

CIAIAC

COMISIÓN DE
INVESTIGACIÓN
DE **A**CCIDENTES
E **I**NCIDENTES DE
AVIACIÓN **C**VIL

Informe técnico A-035/2005

Accidente ocurrido el día
13 de julio de 2005, a la
aeronave PZL Swidnik
W-3AS Sokol, matrícula
SP-SUB, operado por
Hispánica de Aviación
en Tineo (Asturias)



MINISTERIO
DE FOMENTO

Informe técnico

A-035/2005

**Accidente ocurrido el día 13 de julio de 2005,
a la aeronave PZL Swidnik W-3AS Sokol,
matrícula SP-SUB, operado por Hispánica
de Aviación en Tineo (Asturias)**



MINISTERIO
DE FOMENTO

SECRETARÍA GENERAL DE
TRANSPORTES

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES E INCIDENTES
DE AVIACIÓN CIVIL

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

NIPO: 161-07-029-4
Depósito legal: M. 23.129-2003
Imprime: Diseño Gráfico AM2000

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

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

E-mail: ciaiac@fomento.es
<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 y con sus consecuencias.

De conformidad con lo señalado en la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea, y en el Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional, la investigación tiene carácter exclusivamente técnico, sin que se haya dirigido a la determinación ni establecimiento de culpa o responsabilidad alguna. La conducción de la investigación ha sido efectuada sin recurrir necesariamente a procedimientos de prueba y sin otro objeto fundamental que la prevención de los futuros accidentes.

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

Abreviaturas	vi
Sinopsis	vii
1. Información factual	1
1.1. Reseña del vuelo	1
1.2. Lesiones a personas	3
1.3. Impacto y daños sufridos por la aeronave	3
1.4. Información sobre la tripulación	5
1.5. Información sobre la aeronave	5
1.6. Comunicaciones	6
1.6.1. Registro de comunicaciones ATC	6
1.6.2. Registro de voz en cabina de vuelo	7
1.7. Registrador de datos de vuelo	7
1.8. Sistema hidráulico	11
1.8.1. Descripción	11
1.8.2. Procedimientos	15
1.8.3. Diferencias entre W-3, W-3A y W-3AS	16
1.8.4. Formación	18
1.8.5. Antecedentes de fallos en el sistema hidráulico	18
1.9. Declaraciones	18
1.9.1. Declaración del piloto	18
1.9.2. Declaración del copiloto	19
1.9.3. Declaración del piloto al mando en el vuelo de prueba del 04-07-05	20
1.9.4. Declaración de testigo	20
1.10. Medidas de seguridad adoptadas por el fabricante	20
2. Análisis	23
2.1. Análisis del vuelo	23
2.2. Preparación del vuelo	23
2.3. Gestión de la emergencia	24
2.4. Comunicaciones ATC	24
2.5. Problemas de funcionamiento del sistema hidráulico	24
2.5.1. Fallo del sistema hidráulico 2	25
2.5.2. Fallo del sistema hidráulico 1	25
2.6. Diseño del sistema hidráulico	26
3. Conclusión	29
3.1. Conclusiones	29
3.2. Causas	29
4. Recomendaciones sobre seguridad	31

Abreviaturas

00°	Grado(s)
BFU	Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung
CIAIAC	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil
cm	Centímetro(s)
CRS	Certificado de puesta en servicio («Certificate release to service»)
CVR	Registrador de voz en cabina («Cockpit voice recorder»)
EASA	Agencia Europea de Seguridad Aérea
FAA	Federal Aviation Administration
FDR	Registrador de datos de vuelo («Flight data recorder»)
ft	Pie(s)
g	Aceleración de la gravedad equivalente a 9,8 metro/segundo ²
h	Hora(s)
IAS	Velocidad indicada («Indicated Air Speed»)
kg	Kilogramo(s)
km	Kilómetro(s)
kt	Nudo(s)
MHz	Megahertzio(s)
mm	Milímetro(s)
NM	Milla(s) náutica(s)
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
P/N	Número de la parte («Part number»)
SAS	Sistema de aumento de la estabilidad («Stability Augmentation System»)
SCAAI	State Commission of Aircraft Accident Investigation
SH	Sistema hidráulico
SH1	Sistema hidráulico número 1
SH2	Sistema hidráulico número 2
TWR	Torre de control
UTC	Tiempo universal coordinado

Sinopsis

Propietario:	Heliseco
Operador:	Hispánica de Aviación, S. A.
Aeronave:	PZL Swidnik W-3AS Sokol
Matrícula:	SP-SUB
Fecha y hora del accidente:	Miércoles, 13 de julio de 2005; 12:45 h UTC ¹
Lugar del accidente:	Tineo (Asturias)
Personas a bordo:	2
Tipo de vuelo:	Trabajos aéreos. Lucha contra incendios
Fecha de aprobación:	31 de enero de 2007

Resumen del accidente

El accidente fue comunicado a la Comisión de Investigación de Accidentes de Aviación Civil el día siguiente de producirse. La misma tarde de la notificación un equipo de investigación se trasladó al lugar del impacto para iniciar la investigación de campo. Se informó del accidente a SCAA1 de Polonia, como organismo de investigación del país de diseño y fabricación, y a OACI.

Durante el vuelo de regreso desde el lugar del incendio a la base de Tineo para repostar combustible, la aeronave SP-SUB tuvo que realizar un aterrizaje de emergencia debido a problemas de presión en los dos sistemas hidráulicos. Como consecuencia del impacto, la aeronave volcó y quedó apoyada sobre el costado izquierdo, iniciándose un incendio a continuación que destruyó por completo la aeronave. Las dos personas, piloto y copiloto, que iban a bordo de la aeronave pudieron salir de ella por sus propios medios, resultando el copiloto ileso y el piloto con quemaduras. La aeronave quedó completamente destruida.

La investigación ha determinado que la causa probable de la inoperatividad del SH2 fue la rotura de la tubería P/N 37.59.006.00.00 perteneciente al circuito de tierra, quedando sin confirmar la causa de fallo del SH1. El informe incluye una serie de recomendaciones dirigidas a AENA, al operador Heliseco, al fabricante PZL, a EASA y a la autoridad de aviación civil de Polonia.

¹ La referencia horaria utilizada en este informe es la hora UTC, que corresponde a dos horas menos de la hora local.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Reseña del vuelo

El día 6 de julio de 2005, la aeronave SP-SUB voló desde Polonia a Madrid con objeto de realizar trabajos de extinción de incendios para la temporada de verano en la base de Tineo (Asturias), lugar al que se desplazó el día 7 de julio.

Seis días más tarde, el 13 de julio, a las 11:10 h UTC la base de Tineo recibió un aviso de incendio en Candamo, a 26 km de distancia, al norte de la localidad de Grado, en el que iban a trabajar dos helicópteros, el accidentado y otro helicóptero identificados en las comunicaciones como B72 y B28 respectivamente.

A las 11:13:48 h UTC, momento en que comienza el registro del FDR, la aeronave se encontraba en la base de Tineo realizando la preparación del vuelo. Dos minutos más tarde y con la aeronave en tierra, se realizaron los chequeos de funcionamiento de los sistemas hidráulicos desconectando por dos segundos el SH1, en primer lugar, y a continuación el SH2 por otros dos segundos. Un segundo más tarde se conectó el SAS.

A las 11:17:50 h UTC la aeronave despegó con un total de 11 personas abordo: piloto, copiloto, un técnico de coordinación de incendios y ocho bomberos. La aeronave inició el trayecto hacia el incendio con un rumbo medio de 65° y una velocidad indicada de 120 kt.

Dos minutos después del despegue, a las 11:19:55 h UTC, la tripulación se puso en contacto con TWR Asturias a la que notificó sus intenciones. Con esta dependencia mantuvo comunicación radio hasta las 11:21:42 h UTC. A partir de aquí continuó su trayecto cinco minutos más aumentando el rumbo a 80° y con una velocidad indicada de 120-110 kt.

A las 11:27:13 h UTC la aeronave llegó al lugar del incendio y un minuto después inició una serie de estacionarios para dejar a la cuadrilla en primer lugar y para realizar descargas con helibalde sobre el incendio. Los tiempos entre estacionarios fueron de 3 minutos aproximadamente y alcanzó velocidades entre estacionarios de entre 95 y 105 kt.

Después de algo más de una hora realizando descargas, se acordó que el SP-SUB realizaría una última descarga para irse a la base a repostar y relevar, a su vuelta, al otro helicóptero que se quedaba en el incendio. A las 12:36:36 h UTC, y después de realizar el último estacionario la aeronave comunicó que regresaba a Tineo a repostar iniciando, por tanto, el trayecto de regreso a la base con rumbo 250° y 80 kt de velocidad indicada.

A las 12:42:46 h UTC, a 1.121 ft sobre el terreno y 2.300 ft de altitud, con rumbo 250° y 83 kt de velocidad indicada surgieron problemas en el sistema hidráulico: durante 39 segundos se registró de forma intermitente, y en cuatro ocasiones consecutivas, baja

presión del SH2. Trascurridos 39 segundos después del primer fallo, el FDR dio una indicación de baja presión del SH2 de forma continua hasta el impacto. El rumbo se mantenía en 247° y la velocidad había aumentado hasta 100 kt. Aproximadamente en este momento, el piloto al mando declaró que había visto caer líquido hidráulico por el techo y por el lado derecho del panel trasero de la cabina de pasajeros.

A las 12:44:45 h UTC, casi dos minutos después del primer fallo, se produjo una indicación permanente de baja presión del SH1. Los parámetros de rumbo y velocidad en ese momento eran 257° y 90 kt que se mantendrían por 18 segundos más, indicando un vuelo todavía controlado.

A partir de las 12:45:03 h UTC, se hizo imposible el control de la aeronave. Aumentó el rumbo hasta el impacto y descendió la velocidad y la altura. A las 12:45:37 h UTC se produjeron dos comunicaciones radio desde el helicóptero cuyo contenido se desconoce.

Finalmente, a las 12:45:46 h UTC se produjo el impacto de la aeronave con el suelo, indicando el sensor de tierra 3 segundos antes un primer contacto. El último valor del rumbo registrado antes del impacto es de 101° con una velocidad indicada de 0 kt. En los últimos segundos de grabación del FDR del accidente se registra una actitud de alabeo de hasta 20° a la derecha y 25° de encabritado aunque el impacto se produjo con un alabeo hacia la izquierda de 22° y con 9° de picado.

El lugar del accidente se encontraba a 2 km de distancia de la base de Tineo.

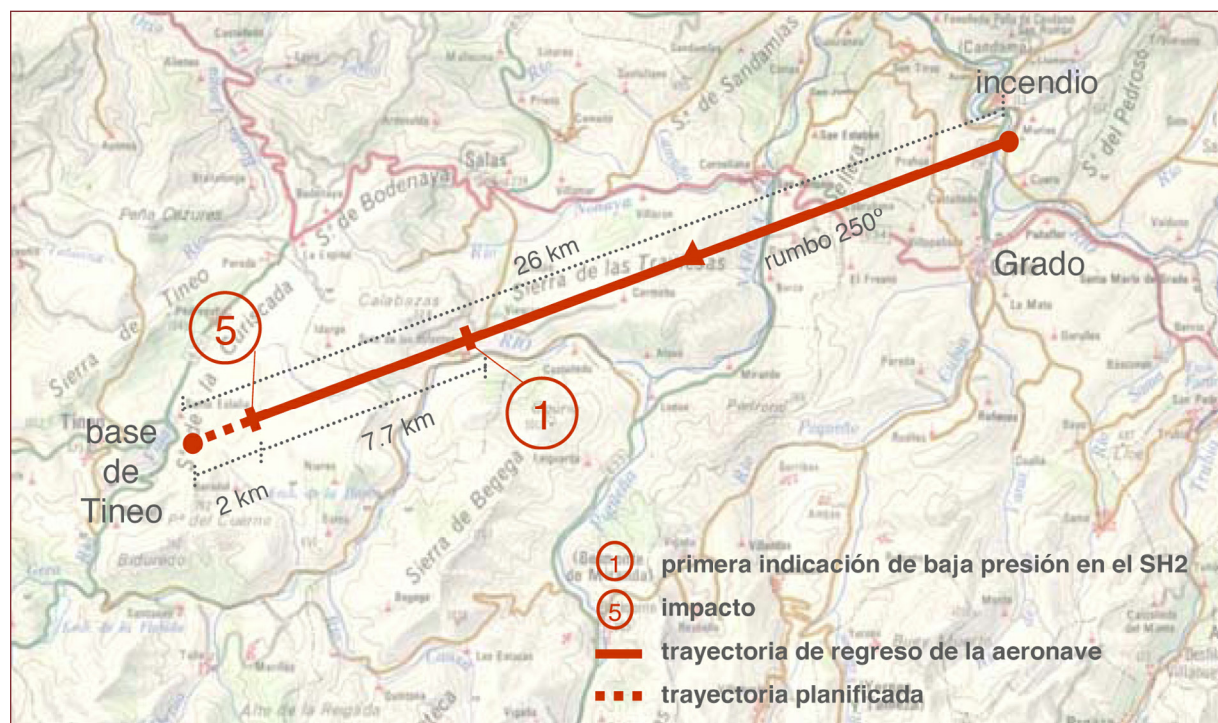


Figura 1. Trayectoria de regreso a la base desde el incendio

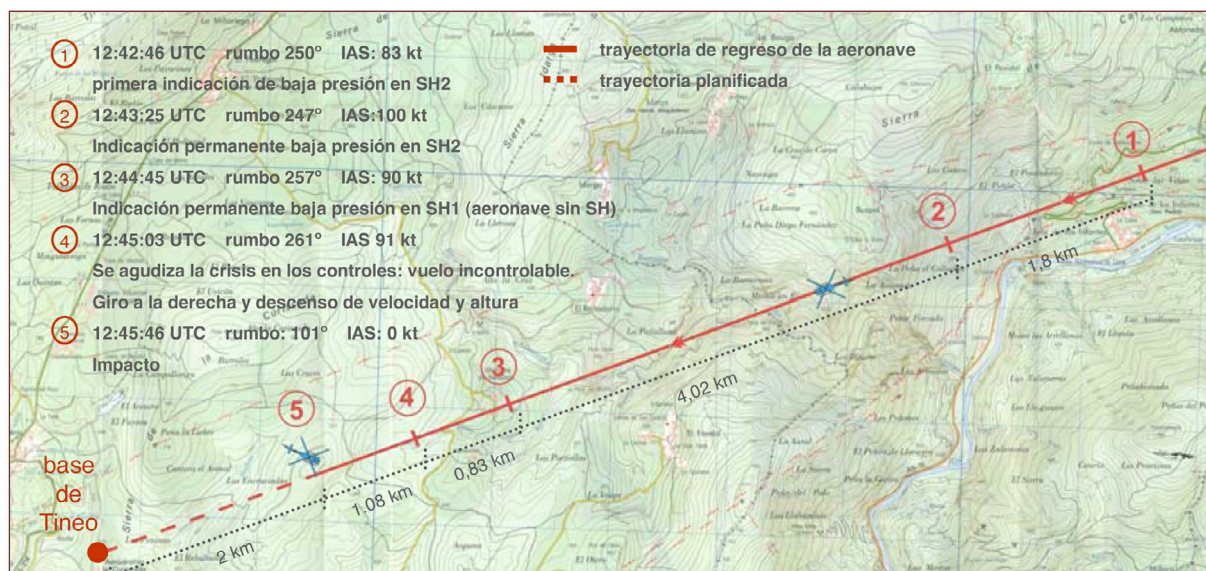


Figura 2. Trayectoria durante los últimos 3 minutos de vuelo

1.2. Lesiones a personas

En el momento del accidente se encontraban a bordo el piloto y el copiloto. Como consecuencia del vuelco de la aeronave y del incendio que se produjo posteriormente al impacto, el piloto sufrió quemaduras y cortes de carácter grave que requirieron su hospitalización durante más de 48 h. El primero en abandonar la aeronave fue el copiloto, sentado en el lado derecho, y una vez fuera, tras romper la ventanilla del lado del piloto ayudó a éste a salir ya que se encontraba en el lado sobre el que quedó volcado el helicóptero.

1.3. Impacto y daños sufridos por la aeronave

La información que proporciona el FDR indica que el vuelo se fue haciendo incontrolable a partir de los 43 segundos previos al impacto, cuando se encontraba a 2.700 ft de altitud, aumentando los movimientos en alabeo y cabeceo. Durante este periodo de tiempo los registros de velocidad y altura fueron decrecientes (de 90 kt a cero en el impacto) a la vez que varió el rumbo (de 257° a 101° en el impacto), lo que es coherente con un intento de aterrizaje de emergencia por parte de la tripulación.

Tres segundos antes del impacto se produjo una indicación de contacto con tierra durante un segundo con una velocidad de 16 kt, rumbo de 72°, morro arriba y sin alabeo. Un segundo antes del impacto el rumbo era prácticamente el mismo pero el alabeo había aumentado hasta los 20° a la derecha y ya tenía actitud de picado. En el momento del impacto se produjo un último giro de 30° junto con un cambio en el alabeo de 40° hacia la izquierda coherente con la posición en que quedó finalmente la aeronave. Las aceleraciones máximas verticales, lateral y longitudinales registradas en el momento del impacto fueron de 1,5, 0,08 y 0,03 g respectivamente.

Posteriormente al impacto se produjo un incendio que destruyó por completo el fuselaje principal y la mayor parte del cono de cola, siendo imposible identificar ningún mando en cabina así como ningún elemento de los sistemas hidráulicos de interés para la investigación. Se encontraron restos de las palas del rotor principal en las inmediaciones del lugar del accidente aunque la mayor parte de los restos quedaron concentrados en una zona de unos 50 metros de radio.



Figura 3. Vista general del área del impacto



Figura 4. Estado final de la aeronave

El lugar del accidente se encontraba a 2 km de la base de Tineo y era un terreno inclinado con vegetación de monte bajo. La zona alrededor del helicóptero ardió.

1.4. Información sobre la tripulación

El piloto al mando, de nacionalidad polaca, tenía 45 años y contaba con una licencia de piloto comercial de helicóptero. Según la información proporcionada por la compañía explotadora tenía una experiencia de 5.490 h de vuelo, de las cuales 2.427 las había realizado en el W-3, 9 en el W-3A y 104 en el W-3AS.

Durante el mes anterior había volado un total de 33 h. En el modelo de helicóptero W-3AS voló los días 10 de junio, 4 y 5 julio (los dos vuelos que realizaron el día 6 de julio para traer el helicóptero SP-SUB desde Polonia a Madrid y desde allí a O'Barco), el 7 de julio voló O'Barco-Tineo y, una vez en la base, los vuelos en incendios de los días 8, 9, 10, 11, 12 y 13 de julio. El piloto hablaba español y era el que se encargaba de las comunicaciones radio con ATC y con el coordinador en tierra.

El copiloto, de nacionalidad polaca, tenía 62 años y contaba con una licencia de piloto comercial de helicóptero. Su experiencia total era de 8.734 h totales de las cuales 1.142 eran en W-3 y 182 en W-3AS, sin haber volado el W-3A. El copiloto no hablaba español.

Su actividad aérea durante el mes anterior al accidente había sido de 20 h. En el modelo W-3AS había volado 2 h y 20 minutos el día 7 de junio, el 6 de julio realizó el vuelo Madrid-O'Barco, el 7 de julio O'Barco-Tineo y a partir de entonces todos los vuelos de incendios desde la base de Tineo los días 8, 9, 10, 11, 12 y 13 de julio.

De acuerdo con esta información, el piloto y copiloto, como tripulación, habían volado un total de 18 h y 15 minutos juntos antes del accidente, de los cuales 3 h y 30 minutos habían consistido en el traslado de la aeronave Madrid Cuatro Vientos-O'Barco-Tineo en un vuelo ferry y 14 h y 45 minutos habían sido en vuelos de extinción de incendios desde la base de Tineo.

1.5. Información sobre la aeronave

El helicóptero W-3AS, cuyo certificado de tipo fue emitido por EASA el 15 de marzo de 2005, se considera como un modelo del tipo W-3A, a pesar de que su desarrollo físico se realiza a partir del W-3 (la modificación del W-3 para convertirse en W-3AS se regula en el boletín de servicio BS 30-04-97 aprobado el 18-06-04). En agosto de 2005 existían un total de 23 helicópteros W-3AS.

En el caso concreto del helicóptero accidentado SP-SUB, fue fabricado en el año 1991 como W-3. El 30 de junio de 2005 el fabricante PZL-Swidnik emitió un CRS por el cual

se certificaba la modificación del tipo W-3 al modelo W-3AS de acuerdo con el boletín de servicio BS 30-04-97. El W-3, no certificado por EASA, tiene dos sistemas hidráulicos que comparten el mismo depósito. El W-3A, certificado por la FAA, tiene dos sistemas hidráulicos completamente independientes y dos sistemas SAS. Por último, el W-3AS, certificado por EASA, tiene dos sistemas hidráulicos completamente independientes pero un solo sistema SAS.

El certificado de aeronavegabilidad fue emitido por la Autoridad de Aviación Civil de Polonia con vigencia desde el 1 de julio de 2005 hasta el 1 de julio de 2006. La tripulación mínima es de un piloto sentado en el lado izquierdo y está autorizado para transportar un máximo de 13 personas.

El día 4 de julio de 2005, durante el vuelo de prueba realizado en las instalaciones del fabricante, se produjo la fractura de una tubería de presión del sistema hidráulico 2 en uno de los tramos que unen el bloque con el panel de servicio en tierra durante un aterrizaje vertical. Según el fabricante se había producido una rotura en la tubería final que llega al panel de tierra por lo que dicha tubería fue cambiada por un mecánico autorizado y se comprobó el correcto funcionamiento del sistema, tanto en tierra como en vuelo.

El día 6 de julio la aeronave realizó dos vuelos ferry de traslado desde Polonia a Madrid-Cuatro Vientos (en el que iba el piloto al mando del accidente) y desde Madrid-Cuatro Vientos a O'Barco (en el que iban el piloto y copiloto del accidente). El día 7 de julio la aeronave voló a la base de Tineo. A partir de ese día la actividad de la aeronave y la tripulación se dedicó a la lucha contra incendios y fue la siguiente:

- El día 10 de julio hicieron cuatro vuelos (10:48-13:45, 14:52-15:23, 16:07-16:49, 17:08-18:22).
- El día 11 de julio hicieron dos vuelos (15:21-15:36, 15:50-17:50).
- El día 12 de julio hicieron una sola salida (11:38-12:58).
- El día 13 de julio el primer aviso del día fue el incendio al norte de Grado en cuyo trayecto de regreso a la base ocurrió el accidente.

1.6. Comunicaciones

1.6.1. Registro de comunicaciones ATC

La aeronave mantuvo comunicaciones radio con Asturias TWR en la frecuencia

118.15 MHz durante un periodo de tiempo de dos minutos, en los que la aeronave, que acababa de despegar de Tineo, informó sobre sus intenciones de trabajar en el incendio al que se dirigía. Estas comunicaciones se iniciaron a las 11:19:55 h UTC y finalizaron a las 11:21:42 h UTC.

Con posterioridad, a las 11:46:10 y 12:23:10 h UTC la torre intentó ponerse en contacto de nuevo con la aeronave sin obtener respuesta de la aeronave. La torre tuvo noticia del accidente por medio de una llamada telefónica. Según la información proporcionada por el Jefe de Torre de Asturias, la cobertura radio en esta frecuencia en la zona central de Asturias es deficiente impidiéndoles proporcionar un servicio de alerta y socorro adecuado.

1.6.2. *Registro de voz en cabina de vuelo*

La aeronave dispone de un CVR MARS-BM de cinta magnética que dispone de cuatro canales de sonido que registran las comunicaciones mantenidas entre la tripulación en cabina entre sí y con el exterior, además de otros sonidos a través de un micrófono ambiente. Se procedió a su lectura en una primera ocasión en las instalaciones de ATM PP Sp.z o.o. en Varsovia y, posteriormente en las instalaciones del BFU, presentado efectos de calentamiento debido al incendio que había deteriorado apreciablemente la carcasa exterior, con el consecuente deterioro de la calidad de las grabaciones. Mediante la identificación de comunicaciones ATC con TWR Asturias, se ha podido confirmar que las conversaciones grabadas corresponden al vuelo del accidente.

Tres canales del CVR corresponden a la posición del piloto al mando en la izquierda, al copiloto en la derecha y al micrófono de área respectivamente, quedando el cuarto canal sin utilizar en este registrador. De los tres canales activos, el de área no permitió identificar ninguna conversación, y en los otros dos canales se identificaron conversaciones en polaco mantenidas entre la tripulación, conversaciones en castellano de la torre con otras aeronaves en la frecuencia 118.15 MHz, y por último conversaciones en castellano mantenidas entre la aeronave SP-SUB con el otro helicóptero y el técnico de coordinación que trabajaban en el incendio. La transcripción y traducción de las conversaciones registradas ha sido realizada por la SCAA (en lo concerniente a los fragmentos en polaco) y por la CIAIAC (fragmentos al castellano).

El inicio de las grabaciones en cabina comienza a las 12:00 h UTC, transcurridos 42 minutos de vuelo mientras la aeronave se encuentra realizando descargas de agua, y finaliza a las 12:39 h UTC durante el inicio del vuelo del regreso y 3 minutos antes de producirse el primer problema en el SH2. Las conversaciones registradas, por lo tanto, no han aportado ninguna información adicional sobre el momento del accidente y están referidas a actuaciones relacionadas con el incendio. A pesar de haber quedado registradas conversaciones de tráfico en la zona con ATC, la llamada que TWR Asturias realizó a las 12:23:10 h a la aeronave no se ha podido identificar.

1.7. **Registrador de datos de vuelo**

El FDR BUR-1 fue descargado en las instalaciones de ATM PP Sp.z o.o. en Varsovia y, en una segunda ocasión en las instalaciones del BFU. El estado general del FDR era malo

presentando una reparación inadecuada de una rotura de la cinta previa al accidente. El análisis del FDR ha cubierto un período de 1 hora, 32 minutos y 41 segundos cubriendo la totalidad del vuelo del accidente.

Los parámetros que se registran en el FDR son de dos tipos: analógicos y digitales. En las figuras 5 y 6 se han representado los parámetros más significativos relacionados con los últimos tres minutos del vuelo y asociados con el accidente. En este sentido, la figura 5 muestra los parámetros relacionados con el control del mando del cíclico y su transmisión en el rotor principal, mientras que la 6 muestra aquellos relacionados con el control de guiñada, el colectivo y datos de velocidad, rumbo y altura. En ambas se han marcado con líneas verticales los momentos en que se produjeron los problemas de presión de hidráulico y el impacto así como dos referencias adicionales en las que se aprecian cambios importantes en la controlabilidad y estabilidad del helicóptero.

La correlación de datos de comunicaciones ATC, CVR y FDR ha permitido identificar el comienzo de los registros del FDR con las 11:13:48 h UTC en que el helicóptero se encontraba en la base de Tineo, en tierra y con ambos motores en funcionamiento. Durante cuatro minutos más la aeronave se mantuvo en tierra y realizó, entre otras, la desconexión durante dos segundos del SH1 manteniendo el SH2 funcionando, y a continuación se desconectó el SH2 manteniendo el SH1 la presión del sistema. A continuación ambos sistemas siguieron en funcionamiento y tres segundos después el SAS fue conectado.

A las 11:17:50 h UTC se produjo el despegue del campo, el desplazamiento al lugar del incendio a 120 kt de velocidad indicada prácticamente constante y rumbo entre 65° y 80° hasta que alcanzó el lugar del incendio a las 11:27:13 h UTC. Fue durante este trayecto, a las 11:19:55 h UTC, cuando la aeronave mantuvo la única conversación de todo el vuelo con TWR Asturias. La aeronave empezó a girar hacia la izquierda, disminuyó de velocidad y realizó el primero de un total de 16 estacionarios para dejar a la cuadrilla en tierra y comenzar con las descargas de agua.

Después de más de una hora y cuarto de trabajo, a las 12:33:22 h UTC, se acordó realizar una descarga de agua más y volver a Tineo a repostar, sin haber registrado el FDR durante todo el vuelo ningún problema previo con ninguno de los sistemas, incluido el hidráulico. A las 12:36:36 h UTC la aeronave se despidió del otro helicóptero después de haber ejecutado el último estacionario y un minuto después ya estaba estabilizado en rumbo 250° y 80 kt.

A las 12:42:46 el FDR registró una disminución de la presión en el SH2 durante 5 segundos por debajo de mínimos. Este fallo se volvió a repetir durante intervalos cada vez mayores (7, 7 y 11 segundos) espaciados por recuperaciones de 1, 2 y 1 segundos respectivamente entre sí hasta que finalmente a las 12:43:25, 39 segundos después del primer fallo, se produjo la falta de presión de forma permanente en el SH2. En este

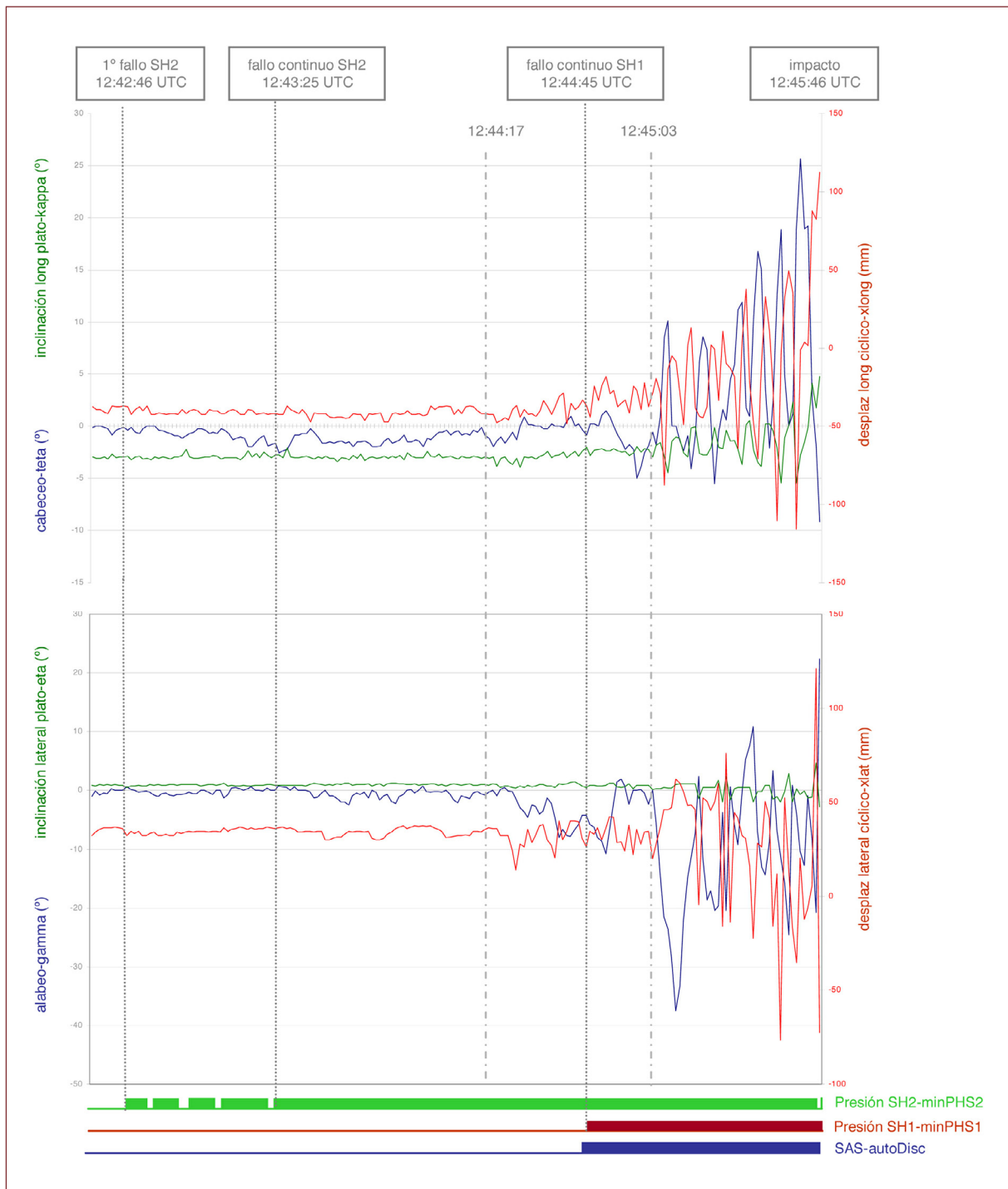


Figura 5. Parámetros del FDR durante los últimos 3 minutos de vuelo relacionados con las actuaciones sobre el cíclico

periodo la aeronave, que mantenía rumbo 250° recorrió 1,8 km. Desde el primer fallo hasta 52 segundos después del fallo continuo (12:44:17 h UTC) los parámetros de vuelo y todos relacionados con los mandos de control del vuelo se mantuvieron sin variación respecto al vuelo normal anterior.

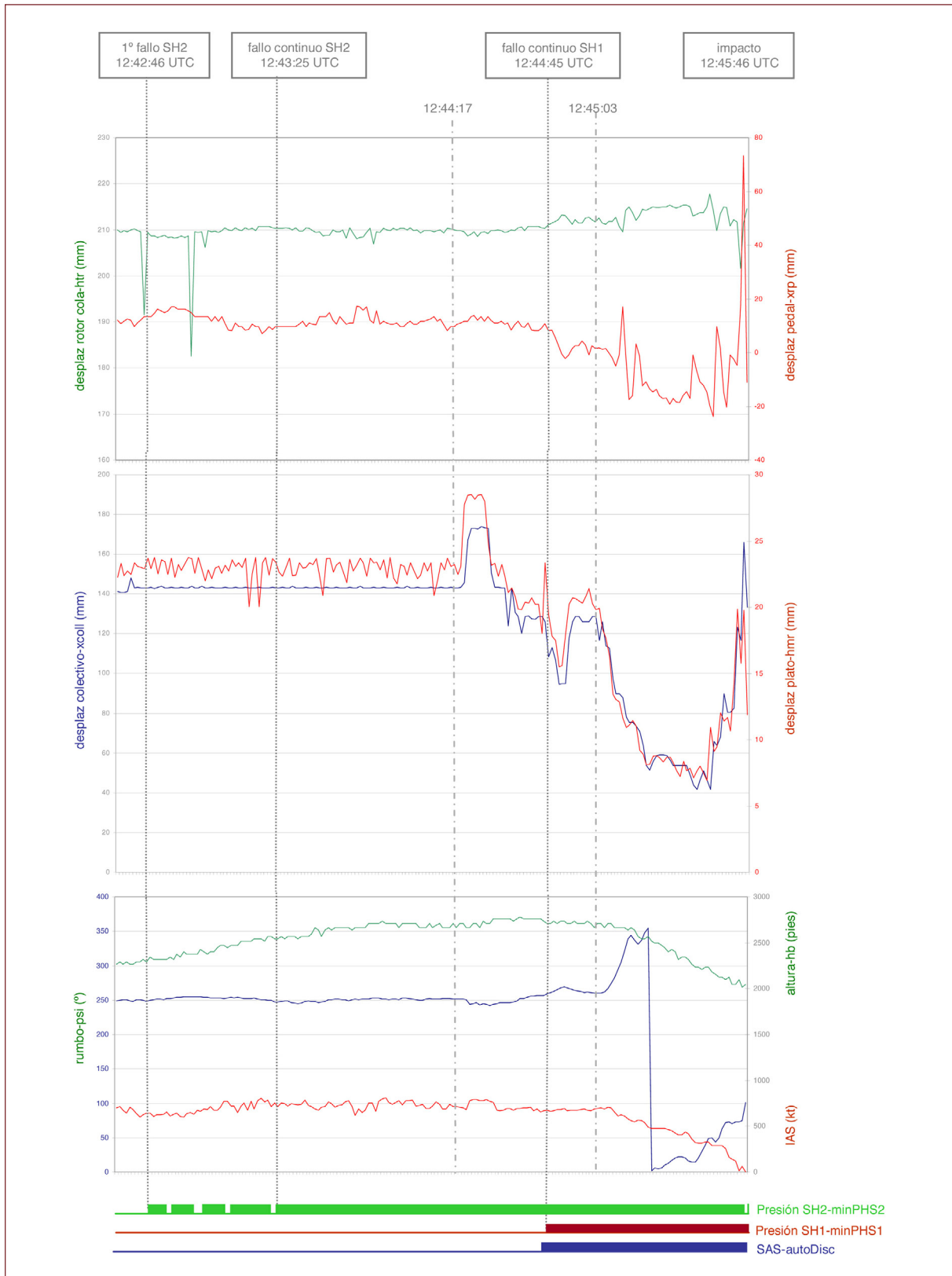


Figura 6. Parámetros del FDR durante los últimos tres minutos de vuelo relacionados con las actuaciones sobre el colectivo y pedales y perfil de vuelo

A las 12:44:17 h UTC, 28 segundos antes de que se produjera el fallo permanente en el SH1, los parámetros relacionados con los mandos de cíclico y colectivo registraron los primeros indicios de variaciones importantes, a pesar de que el control en guiñada, rumbo, altura y velocidad se mantuvieron sin variaciones apreciables. Un segundo antes de producirse la falta de presión en el SH1, el SAS se desconectó.

A partir de estos primeros indicios, cuando la aeronave había aumentado el rumbo a 260° y mantenía más de 90 kt de media, se produjo el fallo del SH1 las 12:44:45 h UTC quedándose sin sistema hidráulico y 18 segundos más tarde, a las 12:45:03 h UTC, todos los parámetros indican que se agudizó la crisis en los controles con la aparición de aceleraciones verticales periódicas, oscilaciones longitudinales crecientes del fuselaje y aumentos de alabeo haciendo que el vuelo fuese incontrolable. A la vez de esta inestabilidad se produjo el cambio rápido de rumbo hacia la derecha y la disminución de velocidad, altura y potencia de motores hasta el impacto seguramente como parte de la preparación de un aterrizaje fuera de campo. En el impacto se registraron aceleraciones verticales de 1,5 g. Desde el registro del primer fallo del SH2 hasta el final del vuelo la aeronave recorrió 7,7 km.

Durante todo el vuelo los parámetros relacionados con el funcionamiento de los motores registraron valores normales. Asimismo, se comprueba una correlación entre los movimientos en los controles del vuelo con el rotor principal y de cola, por lo que se descarta ningún tipo de problema de transmisión.

1.8. Sistema hidráulico

1.8.1. Descripción

El sistema hidráulico tiene como función principal hacer posible el control del helicóptero mediante la reducción de las fuerzas en los mandos de colectivo, cíclico (alabeo y cabeceo) y pedales (guiñada). Consta de dos sistemas hidráulicos (SH1 y SH2) completamente independientes entre sí que permiten el control mediante actuadores hidráulicos dobles. El sistema está dotado de un sistema SAS que estabiliza el vuelo en cabeceo y alabeo (a diferencia del W-3A que tiene dos). El funcionamiento del SAS en el W-3AS depende del SH1.

Aunque la operación en condiciones normales se realiza con ambos sistemas trabajando simultáneamente, existe un interruptor de selección en cabina (figura 7) que permite elegir la operación de los dos sistemas (BOTH ON) o desconectar cada uno de ellos (SYST. 1 OFF subiendo el interruptor o SYST. 2 OFF bajando el selector). En condiciones normales se tienen seleccionados ambos sistemas aunque con sólo uno de los sistemas funcionando, el sistema es capaz de proporcionar suficiente energía para operar los actuadores y, por tanto, los mandos de control del helicóptero. En el mismo panel en que se encuentra el interruptor de selección de SH, se sitúan también dos indicadores

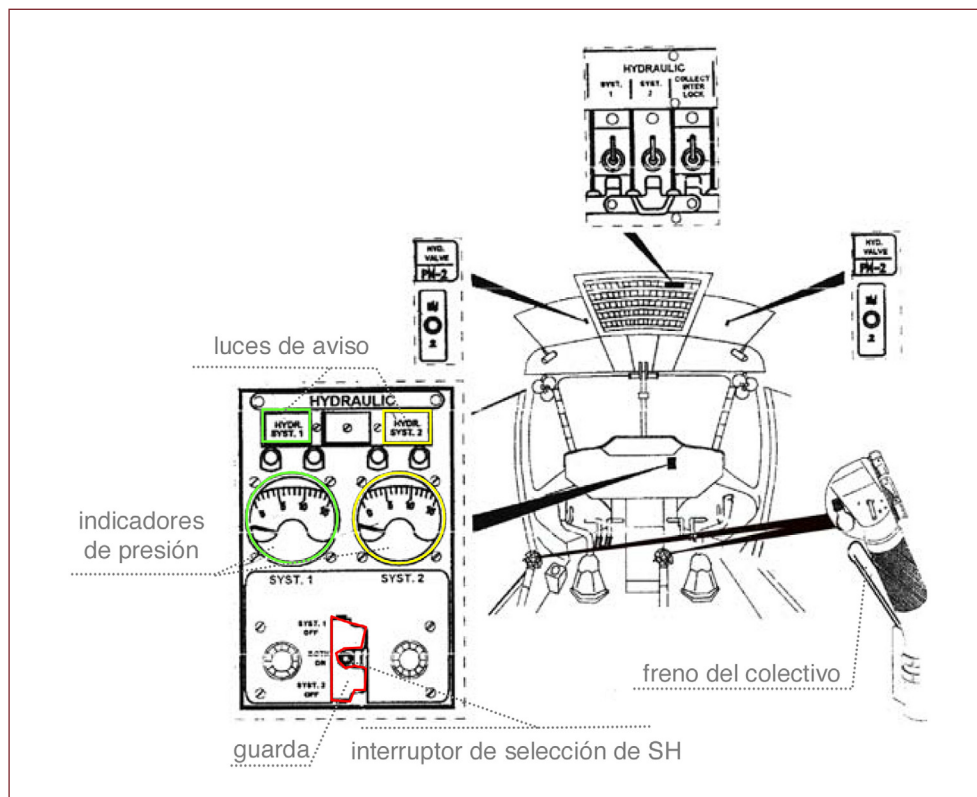


Figura 7. Controles del SH en cabina

de presión de hidráulico y dos luces de aviso, que dan información sobre la presión detectada en cada uno de los sistemas. La presión de trabajo es entre 90-110 kg/cm², de tal forma que si la presión desciende de 70 kg/cm², además de reflejarse en el indicador de presión, se enciende la luz de aviso.

El funcionamiento de cada sistema (figura 8) comienza con la succión de fluido desde el tanque, situado en el bloque, por la bomba de hidráulico que es movida por la caja de transmisión principal. Desde la bomba, el fluido a presión es enviado hasta el bloque, diseñado para acumular fluido, direccionarlo hacia las líneas de presión, filtrar, proteger el sistema de sobrepresiones y monitorizar la operación. En la parte inferior del bloque se encuentra el sensor que detecta baja presión en el sistema y que está asociado a la luz de aviso de cabina registrada por el FDR, el transmisor de presión que da indicación al manómetro y la válvula que desconecta el sistema cuando desde cabina se selecciona SH1 OFF o SH2 OFF. Desde el bloque el fluido va al acumulador (que proporciona un suministro de presión adicional en caso de demandas de potencia repentinas), colector, bloque de válvulas y líneas hasta los actuadores de alabeo, cabeceo, guiñada y de colectivo. El sistema 2 trabaja de forma análoga al 1 sólo que además proporciona energía al mecanismo de freno de la palanca del colectivo. Todos estos elementos se encuentran alojados en la parte superior del helicóptero, encima de la cabina de pasajeros, por lo que cualquier fuga de hidráulico en cualquiera de ellos no llegaría al interior de la cabina de pasajeros.

Las cuatro líneas, dos de cada SH, del circuito de tierra dentro de cabina (tramo II-III) hacen el recorrido hasta el panel juntas gracias a cuatro abrazaderas que las sujetan a la estructura. La figura 9 muestra la disposición de las líneas del circuito de tierra tomadas en otro helicóptero igual al accidentado. Se observa que el trazado del tramo II-III, dentro de cabina, comienza ligeramente por delante del panel que marca el final de la cabina de pasajeros, lo atraviesa en la abrazadera 4, y a partir de ahí se sitúa detrás de la cabina de pasajeros por el lado derecho del helicóptero hasta el panel de tierra mediante las otras 3 abrazaderas.

El funcionamiento del circuito de tierra es el siguiente:

- Durante el llenado, el hidráulico se introduce a través de las válvulas correspondientes del panel de tierra y desde allí por la línea de llenado y succión (en función de llenado) hasta el tanque del bloque.
- Cuando el sistema es energizado desde el exterior, la bomba hidráulica externa succiona fluido desde el tanque del bloque, a través de la línea de llenado y succión (en función de succión) pasando por la válvula correspondiente del panel. Una vez la bomba externa le ha suministrado la presión suficiente, el líquido es devuelto al sistema a través del panel y de la línea de presión del circuito de tierra hasta el bloque para ser distribuido al resto de los elementos del sistema.

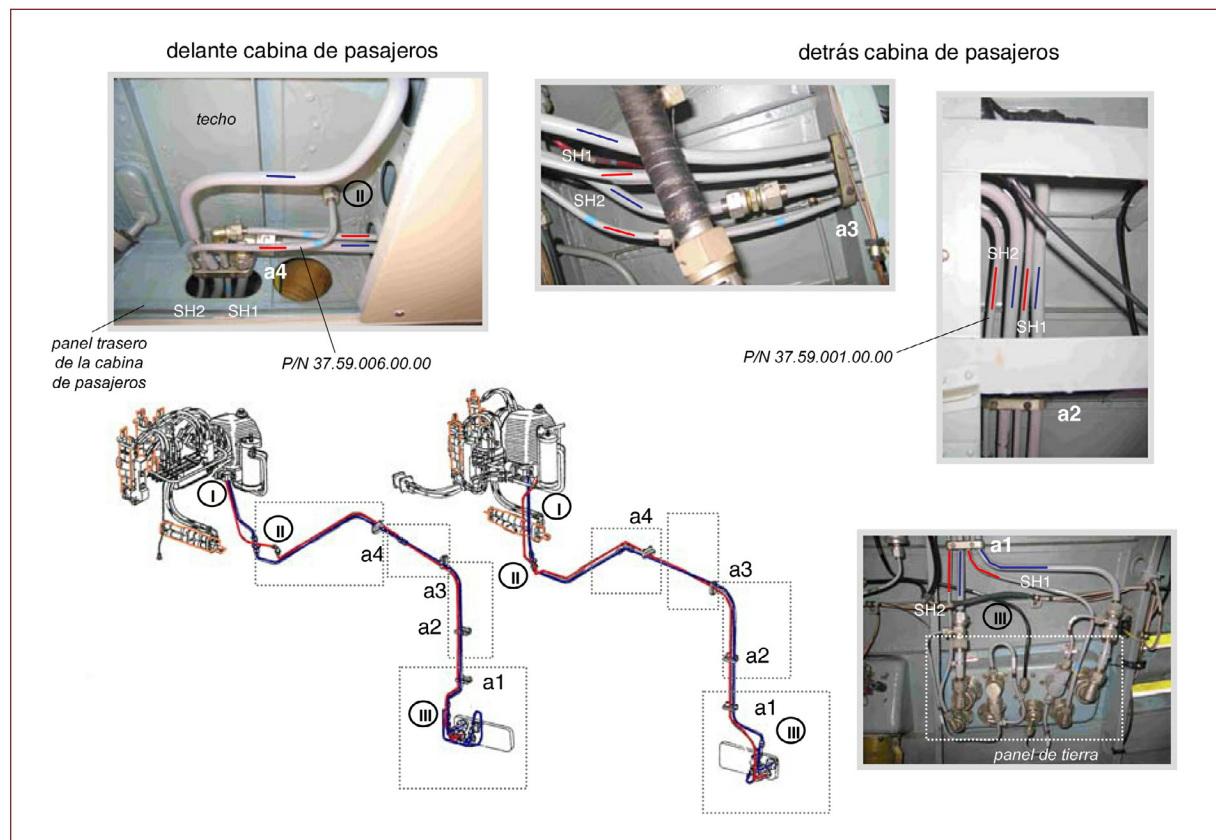


Figura 9. Tramo II-III del circuito de tierra localizado dentro de la cabina

Las tuberías del circuito de tierra son de materiales y diámetros diferentes según el tramo y la función, respectivamente (ver tabla 1). El tramo de circuito que se encuentra encima del techo del helicóptero, tanto de la línea de presión como de la línea de succión y llenado, está fabricado de acero resistente al ácido. Según la información del fabricante, el motivo de la diferencia de materiales es que el compartimento de la caja de transmisión del rotor principal está considerado como zona con riesgo de fuego y por lo tanto, todas las tuberías que se monten allí se fabrican de acero. El resto de los tramos que se localizan dentro de la cabina de pasajeros hasta el panel de tierra, son de aleación de aluminio. En cuanto al diámetro, la sección de la línea de presión es menor que la de la línea de succión y llenado.

Tabla 1. Características de las líneas del circuito de tierra del SH del W-3AS

	Tuberías de aluminio PA2r (tramo II-III en figura 8)		Tuberías de acero 1H18N10TA (tramo I-II en figura 8)	
	Línea de presión	Línea de succión y llenado	Línea de presión	Línea de succión y llenado
Diámetro	8 mm	14 mm	8 mm	14 mm
Máxima presión de trabajo en la aeronave	100 kg/cm ²	0,15 kg/cm ²	100 kg/cm ²	0,15 kg/cm ²
Máxima presión de trabajo según el estándar GOST 13977-72	150 kg/cm ²	80 kg/cm ²	480 kg/cm ²	260 kg/cm ²
Mínima presión de fallo según el estándar GOST 13977-72	472,5 kg/cm ²	252 kg/cm ²	1.512 kg/cm ²	819 kg/cm ²

1.8.2. Procedimientos

La información y procedimientos relacionados con el sistema hidráulico que contienen las secciones 1, 2 y 3 del manual de vuelo es la siguiente:

Sección 1-General

- Se indican los límites mínimo y máximo de las presiones de trabajo de los sistemas en 90 y 110 kg/cm², así como que no existen elementos comunes entre ambos por lo que una rotura en uno de ellos no tiene que afectar al otro.
- Los dos sistemas deben estar operativos antes del despegue y apagar cualquiera de los dos sistemas durante el vuelo está prohibido excepto en caso de emergencia (esta emergencia no se especifica en ningún apartado relacionado con el SH).
- Con ambos sistemas hidráulicos inoperativos es imposible mantener el vuelo controlado ya que las fuerzas en los sistemas de control son demasiado grandes.

Sección 2-Procedimientos normales

- Antes del rodaje se realiza el chequeo del SH que incluye en este orden: comprobar indicadores de presión de ambos sistemas, desplazar los controles para comprobar

irregularidades, desconectar el SH1 comprobando que la luz se enciende y que el indicador de presión baja a cero después de desplazar varias veces los mandos, desconectar el SH2 comprobando que la luz del SH1 se apaga y que la presión del SH1 vuelve a valores normales, pasando a encenderse la luz del SH2 y bajando la presión a cero después de mover los mandos. Ajustar la fricción del colectivo para comprobar que el mando no se cae cuando lo suelta el piloto y, por último, llevar el interruptor de selección de SH a la posición de ambos.

Sección 3-Procedimientos de emergencia

- En caso de pérdida de presión en el SH1, se encendería la luz de aviso y el indicador de presión del SH1 sería menor de 70 kg/cm². El procedimiento es:
 1. Aterrizar tan pronto como sea posible,
 2. Si los controles presentan restricciones, aterrizar inmediatamente.

- En caso de pérdida de presión en el SH2, aparecería la luz de aviso y el indicador de presión del SH2 sería menor de 70 kg/cm². El procedimiento incluye:
 1. Ajustar la fricción del colectivo para permitir su movimiento sin demasiado esfuerzo y asegurar que no cae ya que el freno está inoperativo,
 2. Aterrizar tan pronto como sea posible,
 3. Si los controles presentan restricciones, aterrizar inmediatamente.

- En caso de pérdida de presión en un sistema pueden incrementarse las fuerzas de control cuando se aplique colectivo para aterrizar.
- El término «aterrizar inmediatamente» indica que la urgencia del aterrizaje es primordial. La primera consideración es asegurar la supervivencia de los ocupantes.
- El término «aterrizar tan pronto como sea posible» indica que hay que aterrizar sin demora en el área más cercana posible en la que se pueda asegurar una aproximación y aterrizaje seguros.

1.8.3. *Diferencias entre W-3, W-3A y W-3AS*

Las diferencias entre los tres modelos de helicóptero SOKOL W-3, W-3A y W-3AS en cuanto al sistema hidráulico se refiere son las siguientes:

- W-3 tiene dos sistemas hidráulicos que comparten un mismo bloque. La operación se realiza siempre con el sistema primario (PRIMARY). En cabina existe un selector de SH así como indicadores de presión de cada sistema y tres luces de aviso encima. Los procedimientos de emergencia del W-3 definen como primera medida a

tomar sea cual sea el fallo de hidráulico el posicionamiento del selector de SH en la posición de SECONDARY.

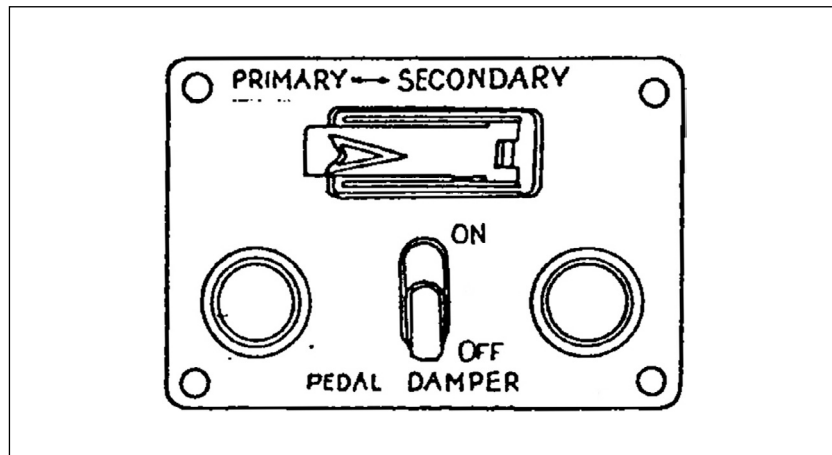


Figura 10. Selección de SH en cabina en el W-3

- W-3A y W-3AS tienen dos sistemas hidráulicos independientes idénticos a excepción de que el W-3A tiene dos sistemas SAS y el W-3AS sólo tiene uno asociado al SH1. El panel en cabina del W-3A es diferente al W-3AS ya que en este último tanto la luz de aviso, como el indicador de presión y el selector del SH están localizados juntos, mientras que en el W-3A la luz de aviso está separada del selector y el indicador de presión. Además en el W-3AS existe una guarda en el interruptor de selección de SH que no existe en el W-3A, y que hay que levantar hacia la izquierda para desconectar alguno de los sistemas. La desconexión del SH1 en el W-3AS se hace subiendo el interruptor hacia arriba mientras que en el W-3A hay que bajarlo. En cuanto a los procedimientos de emergencia, para ambos modelos son los mismos y en ninguno de ellos se menciona la actuación sobre el selector de hidráulico.

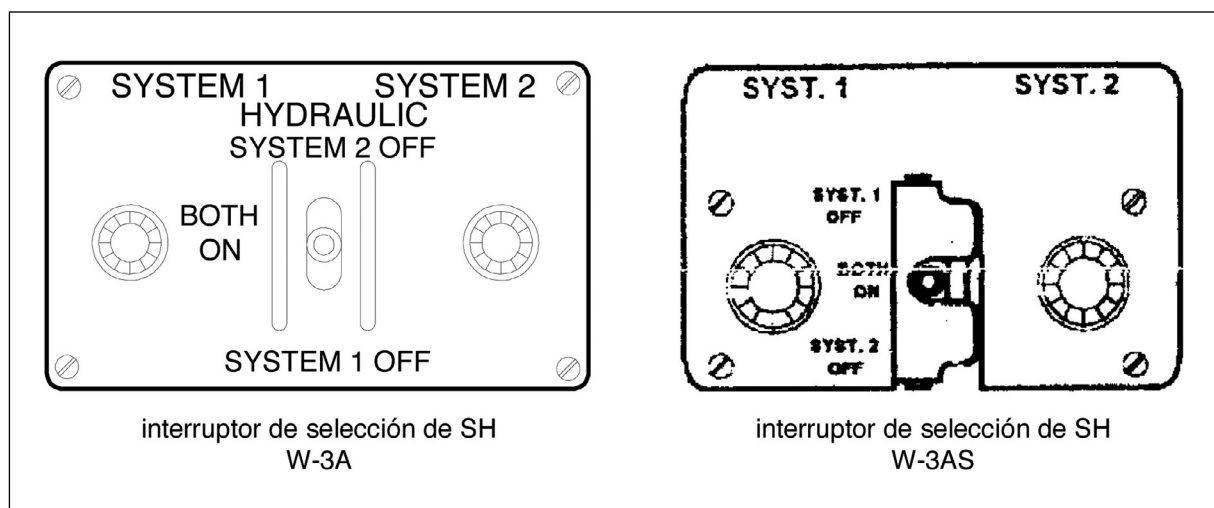


Figura 11. Diferencia de selección de SH en cabina entre W-3A y W-3AS

1.8.4. *Formación*

El programa de formación del helicóptero W-3AS del operador Heliseco aprobado por la autoridad de Aviación Civil de Polonia incluye un ejercicio, dentro del entrenamiento práctico, cuya duración es de 5 minutos y que se repite 2 veces, en el que se desconecta en vuelo uno de los dos sistemas hidráulicos. Este programa fue aprobado para 23 pilotos, dentro de los cuales se encontraban los involucrados en el accidente.

1.8.5. *Antecedentes de fallos en el sistema hidráulico*

Según la información proporcionada por PZL-Swidnik, a finales de 2005 se habían contabilizado, en el conjunto de los 23 helicópteros W-3AS modificados a partir del W3, un total de 10 fallos del sistema hidráulico lo suficientemente graves como para producir la inoperatividad de uno de los dos sistemas. Del total de los 10 antecedentes, 6 de ellos (incluido el accidente objeto de este informe) presentaron pérdidas de hidráulico significativas directamente relacionadas con roturas en alguno de los tramos de la línea de presión del circuito de tierra del SH2.

En tres de estos 6 eventos se produjo la rotura de la tubería P/N 37.59.006.00.00 del SH2 (véase figura 9). Esta tubería es parte de la línea de presión del circuito de tierra y, en concreto, es la que discurre desde el techo hasta la abrazadera 4 por delante del panel trasero de la cabina de pasajeros. El fabricante determinó que estas roturas fueron debidas a un problema en la fabricación de las mismas, por lo que se fabricaron unas nuevas y se enviaron al operador.

En los otros dos accidentes (uno de ellos es el sufrido por la aeronave SP-SUB en el vuelo de prueba del día 04-07-05) se produjo la rotura de la tubería P/N 37.59.001.00.00 del SH2 (véase figura 9). Esta tubería es parte la línea de presión del circuito de tierra y es el último tramo que enlaza con el panel de servicio de tierra localizado detrás de la cabina de pasajeros entre las abrazaderas 3 y 1. El fabricante determinó que la causa, en este caso, fue la incorrecta instalación de la tubería. Como consecuencia, el fabricante inició el proceso de elaboración del boletín de servicio (que se emitió después del accidente del SP-SUB) así como de fabricación de las piezas necesarias para su aplicación. Durante este proceso ocurrió el accidente de la aeronave SP-SUB.

1.9. **Declaraciones**

1.9.1. *Declaración del piloto*

El piloto, al que se le realizó una entrevista el día 5 de agosto de 2005, declaró que el día del accidente tuvieron conocimiento, por parte del técnico de la base, de un incendio al norte de Grado, a unos 8 minutos de la base. Antes del despegue realizaron la

prueba de hidráulico dando indicaciones normales. Cuando llegaron al lugar del incendio dejaron a la brigada (8 bomberos y un técnico) en un prado cercano y tres bomberos desplegaron el helibalde con el que realizó descargas sobre el incendio.

Más tarde, acordaron con el técnico el regreso a la base para repostar y luego sustituir al otro helicóptero. A los 4 o 5 minutos de estar en ruta a Tineo se encendió la luz del SH2. Miró el manómetro y vieron que la presión había descendido a cero, manteniéndose la luz de aviso encendida. Él miró hacia atrás y vio que salía mucho hidráulico, muy rápido y fuerte en la parte trasera de la cabina de pasajeros, diciéndoselo al copiloto. Hasta entonces él había llevado el helicóptero salvo cuando se giró para mirar hacia atrás en que le dijo al copiloto que pilotara él. Ajustaron la fricción del colectivo poniéndola en neutro. Iban a unos 90 nudos.

Después de unos minutos pasó lo mismo con el SH1: primero se encendió la luz y luego el manómetro bajo a cero en unos 10-20 segundos. Intentaron volar los dos pilotos pero tenían que hacer mucha fuerza sobre los mandos y el helicóptero se bamboleaba.

Bajaron a una montaña o prado. Tocaron tierra, rompieron las palas contra unas rocas y el helicóptero cayó hacia el lado izquierdo donde estaba el piloto. Cuando se apagaron las turbinas, el copiloto salió por la puerta derecha mientras se iniciaba un fuego fuerte por la zona trasera de la cabina hacia la puerta derecha.

Desde la primera avería ya veían la base. No hicieron nada cuando les falló el SH1, sólo seguir volando. No hicieron ninguna lista de chequeo porque no había tiempo. Asimismo declaró que el interruptor de selección de SH nunca se toca en vuelo, está prohibido, y sólo se toca en tierra.

El piloto tenía constancia del problema que había ocurrido durante el vuelo de prueba el día 4 de julio de 2005. En su opinión, sólo con el SH1 operativo el vuelo no se realiza con normalidad ya que el cíclico está muy duro.

1.9.2. Declaración del copiloto

La información proporcionada a la CIAIAC durante la investigación de campo por el copiloto indica que recibieron el aviso de incendio a las 13:10 h local y que después de otros procedimientos comprobaron el sistema hidráulico en la revisión prevuelo estando todo normal. El nivel de hidráulico estaba 1 cm. por debajo del máximo.

Llevaron 9 bomberos al incendio, los dejaron, recogieron agua e hicieron descargas. Cuando se encontraban a unos 5 km de la base, a la que se dirigían para repostar combustible, y a unos 300 metros sobre el terreno y 100 kt se empezó a encender y apagar la luz de aviso del SH2 hasta que se encendió permanentemente. En este momento el comandante vio «chorrear» hidráulico por la parte trasera de la cabina y

comprobaron que la presión en ambos sistemas era cero. Los mandos estaban duros y difíciles de mover por lo que intentaron aterrizar en una loma. Tocaron con las tres ruedas a poca velocidad volcando sobre la izquierda, girando y ardiendo después. Se quitaron los cinturones y él salió por su puerta, la de la derecha. Rompió la ventana del lado del comandante y le ayudó a salir.

1.9.3. *Declaración del piloto al mando en el vuelo de prueba del 04-07-05*

Cuando iba a aterrizar durante un vuelo de prueba en la factoría el día 4 de julio de 2005, a unos 2 metros del suelo, tuvo un fallo en el SH2, quedándose sin fricción en la palanca del colectivo. El hidráulico se veía en el fuselaje, detrás de la puerta derecha, cerca del panel de tierra.

1.9.4. *Declaración de testigo*

Un testigo afirmó que vio el helicóptero dar bandazos a derecha e izquierda. Iba despacio e intentó aterrizar en la zona de arriba de donde quedó finalmente. Se apoyó en el suelo, se giró y luego vieron las palas salir disparadas. Vio el rotor funcionando perfectamente.

1.10. **Medidas de seguridad adoptadas por el fabricante**

Como consecuencia del accidente, el fabricante emitió en inglés y en polaco el boletín mandatorio BO-37-05-176 cuya cumplimentación se requería antes de que cualquier aeronave W-3AS realizara el siguiente vuelo. Además, Heliseco como propietario, el día posterior al accidente prohibió la operación de todos los helicópteros W-3AS operados por esa compañía hasta que el boletín BO-37-05-176 fuera implementado.

El boletín BO-37-05-176, en base a la detección en cabina de líquido hidráulico declarada por el piloto, identificaba el tramo del circuito de tierra que discurre debajo del techo del helicóptero como origen probable del problema y determinaba las siguientes acciones provisionales:

- Desconectar las tres tuberías de hidráulico de la línea de presión del circuito de tierra de los dos sistemas hidráulicos sellando las conexiones correspondientes en el bloque y la válvula de presión del panel en las que iban estas tuberías.
- Identificar cada una de las 6 tuberías de cada helicóptero y enviarlas a PZL-Swidnik para comprobaciones y chequeos posteriores.

Como consecuencia del accidente y de los antecedentes de los que se tenía constancia, PZL-Swidnik estableció un grupo de trabajo para analizar las causas de los problemas de

hidráulico en los helicópteros SOKOL. Las conclusiones han sido en primer lugar, que las pruebas realizadas a las tuberías dañadas, tanto de los accidentes previos como en las recopiladas a raíz del BO-37-05-176, no han revelado ningún defecto de material o de resistencia, sino que las roturas y pérdidas de líquido fueron debidas a un incorrecto doblado de las tuberías durante su instalación. Además, según el fabricante los problemas de fallos en el SH se han producido, en su mayor parte, en los helicópteros W-3 que se modificaron mediante el boletín BS-3004-97 para convertirse en W-3AS. En este sentido, PZL está revisando y verificando los estándares y modelos de referencia relacionados con las tuberías de hidráulico así como la correspondiente formación del personal técnico.

En cuanto al diseño del circuito de tierra, se están realizando las modificaciones necesarias para instalar una válvula de chequeo tanto en el bloque como en el panel de tierra donde se une la línea de presión del circuito.

2. ANÁLISIS

2.1. Análisis del vuelo

La aeronave SP-SUB había estado operando durante 1 hora y 29 minutos. A las 12:42:46 h UTC (3 minutos antes del impacto) durante el trayecto de regreso a la base de Tineo para repostar, en vuelo nivelado, sufrió el primer fallo del sistema hidráulico 2 que se convertiría en permanente 39 segundos después. A este fallo se sumaría, transcurrido 1 minuto y 20 segundos, el fallo permanente en el sistema hidráulico 1, volando todavía la aeronave durante 61 segundos más hasta el impacto sin sistema hidráulico disponible.

Los 18 segundos posteriores al fallo completo del SH indican que el vuelo era todavía controlable seguramente por la acción del acumulador (que por un tiempo limitado de 10-20 segundos puede permitir el vuelo en emergencia). Sin embargo, en los 43 segundos restantes antes del impacto, el helicóptero entró en una situación de inestabilidad con oscilaciones e incrementos en los movimientos de alabeo y cabeceo y registro de aceleraciones verticales.

El perfil del vuelo durante los 2 minutos y 17 segundos durante los que fueron apareciendo los problemas en el SH1 y SH2 no se vio modificado en el sentido de que velocidad, altura y rumbo se mantuvieron, sugiriendo la intención de la tripulación de llegar a la base y solucionar allí el problema. Sin embargo la incontrolabilidad de la aeronave durante los últimos 43 segundos, hizo improrrogable el aterrizaje fuera de campo, llevando a la tripulación los últimos segundos anteriores al impacto a disminuir altura, velocidad y potencia en los motores.

2.2. Preparación del vuelo

Los procedimientos que define el manual de vuelo antes del despegue incluyen la desconexión de cada uno de los sistemas hidráulicos y la comprobación de las indicaciones en cabina de presión y luces de aviso de hidráulico después de mover varias veces los mandos para comprobar también posibles irregularidades en los mismos. El registro de datos proporcionado por el FDR respecto a la ejecución de este procedimiento prevuelo indica que la desconexión de cada sistema se hizo por 2 segundos, duración que se considera insuficiente para poder realizar el desplazamiento de mandos y el resto de acciones que define el manual, permitiendo únicamente comprobar el funcionamiento de las luces de aviso de presión baja en cada sistema.

El hecho de que la aeronave estuviera en vuelo más de 90 minutos antes de aparecer los problemas hace pensar que, seguramente, aunque el procedimiento prevuelo se hubiera realizado por completo, no habría indicado ninguna anomalía. A pesar de ello, es necesario hacer hincapié en la importancia de la aplicación íntegra de los procedimientos definidos en los manuales.

2.3. Gestión de la emergencia

El manual de vuelo indica que en el caso de producirse un fallo en cualquiera de los dos sistemas hidráulicos se aterrice tan pronto como sea posible, término que se refiere a no demorar y llevar a cabo la toma en el área más cercana posible en la que se pueda realizar un aterrizaje y aproximación seguros. En el caso de la aeronave SP-SUB este aterrizaje se demoró durante los 3 minutos que transcurrieron desde la primera indicación de problemas de presión en el sistema hidráulico hasta el impacto.

En este tiempo la aeronave recorrió 7,7 km aproximadamente, durante los cuales, y a pesar de que la orografía de la zona es accidentada, se han identificado tres emplazamientos en los que se considera que se podría haber realizado un aterrizaje con garantías de seguridad. El primero de los emplazamientos posibles para un aterrizaje es Soto de los Infantes que, según las estimaciones realizadas debía estar siendo sobrevolado por la aeronave cuando se produjo el primer fallo en el SH2. Más adelante, a la derecha de la trayectoria se encontraba Buspol, aproximadamente a un kilómetro de distancia desde que se produjo el fallo permanente del SH2. Y por último, un kilómetro más adelante en la trayectoria se encontraba el Rañadoiro.

Es probable que la proximidad a la base, la posibilidad de volar con un sistema hidráulico y los problemas de rescate y reparación que suponen aterrizar fuera de campo en una zona como Asturias, llevaran a decidir a la tripulación a continuar con el vuelo hasta llegar a la base, no llevando a cabo los procedimientos definidos en el manual de vuelo.

2.4. Comunicaciones ATC

Las conversaciones ATC entrecortadas que ha registrado el CVR en las cercanías de Grado, muestran una posible deficiencia en la cobertura radio proporcionada por Asturias TWR en la frecuencia 118.5 MHz.

Según la información proporcionada por la propia dependencia, este problema existe y es de carácter técnico, dificultando y en muchos casos impidiendo la prestación adecuada del servicio de alerta. De hecho, la llamada que realiza la TWR a la aeronave sin obtener respuesta a las 11:46:10 h y a las 12:23:10 h no fue recibida por la aeronave a pesar de que el CVR registró conversaciones posteriores a esta última comunicación.

2.5. Problemas de funcionamiento del sistema hidráulico

No se ha podido realizar ninguna comprobación de la instalación del sistema hidráulico de la aeronave SP-SUB ya que el incendio que se produjo después del impacto destruyó por completo la mayor parte de las tuberías que se encontraban en el compartimento

de la caja principal, encima del techo, y por completo los circuitos de tierra de ambos sistemas.

2.5.1. *Fallo del sistema hidráulico 2*

La instalación y trazado del sistema hidráulico indican que la única posibilidad que explicaría una fuga de hidráulico en la zona de la cabina de pasajeros, tal y como es descrita por el piloto en su declaración, es una rotura en el primer tramo del circuito de tierra que se encuentra debajo del techo del helicóptero antes de llegar a la abrazadera 4 (figura 9). El fallo intermitente de presión en el SH2, que en el transcurso de 39 segundos se convierte en permanente según muestra el FDR es coherente con una pérdida de hidráulico por rotura de una tubería. Esta tubería, además, debió ser de la línea de presión que trabaja a 100 kg/cm² (en comparación con la línea de succión y llenado que soporta 0,15 kg/cm² de presión), coincidiendo con la descripción del piloto de que el hidráulico salía en mucha cantidad y muy fuerte.

Por lo tanto, los fallos registrados y confirmados por el piloto de baja presión en el sistema hidráulico 2 se considera que fueron provocados, probablemente, por una pérdida de líquido en el SH2 debido a una rotura en la tubería P/N 37.59.006.00.00 que se extiende desde el techo hasta detrás del panel que delimita el final de la cabina de pasajeros (figura 9). Como dato añadido que apoya esta posibilidad, los antecedentes de problemas similares proporcionados por PZL-Swidnik indican que es en esta línea del SH2 en la que se han producido todos los fallos de hidráulico que ha registrado el W-3AS desde su existencia. De entre la totalidad de fallos, las fracturas en la línea de presión del circuito de tierra del SH2 suponen más del 50%, y en concreto, existen antecedentes de roturas en la misma tubería que se estima se rompió en el caso del SP-SUB.

En este sentido, hasta que no se produjo el accidente de la aeronave SP-SUB, el fabricante no tomó acciones correctoras a pesar de los antecedentes de roturas similares incluso produciéndose el último en sus propias instalaciones.

2.5.2. *Fallo del sistema hidráulico 1*

Desde que se produjo el fallo inicial y el permanente del SH2, hasta que se produjo el fallo del SH1, trascurrieron 119 y 80 segundos, respectivamente. A diferencia de lo ocurrido con el SH2, el fallo del SH1 no se produjo de forma paulatina, sino que la indicación fue instantánea.

La inexistencia de ningún resto tras el incendio ha hecho imposible confirmar la causa del fallo del SH1, aunque se consideran las siguientes posibilidades: la rotura de algún elemento del SH1 o bien la actuación sobre el selector de sistema hidráulico en cabina.

Los SH1 y SH2 son completamente independientes en su funcionamiento ya que no tienen ningún elemento en común, razón por la cual es posible operar con un solo sistema. Por este motivo, se considera poco probable la posibilidad de que después de la rotura de la tubería del SH2 se produjera otra rotura en el SH1 que, además, habría producido indicaciones similares a las ocurridas con el SH2 y no una caída permanente de presión de forma instantánea. Aunque funcionalmente los dos sistemas son completamente independientes, el trazado físico de los circuitos de tierra de ambos sistemas discurre conjuntamente dentro la cabina de pasajeros a través de cuatro abrazaderas. Otra posibilidad es que se hubiera producido algún problema o desplazamiento de alguna de las abrazaderas y hubiera ocasionado la fractura de las tuberías del SH1 y SH2, aunque no explica la diferencia de indicaciones mostradas por ambos sistemas.

La forma en que se produjo el fallo del SH1 es coherente con una actuación sobre el selector de SH en cabina. A pesar de que los procedimientos de emergencia del W-3A y W-3AS no incluyen ninguna actuación al respecto, el modelo W-3 incluye, como primera medida a tomar ante emergencias en vuelo del sistema hidráulico, la actuación sobre el selector de SH cambiando del primario al secundario. La experiencia de la tripulación en el SOKOL muestra que es en el modelo W-3 donde acumulaban la mayor parte de las horas (2.427 y 1.142 respectivamente piloto y copiloto) frente a las 182 y 104 h en el W-3AS, respectivamente.

Suponiendo una actuación intencionada en cabina sobre el selector de SH con objeto de aislar el sistema hidráulico dañado como ocurre en las emergencias del W-3, como elementos de confusión añadidos se encuentra el que la posición del interruptor para la desconexión del SH2 en el W-3A produce la desconexión del SH1 en el W-3AS, y que los procedimientos normales del manual del W-3AS dejan abierta la posibilidad de desconexión de un sistema en caso de emergencia (sin especificar la misma). En relación con esta posibilidad hay que indicar que si bien esta acción no es tan inmediata de realizar (entraña la actuación sobre la guarda y luego el posicionamiento del interruptor), se realizó relativamente tarde (80 segundos después del fallo permanente del SH2) y además hubo tiempo para corregir y volver a colocar el selector en BOTH ya que la aeronave estuvo volando 61 segundos más. Debe reseñarse que ambos pilotos fueron taxativos en su declaración indicando que en ningún momento tocaron el interruptor de selector de SH en cabina.

Como además el CVR no ha apartado ninguna información por no registrar los últimos minutos del vuelo, no se ha podido tener ningún dato añadido sobre las conversaciones de la tripulación durante la emergencia en cabina y, por tanto, confirmar alguna de las hipótesis que dieran explicación al fallo del sistema hidráulico 1.

2.6. Diseño del sistema hidráulico

De acuerdo a la información proporcionada por los manuales, el circuito de tierra con que está dotado cada sistema hidráulico se utiliza en las tareas de mantenimiento sin

tener ninguna función en la operación normal del helicóptero. A pesar de ello, el circuito de tierra no está aislado y por lo tanto está sometido a las mismas presiones que el resto del sistema.

De acuerdo con esto y debido a los antecedentes de fallo que se han producido desde la existencia de los modelos W-3AS en el tramo de presión de este circuito del SH2, parece adecuado replantearse por un lado la necesidad real de que el circuito de tierra exista cuando plantea tantos problemas y no realiza ninguna función para el vuelo y, en el caso de permanecer, la urgencia de aislar esta parte del sistema.

Según la información proporcionada por el fabricante PZL-Swidnik las acciones que se están tomando están en la línea de mantener el circuito de tierra pero instalando válvulas que lo aislen y verificando los estándares de estas líneas así como la formación de personal técnico implicado en la instalación.

3. CONCLUSIÓN

3.1. Conclusiones

- La experiencia de la tripulación en el modelo W-3AS era de 104 h el piloto y 182 h el copiloto, en comparación con su experiencia en W-3 (2.427 h piloto y 1.142 h copiloto).
- La experiencia de piloto y copiloto actuando conjuntamente como una misma tripulación era de 18 h y 15 minutos.
- La aeronave se fabricó en 1991 como W-3 y fue modificada el 30 de junio de 2005 a W-3AS, mediante la aplicación del BS 30-04-97 en las instalaciones y por personal del fabricante.
- El 4 de julio de 2005 durante un vuelo de prueba en las instalaciones del fabricante, la aeronave tuvo un problema en el sistema hidráulico 2 provocado por la rotura de una tubería del circuito de tierra.
- El procedimiento de emergencia tras el fallo de un sistema hidráulico en el modelo W-3 contempla la actuación sobre el selector de hidráulico en cabina.
- El procedimiento de emergencia tras el fallo de un sistema hidráulico en los modelos W-3A y W-3AS no requiere ninguna actuación sobre el selector de sistema en cabina.
- Los procedimientos normales para el modelo W-3A y W-3AS prohíben la desconexión de cualquiera de los dos sistemas hidráulicos en vuelo salvo en caso de emergencia, sin estar esta emergencia descrita en ningún manual de la aeronave.
- La actuación del selector de hidráulico en cabina en el modelo W-3A desconecta el sistema opuesto en el W-3AS.
- El CVR no ha registrado las conversaciones en cabina durante el accidente ya que finaliza 3 minutos antes de producirse la emergencia.
- El FDR ha registrado los datos desde el inicio del vuelo hasta el impacto, a pesar de lo cual, su estado de mantenimiento era defectuoso.
- Después de 1 hora y 32 minutos de vuelo, comenzaron a producirse indicaciones de baja presión en el SH2, que a los 39 segundos se convertiría en permanente
- 1 minuto y 59 segundos después de aparecer el problema en el SH2, se produjo la indicación permanente de baja presión en el SH1.
- La aeronave, desde la aparición de los primeros problemas hasta el impacto, voló durante 3 minutos, 61 segundos de los cuales sin sistema hidráulico.

3.2. Causas

La aeronave SP-SUB impactó contra el terreno debido a la incapacidad de control del mismo provocada por la inoperatividad de los dos sistemas hidráulicos.

La declaración del piloto, la forma de fallo registrada por el FDR y los antecedentes en otros modelos W-3AS, indican que es altamente probable que el fallo del SH2 (que se

produjo en primer lugar) se debiera a la rotura de la tubería de presión del circuito de tierra que se localiza debajo del techo dentro de la cabina de pasajeros y cuyo P/N es 37.59.006.00.00.

No se ha podido confirmar la causa por la que a continuación del SH2 se produjo el fallo del SH1.

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

- REC 01/07.** Teniendo en cuenta los problemas de cobertura que se han constatado en las grabaciones del CVR y el informe reportado por el Jefe de Torre de Asturias, se recomienda a AENA, que revise la cobertura radio a baja altura en el ámbito de responsabilidad de Asturias TWR en la frecuencia 118.5 MHz.
- REC 02/07.** Considerando que los procedimientos previos al vuelo del SP-SUB no se completaron y que la gestión de la emergencia muestra un intento de alcanzar la base olvidando que hay emergencias en las que no se pueden demorar los aterrizajes, se recomienda al operador HELISECO que recuerde a los pilotos la importancia de la aplicación estricta de los procedimientos establecidos en los manuales de las aeronaves.
- REC 03/07.** Puesto que se habían producido una serie de fallos en el circuito de tierra del sistema hidráulico 2 con anterioridad al accidente, incluso en las propias instalaciones de PZL sin que se tomaran acciones correctoras y preventivas, se recomienda a EASA que revise el sistema de análisis de fallos en servicio del fabricante PZL para asegurar que se analizan adecuadamente y se toman acciones urgentes en caso necesario.
- REC 04/07.** Ante la existencia de antecedentes de fallos en el circuito de tierra y la utilidad de este circuito única y exclusivamente en tareas de mantenimiento, se recomienda al fabricante PZL que estudie el diseño de los circuitos de tierra de los sistemas hidráulicos del W-3AS valorando la posibilidad de eliminarlos o mejorar el diseño actual de los mismos.
- REC 05/07.** Ante las diferencias encontradas en las actuaciones a seguir en caso de emergencias relacionadas con el sistema hidráulico así como el diseño de la cabina entre los distintos modelos de helicópteros SOKOL, se recomienda al fabricante PZL:
- La revisión de los procedimientos normales y de emergencia en los manuales del W-3A y W-3AS asegurando la coherencia en las acciones a seguir en caso de emergencias en el sistema hidráulico.
 - Proporcione a los operadores adecuadas guías de entrenamiento para aumentar y mantener en el tiempo la concienciación de los pilotos sobre:
 - Las diferencias de los procedimientos de emergencia en caso de fallo de hidráulico entre el modelo W-3 respecto de los modelos W-3A y W-3AS.

- Las diferencias de diseño del interruptor de selección de hidráulico en las cabinas del W-3A respecto del W-3AS.

REC 06/07. Debido a las malas condiciones en que ha mostrado encontrarse el registrador de datos de vuelo y la no grabación de los últimos minutos del vuelo del registrador de conversaciones en cabina, y por tanto, de la emergencia impidiendo completar y confirmar aspectos la investigación del accidente, se recomienda a la Autoridad de Aviación Civil de Polonia que, junto con los operadores de los modelos de helicópteros SOKOL W-3, W-3A y W-3AS, asegure el adecuado estado de los FDR y CVR de estos modelos de helicópteros.