Informe técnico
A–029/2022

Accidente ocurrido a la aeronave TECNAM P2008 JC, matrícula EC-NKE, el 04 de junio de 2022 en el aeropuerto de Madrid-Cuatro Vientos (Madrid, España)

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

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE
SUBSECRETARÍA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

ADVERTENCIA

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

De conformidad con lo señalado en el art. 5.4.1 del Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional; y según lo dispuesto en los arts. 5.6 del Reglamento (UE) nº 996/2010, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de octubre de 2010; el art.15 de la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea; y los arts. 1 y 21.2 del R.D. 389/1998, esta investigación tiene carácter exclusivamente técnico y se realiza con la finalidad de prevenir futuros accidentes e incidentes de aviación mediante la formulación, si procede, de recomendaciones que eviten su repetición. No se dirige a la determinación ni al establecimiento de culpa o responsabilidad alguna, ni prejuzga la decisión que se pueda tomar en el ámbito judicial. Por consiguiente, y de acuerdo con las normas señaladas anteriormente la investigación ha sido efectuada a través de procedimientos que no necesariamente se someten a las garantías y derechos por los que deben regirse las pruebas en un proceso judicial.

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

ÍNDICE

ADVERTENCIA i
ABREVIATURAS iiv
SINOPSIS v
1.- INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS 1
1.1.- Reseña del accidente 1
1.2.- Lesiones a personas 1
1.3.- Daños sufridos por la aeronave 2
1.4.- Otros daños 2
1.5.- Información sobre el personal 2
1.6.- Información sobre la aeronave 3
1.7.- Información meteorológica 6
1.8.- Ayudas para la navegación 6
1.9.- Comunicaciones 6
1.10.- Información de aeródromo 9
1.11.- Registradores de vuelo 9
1.12.- Información sobre los restos de la aeronave 9
1.13.- Información médica y patológica 9
1.14.- Incendio 10
1.15.- Aspectos relativos a la supervivencia 10
1.16.- Ensayos e investigaciones 10
1.16.1 Inspección de la aeronave 10
1.16.2 Análisis de residuos en cilindros 13
1.16.3 Información proporcionada por el fabricante del motor 14
1.16.4 Prueba funcional de bombas de combustible, sensor de presión y cajas de ignición 14
1.16.5 Información proporcionada por Quality Fly 16
1.16.6 Información proporcionada por el fabricante de la aeronave 17
1.16.7 Consulta relativa al modelo de aeronave 17
1.17.- Información organizativa y de dirección 18
1.18.- Información adicional 18
1.19.- Técnicas de investigación especiales 18
2.- ANÁLISIS 18
2.1 Depósitos de carbonilla en cilindros 18

2.2 Comprobación del estado de bombas, sensores de presión de combustible y cajas de ignición..... 19
3.- CONCLUSIÓN 20
3.1.- Constataciones 20
3.2.- Causas/Factores contribuyentes..... 20
4.- RECOMENDACIONES 21

ABREVIATURAS

AENA.....Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea

AESA. .....Agencia Estatal de Seguridad Aérea

ANSV.....Agencia Nacional para la Seguridad del Vuelo

ATO. .....Organización de entrenamiento aprobada

AVGAS .....Combustible de aviación

CPL(A).....Licencia de piloto comercial de avión

CR(A) MEP(terrestre). .Habilitación de avión multimotor de pistón terrestre

CR(A) SEP(terrestre)...Habilitación de avión monomotor de pistón terrestre

CS VLA.....Especificaciones de certificación para aeronaves ligeras

EASA.....Agencia Europea de Seguridad Aérea

FI(A).....Habilitación de instructor de avión

ft.....Pie

h.....Hora

HL .....Hora Local

HP.....Caballos de potencia

IR(A) .....Habilitación de vuelo instrumental de avión

kg.....Kilogramo

KIAS. .....Velocidad indicada en nudos

kt.....Nudos

l.....Litro

m.....Metro

TR(A). .....Habilitación de tipo de avión

VFR .....Reglas de vuelo visual

Informe técnico

A-029/2022

Propietario y Operador:	QUALITY FLY, S.A.
Aeronave:	TECNAM P2008 JC, matrícula EC-NKE
Fecha y hora del accidente:	04 de junio de 2022; 11:10 HL[1]
Lugar del accidente:	Aeropuerto de Madrid - Cuatro Vientos
Personas a bordo:	1 instructor, 1 alumno, ilesos
Tipo de vuelo:	Aviación general – vuelo de instrucción - dual
Fase de vuelo:	Aterrizaje – aterrizaje de emergencia
Reglas de vuelo	VFR
Fecha de aprobación:	29 de Noviembre de 2023

SINOPSIS

Resumen del accidente

El 04 de junio de 2022, la aeronave TECNAM P2008 JC de matrícula EC-NKE, sufrió un accidente en las inmediaciones del aeropuerto de Madrid - Cuatro Vientos.

Durante un vuelo de instrucción con instructor y alumno a bordo, tras la realización de una maniobra de toma y despegue, se produjo la parada del motor. La tripulación realizó una toma de emergencia al sur del aeropuerto, capotando la aeronave durante la misma. No se produjeron heridos. La aeronave sufrió daños importantes.

La investigación ha determinado que la causa del accidente fue la pérdida de control de la aeronave debida a las irregularidades del terreno, durante la realización de una toma de emergencia fuera de campo tras producirse la parada del motor por causas no identificadas.

[1] La referencia horaria utilizada en este informe es la hora local

1.- INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1.- Reseña del accidente

El sábado 04 de junio de 2022 a las 11:10 h, la aeronave TECNAM P2008 JC, matrícula EC-NKE, experimentó un accidente durante la realización de una toma de emergencia, por parada de motor, en un terreno anexo al aeropuerto de Madrid - Cuatro Vientos.

La aeronave había despegado a las 09:17 h por la pista 27 del mismo aeropuerto para hacer un vuelo de instrucción de 2 h de duración, encontrándose a bordo instructor y alumno. Tras realizar un vuelo de navegación en el sureste de Madrid regresó a Cuatro Vientos con objeto de practicar maniobras de toma y despegue. De acuerdo con lo indicado por el instructor había conectado la bomba de combustible eléctrica al entrar en circuito, y en la primera maniobra autorizada por la pista 27, durante el ascenso y antes de virar a la izquierda para incorporarse al tramo de viento cruzado, a unos 600 ft de altura y 75 kt de velocidad se produjo una indicación de baja presión de combustible, el motor rateó y se detuvo. El instructor indicó igualmente que de forma simultánea se produjo un fallo eléctrico total, apagándose las pantallas en cabina y perdiéndose las comunicaciones con torre. Tras declarar emergencia y tomar los mandos trató de poner en marcha el motor, sin participación del alumno en la gestión de la emergencia. Al no lograrse esto, el instructor decidió hacer un aterrizaje de emergencia en los terrenos adyacentes al sur del aeropuerto. Tras la toma, debido a las irregularidades del terreno se produjo el vuelco de la aeronave.

Ambos ocupantes resultaron ilesos y abandonaron la aeronave por sus propios medios, llegando poco después los servicios de emergencia, los cuales vaciaron el combustible de los depósitos. Se produjeron daños importantes en la aeronave.

1.2.- Lesiones a personas

Lesiones	*Tripulación*	*Pasajeros*	*Total en la aeronave*	*Otros*
Muertos				
Lesionados graves				
Lesionados leves				
Ilesos	2		2	
TOTAL	2		2	

1.3.- Daños sufridos por la aeronave

Durante la toma se produjeron daños que afectaron principalmente al fuselaje, hélice y tren de aterrizaje.

Figura 1. Daños en tren y estabilizador vertical

En la imagen de la Figura 1 se observa la rotura de la pata de morro, y los daños en el extremo del estabilizador vertical producidos en el vuelco.

1.4.- Otros daños

No se produjeron otros daños.

1.5.- Información sobre el personal

El piloto al mando, de 44 años, contaba con licencia CPL(A) expedida el 11 de diciembre de 2017, y habilitaciones CR(A) MEP (terrestre) válida hasta el 28 de febrero de 2023, CR(A) SEP(terrestre) hasta el 28 de febrero de 2024, IR(A) hasta el 30 de abril de 2025, FI(A) hasta el 31 de mayo de 2025, y TR(A) ATR42/72 hasta el 21 de diciembre de 2022.

Disponía asimismo de certificado médico clase 1 válido hasta el 17 de abril de 2023.

De acuerdo con su declaración tenía 1741 h de experiencia en el momento del accidente, de las cuales 128 h eran como instructor.

El alumno a bordo, de 18 años, tenía 37 h de experiencia.

Disponía de certificado médico clase 1 válido hasta el 26 de enero de 2023.

1.6.- Información sobre la aeronave

La aeronave TECNAM P2008 JC de matrícula EC-NKE, es un monomotor con tren de aterrizaje fijo triciclo, fabricada en 2020 y número de serie 1150. Su masa en vacío es de 418 kg y la masa máxima al despegue de 650 kg. La misma está equipada con un motor modelo ROTAX 912S2-01 de 4 cilindros en disposición horizontal y 100 HP de potencia, con número de serie 9139246. Se inscribió en el Registro de Matrícula de Aeronaves Civiles de España el 02 de marzo de 2021. El certificado de revisión de la aeronavegabilidad tenía validez hasta el 20 de mayo de 2023. En el momento del accidente aeronave y motor tenían 666 h de vuelo. La aeronave cuenta con certificado de tipo emitido por EASA Nº EASA.A.583.

La última acción de mantenimiento sobre la misma se realizó el 18 de mayo de 2022, y correspondió a una revisión de 50 h, contando en ese momento la aeronave con 650 h de vuelo.

De acuerdo con la información obtenida el último repostaje había sido el 29/05/22, cargándose 51 l de combustible AVGAS 100LL y quedando los depósitos llenos, sin realizarse vuelos hasta el día del accidente. Este combustible es el disponible en aeropuertos de la red de AENA.

El fabricante del motor indica en el manual de mantenimiento de este que, si se emplea combustible con plomo, como AVGAS 100LL, los cambios de aceite y filtro se harán cada 50 h. En caso de utilizar combustible sin plomo, los cambios se harán cada 100 h.

En el caso de la aeronave EC-NKE, el operador indicó que se habían utilizado anteriormente tanto combustible de automoción como AVGAS 100LL, haciéndose los cambios de aceite y filtro según los registros aportados cada 50 h, tal y como se indica el fabricante.

En el manual de revisión general (“overhaul”) del motor, el fabricante hace referencia a la eliminación de depósitos de carbonilla en los cilindros, indicando que los mismos son previsibles cuando se usa combustible AVGAS 100LL. El manual de mantenimiento en línea no hace referencia dentro de las inspecciones periódicas correspondientes a la detección o eliminación de depósitos de este tipo.

En la imagen de la Figura 2 se incluye el esquema eléctrico de la aeronave proporcionado en el manual de mantenimiento. La fuente primaria de energía eléctrica es un alternador accionado por medio de correa, indicado en el esquema, para alimentar las cargas eléctricas.”

El encendido de la mezcla en los cilindros se realiza por medio de dos cajas de ignición electrónicas, que una vez en marcha el motor, reciben alimentación del alternador.

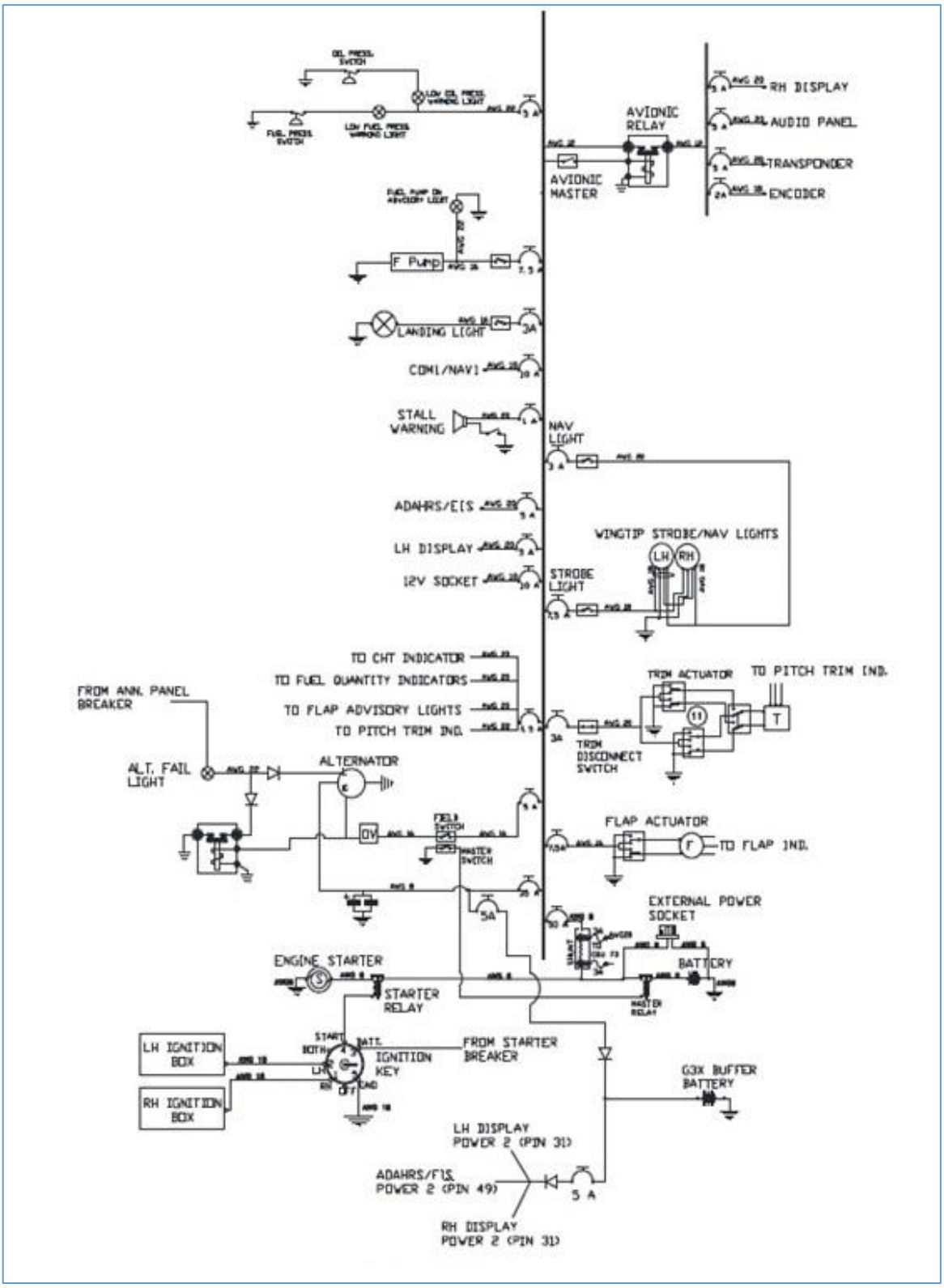


Figura 2. Sistema eléctrico TECNAM P2008JC

De acuerdo con el Manual de Vuelo de la aeronave, el procedimiento para poner en marcha el motor tras un fallo de este durante el vuelo es el siguiente:

1. Calefacción del carburador: ON (si es necesaria)
2. Bomba eléctrica de combustible: ON
3. Indicador de medida de combustible: comprobar
4. Selector de combustible: seleccionar depósito contrario si no está vacío
5. Llave de encendido: BOTH
6. Llave de encendido: START
7. Mando de gases: seleccionar potencia que sea requerida

En caso de que no se consiga poner el motor en marcha:

1. Asegurar motor (palanca de gases a ralentí, llave de encendido en OFF, selector de combustible en OFF, bomba de combustible en OFF, alternador en OFF).

2. Realizar aterrizaje de emergencia:

    a. Flaps: arriba
    b. Velocidad indicada: 71 KIAS
    c. Encontrar un sitio apropiado para aterrizar con seguridad.
    d. Llave selectora de combustible: OFF
    e. Bomba de combustible: OFF
    f. Llave de encendido: OFF
    g. Cinturones: apretar

3. En el momento de aterrizar:

    a. Flaps: como se considere
    b. Alternador e interruptor principal: OFF

La aeronave cuenta con 2 pantallas en cabina, en las que se integran los distintos instrumentos. Según ha indicado el fabricante esta es la configuración aprobada, no pudiendo ser modificada o customizada. La batería principal proporciona la energía necesaria para el arranque y alimenta las cargas esenciales en caso de fallo del alternador, pudiendo según el Manual de Vuelo proporcionar potencia eléctrica durante 30 min. La aeronave está equipada asimismo con transponder.

En la Figura 3 se adjunta una imagen del panel de instrumentos de la aeronave, en la que puede verse la no disponibilidad de instrumentos analógicos básicos de vuelo (indicador de velocidad, altímetro y variómetro).

Figura 3. Panel de mandos TECNAM P2008JC EC-NKE

1.7.- Información meteorológica

Las condiciones meteorológicas no eran limitativas para la operación.

1.8.- Ayudas para la navegación

En la información radar disponible, proporcionada por ENAIRE, se observa como la traza correspondiente a la aeronave desaparece de pantalla a las 11:09:29 h, siendo la última indicación registrada de 2600 ft en ascenso.

1.9.- Comunicaciones

De acuerdo con la información proporcionada, a las 11:09:03 h y durante el ascenso tras la realización de una maniobra de toma y despegue, el piloto comunicó a la torre del aeropuerto de Madrid-Cuatro Vientos que debía aterrizar debido a una indicación de baja presión de combustible. Dicha comunicación se cortó, sin poder ser terminada.

Tras observar como el tráfico perdía altura, la alarma fue activada.

Se adjunta a continuación un extracto de las comunicaciones registradas.

Instant	*Station*	*Communication*
09:02:47	QFY22A	"Tower this is QFY22A with information N, reaching S point"
09:02:52	LECU TWR	"QFY22A hello, join left downwind runway 27, QNH 1017 information O"
09:02:57	QFY22A	"Ah... Join left downwind runway 27 information O copied eh... QNH 1017, QFY22A"
09:03:16	QFY22A	"Tower, please could we perform touch and goes?"
09:03:21	LECU TWR	"Approved"
09:03:22	QFY22A	"Thank you"
		Comunicaciones con otras aeronaves
09:05:48	QFY22A	"Tower QFY22A downwind runway 27"
09:05:51	LECU TWR	"QFY22A wind 240 degrees 5 knots maximum 12 knots runway 27 clear for touch and go"
09:05:56	QFY22A	"Runway 27 clear for touch and go, QFY22A"
		Comunicaciones con otras aeronaves
09:07:51	LECU TWR	"ECASJ entrar y mantener pista 27"
09:07:54	ECASJ	"Entrar y mantener pista 27"
		Comunicaciones con otras aeronaves
09:08:40	LECU TWR	"QFY22A if possible early turn to crosswind please"
		Comunicación de otra aeronave
09:08:52	LECU TWR	"QFY22A when able turn crosswind"
		Comunicación con otra aeronave
09:09:01	LECU TWR	"QFY22A"
09:09:03	QFY22A	"QFY22A eh... we need to...land as soon as possible because we have an indication of fuel pressure so I am going to land in the..."
09:09:13	LECU TWR	"ECASJ viento 270 grados 5 nudos 27 autorizado a despegar"
09:09:16	ECASJ	"En carrera SJ"
09:09:18	LECU TWR	"QFY22... QFY28A maintain S point"
09:09:25	QFY28A	"Maintain S, QFY28A"
09:09:29	LECU TWR	"ASJ mantenga posición, mantenga posición"
		[LECU TWR PULSA ALARMA MIENTRAS QFY22A REALIZA ATERRIZAJE DE EMERGENCIA IMPACTANDO CON EL SUELO Y VOLCANDO AERONAVE]

En las imágenes de las Figuras 4 y 5 se incluye la traza radar de la aeronave, con distintivo de llamada QFY22A. Puede verse que a las 11:09:29 HL la misma desaparece de pantalla.

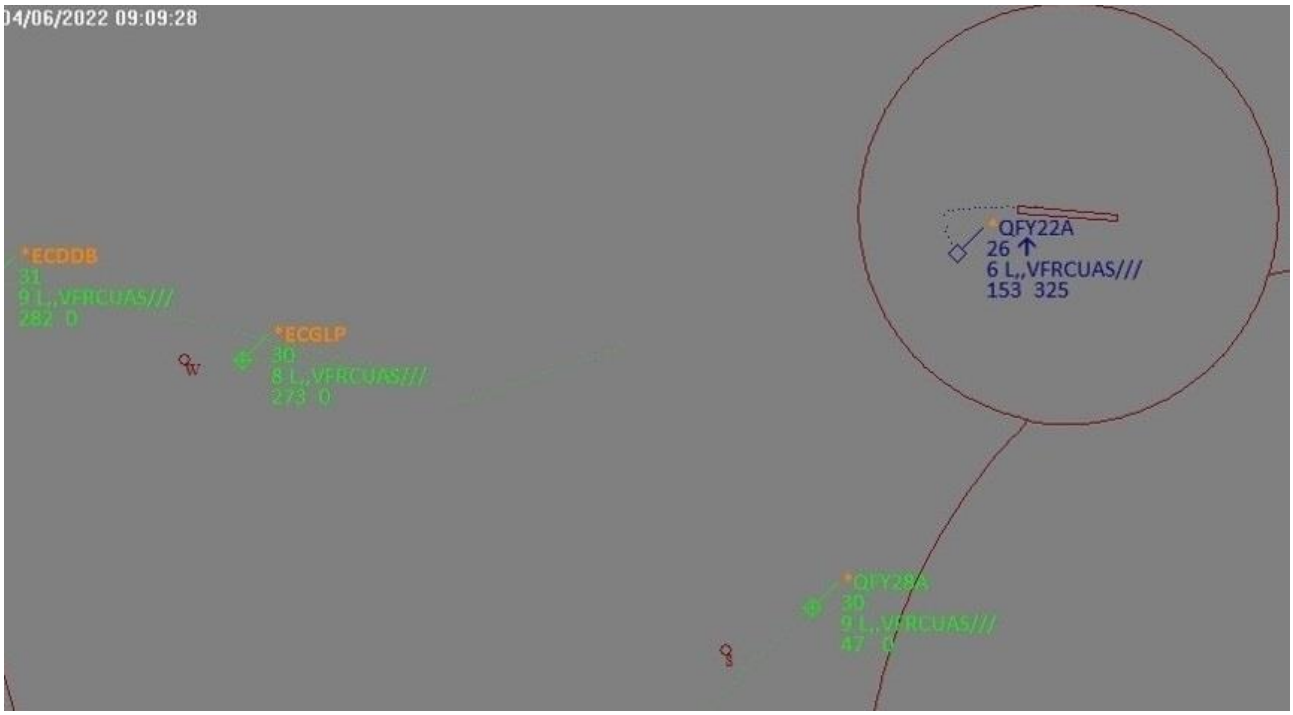


Figura 4. Traza radar a las 11:09:28 h

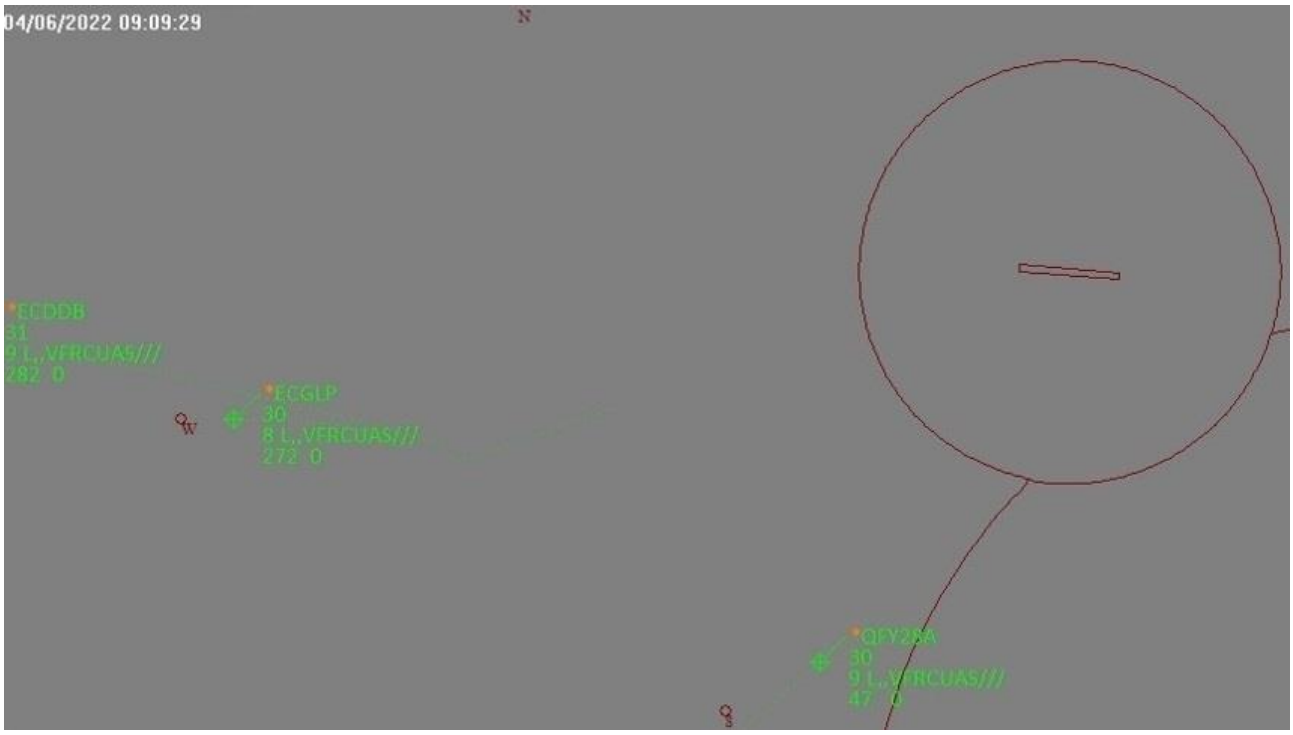


Figura 5. Desaparición de traza a las 11:09:29 h

1.10.- Información de aeródromo

El aeropuerto de Madrid - Cuatro Vientos (código OACI, LECU) se encuentra a 8,5 km al suroeste de la ciudad de Madrid. Su elevación es de 2270 ft. Dispone de una pista asfaltada de orientación 09/27 cuyas dimensiones son 1500 X 30 m.

1.11.- Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con registrador de datos de vuelo (FDR) o registrador de voz (CVR) en el puesto de pilotaje, por no exigirlo la reglamentación aeronáutica pertinente. Contaba con un equipo Garmin G3X que graba ciertos parámetros del vuelo.

1.12.- Información sobre los restos de la aeronave

El piloto llevó a cabo la toma de emergencia en un terreno situado al sur del aeropuerto, a unos 350 m de la pista. Debido a la irregularidad del terreno, unos segundos después de la toma se produjo el vuelco de la aeronave.

Figura 6. Posición final aeronave EC-NKE

En la Figura 6 se incluye una imagen en la que puede verse la aeronave en su posición final.

1.13.- Información médica y patológica

Ambos ocupantes resultaron ilesos.

1.14.- Incendio

No se produjo incendio en la aeronave o en el entorno.

1.15.- Aspectos relativos a la supervivencia

Los atalajes y sistemas de retención realizaron correctamente su función. El habitáculo de cabina no sufrió deformaciones que pusieran en peligro la vida de los ocupantes.

1.16.- Ensayos e investigaciones

1.16.1 Inspección de la aeronave

La aeronave fue inicialmente transportada a un hangar del aeropuerto de Cuatro Vientos y posteriormente al aeródromo de Casarrubios. La misma fue inspeccionada en ambos lugares, con apoyo de asistencia técnica y en presencia del mantenedor y del operador.

En relación con el examen del motor realizado en Cuatro Vientos, hay que destacar lo siguiente:

- se comprobó que los niveles de aceite y de líquido refrigerante eran correctos.
- los 2 sensores de temperatura presentaban señales indicativas de que el motor en algún momento había podido sufrir sobrecalentamiento.
- los respiraderos de los depósitos de combustible no presentaban deficiencias.
- se desmontó la bomba mecánica de combustible y se observó que había gasolina en la misma. La membrana estaba en buen estado, y al girar parcialmente la hélice la bomba funcionaba, succionando combustible.
- se desmontó la bomba eléctrica de combustible, comprobándose que había gasolina en la misma y que el filtro estaba limpio y en buen estado.
- se desmontaron ambos carburadores y se observó que había combustible en las cubetas, así como que flotadores y chiclés estaban en buen estado, sin obstrucciones ni suciedad.
- no se detectaron anomalías en las líneas de combustible de planos a motor, así como en la tubería de retorno de combustible.

- se comprobó que la llave selectora de combustible en cabina se había soltado, por lo que al moverla no cambiaba la selección de un depósito a otro, encontrándose seleccionado el depósito derecho. Procedió a solucionarse este problema para poder seleccionar cada depósito, y así comprobar el funcionamiento de la bomba eléctrica en cada uno de ellos.

- se accionó el interruptor principal (master switch), entrando en funcionamiento las pantallas de cabina y comprobándose que la batería tenía carga suficiente para proporcionar energía eléctrica.

- se encendió la bomba eléctrica, marcando el indicador en pantalla una presión de combustible al seleccionar el depósito derecho de 4.3 psi, y de 4.1 al seleccionar el izquierdo.

- se desmontó el tornillo magnético y se observó que presentaba un aspecto normal, con apenas presencia de residuos metálicos.

- no había ningún breaker fuera de su posición, indicativo de una sobrecarga eléctrica en alguno de los circuitos.

Se elevó la parte delantera de la aeronave sobre un caballete con objeto de hacer una prueba de motor, comprobándose en ese momento que el cigüeñal solo podía ser girado parcialmente, ya que quedaba bloqueado en un punto. Se procedió al desmontaje de las culatas para comprobar si alguno de los cilindros había sufrido gripaje, observándose que había depósitos de carbonilla en los mismos. Dicha acumulación era mayor en el cilindro Nº3 que en los otros.

Figura 7. Depósitos en cilindros 1 y 2

Figura 8. Depósitos en cilindros 3 y 4

En las Figuras 7 y 8 se adjuntan imágenes de los depósitos de carbonilla observados. En los cilindros 1, 2 y 4 dichos depósitos están constituidos mayoritariamente por una capa que cubre la cabeza de los pistones. En el Nº3, además, se observa una acumulación que ha caído a la parte inferior del cilindro, y ha sido arrastrada por el pistón a lo largo de la pared en su movimiento hacia el punto muerto superior.

Se comprobó que, tras desmontar la culata del cilindro Nº3 y quedar espacio para poder desplazarse hacia fuera los residuos presentes en su interior, podía girarse el cigüeñal libremente, sin apreciarse ya ningún bloqueo ni resistencia en su rotación.

No se observaron residuos procedentes del combustible en las bujías, árbol de levas o cigüeñal, que pudieran ser indicio de una combustión deficiente.

El manual de mantenimiento en línea del motor no incluye en las revisiones ordinarias acciones para la detección de acumulaciones de este tipo. El mantenedor, no obstante, a partir de lo observado en la inspección, indicó que incluirá inspecciones boroscópicas de los cilindros en las revisiones de 100 h, con objeto de hacer posible la detección de acumulaciones de carbonilla.

Se realizó posteriormente una segunda inspección del motor en el aeródromo de Casarrubios, con objeto de detectar posibles daños sufridos por el mismo y que pudieran ser indicativos de una causa de fallo. Se desmontó el mecanismo reductor para comprobar la excentricidad y redondez del cigüeñal, no encontrándose ninguna anomalía. Se comprobó igualmente que no se habían producido daños en cilindros y bielas, indicativos de una parada violenta del motor en la que se hubiera producido algún tipo de resistencia interna.

Figura 9. Bombas, sensores y cajas de ignición

Se realizó una tercera inspección de la aeronave para verificar el funcionamiento del sistema eléctrico, y se desmontaron para su posterior prueba en otro motor las bombas de combustible, sensores de presión de combustible y cajas de encendido.

1.16.2 Análisis de residuos en cilindros

Se hizo el análisis por medio de microscopio electrónico de una muestra de los residuos extraídos de los cilindros, para comprobar si se había podido producir algún tipo de contaminación externa. Se detectaron los elementos indicados en la tabla siguiente, así como los porcentajes en peso de cada uno.

Análisis	C	O	Na	Al	Si	P	S	K	Ca	Fe	Zn	Br	Pb	Total
1	27,11	13,68	-	-	1,36	1,38	0,82	-	1,26	-	0,60	7,41	46,36	*100*
2	24,98	45,26	4,28	6,54	16,63	-	-	0,26	0,90	-	-	-	1,14	*100*
3	52,11	21,85	-	1,14	21,16	-	-	0,52	-	0,60	-	-	2,61	*100*
4	42,63	32,23	-	3,33	9,50	-	-	1,83	3,35	-	-	-	7,12	*100*
5	28,15	17,82	-	-	2,13	2,45	2,60	-	1,16	-	5,05	4,54	36,11	*100*

A partir de los resultados del análisis se concluyó:

1. S, P y Br provienen del combustible, y dan lugar a las cenizas y residuos depositados por los gases de combustión.

2. Ca y Zn son elementos que pueden formar parte de los aceites de lubricación.

3. Pb, Al, Fe, Na, K y Si son elementos metálicos que pueden estar presentes en la composición original del combustible.

1.16.3 Información proporcionada por el fabricante del motor

A través del representante acreditado asignado por la Autoridad de Investigación de Seguridad de Austria, se proporcionó a Rotax información y fotografías de la inspección realizada al motor.

En relación con los residuos encontrados en los cilindros y en como los mismos pueden afectar al funcionamiento del motor, indicó que estos pueden deberse a factores tales como la calidad del combustible y aceite usados, potencia solicitada al motor, consumo de aceite y operación previa realizada. Indicó asimismo que, en cualquier caso, la cantidad observada está en un rango normal, sin constituir una cantidad excesiva, por lo que no puede ser causa de fallo.

1.16.4 Prueba funcional de bombas de combustible, sensor de presión y cajas de ignición

Se montaron las bombas de combustible mecánica y eléctrica en un motor situado en un banco de prueba, para verificar su funcionamiento midiendo las presiones producidas por medio de un manómetro analógico.

Tras encender el motor, se comprobaron en frío las siguientes presiones aproximadas de combustible:

- solo con la bomba mecánica en funcionamiento: aprox. 0.30 bar
- tras conectar la bomba eléctrica: aprox. 0.40 bar
- se desconectó la bomba eléctrica, cayendo la presión a aprox. 0.35 bar

Se esperó varios minutos a que el motor se calentara, subiendo la temperatura del aceite hasta 50ºC. Se midieron los siguientes valores de presión:

- solo con bomba mecánica: aprox. 0.40 bar
- tras conectar la bomba eléctrica: aprox. 0.43 bar
- desconectando la bomba eléctrica: aprox. 0.30 bar

Se aceleró el motor a plena potencia, midiéndose:

- solo con bomba mecánica: aprox. 0.40 bar
- tras conectar la bomba eléctrica: aprox. 0.40 bar
- desconectando la bomba eléctrica: aprox. 0.35 bar

Se comprobó también el funcionamiento de los sensores de presión y de aviso de baja presión de combustible.

Respecto al sensor de presión, se aplicaron distintos valores de presión al mismo de manera progresiva a través de una línea, y se comprobó que las tensiones eléctricas generadas se correspondían con los valores de presión introducidos, no detectándose ninguna deficiencia.

Respecto al avisador de baja presión, se conectó un polímetro a su salida y se aplicaron igualmente distintos valores de presión en la entrada, con objeto de hacer una prueba de continuidad eléctrica para comprobar su funcionamiento. Se aplicaron valores de presión de hasta 7 psi y se comprobó que el sensor no actuaba en ningún momento a las variaciones de presión, encontrándose siempre en circuito abierto y activándose la alarma de baja presión de combustible. De acuerdo con el fabricante, la presión mínima de combustible es de 2.2 psi, por lo que por encima de este valor debe accionarse el interruptor interno, y por debajo activarse la alarma.

Procedió a abrirse el sensor para ver su estado interno, y se observaron en su interior humedad, acumulaciones y corrosión.

Figura 10. Interior del sensor de aviso de baja presión de combustible

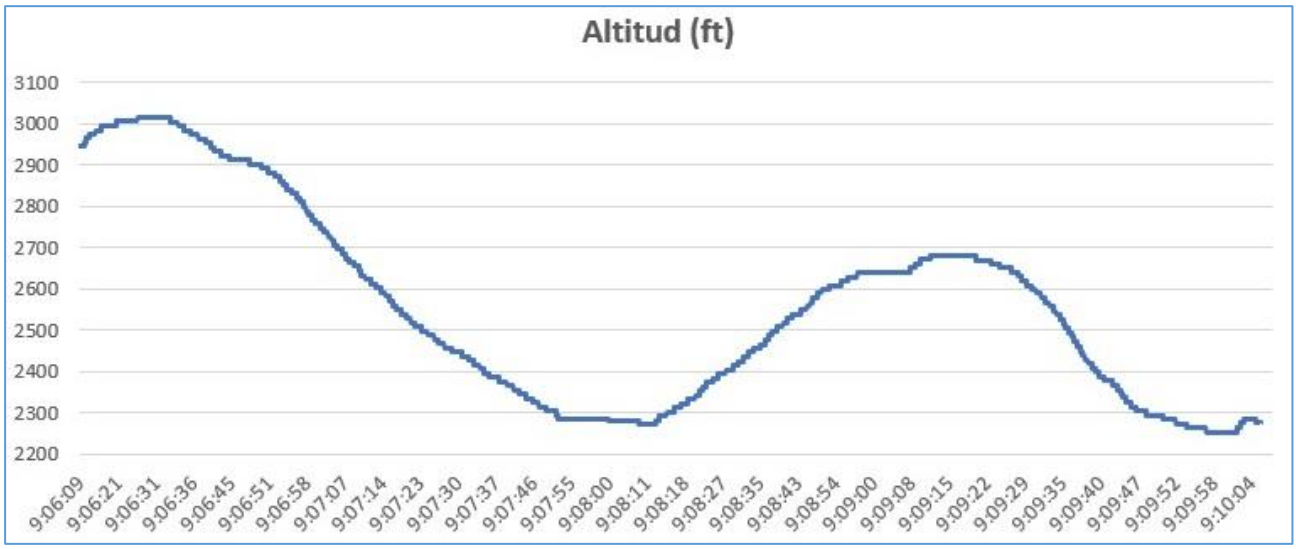
Se comprobó que el sensor dispone de una membrana que responde a las variaciones de presión. Dicha membrana desplaza un actuador de plástico, que desliza y empuja a su vez una lámina metálica que hace la función de interruptor. Se observó que el actuador de plástico estaba atascado sin poder moverse, quedando el avisador en circuito abierto. Se comprobó por tanto que el sensor había perdido la estanqueidad. Se aplicó aerosol limpiador en la zona del actuador de plástico, y al eliminarse parte de la suciedad que lo mantenía atascado pudo retirarse el mismo.

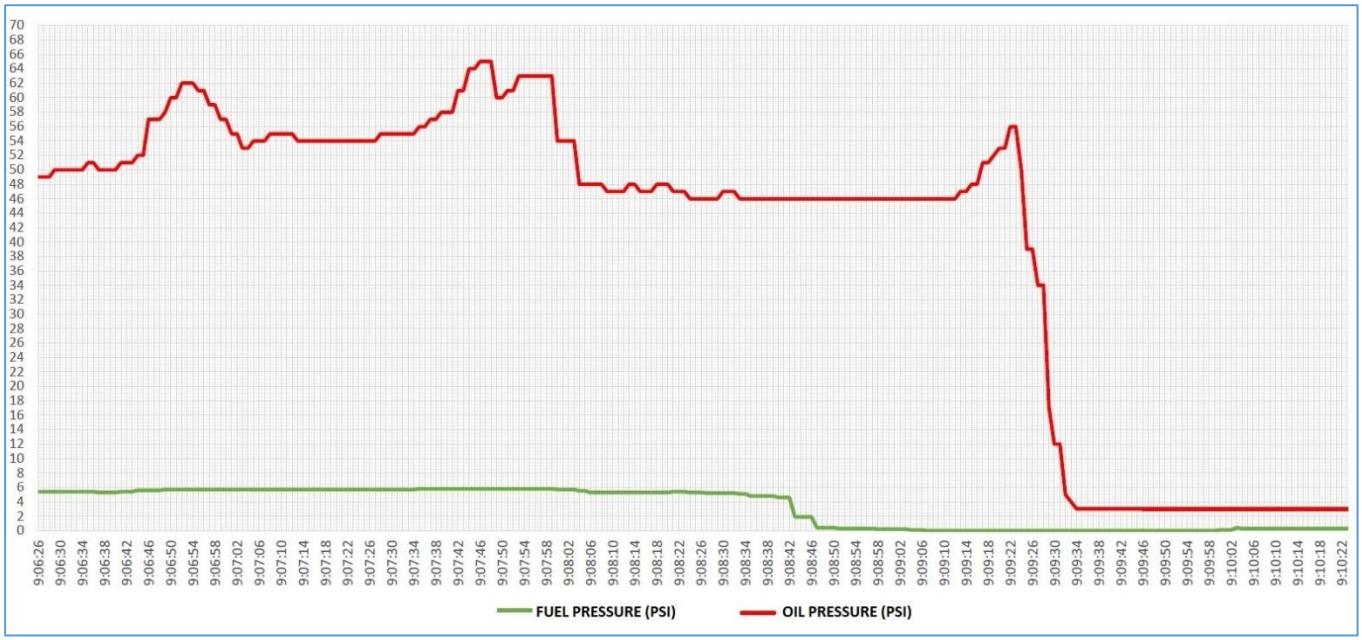
Se montaron y probaron en otro motor las cajas de encendido, verificándose que la ignición era correcta.

1.16.5 Información proporcionada por Quality Fly

La aeronave dispone de un equipo Garmin G3X que almacena ciertos parámetros del vuelo. En las gráficas adjuntas, obtenidas a partir de los datos de este proporcionados por Quality Fly, se incluyen los valores de altitud, presiones de aceite y combustible, así como el voltaje de baterías y consumo eléctrico en los últimos minutos del vuelo.

Puede observarse como a las 11:08:42 h, unos 20 s antes de hacerse la última comunicación con torre y que resultó cortada, en el ascenso tras la toma comienza a caer la presión de combustible hasta llegar a cero, disminuyendo también el consumo eléctrico. De acuerdo con la información obtenida, a las 11:08:47 h se activa la alarma por baja presión de combustible.





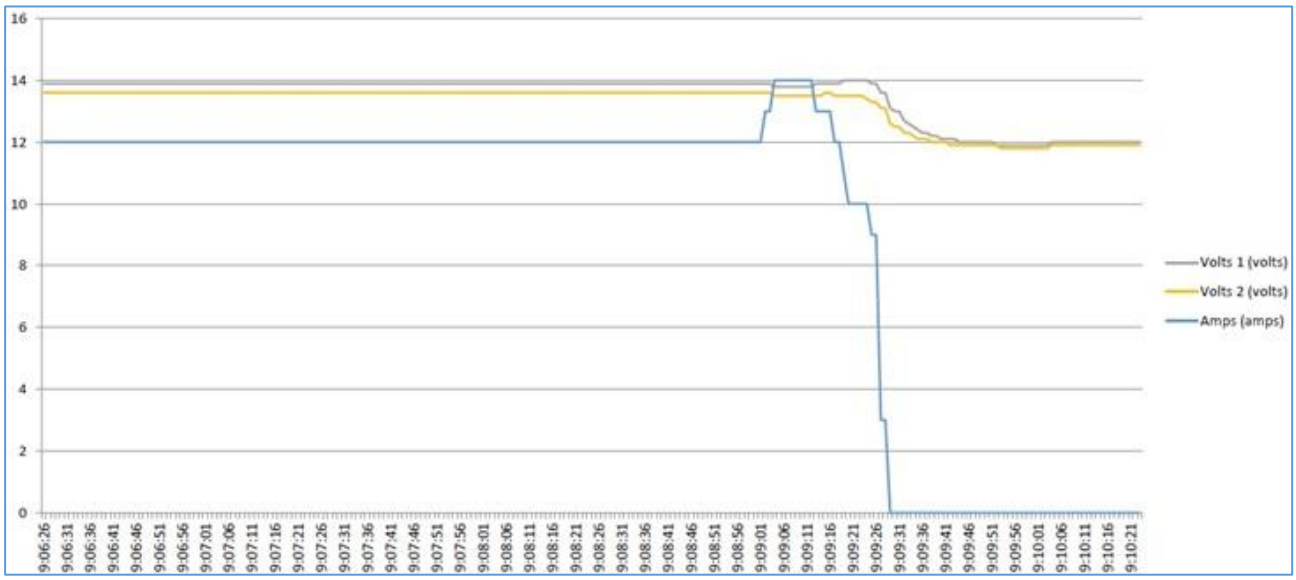


Figure 11. Altitud, presiones de combustible y aceite, intensidad eléctrica y voltaje de baterías

Quality Fly informó que se realizaron pruebas con otra aeronave TECNAM P2008 JC similar a la accidentada, con objeto de determinar posibles condiciones en que pueden producirse caídas de presión en el sistema de combustible relacionadas con una parada de motor. Según lo indicado, los resultados obtenidos fueron remitidos al fabricante de la aeronave, sin obtener respuesta.

1.16.6 Información proporcionada por el fabricante de la aeronave

A través del representante acreditado correspondiente asignado por la ANSV, se proporcionó a Tecnam la información relativa a los hechos. El fabricante no ha podido determinar las condiciones en las que puede producirse un fallo similar al referido por la tripulación.

1.16.7 Consulta relativa al modelo de aeronave

Se consultó la aplicación ECCAIRS (European Co-ordination Center for Accident and Incident Reporting Systems) en relación con el modelo de aeronave TECNAM P2008JC, sin obtenerse información de casos similares al investigado.

.

1.17.- Información organizativa y de dirección

Quality Fly, S.A. es una organización de entrenamiento aprobada, con certificado de aprobación emitido por AESA E-ATO-197. Su base de operación se encuentra en el aeropuerto de Madrid – Cuatro Vientos.

1.18.- Información adicional

No aplicable.

1.19.- Técnicas de investigación especiales

No aplicable.

2.- ANÁLISIS

La aeronave había despegado del aeropuerto de Cuatro Vientos para hacer un vuelo de instrucción con instructor y alumno a bordo, tras lo que regresó a este 1 h después y se solicitó autorización para practicar maniobras de toma y despegue. Durante el ascenso en la primera maniobra, a unos 400 ft de altura, se produjo el rateo y parada del motor, así como la pérdida de potencia eléctrica que afectó al transponder y a la radio, perdiéndose las comunicaciones y la traza radar de la aeronave, por lo que el instructor tomó los mandos. Tras intentar el rearranque sin resultado, el instructor decidió por seguridad no tratar de regresar a la pista y hacer un aterrizaje de emergencia al sur del aeropuerto. Durante la toma, debido a las irregularidades del terreno se produjo el vuelco de la aeronave. La tripulación realizó una correcta gestión de la emergencia.

En las gráficas de la Figura 9 obtenidas a partir del equipo Garmin instalado a bordo, se observa como durante el ascenso tras la toma, aproximadamente las 11:08:43 h cae bruscamente la presión de combustible hasta cero y el alternador deja de proporcionar potencia eléctrica, tal y como fue indicado por el instructor.

Se hizo una inspección posterior para tratar de determinar la causa de parada del motor y del fallo eléctrico sufridos. No se detectaron deficiencias en los sistemas de combustible y eléctrico, así como daños en el motor. Se comprobó que la batería proporcionaba energía eléctrica y que no había señales de haberse producido cortocircuitos. Se observó cierta cantidad de carbonilla en los cilindros, por lo que esta fue analizada para determinar su origen, y se desmontaron varios componentes para ser probados posteriormente en un motor similar.

2.1 Depósitos de carbonilla en cilindros

Al girarse el cigüeñal para verificar alguna resistencia, se comprobó que solo podía rotar un cierto ángulo, tras lo que quedaba bloqueado. En el desmontaje de las culatas para verificar un posible gripaje de alguno de los cilindros, se observaron acumulaciones de carbonilla en los mismos. En concreto, al desmontar la culata del cilindro Nº3 y dejar espacio libre para desplazarse a los residuos acumulados entre la parte superior de la cámara y el pistón, éste último pasó a moverse con normalidad al girar el cigüeñal, sin observarse ninguna otra anomalía. Se comprobó por tanto que no se había producido gripaje, y que la disposición y cantidad de los depósitos de carbonilla en los cilindros no afectaron al movimiento del cigüeñal.

Se analizaron los residuos encontrados con objeto de determinar si se había producido algún tipo de contaminación externa. El análisis refleja que los mismos se habían formado mayoritariamente en el proceso de combustión, con elementos que pueden proceder tanto de la gasolina como del aceite, sin detectarse ningún elemento extraño.

El operador empleó inicialmente tanto gasolina de automoción como gasolina de aviación AVGAS 100LL, esta última con plomo en su composición, siguiendo las indicaciones hechas por el fabricante del motor sobre realización de cambios de aceite y filtro cada 50 h. No se observaron defectos en la combustión que hubieran podido influir en la formación de carbonilla. Hay que señalar que la presencia de carbonilla es usual en todos los motores de combustión, pero tal y como indica el fabricante en el manual de revisión mayor, es previsible que se formen mayores depósitos en el caso de usar combustible AVGAS 100LL.

Respecto a la posibilidad de que dichos depósitos afectaran al movimiento de los pistones y por tanto al funcionamiento del motor, tras consultar al fabricante, este lo desestimó, indicando que la cantidad observada entra dentro de la normalidad. Por ello, se hizo una segunda inspección del motor, con objeto de tratar de detectar cualquier tipo de daño o evidencia de fallo. En esta, se comprobó que cigüeñal y bielas no presentaban daños, sin hallarse ninguna otra deficiencia. Se contempla la posibilidad de que dichos depósitos se desprendieran a partir de la capa formada como consecuencia del accidente, interrumpiendo a posteriori el movimiento del cigüeñal, pero se ha descartado que dichos depósitos fueran causantes del fallo de motor.

2.2 Comprobación del estado de bombas, sensores de presión de combustible y cajas de ignición

No se detectaron deficiencias en las bombas de combustible, sensores de presión y cajas de encendido, que funcionaron correctamente al ser instaladas en un motor de prueba.

Respecto al avisador de baja presión de combustible, aunque había perdido la estanqueidad y presentaba en su interior óxido y acumulaciones que impedían su funcionamiento, debe tenerse en cuenta que, al probar el sistema de combustible en la primera inspección realizada en los días posteriores al accidente, las presiones de combustible eran correctas y no se produjo ninguna alarma en cabina, lo que indica que

funcionaba tras el accidente. Es probable que el estado del avisador, cuyo actuador se encontraba atascado, se deba al efecto provocado por el óxido y los depósitos observados durante el tiempo transcurrido desde el accidente hasta que se hizo la prueba, unos 11 meses. Es asimismo probable que, si la aeronave hubiera seguido operando, se hubieran continuado acumulando residuos en su interior, por lo que el sensor probablemente habría terminado fallando debido a la pérdida de estanqueidad observada.

A partir de la información obtenida en las inspecciones y en las pruebas de los elementos desmontados no ha podido determinarse una causa que explique los fallos de motor y sistema eléctrico, no descartándose que una posible intervención humana diera lugar a que la batería no estuviera energizando los sistemas esenciales de la aeronave.

3.- CONCLUSIÓN

3.1.- Constataciones

- Tras producirse una parada de motor durante una maniobra de toma y despegue, la tripulación hizo una toma de emergencia en un terreno al sur del aeropuerto, produciéndose el vuelco de la aeronave.
- Había combustible suficiente en los depósitos para la realización del vuelo.
- No se detectaron deficiencias en los sistemas de combustible y lubricación.
- No había daños en cilindros, cigüeñal y bielas.
- Se verificó que la batería tenía carga suficiente para suministrar potencia eléctrica, encendiéndose las pantallas de cabina al accionar el interruptor principal.
- Se comprobó que el cigüeñal solo podía ser girado parcialmente, observándose al retirar la culata del cilindro Nº3 que había una acumulación de carbonilla en este, aunque se descarta que esta sea causa del fallo de motor.
- Se hicieron pruebas de las bombas de combustible y cajas de ignición en otro motor, sin detectarse deficiencias.
- Se comprobó que el avisador de baja presión de combustible no funcionaba en el momento de ser probado, al haberse formado acumulaciones y óxido en su interior.

3.2.- Causas/Factores contribuyentes

La causa del accidente fue la pérdida de control de la aeronave debida a las irregularidades del terreno durante la realización de una toma de emergencia fuera de campo, tras producirse la parada del motor por causas no identificadas.

4.- RECOMENDACIONES

No se emiten recomendaciones.