

# CIAIAC

COMISIÓN DE  
INVESTIGACIÓN  
DE **A**CCIDENTES  
E **I**NCIDENTES DE  
**A**VIACIÓN **C**IVIL

## Informe técnico A-044/2019

Accidente ocurrido el día 31  
de agosto de 2019, a la aeronave  
GROB SPEED ASTIR 104 IIB,  
matrícula EC-ESY, en el aeródromo  
de La Mancha (Toledo)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD  
Y AGENDA URBANA

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

NIPO: 796-20-098-9

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@mitma.es](mailto:ciaiac@mitma.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> .....	4
<b>Sinopsis</b> .....	5
<b>1. INFORMACIÓN FACTUAL</b> .....	6
1.1. Antecedentes del vuelo.....	6
1.2. Lesiones personales.....	7
1.3. Daños a la aeronave.....	7
1.4. Otros daños.....	8
1.5. Información sobre el personal.....	8
1.6. Información sobre la aeronave.....	10
1.7. Información meteorológica.....	12
1.8. Ayudas a la navegación.....	13
1.9. Comunicaciones.....	13
1.10. Información de aeródromo.....	13
1.11. Registradores de vuelo.....	13
1.12. Información sobre los restos de la aeronave y el impacto.....	17
1.13. Información médica y patológica.....	20
1.14. Incendio.....	20
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia.....	20
1.16. Ensayos e investigaciones.....	21
1.17. Información sobre organización y gestión.....	23
1.18. Información adicional.....	26
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces.....	26
<b>2. ANÁLISIS</b> .....	27
2.1. Aspectos generales sobre el piloto y la aeronave.....	27
2.2. Velocidades y geometría aeronave-cable.....	29
2.3. La gestión del vuelo por parte del piloto.....	32
<b>3. CONCLUSIONES</b> .....	34
3.1. Constataciones.....	34
3.2. Causas/factores contribuyentes.....	35
<b>4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL</b> .....	36

### Abreviaturas

AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
BGA	British Gliding Association
CIAIAC	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil
h	Hora(s)
hp	Caballo de potencia
kg	Kilogramo(s)
km	Kilómetro(s)
LECI	Indicativo del aeródromo de Santa Cilia
LEMX	Indicativo del aeródromo de La Mancha
LETP	Indicativo del aeródromo de Santo Tomé del Puerto
m	Metro(s)
min	Minuto(s)
mm	Milímetro(s)
s	Segundo(s)
S/N	Número de serie
VFR	Reglas de vuelo visual

### Sinopsis

Propietario y operador:	Privado
Aeronave:	GROB SPEED ASTIR 104 IIB, matrícula EC-ESY
Fecha y hora del incidente:	Sábado, 31 de agosto de 2019, 17:45 hora local <sup>1</sup>
Lugar del incidente:	Aeródromo de La Mancha (Toledo)
Personas a bordo:	Tripulación: 1, fallecido
Tipo de vuelo:	Aviación general–privado
Reglas de vuelo:	VFR
Fase de vuelo:	Despegue
Fecha de aprobación:	29 de enero de 2020

### Resumen del accidente

El sábado 31 de agosto de 2019, el planeador EC-ESY modelo GROB ASTIR IIB, sufrió un accidente durante una operación de remolque por torno del Club Clavileño en el aeródromo de La Mancha (Toledo).

La aeronave llegó a alcanzar una altura máxima sobre la pista de 50 m con un ángulo de asiento de 19,4° para, a continuación, realizar un descenso al mismo tiempo que aumentaba el ángulo de balance hacia la derecha hasta superar los 90°. Se ha confirmado que durante los 18,5 segundos de duración total del vuelo el cable de remolque se mantuvo unido a la aeronave. El contacto de la aeronave con el terreno se produjo con un ángulo de balance cercano a los 120°, a 65 m a la derecha del eje de la pista y tras un desplazamiento de 310 m.

La investigación ha determinado que la causa del accidente fue la inadecuada ejecución del procedimiento de despegue por torno.

---

<sup>1</sup> La referencia horaria utilizada en este informe es la hora local obtenida de las declaraciones de los testigos.

### 1. INFORMACIÓN FACTUAL

#### 1.1. Antecedentes del vuelo

El sábado 31 de agosto de 2019, el planeador GROB ASTIR IIB, matrícula EC-ESY, despegó por la pista 28 del aeródromo de La Mancha (Toledo) a las 17:45 hora local. La operación se estaba realizando con el procedimiento de remolque por torno.

A bordo se encontraba únicamente el piloto, propietario de la aeronave y socio del club Clavileño<sup>2</sup>, que tenía intención de realizar un vuelo privado local.

El piloto había llegado al aeródromo cuatro horas antes. Como socio del club había estado durante este tiempo ayudando a organizar la actividad por la pista 28 y a preparar varios veleros que se sacaron a la cabecera de la pista. Tras estos, el piloto preparó su propia aeronave, estacionada en el hangar del aeroclub.

La actividad de vuelo comenzó a las 16:30 siendo el despegue de la aeronave EC-ESY el quinto remolque que se hizo esa tarde. Los cuatro remolques anteriores fueron realizados por un tornero y el de la aeronave EC-ESY por otro tornero distinto que también era piloto del club.

A las 17:45 se iniciaba el despegue y todo el vuelo quedó grabado por una cámara que el propio piloto llevaba instalada en el extradós del extremo del plano izquierdo. Esta grabación registró el vuelo completo con una duración total de 18 s. Considerando la referencia de tiempo  $t=0$  s como el momento de inicio de la operación, el desarrollo del vuelo fue el siguiente:

- $t= 0$  s Comenzaba el tensado del cable.
- $t= 1$  s La aeronave empezaba a desplazarse por la pista.
- $t= 9$  s Rotación: la aeronave acababa de separar el tren trasero del suelo e iniciaba la fase de ascenso que duraría 3 s.
- $t= 12$  s La aeronave alcanzaba la posición más alta. Después comenzó a descender y alabear a la derecha.
- $t= 18$  s Impacto con el terreno a la derecha de la pista 28.

El desplazamiento total realizado por la aeronave fue de 310 m. Respecto a la pista la aeronave se encontraba 65 m a la derecha del eje. El piloto falleció como consecuencia del impacto y la aeronave quedó completamente destruida.

La figura 1 muestra la posición relativa de la aeronave respecto a la pista y la trayectoria realizada durante el vuelo.

---

<sup>2</sup> El Club de vuelo Clavileño es un club de vuelo en planeador basado en el aeródromo de La Mancha. Solo realiza remolques por torno.



Figura 1. Trayectoria estimada de la aeronave y punto de impacto

## 1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Muertos	1		1	
Lesionados graves				
Lesionados leves				
Ilesos				
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	

## 1.3. Daños a la aeronave

La aeronave se había fragmentado en tres partes:

- El plano derecho, desprendido por completo y separado a su vez en tres partes.
- El fuselaje delantero y el plano izquierdo, que se encontraban en posición invertida.
- El fuselaje posterior y el conjunto de cola, que se encontraban en posición invertida. Las dos partes del fuselaje no estaban alineadas.

Los restos se encontraban agrupados y no faltaba ningún elemento estructural de la aeronave. En el sentido de avance de la aeronave, los restos del plano derecho se encontraban en primer lugar y los restos del fuselaje y conjunto de cola más alejados.

### 1.4. Otros daños

Ninguno.

### 1.5. Información sobre el personal

#### 1.5.1. Información sobre el piloto

El piloto, de nacionalidad española, tenía 60 años. Era piloto de planeador desde el año 2003 (año de obtención de la licencia). Contaba, entre otras, con las habilitaciones de remolque por torno y de instructor de planeador en vigor hasta el 30 de abril de 2021. Ejerció como instructor de planeador en el Club Clavileño y en el Club Loreto.

Era propietario de la aeronave con la que volaba desde hacía más de 12 años.

Era socio del Real Aeroclub de Toledo, del Club de Vuelo Clavileño, del Club Nimbus y el Club Loreto. De estos cuatro clubes, sólo Clavileño en el aeródromo de La Mancha realizaba en la actualidad remolque por torno<sup>3</sup>. La información recopilada muestra que su actividad principal reciente se realizaba con los clubes Clavileño y Loreto.

#### Experiencia total y específica en torno

En base a la información proporcionada por los clubes desde el año 2004, se ha estimado la siguiente experiencia total y específica en torno que se muestra en la siguiente tabla. Hay que tener en cuenta que esta actividad es la recogida en el seno de cada uno de los aeroclubes, por lo que los vuelos fuera de los mismos, si existiesen, no se han contabilizado.

	Total (desde 2004)	Actividad 2019	Actividad últimos 3 meses
Horas vuelo	994	61	33
Vuelos	1210	60	17
Vuelos con torno	125	26	6
% de torno	10%	43%	35%

La experiencia con torno supone un 10% de la actividad total del piloto en planeador. La mayor parte de esta actividad se realizó desde el año 2017, en que empezó a operar en el Club Clavileño.

Estaba considerado como un piloto experimentado, muy prudente y metódico que no se caracterizaba por realizar trepadas<sup>4</sup> muy pronunciadas.

---

<sup>3</sup> El Club Nimbus desde el 2012 no realizaba remolque por torno.

<sup>4</sup> "Trepada" es el término que se utiliza en el despegue por torno para nombrar el ascenso inicial.

## Informe técnico A-044/2019

### Actividad últimos 3 meses

La recopilación de los vuelos realizados durante los 3 meses previos por el piloto se ha presentado en un calendario. El código utilizado es el siguiente:

- Rojo: vuelos con remolque por torno.
- Gris: vuelos con remolque por aeronave.
- LECI, LEMX, LETP: vuelos desde los aeródromos Santa Cilia, La Mancha y Santo Tomé.
- ESY: vuelos realizados con la aeronave del accidente.

					<b>1 LEMX</b>	2	JUNIO
3	4	5	6	7	8	9	
10	11	12	13	<b>14 LECI</b>	<b>15 LECI</b>	16	
17	18	19	20	21	<b>22 LEMX</b>	23	
24	25	26	27	28	29	<b>30 LETP</b>	JULIO
1	2	3	4	5	6	<b>7 LETP</b>	
8	9	10	11	12	<b>13 LETP</b>	14	
15	16	17	18	19	<b>20 LETP</b>	<b>21 LETP</b>	
22	23	24	<b>25 LETP</b>	<b>26 LETP</b>	27	<b>28 LETP</b>	AGOSTO
<b>29 LETP</b>	<b>30 LETP</b>	31	1	<b>2 LETP</b>	3	4	
<b>5 ESY LEMX</b>	<b>6 ESY LEMX</b>	7	<b>8 ESY LEMX</b>	9	10	11	
12	13	14	15	16	17	18	
19	20	21	22	23	24	25	
26	27	28	29	30	<b>31 ESY ACC</b>		

### Actividad con el Real Aeroclub de Toledo en el aeródromo de Lillo LETL (Toledo)

Su relación con el Real Aeroclub de Toledo se remontaba al año 2004, club en el que llegaría a ser presidente. La actividad acumulada con este club sumaba un total de 670:46 h (923 vuelos), de las cuales 72:17 h (31 vuelos) con la aeronave EC-ESY y ninguno de ellos con torno.

Durante el año 2019 solo había volado 1:57 h (1 vuelo), el 18 de mayo de 2019 con la aeronave. Este vuelo tuvo origen en el aeródromo de La Mancha, desde donde despegó a torno.

### Actividad con el Club Nimbus en el aeródromo de Santa Cilia LECI (Huesca)

Su relación con este club se inició en el año 2005. Con este club había realizado un total de 218:19 h (134 vuelos), de los cuales 22 habían sido con torno en el año 2012, 2009 y 2005.

La actividad en el año 2019 fue de 3:55 h (4 vuelos), los días 26 de abril de 2019, 14 de junio de 2019 y 15 de junio de 2019. Estos vuelos fueron realizados con un DG1000.

### Actividad con el Club Clavileño en el aeródromo de La Mancha LEMX (Toledo)

Su relación con el Club Clavileño se remonta al año 2013. Con ellos había realizado un total de 45:46 h (103 vuelos), todos ellos con torno.

Durante el año 2019 había acumulado un total de 23:20 h (26 vuelos) en el aeródromo de La Mancha, todos realizados con torno. De estos 26 vuelos, 14 fueron como instructor. Las aeronaves que volaba eran la suya, Ka-8, Astir Cs, Twin Astir y Duo Discus.

### Actividad con el Club Loreto en Santo Tomé del Puerto LETP (Segovia)

Su relación con el Club Loreto se inició el 12 de julio de 2017. Con ellos había realizado un total de 59:37 (50 vuelos). Durante el año 2019 había acumulado un total de 31:15 h (29 vuelos) en el aeródromo de Santo Tomé del Puerto. De estos 29 vuelos, 21 fueron como instructor.

Las aeronaves que volaba eran ASK-13, Grob Twin Astir, Ka-6 y SF-28 Motor Falke.

#### ***1.5.2. Información sobre el operador de torno***

El operador de torno era de nacionalidad española y tenía 31 años de edad. Era piloto de planeador y toda su experiencia de vuelo se había desarrollado en el Club Clavileño. Ejercía de operador de torno desde hacía siete meses. Según la información proporcionada por el club había realizado aproximadamente 200 remolques.

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

La aeronave GROB ASTIR IIB, matrícula EC-ESY, S/N 4106, había sido fabricada en el año 1980 y matriculada en España en el año 1990. Tenía su base en el aeródromo de Lillo (Toledo) aunque eventualmente, sobre todo en verano, se desplazaba al aeródromo de La Mancha (Toledo).

Tenía un peso en vacío de 291 kg (según la última pesada realizada en el año 2017) y un peso máximo al despegue de 515 kg. Los cálculos de peso y centrado realizados para el vuelo, con un peso estimado del piloto de 90 kg, indican que estaban dentro de los márgenes.

La aeronave pertenecía a cinco propietarios que la habían adquirido en el año 2017. De estos cinco propietarios, uno de ellos era el piloto accidentado que ya era propietario de la aeronave anteriormente.

En el momento del accidente la aeronave acumulaba 1914 h. Durante el año 2019 había volado 41 h (15 vuelos) y durante el último mes 13 h (4 vuelos). La aeronave había sido desplazada por el propio piloto desde Lillo al aeródromo de La Mancha a primeros de agosto. Tras este desplazamiento la aeronave había volado tres días (5, 6 y 8 de agosto) realizando estos vuelos el mismo piloto.

La aeronave contaba con un certificado de revisión de aeronavegabilidad en vigor en el momento del accidente emitido el día 28 de junio de 2019 por el Real Aeroclub de Toledo (referencia de aprobación AESA ES.MG.189).

### Mantenimiento de la aeronave

Todo el mantenimiento era realizado en el aeródromo de Lillo. La información recopilada al respecto indica que estaban implementadas las directivas de aeronavegabilidad que afectaban a la aeronave. Las últimas revisiones anuales habían sido:

- 19/04/2019 (dos meses antes del accidente) con 1882 h y 785 vuelos
- 14/04/2018 con 1844 h y 766 vuelos
- 06/04/2017 con 1805 h y 751 vuelos

### Manual de vuelo

El *Manual de vuelo* en vigor en el momento del accidente (versión 3 de 2003) indicaba una velocidad máxima para el remolque por torno (winch launch) de 120 km/h. Las limitaciones por viento cruzado se establecían en 20 km/h.

### Información sobre el torno de remolque

El torno de remolque<sup>5</sup>, de la marca Tost Entwicklungen, tenía doble tambor de 250 hp y un motor de 8 cilindros en V. Utilizaba gasolina 95 octanos y estaba dotado de dos cables de acero de 4,2 mm de diámetro y 1700 m de longitud. En el momento del accidente acumulaba cerca de 10000 remolques.

El club tenía unos procedimientos de revisión mecánica del torno con revisiones diarias y anuales o por horas. La última revisión anual se había realizado en octubre de 2018. El día del accidente se realizó la revisión diaria con resultado satisfactorio. Tampoco se detectó ningún problema de funcionamiento durante los remolques previos al vuelo de la aeronave EC-ESY. Posteriormente al accidente el torno volvió a utilizarse, realizándose el sábado siguiente ocho remolques con normalidad. A fecha de emisión de este informe, no hay reportes, por parte del club, de fallos de potencia o de problemas de funcionamiento del torno.

En la figura 2 se muestra la cabina del torno de remolque. Se ha remarcado y ampliado el indicador de velocidad, la palanca para aumentar la velocidad y las posiciones de la aguja durante los remolques a 100 km/h (el máximo del indicador), 110 km/h y la máxima velocidad de 130 km/h que proporciona el torno.

---

<sup>5</sup> El torno es un producto no regulado por normas aeronáuticas.



Figura 2. Cabina del torno de remolque

La velocidad indicada por el torno es la velocidad lineal de recogida del cable en el tambor, calculada en base a las vueltas que va dando el tambor. Esta velocidad, por lo tanto, es sensible a las capas de cable acumulado. A menor número de capas acumuladas, por ejemplo, durante el comienzo del remolcado, la velocidad será más cercana a la velocidad lineal. El conjunto torno-cable-aeronave es un sistema elástico. La comprobación de la indicación de velocidad se realiza con la actividad diaria, es decir, comprobando que las velocidades comunicadas por los pilotos durante el remolque son del orden de las marcadas en el torno.

### 1.7. Información meteorológica

La información proporcionada por los testigos indicaba que la meteorología era buena: era un día de calor, con poco viento indicando algunos testigos que la manga de viento estaba caída.



Figura 3. Manga de viento de la cabecera 28 en el despegue (fotograma del vídeo)

La cámara de la aeronave grabó la manga situada en la cabecera de la pista 28 tal y como se muestra en la figura 3. La posición que se muestra se mantuvo durante el inicio del despegue y durante los dos minutos previos que quedaron grabados. Se ha estimado que la dirección del viento era de 235° aproximadamente. En cuanto a la intensidad, personal del aeródromo la estimó en 5 km/h y también indicó que se trataba de *"viento térmico, es decir, que existe de forma muy local y que solo aparece reflejado en una de las mangas pero no en las demás"*. Los datos proporcionados por AEMET, en base a las estaciones meteorológicas más cercanas<sup>6</sup>, indican que el viento probablemente era de componente norte de baja intensidad, en torno a 5-10 km/h.

### 1.8. Ayudas a la navegación

No aplicable.

### 1.9. Comunicaciones

Como se explica en el apartado 1.17.1, el proceso de remolcado por torno requiere coordinación verbal entre el operador de torno, el piloto y el jefe de pista. Una vez que se inicia el remolcado las comunicaciones se mantienen hasta el momento de la suelta. No existen grabaciones de la frecuencia del campo, pero, indirectamente se han podido tener las previas al despegue. Esto ha sido posible debido a la cercanía al testigo 1, que ejercía de jefe de pista y que llevaba una radio portátil y a la cámara que el piloto llevaba instalada en el extremo del plano izquierdo.

La información sobre las comunicaciones se presenta integrada con la trayectoria en el apartado 1.11, para permitir una mejor comprensión del vuelo.

### 1.10. Información de aeródromo

El aeródromo de La Mancha (Toledo) LEMX, situado a 733 m de elevación, tiene una pista de orientación 28/10 de tierra compacta de 1600 m totales, de los cuales 1215 m son disponibles para el despegue y aterrizaje. El umbral 28 está desplazado debido a la cercanía de una carretera. Existen tres mangas de viento: una en cada cabecera y una tercera a 350 m del umbral de la pista 28.

### 1.11. Registradores de vuelo

La cámara situada en el extremo del plano izquierdo registró un total de 12 min, que comenzaron 2 min 18 s antes del despegue. Quedó grabado todo el vuelo (18 s) y 9 min 24 s más tras el impacto. Además de las imágenes, quedaron grabadas las comunicaciones realizadas por radio antes del despegue debido a la cercanía a la cámara del testigo 1, que ejercía de jefe de pista, y que llevaba una radio portátil. La información

---

<sup>6</sup> Quintanar de la Orden: 11 km al Noroeste: viento calma. Viento máximo de 6 km/h del Norte.  
Madridejos: 26 km al Suroeste: viento medio de 5 km/h. Viento máximo de 13 km/h del Norte.

de comunicaciones e imágenes se presenta integrada en este apartado. Las fases de vuelo utilizadas para la siguiente descripción son las establecidas para el remolque por torno por el Club de Vuelo Clavileño (ver apartado 1.17.1).

### 1.11.1. Preparación de la aeronave

El vídeo se iniciaba con el piloto sentado en el velero y alineado con el hangar, es decir, 170 m antes del umbral de pista 28. La cubierta (canopy) estaba abierta y el testigo 1 estaba de pie junto a la cabina. Se identificaba viento de 235° y de baja intensidad en la manga de viento (figura 3), el paracaídas y el cable de remolque en el suelo delante de la aeronave. Durante este tiempo se realizó:

- la prueba de la suelta del gancho
- la comprobación de mandos

Al minuto el piloto cerró la cubierta, el testigo 1 se acercó al plano izquierdo, apoyado hasta ahora en el suelo, y lo levantó nivelando los planos. El piloto realizó varias acciones:

- De nuevo comprobó el movimiento de las superficies de mando.
- Colocó lo que se intuye como un dispositivo en el panel de instrumentos.
- Se giró hacia su izquierda para indicar al testigo 1, con gestos, que estaba preparado para el despegue. Tras esta confirmación, el testigo 1 inició las comunicaciones por radio para iniciar el despegue.

### 1.11.2. Aeronave lista para el despegue

Una vez preparado el piloto, el testigo 1 inició la siguiente secuencia de comunicaciones:

Tiempo	Jefe de pista	Piloto	Tornero
-25 s	Avión limpio, pista libre, cable azul, fusible correcto		
-19 s		Prueba de radio 1232, (nombre del piloto), cable azul, pista libre, listo para tensar para diez <sup>7</sup>	
-8 s			Torno, auriculares, con cable azul y pista libre, tensando para diez

De estas comunicaciones, la realizada por el piloto en  $t=-19$  s coincidió con un movimiento del brazo izquierdo que hizo el piloto, doblándolo. Hasta entonces este brazo había estado apoyado en la ventanilla izquierda. Esta acción se repetiría después

---

<sup>7</sup> "Diez" significa velocidad de 100 km/h. Las velocidades se comunican en decenas.

durante el despegue. A través de otros vídeos de vuelos del piloto se ha podido asociar este movimiento con el momento de las comunicaciones por radio, en las que el piloto tenía la costumbre de agarrar el micrófono (denominado cuello de ganso o de cisne) con la mano izquierda, probablemente para ajustarlo a la boca y favorecer la emisión.



Figura 4. Tipo y ubicación del micrófono en la cabina EC-ESY

### 1.11.3. Fase de rodaje y despegue

t= +0 s. Aeronave en el hangar:

- En t= 0 s el cable empezó a tensarse viéndose con claridad cómo el paracaídas empezaba a desplazarse, señal de que se estaba ejerciendo potencia en el torno.
- En t= +1 s el paracaídas había desaparecido de la imagen y la aeronave empezaba su desplazamiento por la pista muy lentamente.
- Entre el segundo +1 y +2 el piloto indicaba por dos veces el término "remolcando", para indicar que ya se estaba desplazando.
- Hasta el segundo + 6,5 s la aeronave se había desplazado muy lentamente recorriendo tan solo 10 m. A partir de este momento la velocidad comenzó a aumentar rápidamente.

t= +8,9 a 9,5 s. Aeronave en el edificio del club:

- A los 8,9 s la aeronave seguía rodando en tierra y se encontraba a la altura de la fachada este del edificio del club, al mismo tiempo que empezaba a aparecer la sombra del paracaídas.
- A los 9,5 s la aeronave estaba en la fachada oeste del edificio del club y la aeronave iniciaba la rotación identificándose claramente que el tren trasero se acababa de separar de la pista.
- Había recorrido 20 m (fachada del edificio del club), lo que supone una velocidad de 124 km/h inmediatamente antes de la rotación.

### 1.11.4. Fase previa al vuelo ascendente (rotación)

t= +9,5 s. Rotación:

- Hasta ahora la aeronave había recorrido 65,6 m totales en la pista.
- En este momento iniciaba la rotación, aumentando muy lentamente el ángulo de asiento.

t=+9,5 a 12,3 s. Ascenso y pérdida de tensión del cable:

- A los 9,9 s, a menos de 1 m sobre la pista el paracaídas estaba casi completamente abierto y el cable destensado. El ángulo de asiento era todavía bajo (por debajo de 5°).
- A los 10,5 s el paracaídas estaba completamente abierto, el cable destensado y el piloto tenía doblado el brazo izquierdo manteniéndolo en esta posición hasta el segundo 15,1 s. La aeronave se encontraba sobre la pista, todavía con un ángulo de asiento bajo (5°) y a muy poca altura.
- En algún momento entre las 10,5 s y las 15,1 s se debió producir la última comunicación del piloto: "ocho", "ocho".
- A los 10,5 s la aeronave aumentó el ángulo de asiento, hasta un valor que se ha calculado en 19,2°, mientras seguía alcanzando al paracaídas.
- A los 12,4 s la aeronave alcanzaba el punto más alto, con el paracaídas debajo de él, el cable destensado y el brazo izquierdo del piloto doblado.
- Se ha estimado que, en este momento, la aeronave se encontraba a 50 m sobre la pista y había recorrido 149 m.

### 1.11.5. Descenso e impacto

t=+12,4 a 18,5 s. Descenso y alabeo a la derecha:

- La aeronave con los planos prácticamente nivelados empezó a perder altura. El paracaídas no era visible todavía y el piloto mantenía todavía el brazo izquierdo doblado.
- A los 13,4 s la aeronave se encontraba sobre la señal de pista 28, es decir, había recorrido 170 m. Se identificó un pequeño desplazamiento del alerón izquierdo hacia arriba que se mantendría durante 3 s.
- A los 14,6 s el cable había vuelto a tener tensión y el paracaídas era de nuevo visible delante de la aeronave. El piloto seguía con el brazo izquierdo doblado. El alerón izquierdo continuaba ligeramente deflectado hacia arriba y el timón de dirección hacia la izquierda. En el momento en que el cable recuperó la tensión el ruido aerodinámico grabado por la cámara aumentó, indicando que la velocidad estaba aumentando.

- A los 14,9 s la aeronave ya presentaba un alabeo de 8° hacia la derecha, un ángulo de asiento de 19,4° y el piloto estaba estirando el brazo izquierdo. El alerón seguía deflectado hacia arriba y el timón de dirección hacia a la izquierda. La aeronave había recorrido 210 m sobre la pista. A partir de este momento el alabeo evolucionaría muy rápidamente hacia la derecha a la vez que la aeronave seguía perdiendo altura.
- A los 15,1 s el piloto terminaba de estirar el brazo izquierdo tras haberlo mantenido doblado durante todo el ascenso.
- A los 16,2 s el ángulo de balance era cercano a los 45°. El cable y el paracaídas seguían siendo visibles delante de la aeronave. El alerón izquierdo alcanzaba la mayor posición hacia arriba del vuelo y el timón de dirección se mantenía a la izquierda.
- A partir de este momento, el alerón izquierdo se deflectó hacia abajo por completo.
- A los 17,1 s la posición de la aeronave era de 90° de alabeo hacia la derecha muy cerca del terreno. El paracaídas dejó de ser visible, pero la sombra en el terreno confirmaba que seguía unido a la aeronave. El piloto mantenía el timón de dirección hacia la izquierda y el alerón izquierdo hacia abajo. Había recorrido 273 m sobre la pista.
- La aeronave siguió avanzando, descendiendo y aumentando el alabeo por encima de los 90°.
- A los 18,5 s se produjo el impacto del extremo del plano derecho con el terreno con un alabeo de 120° aproximadamente. Había recorrido 310 m. El cable seguía unido a la aeronave en el momento del impacto.
- Las últimas secuencias del impacto mostraron que fue durante el impacto cuando el cable se soltó de la aeronave.

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

Se encontraron todos los elementos de la aeronave en el margen derecho de la pista 28, a 23 m del borde de la misma y a 65 m del eje. El primer elemento que quedó en el terreno fue el plano derecho (a su vez dividido en varias partes) y el resto de la aeronave a continuación, a 5,2 m. El plano derecho y el fuselaje delantero formaban un ángulo de 120°. A su vez, el fuselaje delantero y el posterior, además de estar en posición invertida, no estaban alineados sino que formaban un ángulo de 50°.

#### Marcas y restos del plano derecho

El plano derecho estaba completamente desprendido del fuselaje y fragmentado a su vez en dos grandes partes: una de 4,9 m y otra de 2 m de longitud. El alerón también estaba desprendido.

La primera marca en el terreno tenía 5 m de longitud, de los cuales los primeros 90 cm estaban más marcados en el terreno (15 cm de profundidad). Esta marca fue dejada por la punta del plano derecho. Se encontraba a 23 m del borde derecho de la pista y tenía una orientación de 326°. Al final de esta marca se encontraron fragmentos del recubrimiento del plano.

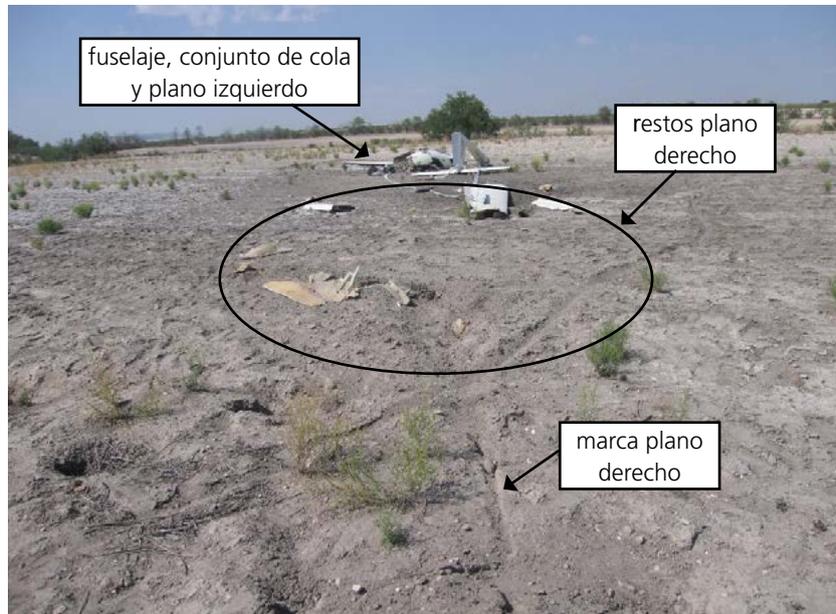


Figura 5. Marcas en el terreno y vista de restos desde la pista

A los 5,5 m de esta primera marca se encontraba el cuerpo principal del plano derecho (4,9 m de los 7 m totales) en posición normal de vuelo y con el aerofreno sacado. Tenía la misma orientación que la marca anterior. 2,6 m a la izquierda del mismo se encontraba el extremo del plano izquierdo de 2 m de longitud. A la derecha estaba el alerón.

El borde de ataque del plano derecho no presentaba ninguna marca de deformación ni de impacto. La deformación más significativa se encontraba en el extremo delantero de la punta del plano. Los daños en el plano derecho son indicativos de una posición de alabeo y de cabeceo de la aeronave muy pronunciada en el momento del impacto. A lado del cuerpo principal del plano se encontraban restos del cristal de la cabina.

### Fuselaje posterior y conjunto de cola

A los 5,2 m en sentido de avance de la aeronave, y alineado con el plano derecho y con la primera marca se encontraba el conjunto de cola y el fuselaje trasero. Estaban en posición invertida. El conjunto de cola no presentaba ningún signo de impacto. El punto de desprendimiento con el fuselaje delantero se localizaba en la zona de unión de los planos con el fuselaje, donde se identificaban deformaciones en dos de las barras de transmisión hacia arriba y hacia la izquierda. La posición del conjunto de cola a la izquierda del fuselaje delantero, la ausencia de daños y el ángulo de 122° entre la alineación de ambas partes del fuselaje indicaban que esta fue la última parte de la aeronave que contactó con el terreno y que su desprendimiento se produjo en tierra.



Figura 6. Distribución de restos

### Fuselaje delantero

Al lado del fuselaje posterior y conjunto de cola se encontraba el fuselaje delantero y el plano izquierdo, en posición invertida. La zona de la cabina había desaparecido. El plano izquierdo estaba íntegro y no presentaba daños ni deformaciones en el borde de ataque, el borde de salida, el extremo del plano ni en el alerón. El tren delantero estaba sacado. La actuación del gancho de remolque se comprobó y era correcta.

### Marcas del cable de torno

En el terreno se identificó una marca lineal y continua de 80 m de longitud que comenzaba en la aeronave y acababa en el punto donde se detuvo el cable del torno. Esta marca era indicativa de que la suelta del cable se produjo con la aeronave ya en tierra.

### Vídeo

La cámara instalada en la aeronave registró el impacto confirmando y añadiendo algunos datos adicionales a los obtenidos mediante la observación de los restos. La secuencia total tuvo una duración de 0,5 s:

- La zona que hizo contacto inicialmente con el terreno fue el extremo del plano derecho produciéndose la fractura inicial de los 2 m de extremo de plano. A la vez, se iba desprendiendo la unión del plano con el fuselaje. En este momento el aerofreno estaba sacado, el tren de morro desplegado y el cable de remolque se mantenía todavía unido a la estructura.
- La aeronave continuó incrementando el alabeo hacia la derecha hasta que la parte delantera de la aeronave contactó frontalmente con el terreno. El plano derecho estaba desprendido de su unión con el fuselaje y este fue el último momento en que se identificó que el cable de remolque se mantenía unido a la aeronave. El ángulo formado entre el cable y el eje longitudinal del fuselaje era cercano a los 90°.
- Seguidamente, se produjo el contacto con el terreno de la parte superior de la cabina, con la aeronave completamente invertida. A la vez, el fuselaje posterior, a la altura del encastre de los planos, se doblaba hacia delante (en el sentido del movimiento) y el plano derecho tocaba el suelo.
- El plano izquierdo fue el siguiente en contactar con el terreno.
- Por último, el fuselaje posterior cayó hacia la izquierda manteniendo la posición invertida.

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

La autopsia realizada no detectó ningún indicio de problema físico del piloto que pudiese haber afectado a sus capacidades. El fallecimiento del piloto fue debido al impacto.

### **1.14. Incendio**

No aplicable.

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

El arnés mantuvo su integridad durante el impacto y tuvo que ser cortado por los servicios de emergencia, indicando que el piloto lo llevaba puesto en el momento del accidente. La grabación del vuelo muestra que cuatro testigos que estaban en el aeródromo acudieron al lugar del impacto a los 90 s (testigos 1, 2, 3 y 4). La primera llamada fue realizada por el testigo 5 al 112 a las 17:48. Se movilizó a la Guardia Civil, servicios médicos, bomberos y Policía Judicial.

### 1.16. Ensayos e investigaciones

El accidente fue presenciado por siete testigos: el operador de torno, situado en la otra cabecera (a 1300 m del impacto) y seis personas que se encontraban en la cabecera de la pista a unos 300 m del impacto. Se entrevistó a seis de los siete testigos y, además, al jefe de vuelos del Club Clavileño que había estado con el piloto antes del vuelo. Las entrevistas se realizaron dos días después en el propio aeródromo.



Figura 7. Ubicación de los testigos durante el accidente

#### 1.16.1. Declaración del operador del torno

Estaba situado en el torno al final de la pista 28. Había habido varios despegues anteriores pero realizados por otro operador. Él realizó dos vuelos al principio de la tarde, en los que el piloto accidentado le ayudó. No notó nada extraño en su comportamiento. Después se puso como operador de torno, siendo el despegue de la aeronave EC-ESY el primero que realizaba como tornero aquella tarde.

No notó nada en el torno. Las comunicaciones que realizó con el piloto fueron las normales en el inicio del remolque. Cuando estuvo preparado incrementó potencia hasta los 110 km/h (que corresponde a la aguja marcando las "6" en el indicador de velocidad del torno. El despegue fue normal.

La siguiente comunicación del piloto fue "ocho<sup>8</sup>" "ocho" y él aceleró hasta los 130 km/h que es el máximo que proporciona el torno y se consigue colocando la aguja en el "0" del indicador. Pudo observar desde su posición que el avión estaba encabritado, a unos 100-150 m de altura. El avión se fue a la izquierda, según lo veía él. Notó un tirón y que el cable corría más rápido, síntoma de que se había soltado el cable porque vio el paracaídas abierto. Dejó de acelerar dejando el motor al ralentí y luego lo paró por completo. Todo fue muy rápido.

A pesar de la distancia indicó que era capaz de identificar la posición del avión por la silueta. En relación con la operación indicó que en 3 o 4 s se alcanzan los 110 km/h. Describió que la aceleración se incrementa paulatinamente para evitar tirones al planeador.

---

<sup>8</sup> Se refiere a la velocidad indicada en la aeronave reportada en decenas de km/h, es decir, 80 km/h.

### ***1.16.2. Declaración del jefe de vuelos del Club Clavileño***

Llegó al campo junto con otros dos pilotos (el testigo 1 y el testigo 6 que era el presidente del club) alrededor de las 11:00-12:00. El piloto llegó a las 13:00. Había "viento térmico" que describió como viento muy localizado en la pista que produce que de las tres mangas que hay en la pista, una señale la presencia de viento, pero no las demás. Debido a que variaba de dirección estuvieron dudando en qué cabecera poner el torno. Finalmente decidieron que se operaría por la 28.

Desde que llegaron al campo hasta que iniciaron los despegues a las 16:30 (aproximadamente) estuvieron todos allí preparando la operación y las aeronaves. Cuando él despegó a las 16:30 no había viento, la manga estaba caída. No suelen comer habitualmente antes de volar y durante las horas que estuvieron en el aeródromo no vio al piloto ingerir ningún alimento ni bebida. Se comportaba normalmente y no detectó en él ningún síntoma de malestar físico. Cuando ocurrió el accidente estaba en vuelo, pero pudo oír al piloto decir "ocho" "ocho".

Respecto a la operación indicó que este tipo de avión permanece en el suelo unos 50 m y después inicia la rotación a 90 km/h. El avión se suelta automáticamente a unos 500 m de altura sobre la pista recorriendo unos 1500 m de pista, prácticamente en la vertical del torno.

### ***1.16.3. Declaración del testigo 1***

Era alumno del club con 70 vuelos en planeador y estaba ejerciendo de jefe de pista. Llegó al aeródromo a las 11:00-12:00 h. Ayudó a sacar a la pista y preparar tres aviones. Había volado con el piloto en un vuelo de instrucción. La manga de viento no se movía. Llevaba una emisora con la frecuencia del campo.

El piloto sacó él mismo el avión del hangar, y lo colocó en la pista. Desde que llegó hasta que despegó le vio beber agua aproximadamente 30 min antes del despegue. Le ayudó a realizar las comprobaciones del gancho antes del despegue y a preparar la aeronave. Cuando estuvo listo para el despegue, él fue la persona que confirmó al piloto en la frecuencia del aeródromo que todo estaba listo ("avión limpio, cable azul, pista libre y fusible azul").

La salida y la rotación fueron normales. Vio que bajó el morro, y posteriormente escuchó al piloto decir por la frecuencia "ocho" "ocho". Lo siguiente que vio fue que el avión se ponía casi completamente vertical (casi con 70°), que "estaba suelto" (refiriéndose a que se había soltado el cable) y el "hachazo a la derecha". Se encontraba en la cabecera de la pista junto con otro piloto que además era el presidente del club. Ambos vieron que el paracaídas se le había inflado.

La última comunicación que hizo por frecuencia al piloto fue "estás suelto", haciendo referencia a que el paracaídas estaba inflado. No hubo ninguna respuesta por parte del piloto.

Estimó que la altura alcanzada fue de 100-150 m.

### 1.16.4. Declaración de testigos 2, 3, 4 y 5

Se encontraban en la cabecera de la pista 28 cuando ocurrió el accidente. Eran cuatro amigos, uno de los cuales (testigo 2) estaba interesado en el vuelo sin motor. Ninguno tenía experiencia ni conocimientos aeronáuticos. El testigo número 2 era la segunda vez que se encontraba en el campo. Los otros testigos (3, 4, 5) era la primera vez que veían el vuelo de un planeador.

Llegaron juntos a las 17:30. En la zona de la cabecera 28 se encontraban el testigo 6, el testigo 1, el piloto y ellos cuatro. Durante los 15 min hasta el despegue, vieron al piloto preparar el avión e ir a su coche a por la cámara que instaló en el plano izquierdo. Le vieron ponerse el paracaídas. El piloto incluso bromeó con ellos y les preguntó si querían volar. No les llamó la atención nada en su forma de actuar.

Describieron que la aeronave despegó (uno de ellos describió que resbalando a la izquierda), que aceleró, ascendió encima de la pista muy vertical y luego vieron el hachazo. Lo vieron muy "encabritado". El ángulo que estimaron fue entre 50° y 80°. También vieron el paracaídas inflado encima de la pista.

No había viento y hacía mucho calor, 34-35°C. Tras ver el accidente se acercaron a la aeronave y fue uno de ellos, el testigo 2, el que llamó al 112.

## 1.17. Información sobre organización y gestión

### 1.17.1. Operación de remolque por torno

El remolque por torno es un procedimiento de remolque de veleros en el que se sustituye a la aeronave por una máquina (torno) operada por un tornero. Se suelen distinguir 4 fases:

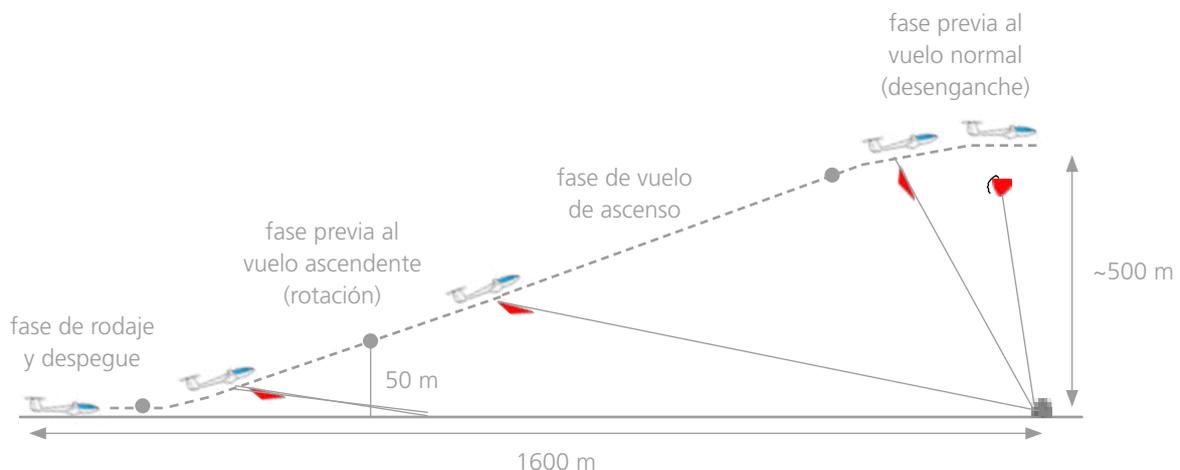


Figura 7. Fases en el remolque por torno

El procedimiento, de forma muy simplificada, consiste en:

- Ubicar y fijar el torno en el extremo opuesto de la pista por la que se va a realizar el despegue.
- Extender el cable por la pista (con un vehículo a menos de 40 km/h) hasta el velero, al que se unirá por medio de un gancho que se encuentra en el fuselaje. En el caso del aeródromo de La Mancha, se extiende 1600 m.
- Cuando el velero está preparado para el despegue, el operador del torno empieza a acelerar el motor del torno hasta la velocidad que sea necesaria según el velero. En este caso la velocidad era de 110 km/h y esta velocidad se alcanza en 4 segundos.
- El velero empieza a ganar velocidad, hace la rotación y comienza el ascenso.
- Seguirá ganando altura a la vez que el torno está recogiendo cable.
- Una vez que el velero ha alcanzado la altitud máxima se produce el desenganche del velero del torno. Por diseño, esta suelta se produce cuando el ángulo formado por el eje longitudinal de la aeronave y la cuerda alcanzan un ángulo cercano a los 90°. En el caso del torno de La Mancha, a  $83\pm 7^\circ$ .
- El velero sigue el vuelo de forma autónoma y el cable cae al suelo para ser recogido y vuelto a utilizar para el siguiente remolque. Para amortiguar la caída del cable, este lleva instalado un paracaídas de frenado, de color rojo muy visible, en serie con el cable. El paracaídas permanece cerrado cuando se mantiene la tensión en los extremos. Cuando pierde esta tensión se abre.

Existen mecanismos en el torno (guillotinas), a bordo (palanca de suelta del cable) y en el propio cable (fusible) que permiten cortar de forma inmediata la unión entre torno y aeronave para gestionar posibles emergencias y evitar excesivas cargas de tracción a la aeronave.

Durante todo el proceso de remolque se realizan distintas comunicaciones por radio entre el piloto, el operador de torno y el jefe de pista. Estas comunicaciones deben mantenerse desde la preparación del despegue hasta el momento de la suelta y, aunque pueden variar, las del Club de Vuelo Clavileño son las siguientes:

- Fase de preparación:
  - Piloto: *"Un minuto"*
  - Operador de torno: *"Recibido un minuto"*
  - Piloto: *"Cable (color), tensando para (velocidad en decenas km/h)"*
  - Operador de torno: *"Auriculares puestos, cable (color), pista libre, tensando para (velocidad en decenas de km/h)"*

- Fase de rodaje y despegue:
  - Piloto: *“Remolcando”*
- Fases de ascenso:
  - Piloto: *“(Velocidad en decenas de km/h)”* continuamente durante todo el ascenso hasta la suelta. Esta velocidad hará que el tornero modifique la velocidad en el torno.
- Fases de desenganche:
  - Piloto: *“Velero libre”*

El Club de Vuelo Clavileño había emitido, en el año 2007, un documento de quince páginas denominado *“Apuntes sobre el remolque a torno”* que fue facilitado a la CIAIAC por uno de los dueños de la aeronave. En él se explicaba con detalle la operación del remolque por torno, los elementos necesarios, las fases del vuelo, los procedimientos a seguir y cómo actuar ante las posibles emergencias que pudiesen aparecer.

De interés para la investigación se copian, literalmente algunos extractos de este documento:

- *Capítulo 9. Técnica de remolque. A. Rodaje y despegue:*
  - *En ningún caso se deberá despegar con viento, o componente de cola, aunque sea de escasa intensidad. (Esta advertencia se indica con letra mayúscula, de color rojo, de mayor tamaño y en dos ocasiones a lo largo del documento).*
  - *El piloto tendrá su mano derecha en la palanca, de forma que no transmita movimientos involuntarios a causa de la aceleración, y la mano izquierda lista para soltar el cable si ello fuese necesario. Se deberá estar preparado en todo instante a abortar el despegue si la situación amenazase algún peligro.*
  - *Si al comenzar el remolque hubiese un tirón de salida tan brusco que el velero, rodando o en vuelo sobrepasase al paracaídas, el piloto soltará el cable.*
- *Capítulo 9. Técnica de remolque. B. Fase previa al vuelo ascendente (rotación):*
  - *Si durante esta fase el piloto encontrase una falta de potencia, se abstendrá de seguir incrementando el encabritado, y si esta situación se mantuviese, deberá buscar la línea de vuelo e incluso soltar el cable, sin picar tanto que pudiera dar alcance al paracaídas de frenado. Esta situación se previene con un suministro de velocidad en el torno superior a la estrictamente necesaria para esta fase.*
  - *Al llegar a esta fase se deben haber superado los 50 m de altura y haber alcanzado la velocidad recomendada para una subida uniforme.*
- *Capítulo 11. Coordinación y emergencias. C. Velocidad inadecuada:*
  - *Si durante el remolque se notara una apreciable reducción de velocidad, se bajará algo el morro para estar en posición más segura, y se solicitará más*

*potencia al torno, y si este aumento no llegase buscará la línea de vuelo y se soltará.*

- *Si, por el contrario, la velocidad es muy alta se bajará el morro, para no sobrepasar la velocidad límite fijada por el fabricante del velero para el remolque por torno.*
- *Cuando por causa de una emergencia el velero esté por debajo de 150 m, se aterrizará en línea recta. Si está alrededor de 150 m se podrá hacer un tráfico.*

Se han consultado los manuales, guías, presentaciones, recomendaciones e instrucciones para pilotos e instructores publicados por la Fuerza Aérea Argentina y la BGA (*British Gliding Association*) sobre el remolque por torno. En toda la documentación se indica que, en caso de emergencia, se deberá adoptar la actitud de recuperación adecuada bajando el morro de la aeronave y soltar el cable de forma inmediata (la BGA indica que antes de medio segundo).

### **1.18. Información adicional**

No aplicable.

### **1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces**

No aplicable.

## 2. ANÁLISIS

El sábado 31 de agosto de 2019, el planeador EC-ESY modelo GROB ASTIR IIB, sufrió un accidente durante una operación de remolque por torno del Club Clavileño en el aeródromo de La Mancha (Toledo). La investigación ha determinado que la aeronave llegó a alcanzar una altura máxima sobre la pista de 50 m para, a continuación, realizar un descenso al mismo tiempo que aumentaba el ángulo de balance hacia la derecha hasta superar los 90°. Se ha confirmado que durante los 18 s de duración total del vuelo el cable de remolque se mantuvo unido a la aeronave. El contacto de la aeronave con el terreno se produjo con un ángulo de balance cercano a los 120°, a 65 m a la derecha del eje de la pista y tras un desplazamiento de 310 m.

El análisis de este accidente se ha dividido en las siguientes partes:

- 2.1: aspectos generales sobre el piloto y la aeronave
- 2.2: el despegue: velocidades y geometría aeronave-cable
- 2.3: la gestión del vuelo por parte del piloto

### 2.1. Aspectos generales sobre el piloto y la aeronave

#### 2.1.1. Estado del piloto antes del vuelo

Todos los testigos coincidieron en que el piloto mostró un comportamiento normal antes del vuelo. La naturaleza de la conversación mantenida con cuatro testigos indicaba que interactuaba correctamente y en un tono distendido; el volumen, el contenido y la cadencia del habla durante las comunicaciones previas al despegue fueron normales, las colaciones fueron correctas y en tiempo; y el tono de voz era tranquilo. La postura física, con el brazo izquierdo apoyado en la ventana durante casi todo el vuelo, sugiere una actitud relajada del piloto ante la operación que iba a realizar.

Como único aspecto a señalar del periodo previo al vuelo se menciona el hecho de que, durante las cuatro horas centrales del día, en un día caluroso, el piloto no ingirió ningún alimento, solo un poco de agua media hora antes del vuelo, según un testigo. Si esto tuvo alguna consecuencia en las capacidades del piloto durante el vuelo no se ha podido establecer. La autopsia no ha revelado ningún indicio en este sentido y tampoco se ha detectado en el comportamiento del piloto.

Por lo tanto, en relación con la condición del piloto antes del despegue, se concluye que su comportamiento fue normal y no se considera de influencia en el accidente.

#### 2.1.2. Estado del piloto durante el vuelo

Los resultados de la autopsia no han proporcionado ningún indicio de incapacitación física del piloto que le hubiese podido afectar. En este mismo sentido, la grabación del

vídeo permitió confirmar que el piloto se mantenía erguido y que movió el brazo izquierdo, los pies y las manos, a juzgar por el movimiento de las superficies de control. Estos movimientos se pudieron identificar durante todo el vuelo, descartando la incapacidad completa repentina del piloto como posible influencia en el accidente.

La posición física del piloto manteniendo el brazo izquierdo apoyado en la ventanilla durante el vuelo sugiere familiaridad y relajación. Las actuaciones realizadas durante este vuelo (agarrar el micrófono con la mano izquierda para hablar por la radio, el punto de rotación y los perfiles de despegue) se han podido observar también en otros vuelos del mismo piloto, descartando comportamientos anómalos o fuera de lo habitual.

Por lo tanto, se concluye que:

- Durante el vuelo el piloto estuvo consciente.
- Mostró comportamientos similares a los observados en otros vuelos.
- El piloto realizaba una actividad con la que se sentía "cómodo".
- La aeronave estuvo comandada por el piloto hasta el final del vuelo.

### *2.1.3. Experiencia del piloto en remolque a torno*

Los procedimientos y recomendaciones para realizar remolques con torno de forma segura insisten en la necesidad de mantener, durante la fase de remolque, la mano derecha en la palanca de control y la izquierda en la palanca de la suelta del cable. Debido a la cercanía al terreno durante las primeras fases del despegue mantener la mano izquierda en esta palanca es esencial para conseguir liberar el cable lo antes posible en caso de emergencia. La posición del brazo izquierdo apoyado sobre la ventanilla, en lugar de agarrar la palanca de suelta del cable, no es la posición más recomendada, pero es consistente con una actitud del piloto confiada y familiar ante el vuelo.

Esta confianza se observó también en la consideración del viento. La presencia de viento en cola y cruzado estuvo presente, al menos, durante los dos minutos previos al despegue y el inicio del despegue, ya que fue grabado por la cámara. No consta ningún comentario al respecto a pesar de que los apuntes del Club de Vuelo Clavileño indican taxativamente que nunca debe operarse con viento en cola. No se considera de influencia en el accidente, ya que probablemente como indicaba el personal que operó ese día, se trataba de un viento de baja intensidad y muy localizado, pero sí es otro indicio más sobre la confianza en sus propias capacidades con la que el piloto realizaba el vuelo.

La información recopilada durante la investigación indica que, efectivamente, el piloto era un piloto de alta experiencia en planeador, con más de 1200 vuelos y casi 1000 h de vuelo totales, con actividad regular en este tipo de aviación desde hacía 12 años.

Sin embargo, de toda su actividad en planeador solo el 10% se había realizado con remolque con torno. Aunque durante los últimos dos años esta actividad había sido más frecuente, el remolque por torno no era su operación habitual. Esto se reflejaba, por ejemplo, en los perfiles de ascenso que se pudieron observar tanto en este vuelo como en otros vídeos recopilados y en las declaraciones de sus compañeros, que indicaron que no se caracterizaba por realizar “trepadas” muy pronunciadas. El remolque por aeronave, por ser una maniobra de despegue mucho más dilatada en el tiempo, donde la evolución del velero es similar a la de la aeronave que lo remolca, no requiere de unos ángulos de ascenso tan pronunciados como en el remolque por torno. Por lo tanto, se considera que la actitud de ascenso con poco ángulo de asiento habitual en el piloto durante los despegues por torno, probablemente estaba condicionada por su mayor habituación a los remolques con aeronave.

Por último, se considera de posible influencia el hecho de que el piloto llevaba sin volar casi todo el mes de agosto, veintidós días, y que la actividad principal durante el mes anterior habría sido realizada con remolque por aeronave en Santo Tomé del Puerto.

La experiencia en la aeronave que volaba era muy dilatada en el tiempo (desde hacía 12 años), por lo que se descarta como factor en el accidente.

### **2.1.4. Aeronave**

Respecto a la aeronave, las comprobaciones previas al vuelo confirmaron que los movimientos de las superficies de mando eran coherentes con el desplazamiento de los mandos. El piloto comprobó en varias ocasiones su correcta actuación antes del despegue. Desde su traslado al campo de La Mancha, la aeronave había volado tres días por lo que cualquier fallo de instalación de mandos durante el montaje tras el traslado, habría sido detectado con anterioridad al vuelo.

La suelta del gancho también fue comprobada, y así quedó grabada en el vídeo, antes del despegue. La comprobación requirió la presencia del jefe de pista, por lo que cualquier fallo en este sistema habría sido detectado en ese momento. El funcionamiento de la liberación del cable por geometría fue igualmente comprobado en los restos con resultado satisfactorio.

En conclusión, se descarta la posible contribución de un fallo de la aeronave en el accidente.

## **2.2. Velocidades y geometría aeronave-cable**

El remolque por torno es una maniobra que se caracteriza, sobre todo, por la rapidez en que transcurre el proceso completo. La aceleración inicial a la que se somete a la aeronave es elevada (la velocidad pasa de 0 a 100 km/h en 3 s); el ascenso inicial es muy rápido; los ángulos de asiento son altos; se debe conseguir una geometría adecuada cable-aeronave; y es necesario asegurar y mantener unas velocidades similares en el conjunto torno-cable-aeronave que permitan el arrastre continuo de la aeronave.

Las secuencias del vídeo incluidas en el apartado 1.11 muestran que la aeronave solo completó dos de las cuatro fases<sup>9</sup> que se definen en el despegue por torno: la fase de rodaje y despegue que duró 9,4 segundos, y la fase previa al vuelo ascendente (rotación) que duró 2,9 segundos. Los 6,1 segundos de vuelo hasta el impacto correspondieron al descenso de la aeronave.

### ***2.2.1. Fase de rodaje y despegue***

De estas dos fases, la primera se completó de forma satisfactoria, manteniéndose la tensión del cable de remolque. La secuencia indica que, tal y como describió el operador del torno, el remolque se inició de forma paulatina para no inducir cargas en el planeador. Durante los 6,5 s iniciales, el torno tensó el cable (desapareciendo de la imagen) y aumentó la velocidad de forma paulatina, arrastrando a la aeronave lentamente y recorriendo 10 m.

Durante los últimos tres segundos de esta fase se pudo observar cómo la velocidad aumentaba muy rápidamente, y la aeronave recorría 55,6 m, tal y como se desarrolla habitualmente esta operación. Según la declaración del operador de torno la velocidad en este momento debían ser los 110 km/h establecidos para el remolque de este velero.

El punto final de esta fase corresponde al momento de la rotación que, en este caso, se produjo a los 9,463 s, a la altura del edificio del club. Utilizando las referencias visuales de las fachadas este y oeste de este edificio, se ha calculado una velocidad de 124 km/h inmediatamente antes de la rotación. Respecto a este valor, se debe considerar como un valor orientativo y no como un dato exacto, ya que se ha obtenido a partir de un vídeo con los errores que ello puede conllevar. La velocidad de remolque del torno tampoco es exacta, ya que el indicador de 110 km/h no está marcado en el indicador de velocidad, sino que se utiliza una posición aproximada de la aguja (figura 2), y no se realiza ninguna comprobación de la velocidad del torno.

Este valor calculado, aun como valor orientativo, es superior a los 90-100 km/h en los que esta aeronave suele realizar la rotación.

Terminada la fase de rodaje que tuvo una duración total de 9,4 s, la aeronave inició la segunda fase.

### ***2.2.2. Fase previa al vuelo ascendente (rotación)***

Durante los 2,9 s en que la aeronave se mantuvo en ascenso, el evento más importante fue la pérdida de tensión del cable de remolque, que pudo observarse en el vídeo con la disminución de la distancia entre aeronave y paracaídas, la apertura del paracaídas y en el descenso del cable. Esta falta de tensión en el cable se mantuvo durante 4,9 s cubriendo no solo el ascenso sino parte del descenso.

---

<sup>9</sup> La referencia a las fases utilizada en el análisis es la definida en la documentación del club (1.17.1).

Tras elevarse 1 m aproximadamente, la aeronave se mantuvo paralela al suelo sin incrementar el ángulo de asiento (apenas 5°). En los siguientes dos segundos este ángulo aumentaría hasta un máximo de 19,4° incrementando su altura hasta alcanzar 50 m sobre la pista. Este aumento de altura se realizó a costa de la energía cinética, es decir, de la velocidad, ya que durante todo este periodo la aeronave no estaba siendo arrastrada. Como consecuencia la aeronave disminuyó su velocidad hasta que comenzó a descender.

La falta de tensión en el cable es evidente para el piloto ya que deja de sentir tracción. Desde su posición en la cabina no le es posible visualizar el paracaídas, pero no hay posibilidad de confusión en cuanto a detectar si está siendo remolcado o no. En este caso, las imágenes confirman que el piloto, durante este ascenso, realizó el movimiento del brazo izquierdo que siempre realizaba para comunicar por la radio. No se ha podido determinar con exactitud en qué momento inició la comunicación radio, pero con el contenido de la misma solicitaba mayor velocidad en el torno. Es decir, parece inequívoco que el piloto era consciente de la configuración aeronave-cable que estaba ocurriendo y la acción solicitada era coherente con la situación.

La causa por la que se produjo la pérdida de tensión no ha podido ser determinada y se analizan distintas posibilidades:

- por disminución de potencia en el torno
- por una excesiva velocidad de la aeronave
- por una combinación de ambas

El vídeo, única fuente de información en este caso, no ha permitido calcular la velocidad de arrastre del torno durante esta fase por falta de referencias externas adecuadas. La actividad inmediatamente anterior y posterior del torno no evidenció problemas de funcionamiento, de ningún tipo, del torno. El operador tampoco reportó incidencias durante el remolque, indicando que aceleró hasta los 110 km/h con normalidad. Por otro lado, el cálculo de la velocidad inmediatamente antes de la rotación resulta en un valor anormalmente alto de la aeronave para la rotación, incluso aceptando un margen de error en el cálculo. Esto pudo deberse a varias causas, por un lado, por la imprecisión que existe a la hora de establecer la velocidad en el torno. Y, por otro lado, al hecho de que el conjunto torno-cable-aeronave es un sistema elástico, donde el cable extendido 1600 m, pudo haber introducido algún tipo de aceleración momentánea en la aeronave y aumentar su velocidad inmediatamente antes de la rotación. Esta posibilidad, de hecho, está contemplada en la casuística de los apuntes del Club de Vuelo Clavileño.

Esto, junto con el hecho de que tras elevarse la aeronave mantuvo una posición nivelada paralela a la pista durante un segundo, pudo haber producido que, incluso manteniendo el torno su velocidad, la aeronave avanzase más rápidamente que el torno. Sea cual fuere la causa de esta situación, la gestión de la misma es idéntica y es una de las emergencias contempladas en este tipo de remolques.

### 2.3. La gestión del vuelo por parte del piloto

De los 18 segundos que duró el vuelo completo, sólo 2,9 fueron de ascenso debido a que inmediatamente tras la rotación la aeronave dejó de ser remolcada por el torno.

Esta configuración aeronave-cable es una de las emergencias que pueden ocurrir en el remolque por torno y, como tal, se contemplan en los procedimientos. Independientemente de la causa de esta situación, el procedimiento a seguir consiste en accionar inmediatamente la suelta del cable y aterrizar en la pista.

En este caso la decisión del piloto fue continuar con el ascenso, aumentar el ángulo de ataque y solicitar mayor potencia al operador de torno, probablemente con la confianza de recuperar la tracción y seguir con el despegue satisfactoriamente. La comunicación por radio mantuvo al piloto con el brazo izquierdo doblado, y no en la palanca de suelta del cable, durante un total de cinco segundos, que cubrieron todo el ascenso y parte del descenso. Esta práctica no es la recomendada, y más especialmente para esta fase de vuelo, en la que la cercanía al terreno precisa de una actuación inmediata sobre la suelta del cable para asegurar la recuperación del vuelo.

El aumento de altura se produjo a costa de perder velocidad y llevó a la aeronave a entrar en pérdida e iniciar un descenso. La comunicación por radio tuvo como consecuencia un aumento de la potencia en el operador del torno, tal y como se esperaba. Esta acción se vio reflejada ya con la aeronave en descenso en el segundo 14,623, en el que se volvió a ver el cable en tensión y se identificó claramente un aumento del ruido aerodinámico, señal inequívoca de que el torno volvía a arrastrar a la aeronave. Según el operador de torno, en este momento estaba aplicando 130 km/h, la máxima potencia y el piloto todavía mantenía el brazo izquierdo doblado.

Tras la recuperación de la tensión en el cable, con la aeronave en una posición de cabeceo positivo de 19° y en descenso, el alabeo de la aeronave hacia la derecha aumentó muy rápidamente. Se han identificado actuaciones del piloto para contrarrestar este alabeo aplicando mando hacia la izquierda y pie izquierdo (guiñada a la izquierda) que no fueron suficientes para recuperar el control de la aeronave. A los 16,229 s, es decir, un segundo y medio después de la recuperación de la tracción, y tras estar 4 s en descenso, el alabeo era ya de 45° hacia la derecha. Hacía un segundo que había liberado su mano izquierda, es decir, que tenía la mano izquierda libre para haber actuado sobre la suelta del cable, pero sin embargo no lo hizo.

A partir de este momento, el piloto comandó un alabeo hacia la derecha deflectando completamente el alerón izquierdo hacia abajo. Esta actuación, al igual que no actuar sobre la suelta del cable, no responde a ninguna maniobra de recuperación.

En ningún momento el piloto actuó sobre la suelta del cable, sino que este se soltó en el momento del impacto de la cabina con el terreno.

Como conclusión sobre la gestión de la emergencia, se considera que fue inadecuada tanto en el ascenso como en el descenso, probablemente como consecuencia de un exceso de confianza del piloto en sus propias capacidades:

- Durante el ascenso, el piloto no aplicó el procedimiento de emergencia de suelta del cable y aterrizaje por derecho, ante una situación clara y evidente de falta de tracción.
- Durante el descenso y alabeo, las actuaciones sobre el mando de alabeo para nivelar la aeronave fueron inicialmente adecuadas en cuanto al sentido (alabeo hacia la izquierda) pero no de la suficiente intensidad. La aplicación de mando se realizó con la aeronave ya en pérdida por lo que la eficacia de las superficies estaba ya limitada. En los últimos segundos del descenso, además, la actuación del piloto fue contraria a la de recuperación, comandando un alabeo a la derecha. Tampoco en el descenso actuó sobre la suelta del cable.

Respecto a la operación del torno, se ha confirmado que se detuvo durante el impacto de la aeronave con el terreno y no antes. La distancia de más de 1 km entre el operador de torno y la aeronave hacían imposible que el primero apreciase lo que estaba ocurriendo. La única fuente de información fue la comunicación del piloto y este solo solicitó mayor velocidad, acción que el operador del torno ejecutó y así se confirmó en el vídeo. El problema estuvo en que cuando el aumento de tracción apareció, la aeronave estaba en descenso, en pérdida, todavía enganchada al cable y con un ángulo de asiento elevado. Esto agravó la situación incrementando el alabeo que se estaba empezando a producir.

### **3. CONCLUSIONES**

#### **3.1. Constataciones**

General:

- El piloto acumulaba alta experiencia en vuelo en planeador (más de 1200 vuelos).
- La actividad principal y habitual del piloto era en remolque por aeronave.
- El 10% de la experiencia del piloto era en remolque por torno.
- El piloto era propietario de la aeronave desde hacía 12 años.
- La aeronave acumulaba 1914 h totales de vuelo.
- El torno acumulaba cerca de 10000 remolques.
- El piloto llevaba sin volar 22 días.
- Las condiciones meteorológicas eran adecuadas para el vuelo visual.
- La pista en servicio era la 28.
- El despegue se produjo con viento en la cabecera 28 de dirección 235° y entre 5-10 km/h.
- El torno había pasado la inspección diaria y había realizado varios remolques anteriores satisfactoriamente.

General sobre el vuelo:

- El piloto realizó comprobaciones sobre los mandos y el gancho antes del despegue.
- El piloto realizó las comunicaciones por radio de forma adecuada y correcta.
- El piloto mostraba una actitud relajada ante la operación que iba a realizar.
- La aeronave estuvo comandada por el piloto hasta el final del vuelo.
- El vuelo tuvo una duración total de 18,5 s: 9,4 s de rodaje, 2,9 s de ascenso y 6,2 s de descenso.

Sobre la fase de rodaje y despegue:

- La fase de rodaje y despegue duró 9,4 s.
- El torno inició el remolque de forma paulatina hasta los 110 km/h (según el tornero).
- La aeronave inició la rotación tras recorrer 65,6 m sobre la pista.
- La velocidad de la aeronave inmediatamente antes de la rotación era superior a los 110 km/h.

Sobre la fase previa al vuelo ascendente (rotación):

- La fase previa al vuelo ascendente duró 2,9 s.
- Esta fase se produjo sin tensión en el cable de remolque.
- El piloto solicitó mayor velocidad al operador de torno.
- La aeronave ascendió hasta alcanzar 50 m sobre la pista.
- El ángulo de asiento máximo fue de 19,4°.
- Durante esta fase, la aeronave ganó altura perdiendo velocidad.

Sobre el descenso:

- El descenso duró 6,1 s.
- El cable recuperó tensión cuando la aeronave estaba en descenso.
- El alabeo hacia la derecha se desarrolló muy rápidamente tras la aparición de la tensión en el cable.
- El piloto comandaba alabeo a la izquierda y guiñada a la izquierda, hasta que dos segundos antes del impacto, cambió el alabeo hacia la derecha.
- El piloto no accionó en ningún momento la suelta del cable.

Sobre el impacto:

- El impacto se produjo a los 18,5 s del inicio del vuelo.
- El cable estaba unido a la aeronave y se soltó por geometría durante el impacto.
- La zona de contacto inicial con el terreno se produjo a 65 m a la derecha del eje y tras recorrer 310 m.
- La aeronave impactó en una posición de alabeo cercano a los 120°. El extremo del plano derecho fue el primero en realizar el contacto con el terreno.
- Tras el contacto del plano derecho, la aeronave incrementó su alabeo hasta colocarse en posición invertida, impactando seguidamente la cabina y por último el fuselaje posterior y el conjunto de cola.
- Salvo el plano derecho, el resto de la aeronave quedó en posición invertida.
- La aeronave quedó fraccionada en tres partes.

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

Se considera que la causa del accidente de la aeronave EC-ESY fue la gestión inadecuada de la ejecución del procedimiento de despegue por torno.

#### **4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL**

Ninguna.