de que el tetón no se introducía en ningún alojamiento, aparentemente debido a que estaba trabado. Se constató que la palanca tenía pequeñas deformaciones que dificultaban el movimiento del pulsador. Por este motivo, una vez que el pulsador era accionado, la fuerza del muelle que lo actúa para que vuelva a su posición era insuficiente para moverlo, permaneciendo en la posición de pulsado.



Figura 6. Fotografía de la palanca de flap (izquierda). A la derecha ampliación de la zona recuadrada en rojo en la fotografía de la izquierda, para mejorar la visualización del tetón de bloqueo y los tres alojamientos del mando

El panel de instrumentos estaba totalmente destruido, no siendo posible determinar posiciones de mandos de motor, indicaciones de instrumentos, condición de disyuntores, etc.

La hélice junto con el capó del compartimento de motor se encontraba dentro del socavón.

La hélice se había separado del motor debido a la fractura del eje del motor al que va fijada.

De las dos palas que tiene la hélice, una tenía pocos daños de impacto y no mostraba deformaciones plásticas apreciables. La otra, por el contrario, exhibía una deformación considerable y tenía múltiples marcas de impacto de alta intensidad en el borde de ataque, así como marcas de giro tanto en el extradós como en el intradós.



Figura 7. Fotografía general de la hélice (izquierda) y detalle del extradós de una de las palas (derecha)

El motor estaba dentro de la parcela, pero muy próximo a la canaleta, y se había desprendido de la estructura de la aeronave al romperse la bancada.

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

Los dos ocupantes de la aeronave fallecieron a causa de la destrucción de centros vitales producida por los traumatismos que sufrieron durante el impacto.

En los análisis toxicológicos efectuados no se detectó la presencia de alcohol etílico, ni de ninguna otra sustancia tóxica o estupefaciente o medicamentos que pudieran haber influido en la accidente.

### **1.14. Incendio**

No hubo incendio.

### **1.15. Aspectos relativos a la supervivencia**

El impacto contra el terreno fue sumamente violento, resultando totalmente destruida la parte delantera de la aeronave, incluyendo la cabina, durante el choque.

A la vista de las características del accidente y del grado de destrucción que éste provocó en la aeronave, se considera que las posibilidades de supervivencia de los ocupantes eran prácticamente nulas.

## **1.16. Ensayos e investigaciones**

### **1.16.1. Declaraciones de testigos**

#### **1.16.1.1. Trabajador de la piscina municipal**

Se encontraba dentro del recinto en el que está la piscina municipal del ayuntamiento de Vegas del Condado, haciendo labores de limpieza de la misma.

Manifestó que oyó una avioneta que pasó volando por encima de donde se encontraba. Añadió que escuchó el sonido, pero que no vio la aeronave, ya que continuó con la tarea que estaba realizando y no levantó la vista.

Poco tiempo después volvió a escuchar el ruido del avión, y en esta ocasión ya sí que miró. Observó a la aeronave que pasó volando sobre la piscina. Iba muy baja. Tanto que pasó rozando la copa de una conífera de gran porte que hay en el recinto.

Observó que, nada más sobrepasar el árbol, el avión se inclinaba a la derecha e inmediatamente después caía en picado, escuchando el sonido del golpe seguidamente.

#### **1.16.1.2. Vecino de las casas**

Se encontraba en el interior de una casa de su propiedad, situada en las inmediaciones del lugar en el que ocurrió el accidente.

Aproximadamente sobre las 16:00 h le llamó su hijastra, y le dijo que su novio iba a sobrevolar el pueblo. Que se asomara para ver si lo veía.

Salió fuera de la casa y observó una avioneta volando por la parte oeste hasta que la perdió de vista, al quedar tapada por la casa de la finca colindante. Recuerda que tuvo una sensación de silencio absoluto, aunque no podía decir si el motor se había parado o no, y enseguida escuchó un golpe.

Salió corriendo hacia el lugar por donde había oído el golpe. Durante el trayecto llamó al 112.

Enseguida llegó al lugar del accidente y vio los restos de la aeronave.

## **1.17. Información sobre organización y gestión**

La empresa TAFYR S.A. tenía autorización para realizar actividades de trabajos aéreos de fotografía oblicua y observación y patrullaje, expedida por AESA, válida y en vigor hasta el día 18 de octubre de 2017.

Según se recoge en la parte A de su Manual de Operaciones punto 8.1.1. Altitudes mínimas de vuelo se especifica:

Los vuelos de trabajos aéreos se realizarán de acuerdo a alturas (altitudes) visuales, se atenderán en todo momento a la normativa SERA<sup>2</sup> y en ciudades de más de 300.000 habitantes se cumplirá con los requisitos establecidos en los planes operacionales en vigor.

En zonas habitadas de menos de 300.000 habitantes será de 1000 pies sobre el obstáculo más alto.

En poblaciones de más de 300.000 habitantes deberá procederse según el plan operacional presentado por TAFYR y aprobado por AESA. El comandante es el responsable de cumplir con los requisitos establecidos y aprobados por AESA en dichos planes operacionales.

Para zonas deshabitadas serán 500 pies AGL según lo establecido en la normativa SERA. Se podrá operar por debajo de los 500 pies siempre y cuando se cuente con una autorización de AESA.

### 1.18. Información adicional

No es de aplicación.

### 1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

#### 1.19.1. Fotografías tomadas durante el vuelo del accidente

Se recuperaron las dos cámaras fotográficas que estaban siendo utilizadas para la realización de los trabajos de fotografía aérea que constituían el objeto del vuelo en el que se produjo el accidente.

Las tarjetas de memoria se encontraban en buen estado, lo que permitió que pudiera extraerse la información grabada en ellas.

Entre la información descargada se encontraban cuatro archivos correspondientes a otras tantas fotografías tomadas en la zona en la que ocurrió el accidente, pocos segundos antes de producirse éste.

Los metadatos de los archivos digitales de estas fotografías contienen datos de cada una de ellas relativos a tamaño del sensor, distancia focal, hora de captura, etc.

---

<sup>2</sup> Reglamento de Ejecución (UE) nº 923/2012, por el que se establece el Reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea.

Utilizando estos datos, así como las dimensiones que determinados elementos tienen en el sensor y en la realidad y empleando principios de óptica, trigonometría y técnicas de foto-interpretación, se ha determinado la distancia y la altura con respecto a un punto concreto a la que se encontraba la cámara en el momento en que se realizó la captura de la imagen.

En el croquis de la figura 2 se ha marcado la ubicación en la que, según los cálculos anteriormente indicados, se hicieron las fotografías. La altura de cada una de ellas es la siguiente:

- Fotografía 1: 73,38 m
- Fotografía 2: 67,69 m
- Fotografía 3: 113,13 m
- Fotografía 4: 100,57 m

#### ***1.19.2. Sincronización de los relojes de la cámara fotográfica y el GPS***

Se seleccionó una fotografía tomada durante la órbita que realizó anteriormente al accidente sobre una zona industrial de Villadangos del Páramo (León), y se identificó el punto desde el que fue tomada dicha fotografía.

Se revisó la traza GPS del vuelo y se determinó la hora "GPS" a la que la aeronave pasó sobre el punto desde el que se tomó la fotografía.

De los metadatos del archivo digital de la fotografía se obtuvo la hora de la "cámara" a la que se hizo la fotografía.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Hora "GPS": 14:01:49
- Hora "cámara": 15:01:17

Por lo tanto, el reloj de la cámara va 59 minutos y 28 segundos adelantado con respecto al reloj del GPS.

Las cuatro últimas fotografías están hechas a las siguientes horas de "cámara", a las que les correspondería la hora "GPS" indicada:

| Número de fotografía | Hora cámara | Hora GPS |
|----------------------|-------------|----------|
| 4438                 | 15:10:18    | 14:10:50 |
| 4439                 | 15:10:19    | 14:10:51 |
| 4440                 | 15:10:22    | 14:10:54 |
| 4441                 | 15:10:26    | 14:10:58 |

Se comprobó que a las horas “GPS” calculadas a partir del reloj de la cámara, la aeronave se encontraba aproximadamente en el lugar desde el que se tomaron las fotografías.

## 2. ANALISIS

### 2.1. Análisis de las huellas y posible secuencia de impactos

Como se desprende de la información del punto 1.12, no se encontró ninguna evidencia de que se hubiera producido el choque de la aeronave con ningún obstáculo, natural o artificial, con anterioridad al impacto contra el suelo, el cual dejó la marca longitudinal en el prado, encontrada por delante de los restos de la aeronave.

Tampoco se encontró ningún fragmento de la aeronave separado de los restos principales, lo que indicaría que no se produjo el desprendimiento de ningún elemento de la misma, con anterioridad a su impacto contra el suelo.

El primer contacto de la aeronave con el terreno fue el que produjo la marca de unos 15 m de longitud que se encontró en el prado. Los restos de la aeronave encontrados en el interior de este surco procedían del plano derecho.

De ello se desprende que en el momento en que la aeronave contactó con el suelo, su actitud era de alabeo a la derecha. Si bien es difícil cuantificar el ángulo de inclinación de la aeronave, la marcada verticalidad de la huella dejada por el extremo del plano indicaría que este debía de ser acusado.

Tras el primer contacto, el plano derecho se fue introduciendo cada vez más en el terreno, hasta que llegó un punto en el que ya se produjeron daños estructurales, evidenciados por el trozo de viga hallado en el interior de esta huella.

El contacto del plano derecho con el suelo provocó a su vez que la aeronave comenzara a pivotar alrededor del extremo del plano, haciendo que el morro de la aeronave se precipitara contra el suelo (ver figura 8).

Este impacto fue de alta energía, produciendo la destrucción de la parte delantera de la célula, y generando el socavón en cuyo interior se encontró el motor y la hélice.

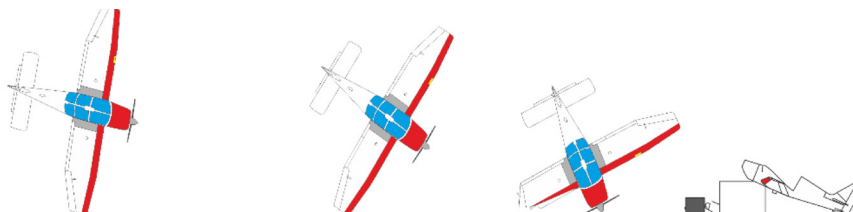


Figura 8. Croquis de la secuencia de impactos de la aeronave

A continuación se produjo el impacto del plano izquierdo. Tanto los daños de esta parte de la aeronave, como las huellas dejadas en el terreno por este choque, son considerablemente menores que las habidas en el impacto previo. De este hecho se inferiría que el primer impacto absorbió gran parte de la energía que tenía la aeronave.

El impacto del plano izquierdo dejó la aeronave prácticamente sin velocidad, limitándose su movimiento posterior a completar el giro sobre su parte delantera, cayendo la cola sobre el camino.

De todo lo anterior cabe concluir que la aeronave se aproximó al suelo con ligera velocidad descendente en actitud de fuerte alabeo a la derecha.

### 2.2. Análisis de los restos de la aeronave

Los daños y deformaciones que mostraban las dos palas de la hélice indican claramente que en el momento en que se produjo su impacto contra el suelo el motor se encontraba suministrando potencia.

Los timones de profundidad y dirección estaban ambos intactos y en sus posiciones. El de profundidad conservaba la continuidad de mando hasta la palanca de control en cabina. No así el de dirección, que la había perdido a causa del seccionamiento de los cables de mando, que con toda probabilidad se produjo durante el impacto contra el suelo.

Tampoco se observó ninguna circunstancia que indicara la existencia de ningún fallo previo en ninguno de los elementos que intervienen en el control de alabeo (alerones, palanca de mando y cables de conexión).

Los flaps se encontraban unidos correctamente a los planos, no mostrando indicio alguno de funcionamiento anómalo. Se considera que la rotura de las barras de mando es consecuencia únicamente del impacto de la aeronave contra el suelo.

En cuanto a la posición en la que se encontraban los flaps en el momento del accidente, va a resultar difícil determinarla, ya que no cabe la posibilidad de averiguarlo a partir de la posición de los propios flaps, debido a que la rotura de las barras de mando los dejó libres.

La palanca mediante la que se accionan los flaps se encontró en una posición cercana a la de "full flap", pero con el tetón de bloqueo fuera de los alojamientos.

El tetón y los alojamientos están diseñados de forma que el tetón no pueda salirse del alojamiento, a no ser que el piloto accione el botón de desbloqueo. El hecho de que ni el tetón, ni ninguno de los tres alojamientos fijos de que dispone el sistema de flap mostrara daños significativos, indicaría que el tetón no se salió del alojamiento durante el choque

como consecuencia de éste, en cuyo caso, la única posibilidad es que el tetón estuviera fuera de cualquiera de los alojamientos.

El único momento en el que el tetón se encuentra fuera de los alojamientos es durante el movimiento de la palanca de cualquiera de las posiciones fijas del flap a otra de ellas, ya sea desplegándolo o recogiendo.

Se considera pues que en el momento en el que tuvo lugar el accidente la palanca del flap estaba siendo accionada por el piloto, aunque no es posible determinar ni la posición exacta que tenía, ni si los flaps se estaban desplegando o recogiendo.

### **2.3. Análisis del vuelo respecto a los procedimientos**

Según el manual de operaciones de la empresa TAFYR SA., la empresa tenía autorización, por parte de AESA, para realizar trabajos fotográficos en zonas habitadas de menos de 300.000 habitantes a una altitud de 1000 pies sobre el obstáculo más alto y para zonas deshabitadas de 500 pies AGL. Para operar por debajo de 500 pies necesitaban previo al vuelo obtener una autorización de AESA.

Por la zona en la que la aeronave se encontraba volando momentos antes del accidente, se puede considerar que era una zona no poblada, es decir no se estaba realizando el sobrevuelo de una población, sino de un conjunto pequeño de casas, por lo que el piloto, si hubiera tenido un fallo de motor, podría haber librado sin problema este conjunto de casas, por lo que aquí el piloto debería haber mantenido en todo momento una altitud no inferior a 500 pies sobre el terreno.

Sin embargo el piloto, según los datos extraídos del GPS, descendió por debajo de los 500 pies (152,4 m) y mantuvo una altitud bastante inferior. La altura que muestra el GPS en los distintos puntos va desde 72 m al comienzo de la maniobra hasta los 37 m del último punto. Es probable que debido a que el trabajo fotográfico tuviera como destino unas personas allegadas al piloto y a las reducidas dimensiones de la zona a fotografiar, éste decidiera descender para intentar que la calidad del trabajo fotográfico fuese la mayor posible. Sin embargo el hecho de mantener una altura tan baja limitaba los tiempos de reacción del piloto y le impedía mantener el adecuado margen de separación con el terreno en el caso de tener alguna eventualidad.

### **2.4. Determinación de la trayectoria de la aeronave**

En la figura 2 se han representado dos posibles trayectorias de la aeronave en la última fase del vuelo, determinadas, una a partir de los datos GPS, y la otra de las fotografías tomadas desde la aeronave y de las marcas y posición de los restos de ésta tras el accidente.

Como puede apreciarse en dicho gráfico, existen unas ligeras diferencias entre ambas trayectorias.

En principio, cabe esperar que la obtenida a partir de la información GPS sea más precisa que la determinada a partir de las fotografías, dada la metodología utilizada en la obtención de esta y de los errores del sistema GPS. En este sentido, según se determina en el punto 3.7.3.1.1.1 del Anexo 10 de la OACI, los errores de posición del SPS<sup>3</sup> del GPS no excederán de los límites siguientes:

|                              | Promedio mundial<br>95% del tiempo | Peor emplazamiento<br>95% del tiempo |
|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Error de posición horizontal | 9 m (30 ft)                        | 17 m (56 ft)                         |
| Error de posición vertical   | 15 m (49 ft)                       | 37 m (121 ft)                        |

No obstante, la trayectoria del GPS no parece encajar del todo con la posición y rumbo de la aeronave en el momento del accidente, que está determinado por las marcas y la posición de los restos, que son datos indubitables, ni con la declaración del testigo que se encontraba en la piscina.

Esta persona declaró que vio la aeronave -una sola vez- pasar volando sobre su vertical y que luego la vio alabear a su derecha y caer. La trayectoria GPS muestra que la aeronave sobrevoló la piscina al llegar a la zona, luego comenzó la órbita alrededor del grupo de casas (sin volver a pasar sobre la zona de la piscina, pero sí cerca de ella) y cuando estaba a punto de completarla se produjo el accidente. Todo ello se desarrolló en un intervalo de tiempo muy reducido, que fue del orden de unos 20 segundos.

En este escenario parece bastante probable que lo que ocurrió pudo ser que el testigo viera pasar la aeronave sobre su posición cuando llegó a la zona, la perdiera de vista durante los pocos segundos en los que realizó la órbita, y luego la volviera a ver instantes antes del accidente. La cortedad del tiempo transcurrido, combinado con el hecho de no haber visto ninguna fase de la órbita, pudo llevarle a pensar que la caída de la aeronave se produjo inmediatamente después de haberla visto llegar.

Con respecto a las incongruencias observadas en relación al rumbo y posición de la aeronave en los instantes inmediatamente anteriores al choque con el suelo, es conveniente tener en cuenta varios factores que pueden afectar a la trayectoria.

En primer lugar tendríamos el error de posición del sistema GPS, que como se ha indicado anteriormente se situaría entre 9 y 17 m.

---

<sup>3</sup> Servicio de determinación de la posición normalizado (SPS). Nivel especificado de la exactitud en cuanto a la posición, velocidad y tiempo de que dispone continuamente en todo el mundo cualquier usuario del sistema mundial de determinación de la posición (GPS).

La precisión del equipo GPS que llevaba la aeronave que es de 49 ft.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta el hecho de que el equipo GPS no va grabando los datos de posición de forma continua, sino que lo hace por “paquetes” de información. Los datos se van guardando en un espacio de almacenamiento temporal (buffer), hasta que se completa el “paquete”, momento en el que se envía a la memoria donde esa información queda grabada.

Cuando el equipo se apaga de forma abrupta, como debió ocurrir en este caso, los datos que se encuentran en el “buffer” no llegan a ser enviados a la memoria, produciéndose su pérdida definitiva. La experiencia de casos precedentes ha evidenciado que este periodo de tiempo suele estar comprendido entre 2 y 4 segundos.

Teniendo en cuenta los errores de posición, la precisión del equipo y los datos GPS de la última parte del vuelo que se perdieron, se estima que la trayectoria real de la aeronave fue de forma bastante aproximada a la trayectoria GPS reflejada en la figura 2, aunque ligeramente desplazada hacia el noroeste. La parte final, de la que no hay datos GPS, coincidiría con la trayectoria calculada a partir de las fotografías.

Por otra parte, al comparar la trayectoria obtenida a partir de los datos GPS con la ubicación de los puntos desde los que se determinó que se tomaron las fotografías, se aprecia que la aproximación con la que se han obtenido estos sería suficiente para realizar un análisis de la trayectoria con precisión suficiente, apoyándose en ellos.

## 2.5. Análisis de la órbita

Durante el vuelo del accidente la tripulación llevó a cabo un total de cuatro trabajos de toma de fotografías, incluyendo el del accidente. El siguiente cuadro contiene un resumen de los valores medios de radio de viraje y altitud de todos ellos.

| Trabajo                | Radio de viraje (m) | Altura (ft)     |
|------------------------|---------------------|-----------------|
| Narón                  | 350                 | 500             |
| Cedeira                | 300                 | Entre 400 y 600 |
| Villadangos            | 400                 | 600             |
| Villanueva del Condado | 150                 | 230             |

Al comparar los parámetros de las órbitas se observa que los de las tres primeras son bastante homogéneos, ya sea en magnitud del radio de viraje como en la altura a la que se realizaron las órbitas, en tanto que los de la órbita en la que se produjo el accidente son significativamente más reducidos (fila 4 de la tabla).

Cuanto menor es el radio de viraje, mayor ha de ser el ángulo de inclinación de la aeronave para poder ejecutarlo.

El ángulo de inclinación puede obtenerse de la velocidad angular, cuyo valor a su vez puede calcularse a partir del ángulo virado y del tiempo empleado en ello.

En la figura 9 se han representado los últimos 9 puntos de la órbita, aunque el 1 no se utilizará. Cada punto está separado por un tiempo de 2 s.

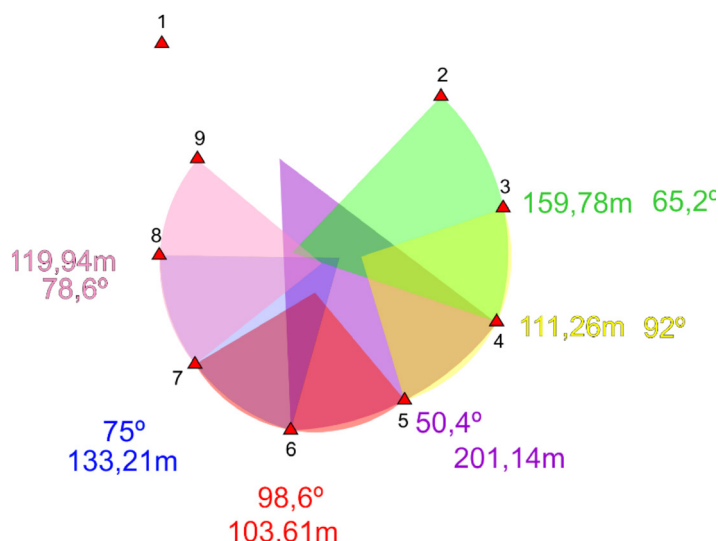


Figura 9. Sectores formados con los puntos de la última órbita. Radio y ángulo abarcado por cada sector

Estos puntos se han tomado por ternas: 2-3-4, 3-4-5, 4-5-6, etc, para formar sectores. Se ha calculado el centro del círculo que pasa por los tres puntos que componen cada terna, y a partir de este se ha determinado el radio y el ángulo que abarca el sector.

Con estos datos se ha calculado la velocidad angular que llevaba la aeronave en cada sector, y a partir de este valor se ha calculado el ángulo de inclinación y la velocidad lineal de la aeronave. El siguiente cuadro contiene los valores obtenidos.

| Sector | Radio (m) | Ángulo del sector | Velocidad angular (rad/s) | Velocidad lineal (m/s) (kt) |       | Ángulo de inclinación |
|--------|-----------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|-------|-----------------------|
| 2-3-4  | 159,8     | 65,2°             | $2,8448 \cdot 10^{-1}$    | 45,46                       | 88,37 | 52,81°                |
| 3-4-5  | 111,3     | 92,0°             | $4,0142 \cdot 10^{-1}$    | 44,68                       | 86,85 | 61,32°                |
| 4-5-6  | 201,4     | 50,4°             | $2,1991 \cdot 10^{-1}$    | 44,29                       | 86,09 | 44,79°                |
| 5-6-7  | 103,6     | 98,6°             | $4,3022 \cdot 10^{-1}$    | 44,57                       | 86,64 | 62,90°                |
| 6-7-8  | 133,2     | 75,0°             | $3,2729 \cdot 10^{-1}$    | 43,59                       | 84,73 | 55,49°                |
| 7-8-9  | 119,4     | 78,6°             | $3,4295 \cdot 10^{-1}$    | 40,94                       | 79,58 | 55,06°                |

En el último tramo de la órbita la aeronave tenía un ángulo de inclinación de 55,06° y una velocidad de 79,6 kt.

En el punto 1.6.2 figura información sobre la velocidad de pérdida de la aeronave en relación con el ángulo de balance y la posición de los flaps. Como el manual de vuelo de la aeronave solamente facilita información de las velocidades de pérdida para 3 ángulos de balance, 0°, 30° y 60°, se va a utilizar este último como referencia al ser el más próximo al que tenía la aeronave.

La velocidad de pérdida con 60° de balance es 80 kt con los flaps recogidos; de 75 kt con flaps en el primer punto; y de 72 kt con "full flap". Según los cálculos efectuados la velocidad de la aeronave en el último tramo era inferior a la velocidad de pérdida sin flaps, aunque estaba por encima de la correspondiente a un punto de flap.

Sobre esta última cuestión conviene indicar que las velocidades de la aeronave que se han calculado están referidas al suelo (ground speed), y que las velocidades de pérdida indicadas en el manual de la aeronave son respecto del aire (airspeed).

Por lo tanto, las velocidades calculadas de la aeronave deberían ser corregidas con el viento existente en cada instante, cuyo valor no se conoce. En cualquier caso, el efecto del viento hará que la velocidad respecto de aire sea mayor que con respecto del suelo cuando el viento incida de cara a la aeronave, y menor cuando el viento incida de cola.

Aunque según las estimaciones el viento era de poca intensidad, al estar la aeronave cercana a la velocidad de pérdida, el viento pudo favorecer que se alcanzara ésta.

Por otra parte, es conveniente reseñar que la aeronave fue descendiendo durante la realización de la órbita. Como se refleja en el punto 1.11.1, al inicio de la misma (punto 2) tenía una altitud de 922 m, que fue disminuyendo paulatinamente de forma que en el último punto se encontraba a 895 m, lo que implica que descendió 27 m, en un intervalo de tiempo de 14 s, que representa un régimen medio de descenso de 115,7 m/min (380 ft/min).

En este último punto la altura de la aeronave sobre el terreno era solamente de unos 37 m, por lo que ya no podía descender más. Por este motivo, el piloto probablemente actuó sobre los mandos para detener el descenso de la aeronave. Esta acción tiene como efecto derivado el aumento de la resistencia, que si no es compensado con un aumento de potencia, implica una pérdida de velocidad.

## **2.6. Pérdida en viraje**

El análisis de las huellas y restos de la aeronave, así como las velocidades obtenidas a través de los datos extraídos del GPS, la información relativa a la inclinación del viraje y el análisis de la órbita son consistentes con una situación de pérdida de sustentación en viraje.

Normalmente esta maniobra se practica con altura de seguridad y en su recuperación el avión pierde aproximadamente 500 pies.

En este caso el piloto no tenía margen suficiente con el terreno para recuperar la pérdida, lo que hizo que la aeronave finalmente impactara contra el suelo, inicialmente con la punta del plano y finalmente con el resto de la aeronave.

### **3. CONCLUSIONES**

#### **3.1. Constataciones**

- El piloto tenía su licencia de piloto comercial de avión, así como habilitaciones SEP, MEP, IR y FI PPL SEP válidas y en vigor.
- El certificado médico de clase 1 era válido hasta el 31 de mayo de 2017.
- El piloto tenía suficiente experiencia en el manejo de aeronaves en general, y en particular en las del tipo como la del accidente, así como en trabajos de fotografía aérea.
- La aeronave tenía toda la documentación en vigor y era aeronavegable.
- La empresa operadora de la aeronave, TAFYR, disponía de las autorizaciones preceptivas para la realización de los trabajos de fotografía aérea que tenían previsto llevar a cabo durante el vuelo del accidente.
- La aeronave fue repostada con 110 litros de combustible AVGAS 100LL antes de iniciar el vuelo.
- La autonomía de la aeronave era de 7 horas.
- La aeronave despegó del aeropuerto de A Coruña a las 14:39 h.
- Tras el despegue y hasta el momento del accidente la aeronave voló 1 h y 32 min, en los que realizó tres órbitas en tres emplazamientos diferentes, durante las que tomaron fotografías aéreas.
- El radio medio de giro de estas órbitas fue de 350 m y su altura media fue de 500 ft.
- La aeronave inició una órbita alrededor de un grupo de casas en Villanueva del Conado (León), una de las cuales pertenecía a unos familiares del piloto.
- El radio medio de la órbita fue de unos 150 m y su altura media fue de 230 ft.
- Durante esta órbita la aeronave alcanzó ángulos de balance de más de 60°.
- La aeronave impactó contra el terreno en una actitud de fuerte alabeo a la derecha.
- En el momento del accidente el motor se encontraba suministrando potencia.
- No se han encontrado indicios de fallo o malfuncionamiento en los sistemas de control de la aeronave.

- No ha sido posible determinar la posición que tenían los flaps en el momento del accidente.

### **3.2. Causas/factores contribuyentes**

Se considera que este accidente fue causado por la entrada en pérdida en viraje de la aeronave durante la realización de una órbita alrededor de un grupo de casas, con motivo de la toma de fotografías aéreas.

Se consideran factores contribuyentes los siguientes:

- La baja altura a la que se realizó la órbita.
- La realización de una órbita alrededor del grupo de casas con un reducido radio de giro, que requería un excesivo ángulo de balance.

#### **4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL**

No se emite ninguna recomendación sobre seguridad operacional.