

JIAAC | INVESTIGACIÓN PARA LA SEGURIDAD AÉREA

INFORME DE SEGURIDAD

Matrícula: LV-BSH

FECHA: 25/04/2015

LUGAR: zona rural de Bahía Blanca – prox. Aeropuerto – provincia de Buenos Aires

HORA: 14:20 UTC

AERONAVE: Aeroitba Petrel 912 I



INDICE:

ADVERTENCIA	2
Nota de introducción.....	3
INFORME DE SEGURIDAD	4
SINOPSIS.....	4
1.1 Reseña del vuelo	5
1.2 Lesiones al personal	5
1.3 Daños en la aeronave	5
1.3.1 Célula.....	5
1.3.2 Motor	6
1.3.3 Hélice.....	6
1.4 Otros daños.....	6
1.5 Información sobre el personal	6
1.6 Información sobre la aeronave.....	7
1.7 Información meteorológica	8
1.8 Ayudas a la navegación	9
1.9 Comunicaciones.....	9
1.10 Información sobre el lugar del accidente.....	9
1.11 Registradores de vuelo	9
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto	9
1.13 Información médica y patológica.....	10
1.14 Incendio.....	10
1.15 Supervivencia.....	10
1.16 Ensayos e investigaciones	10
1.17 Información orgánica y de dirección.....	19
1.18 Información adicional	19
1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces	20
2 ANÁLISIS	21
2.1 Introducción.....	21
2.2 Factores desencadenantes	21
2.3 Contexto operativo	21
3 CONCLUSIONES	24
3.1 Hechos definidos.....	24
3.2 Conclusiones del análisis	24
4 RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD	26
4.1 A las Escuelas de vuelo	26
4.2 Al fabricante de la aeronave.....	26
4.3 Al taller interviniente.....	27
4.4 A la Administración Nacional de Aviación Civil	27
5 REQUERIMIENTOS ADICIONALES	28

ADVERTENCIA

Este informe refleja las conclusiones y recomendaciones de la Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil (JIAAC) con relación a los hechos y circunstancias en que se produjo el accidente objeto de la investigación.

De conformidad con el Anexo 13 (Investigación de accidentes e incidentes) al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, ratificado por Ley 13.891, y con el Artículo 185 del Código Aeronáutico (Ley 17.285), la investigación del accidente tiene un carácter estrictamente técnico, y las conclusiones no deben generar presunción de culpa ni responsabilidad administrativa, civil o penal.

La investigación ha sido efectuada con el único y fundamental objetivo de prevenir accidentes e incidentes, según lo estipula el Anexo 13.

Los resultados de esta investigación no condicionan ni prejuzgan investigaciones paralelas de índole administrativa o judicial que pudieran ser iniciadas en relación al accidente.

Nota de introducción

La Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil (JIAAC) ha adoptado el método sistémico como pauta para el análisis de accidentes e incidentes.

El método ha sido validado y difundido por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y ampliamente adoptado por organismos líderes en la investigación de accidentes a nivel internacional.

Las premisas centrales del método sistémico de investigación de accidentes son las siguientes:

- Las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y/o las fallas técnicas del equipamiento son denominados **factores desencadenantes o inmediatos** del evento. Constituyen el punto de partida de la investigación, y son analizados con referencia a las defensas del sistema aeronáutico así como a otros factores, en muchos casos alejados en tiempo y espacio, del momento preciso de desencadenamiento del evento.
- Las **defensas** del sistema aeronáutico detectan, contienen y ayudan a recuperar las consecuencias de las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y las fallas técnicas. Las defensas se agrupan bajo tres entidades genéricas: tecnología, reglamentos (incluyendo procedimientos) y entrenamiento. Cuando las defensas funcionan, interrumpen la secuencia causal. Cuando las defensas no funcionan, contribuyen a la secuencia causal del accidente.
- Finalmente, los factores en muchos casos alejados en el tiempo y el espacio del momento preciso de desencadenamiento del evento son denominados **factores sistémicos**. Son los que permiten comprender el desempeño del personal operativo de primera línea y/o la ocurrencia de fallas técnicas, y explicar las fallas en las defensas. Están vinculados estrechamente a elementos tales como, por ejemplo, el contexto de la operación; las normas y procedimientos, la capacitación del personal, la gestión de la organización a la que reporta el personal operativo y la infraestructura.

La investigación que se detalla en el siguiente informe se basa en el método sistémico, y tiene el objetivo de identificar los factores desencadenantes, las fallas de las defensas y los factores sistémicos subyacentes al accidente, con la finalidad de formular recomendaciones sobre acciones viables, prácticas y efectivas que contribuyan a la gestión de la seguridad operacional.

INFORME DE SEGURIDAD

INCIDENTE OCURRIDO EN: zona rural de Bahía Blanca, provincia Buenos Aires

FECHA: 25 de abril de 2015

HORA¹: 14:20 UTC (aprox.)

AERONAVE: Avión

PILOTO: Licencia de piloto privado de avión (PPA)

MARCA: Aeroitba

PROPIETARIO: Proyecto Petrel S.A.

MODELO: Petrel 912 I

MATRÍCULA: LV-BSH

SINOPSIS

Este informe detalla los hechos y circunstancias en torno al incidente experimentado por la aeronave Aerotiba Petrel 912 I matrícula LV-BSH, el 25 de abril de 2015 aproximadamente a las 14.20 h, en zona rural próxima al Aeropuerto de Bahía Blanca.

El informe presenta cuestiones relacionadas con el sistema de indicación de cantidad de combustible, el mantenimiento de los filtros de aire de la aeronave, el desempeño de talleres aeronáuticos en cuanto al control de calidad de las tareas que desempeñan, y la documentación técnica de la aeronave.

El informe incluye una importante cantidad de recomendaciones de seguridad operacional: una dirigida a las escuelas de vuelo, dos al Taller Aeronáutico, cuatro al fabricante de la aeronave y dos a la Administración Nacional de Aviación Civil.

¹ Nota: Todas las horas están expresadas en Tiempo Universal Coordinado (UTC) que para el lugar y fecha del accidente corresponde al huso horario – 3.

INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1 Reseña del vuelo

El 25 de abril de 2015 en horas de la mañana, el piloto de la aeronave matrícula LV-BSH y un acompañante despegaron del Aeródromo General Rodríguez ubicado en la provincia de Buenos Aires, para realizar un vuelo de navegación hasta el Aeródromo de Carmen de Patagones, con una escala técnica de reabastecimiento de combustible en el Aeropuerto de la ciudad de Bahía Blanca en la provincia de Buenos Aires.

El piloto obtuvo la información meteorológica del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y despegó del Aeródromo Gral. Rodríguez con los tanques de combustible llenos a su máxima capacidad.

La ruta de navegación preveía sobrevolar las localidades de Saladillo y Coronel Pringles, antes de la escala técnica en el Aeropuerto de Bahía Blanca.

Luego de un tiempo de vuelo de aproximadamente 4 (cuatro) horas, a una altitud de 9500 ft, el piloto inició el descenso hacia el Aeropuerto de Bahía Blanca. A una altitud de 2500 ft, se produjo una reducción de potencia y posteriormente la detención del motor. Como consecuencia de esto, el piloto procedió a intentar el reencendido, sin éxito. Ante esta situación, realizó un aterrizaje de emergencia en una zona rural, a una distancia de 1695 metros del borde de la cabecera de la pista 24 y en la prolongación del eje de la misma.

El incidente se produjo de día y con buenas condiciones meteorológicas.

1.2 Lesiones al personal

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros
Mortales	--	--	--
Graves	--	--	--
Leves	--	--	--
Ninguna	1	1	--

1.3 Daños en la aeronave

1.3.1 Célula: se produjeron daños leves, principalmente en el parabrisas por las vibraciones que sufrió la aeronave al aterrizar sobre terreno no preparado.



Fig. 1. Rotura del parabrisas de la aeronave

1.3.2 Motor: no presentó daños.

1.3.3 Hélice: no presentó daños.

1.4 Otros daños

No hubo.

1.5 Información sobre el personal

PILOTO	
Sexo	Masculino
Edad	23 años
Nacionalidad	Argentino
Licencias	Piloto privado de avión
Habilitaciones	Monomotores terrestres hasta 5700 kg. Carece de atribuciones de la habilitación de VFR controlado.
CMA	Clase: II Válido hasta:30/09/2016

El piloto no poseía registros de accidentes y/o infracciones aeronáuticas anteriormente registradas.

Su experiencia en horas era la siguiente:

HORAS VOLADAS	General	En el tipo
Total general	91.9 h	11.2 h
Últimos 90 días	14.0 h	11.2 h
Últimos 30 días	7.2 h	5.8 h
Últimas 24 h	4.0 h	4.0 h

1.6 Información sobre la aeronave

Perfil de la aeronave



Fig. 2. Imagen de la aeronave (Esquema y perfil)

AERONAVE		
Marca	Aeroitba	
Modelo	Petrel 912i	
Categoría	Ala fija	
Subcategoría	Avión	
Año de fabricación	2008	
Nº de serie	0001	
Horas totales(TG)	3662 h	
Horas desde la última recorrida general (DURG)	1473 h	
Horas desde la última inspección (DUI)	3 h	
Certificado de matrícula	Propietario	Proyecto Petrel S.A
	Fecha de expedición	26 de septiembre de 2008
Certificado de aeronavegabilidad	Clasificación	Estándar
	Categoría	Clase Especial VLA
	Fecha de emisión	21 de abril de 2014
Formulario 337:	Fecha de emisión	11 de abril de 2015
	Fecha de vencimiento	Abril de 2016
Información General	<p>Cuenta con estructura reticular y recubrimiento entelado y en sector delantero construido con materiales compuestos, ala alta con montantes, tren de aterrizaje triciclo fijo con ruedas, motor alternativo de cuatro cilindros de 80 hp, cuatro tiempos y hélice de madera, de dos palas y paso fijo.</p> <p>El combustible requerido y utilizado era nafta súper de automóvil. Al momento del incidente contaba con 4 litros remanentes en el tanque de combustible del ala izquierda y 0,5 litros en el tanque derecho.</p>	

MOTOR	
Marca	Rotax
Modelo	912-F2
Nº de serie	4-412-937
Horas totales (TG)	3611,3 h
Horas desde la última recorrida general (DURG)	1467,0 h
Horas desde la última inspección (DUI)	6 h

HELICE	
Marca	Clerici
Modelo	HCF28NB3
Nº de serie	1816
Fabricante	Hélices Clerici
Total de horas desde la última inspección	806,7
Tipo	2 palas de madera, Paso Fijo.

PESO Y BALANCEO AL MOMENTO DEL SUCESO	
Peso vacío	347,6 kg
Peso del piloto	60 kg
Peso de los pasajeros	70 kg
Peso del combustible (4.5 l x 0,74)	3,3 kg
Peso total	480,9 kg
Peso máximo permitido de despegue	565,0 kg
Diferencia en menos	84,1 kg

Al momento del incidente, la aeronave tenía su centro de gravedad dentro de la envolvente operacional especificada en el manual de vuelo

1.7 Información meteorológica

Viento:	310° / 08 kt
Visibilidad:	8 Km
Fenómeno significativo:	Ceniza volcánica en suspensión
Nubosidad:	Ninguna
Temperatura:	22,4 °C
Punto de rocío:	14,9 °C
Presión a nivel medio del mar:	1016,3 hPa
Humedad:	61 %

1.8 Ayudas a la navegación

No aplicable.

1.9 Comunicaciones

La aeronave se encontraba en contacto con la torre de control del Aeropuerto de Bahía Blanca, a quien comunicó la emergencia. La torre alertó a los servicios de Búsqueda y Rescate, que se desplazaron hasta el lugar del incidente junto con el Jefe de Aeropuerto.

1.10 Información sobre el lugar del accidente

Ubicación	zona rural Bajo Hondo - prov. Buenos Aires
Coordenadas	38°42'37"S 062°08'38"W
Superficie	Pasturas blandas y bajas
Locación	1.695 m en la prolongación del eje de la pista 24 del Aeropuerto de Bahía Blanca.
Elevación	246 ft



Fig. 3. Posición final de la aeronave.

1.11 Registadores de vuelo

No aplicable.

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

El aterrizaje de emergencia se realizó en una zona rural, a una distancia de 1695 m de la prolongación del eje de pista 24 del Aeropuerto de Bahía Blanca. La distancia

recorrida desde el toque hasta su posición final fue de aproximadamente 60 m. Se produjo la rotura del parabrisas sin ningún otro daño ni dispersión de restos.



Fig. 4. Posición final de la aeronave cercana al Aeropuerto Bahía Blanca.

1.13 Información médica y patológica

No se detectaron evidencias médico-patológicas del tripulante relacionadas con el desencadenamiento del incidente.

1.14 Incendio

No hubo.

1.15 Supervivencia

Los cinturones y arneses de sujeción del piloto y su acompañante actuaron correctamente protegiendo a los mismos de sufrir lesiones.

Tanto el piloto como el acompañante abandonaron la aeronave ilesos y por sus propios medios.

1.16 Ensayos e investigaciones

Se realizaron entrevistas al piloto y su acompañante. De las mismas se obtuvo la siguiente información de relevancia a la investigación del incidente:

- El piloto indicó que la aeronave despegó con los tanques de combustible a máxima capacidad.
- El acompañante señaló que se realizó el cambio de tanque de combustible cada una hora desde el inicio del vuelo, y que al detectar la reducción de RPM del motor, se realizó el cambio de tanque derecho a izquierdo, sin que ello corrigiese la condición del motor

En el lugar del incidente se realizaron las siguientes tareas:

- Se realizó un relevamiento orográfico del terreno y las huellas dejadas por la aeronave, se evaluaron daños en la aeronave, y se documentaron los mismos mediante fotografías.
- Se chequeó visualmente cantidad de combustible en ambos tanques del ala (izquierdo y derecho), no pudiendo observarse, a simple vista, combustible en ninguno de ellos.
- Se verificó la llegada de combustible a la bomba mecánica del motor, sin novedades.
- Se drenaron ambos tanques de combustible, obteniendo un total aproximado de 4,5 litros (4 litros en el tanque izquierdo y 0,5 litros en el tanque derecho aproximadamente).
- Se tomó muestra de combustible para su análisis en laboratorio. El 8 de mayo de 2015 se realizaron ensayos para determinar el grado de contaminación en la muestra de combustible, que resultó apto, sin contenido de sólidos, libre de agua, de aspecto líquido y color y olor característicos.
- En el lugar del incidente se procedió a cargar combustible para comprobar el funcionamiento de los indicadores de cantidad del tanque izquierdo. Esta prueba arrojó los siguientes resultados:
 - a) Con tanque vacío, el instrumento daba una indicación incorrecta, indicando aproximadamente $\frac{1}{4}$ de carga.
 - b) Luego de cargar 10 L (Litros), el nivel de cantidad de combustible comenzó a subir, generando indicación correcta.
 - c) Posteriormente se agregaron 10 L más, y nuevamente la indicación resultó correcta.
- Se efectuó inspección visual del filtro de aire. A pesar que de acuerdo a la información provista habían transcurrido solo 6 hs. desde la última inspección de la aeronave, se observó en el filtro deformaciones y gran cantidad de polvillo acumulado por lo que se decidió la extracción del mismo para ser enviado al laboratorio, para su evaluación por presencia de ceniza volcánica y posterior ensayo de caudal. Se detallan los resultados del ensayo más abajo.

Se concurrió a la fábrica Proyecto Petrel S.A. y desarrollaron las siguientes tareas:

- Se desmontó el plano izquierdo, en donde se pudo comprobar que la manguera que va desde la salida delantera y salida trasera, que se une mediante una “T” al “vaso comunicante” (el cual actúa como indicador de combustible) se encontraba

doblada formando una “panza”. Con alto grado de probabilidad, este fenómeno fue el que provocó una indicación errónea de la cantidad de combustible.



Fig. 6. Ala izquierda desmontada del LV-BSH

Mediante la realización de pruebas, se pudieron constatar las siguientes situaciones:

- Situación 1, nivel de combustible por encima de la curva de la manguera: solo en éste caso, la indicación va a ser correcta.



- Situación 2: a medida que descende el nivel de combustible, quedará fluido en la curva de la manguera que va desde la “T” hacia el indicador, señalando un nivel de combustible superior real.



- Situación 3: caso contrario a la situación 2, si el tanque de combustible se encuentra vacío, al comenzar a cargarlo, el indicador no mostrará el nivel correcto hasta superar el nivel de la curva.



- En la fábrica, se corrigió la novedad encontrada. Se cortó el remanente de manguera que formaba la curvatura y se sujetó la misma, con precintos, debajo del

límite inferior del tanque de combustible, como lo indica la siguiente imagen.



Fig. 7. Corrección de novedad en manguera

- Se realizó una inspección visual a otra aeronave del mismo tipo. De acuerdo a lo que se pudo observar, en la aeronave inspeccionada se colocó una marcación numérica, como se muestra en la figura a continuación. La aeronave LV-BSH, al momento del incidente, no contaba con dicho equipamiento. Como se puede observar, la marcación de este instrumento está indicada en Galones, mientras que en el correspondiente Manual de Vuelo, la cantidad de combustible se encuentra en litros.



Fig. 8. Indicador de combustible

Como parte del proceso de investigación, se solicitaron pruebas y ensayos:

- El equipo de investigación de la JIAAC, realizó una estimación de consumo de combustible para el vuelo que se había realizado, utilizando la información proporcionada por el piloto, y una extrapolación de las tablas proporcionadas por el

fabricante (dado que, como se indica más adelante, la sección “autonomía” del manual de vuelo solo contempla una altitud máxima de 6000 pies, cuando la tabla de performance de ascenso indica valores hasta 10.000 pies). Para el caso analizado, y realizando los cálculos a partir de una extrapolación de la tabla de autonomía, se estima que la aeronave debiera haber llegado a destino, en un tiempo de vuelo aproximado de 4 horas con un consumo de combustible inferior a 40 litros (la extrapolación se realizó para condiciones ISA y para potencias a 4800 y 5000 RPM).

- Según el análisis de partículas retenidas en el filtro de aire del motor, realizado el 10 de julio de 2015 por el LIMF (Laboratorio de Investigaciones de Metalurgia Física) de la UNLP (Universidad Nacional de La Plata), los residuos retenidos en éste filtro se corresponderían con silicatos y óxidos de Si (Silicio), Ca (Calcio) y Al (Aluminio), típicos compuestos presentes en el polvo ambiental (tierra).
- El LaCLyFA (Laboratorio de Capa Límite y Fluidodinámica Ambiental) de la UNLP, el 17 de julio de 2015, realizó un ensayo del comportamiento del filtro de aire del motor, comparando el filtro usado con un filtro sin uso (nuevo, original) de las mismas características. Ambos filtros de aire fueron ensayados en las mismas condiciones de temperatura, presión y humedad ambiente controladas (21,7 °C, 1017,7 hPa y 42,9% de humedad). El ensayo se realizó a caudal constante y se registró la presión manométrica correspondiente al promedio de los valores de 4 tomas de presión estáticas ubicadas radialmente a espacios iguales, sobre un tubo de sección circular. De acuerdo a los datos del motor (Rotax 912 A/F/UL, OM Edition 3/ Rev.0, “BRP-Powertrain”, page 5-2, September 01/2012), en la sección “3) Air intake system”, apartado “3.2.3) Air filter”, se establece que se debe asegurar un mínimo de 220 m³/h (3666,6 L/min) para toda condición, y que la caída de presión no debe exceder 2 hPa.

Por lo tanto se decidió evaluar la caída de presión que se genera en el tubo para cada filtro, al succionar aire desde el extremo opuesto, manteniendo el caudal constante en 235,4 m³/h (3924 L/min, 7% mayor al mínimo indicado en el manual del fabricante del motor) y en 116,6 m³/h (1944 L/min), durante 5 minutos en cada caso y registrando el valor de la presión cada 15 segundos.

Los resultados indicaron que bajo las mismas condiciones de presión, temperatura y humedad relativa, y para un caudal de 235,4 m³/h (7% superior al mínimo indicado en el manual del fabricante, apartado “3.2.3) Airfilter”), el filtro de aire usado introduce una pérdida de carga de la presión de succión.

En esas circunstancias, la diferencia de presión respecto al valor de succión obtenido en el caso ideal representado por el túnel limpio, sin filtro, es de 0,527 hPa para el filtro nuevo, y de 4,392 hPa para el filtro usado, por lo que tampoco verifica el requerimiento de 2 hPa de pérdida de presión máxima indicada en el apartado “3.2.3) Airfilter” del manual del fabricante mencionado anteriormente.

Se concluye que el filtro utilizado no brindaba las condiciones mínimas referidas a caudal de aire mínimo y caída de presión admisible indicada en el manual del

fabricante del motor al que aplica. Como se detalla en la sección análisis, este factor podría haber sido causa de un consumo de combustible mayor al estimado.

En la siguiente fotografía se muestra las condiciones en las que estaba el filtro de aire instalado.



Fig. 9. Filtro de aire del LV-BSH

Se analizó la documentación relacionada con el mantenimiento de la aeronave, arrojando la siguiente información de relevancia para la investigación:

- En la última Rehabilitación Anual (inspección de 100 hs), realizada por un taller habilitado, se puede observar en su orden de trabajo 914/15, que los siguientes ítems no fueron firmados por el mecánico de mantenimiento, pero sí por el inspector: 750001 (Filtro de aire – Inspeccionar por estado), 791004, 311001, 331001, 262001, 342101, 243001, 571002, 321001.

Se analizó el manual de mantenimiento de la aeronave, en lo referido al número de parte PPSA-MM2008-1 (filtro de aire), el cual menciona:

- Capítulo 5-10-01: “Filtro de aire – Inspeccionar por estado, frecuencia: A (a las 25 TSN (desde nuevo) del motor) y B (cada 50 hs)”.
- Capítulo 71-60-00: “Filtros de aire: ...deben ser mantenidos en buen estado de limpieza, para evitar el desgaste prematuro del motor. Los filtros deben ser quitados y limpiados cada 100 horas...”.
- Capítulo 12-15-02: “Precaución: un filtro sucio no sólo reducirá la performance del motor, sino que también promoverá un desgaste prematuro del mismo”.

Se analizó el manual de vuelo, del cual se extrajo la siguiente información de relevancia para la investigación:

- En la sección 2 “Limitaciones de operación”, punto 2.13 “Combustible y aceite de lubricación se indica: *Cantidad de combustible no usable: 0 litros*”.
- En la Sección 5 “Performances”, punto 5.2.5 Performance de ascenso (figura 10) se ilustra una tabla que indica nivel de vuelo máximo 10000 pies, mientras que en el punto 5.3.2 “Autonomía” (figura 11) indica, como input, una altura máxima de 6000 pies. A su vez, en este mismo punto indica que la reserva debe ser de 10 l (litros).

5.2.5 Performance de ascenso.
 Peso Máximo (565kg)
 Potencia máxima continua (Acelerador todo abierto sin superar 5500 RPM)
 Atmósfera estandard

Altura (pies)	V _y		V _x	
	IAS(mph)	VSI(ft/min)	IAS(mph)	VSI(ft/min)
Nivel del mar	68	560	56	500
1000	67	510	55	455
2000	66	495	55	450
3000	65	467	57	440
4000	63	408	58	383
5000	62	367	59	334
6000	61	348	60	327
7000	60	315	60	315
8000	59	285	59	285
9000	58	255	58	255
10000	57	225	57	225

V_x Velocidad a la cual se obtiene el mejor ángulo de ascenso.
 V_y Velocidad a la que se obtiene el mayor ascenso en el menor tiempo posible.

Fig. 10. Tabla de performance de ascenso del Petrel 912 i

Manual de Vuelo
 (Especimen, 5/09/08)
 Sección 5

Aeroitba
Petrel 912 i

PROYECTO
PETREL

5.3.2 Autonomía.

Peso máximo en el despegue (565 kg)
 Atmósfera standard
 68 Lt. de combustible en la puesta en marcha
 Consumo promedio hasta alcanzar nivel: 10 lt
 Reserva: 10 lt

Estimación de la autonomía usando 48 litros					
Altura (ft)	RPM				
	4500	5000	5200	5500	5800
0	4h 29 min.	3h 21 min	2h 59 min	2h 31 min	2h 08 min
1000	4h 33 min	3h 24 min	3h 02 min	2h 33 min	2h 10 min
2000	4h 37 min	3h 27 min	3h 04 min	2h 36 min	2h 12 min
3000	4h 42 min	3h 30 min	3h 07 min	2h 38 min	2h 14 min
4000	4h 47 min	3h 33 min	3h 10 min	2h 40 min	2h 16 min
5000	4h 50 min	3h 36 min	3h 13 min	2h 43 min	2h 18 min
6000	4h 5 min	3h 40 min	3h 16 min	2h 45 min	2h 20 min

Fig. 11. Autonomía del Petrel 912 i (Para PMD y Atmósfera Standard).

- En la sección 8 “Descripción del avión y sistemas”, punto 8.12 “Sistema de combustible se indica: *Los indicadores de combustible son niveles colocados externamente en la raíz de los tanques que actúan por vasos comunicantes y permiten ver la cantidad existente desde la cabina. Este sistema puede inducir a errores de lectura según la actitud de vuelo del avión, por lo que es recomendable para un control más eficiente e inmediato, considerar la indicación del flujómetro (consumo instantáneo y remanente de combustible).*”
- Según un video proporcionado durante la investigación, se puede observar que el flujómetro instalado en el LV-BSH, al momento del incidente, se encontraba intermitente y con la lectura en “cero”, y por lo tanto fuera de servicio.
- El manual de vuelo contiene una tabla de Performance de Crucero (figura 12), para condiciones de atmósfera estándar (ISA), y para distintas combinaciones de altura de aeronave y potencia del motor, de la que también se desprenden los distintos consumos específicos (millas por litro) y consumos en litros por hora.

Altura		RPM			
		4800 *	5000**	Máx. Continua – RPM ***	
1000	IAS	80	87	93	5500
	Flujóm.	11	14,5	19	
	m/ltr	7,5	8	5	
2000	IAS	78	85	92	Acelerador todo abierto 5400
	Flujóm.	10,5	14	18,5	
	m/ltr	7,6	6,2	5,1	
3000	IAS	76	84	92	Acelerador todo abierto 5400
	Flujóm.	10	13	18	
	m/ltr	8	6,8	5,4	
4000	IAS	75	83	95	Acelerador todo abierto 5400
	Flujóm.	9,5	12	17,5	
	m/ltr	8,4	7,4	5,7	
5000	IAS	74	83	93	Acelerador todo abierto 5300
	Flujóm.	9	11	17	
	m/ltr	8,9	8,2	5,9	
6000	IAS	74	82	87	Acelerador todo abierto 5300
	Flujóm.	8,5	10	16	
	m/ltr	9,5	9	6	

*** Potencia de crucero, según Manual del Motor (Crucero rápido)
 ** Potencia de crucero al 75 % (Crucero normal)
 * Potencia de crucero al 60 %, recomendada como régimen para máximo alcance (Crucero de máximo alcance)

Fig. 12. Performance de Crucero del Petrel 912 i (Para PMD y Atmósfera Standard).

- El equipo de investigación de la JIAAC realizó un análisis de ambas tablas, en el que se detectaron discrepancias significativas en los resultados de cálculo de autonomía de acuerdo a una tabla (Autonomía) u otra (Performance de crucero). Teniendo en cuenta los consumos específicos demostrados en la tabla Performance de Crucero (figura 12), para la aeronave a una altura de 6000 ft, operando a 5000 RPM y con 48 litros de combustible, se obtendría una autonomía en crucero de aproximadamente 5 horas y 30 minutos. Sin embargo, el cálculo realizado a partir de la figura 11 (Autonomía) indica que para las mismas condiciones de vuelo (48 lts, 5000 RPM, 6000 ft de altura), se estima una autonomía en crucero de 3 horas y 40 minutos, es decir, una diferencia en menos de casi 2 horas con el cálculo realizado a partir del consumo anterior.
- El análisis del manual de vuelo indica que la unidad de medida que se utiliza en la documentación corresponde a litros, mientras que la marcación del indicador corresponde a galones.
- El manual de vuelo disponía de procedimientos de aterrizaje de emergencia sin motor. El mismo también dispone de una lista mínima de equipamiento disponible para realizar vuelos VFR diurno, entre los cuales se establece que dispone un indicador de combustible.

Se analizó la documentación presentada por el piloto, y se constató que poseía licencia de Piloto Privado de Avión (PPA) para monomotores terrestres hasta 5700 kg, pero no contaba con la habilitación para realizar vuelo VFR controlado.

Se accedió a una copia de una documentación de planificación de vuelo realizada por el piloto (pre-computada), la cual tiene como función servir de apoyo a la tripulación en la planificación y posterior control del vuelo.

La planificación no fue desarrollada adecuadamente, teniendo en cuenta que no se estimó el consumo de combustible para la ruta de vuelo planeada. Además, la distancia considerada por el piloto entre PRI y BHI es de 40 MN, cuando la real es de aproximadamente 58 MN. Existe un error de aproximadamente 18 NM entre las distancias contempladas.

PRE-COMPUTADA									
ITEM	UNIDAD	VALOR	CONSUMO	COMBUSTIBLE	TOTAL	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA
CARGA		22X		117.85					
PASAJEROS		20X		121.4					
COMBUSTIBLE		21X		124.6					
TOTAL									

Handwritten notes and calculations at the bottom of the page include:

- VERIFICAR
- COMBUSTIBLE
- 117.85
- 121.4
- 124.6
- RESERVA
- RESERVA
- RESERVA
- RESERVA

Fig. 13. Pre-computada realizada por el piloto.

1.17 Información orgánica y de dirección

La aeronave era propiedad de la empresa Proyecto Petrel S.A. y se estaba utilizando para realizar un vuelo de navegación.

1.18 Información adicional

Se realizó una reunión con personal de ANAC en la que se desarrollaron las siguientes tareas:

- Se informaron las novedades encontradas en éste incidente. Se entregó un informe técnico relacionado con la indicación errónea de la cantidad de combustible.
- ANAC informó que se elaboró un Boletín de Servicio “Sistema de Combustible 06/2015”, donde se detalla la instalación de un nuevo soporte de la T en el tubo de compresión de la raíz de ala y la sujeción de la línea inferior de combustible lo que evitaría cambiar su posición y evitar una lectura errónea en la indicación.

1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

Se utilizaron las de rutina. Además, en la UNLP se realizaron los siguientes estudios:

- Análisis semi-cuantitativo mediante microsonda (EDS) en microscopio electrónico de barrido.
 - Análisis del comportamiento del filtro de aire del motor, utilizando un manómetro calibrado de hilo caliente para medir la velocidad de referencia y un micro-manómetro para obtener las presiones. Ensayos realizados en un túnel de 10" (diez pulgadas) de diámetro.
-

2 ANALISIS

2.1 Introducción

El análisis se focaliza en dos elementos centrales: los factores desencadenantes, vinculados fundamentalmente a los aspectos operativos y técnicos, y la presencia de otros elementos vinculados al contexto operativo y al control de calidad de las tareas de mantenimiento, que pueden explicar con mayor nivel de profundidad la ocurrencia del incidente.

2.2 Factores desencadenantes

Las pruebas y los ensayos realizados durante la investigación, permiten determinar que el incidente fue desencadenado por el escaso nivel de combustible en ambos tanques, que provocó la detención del motor. Esta situación, a su vez, puede ser atribuida, por un lado, a la ocurrencia de un consumo mayor al previsto por el fabricante (producto de una operación degradada del filtro de aire) no advertido durante la navegación.

Sin embargo, las deficiencias vinculadas al estado de conservación del filtro de aire no pueden constituir una explicación “per se”, sino por referencia a otros elementos vinculados al control de calidad de las tareas efectuadas sobre la aeronave.

Asimismo, es evidente que las interpretaciones y por lo tanto, las decisiones del piloto no ocurrieron en un “vacío”, sino que fueron influenciadas por diversos factores vinculados al contexto de la operación en su más amplio sentido.

Estos factores se analizan a continuación.

2.3 Contexto operativo

Existen al menos tres factores vinculados al contexto operativo que resulta necesario tomar en consideración para comprender más apropiadamente la ocurrencia del incidente.

Un consumo mayor al previsto

Es evidente que las discrepancias entre el consumo esperado y el consumo real, ejercieron un peso muy significativo en las decisiones operativas tomadas por el piloto. Si bien la documentación de la aeronave referida a consumos contiene discrepancias, los cálculos realizados por el equipo de investigación de la JIAAC, extrapolando las tablas disponibles, permiten suponer que la operación debiera haber concluido con 18 litros -aproximadamente- de combustible remanente, aunque es altamente probable que el estado del filtro de aire haya provocado un consumo mucho más elevado al previsto.

El mayor consumo de combustible, como es evidente, se produjo sin el conocimiento del piloto, y por lo tanto provocó una evaluación incorrecta del combustible necesario para la operación.

Así, el consumo de la aeronave fue significativamente mayor al previsto, sin que el piloto tuviera esta información disponible para realizar otras previsiones o bien, suspender la operación.

Planificación de la operación. Planilla pre-computada.

La planilla “pre-computada” es un recurso que permite -entre otras funciones- realizar una predicción “teórica” de consumo de combustible, para contrastar -en vuelo- el consumo previsto a determinado punto de la navegación, con el consumo real. Se trata de un recurso altamente eficaz como apoyo a la toma de decisiones, que permite detectar potenciales anomalías en el consumo, y eventualmente tomar medidas de mitigación “en tiempo real”.

Teniendo en cuenta que no se realizó el cómputo de combustible requerido para la operación, tampoco pudo ser utilizada como medio de detección de una discrepancia en el consumo teórico y real.

Considerando que hasta los 10 litros de combustible remanente el indicador ofrecía información confiable, es altamente probable que de haber sido utilizada correctamente la planilla, la discrepancia en el consumo hubiese sido detectada durante el transcurso de la navegación.

Diseño de la aeronave: indicador de combustible y documentación operativa

La investigación sustanció que, debido a deficiencias en el sistema de medición, la indicación de combustible mostrada al piloto, era errónea. Durante las pruebas efectuadas, el indicador arrojó información de $\frac{1}{4}$ de tanque, aún cuando éste se encontraba vacío.

Teniendo en cuenta que de acuerdo a los cálculos extrapolados, en condiciones normales la aeronave debería haber contado con aproximadamente 18 lts. (aproximadamente $\frac{1}{4}$ de tanque) de combustible remanente (es decir, una cantidad consistente con la indicación falsa), es altamente probable que el piloto haya interpretado esa información ($\frac{1}{4}$ de tanque) como válida y coherente con sus predicciones.

Caben pocas dudas que las fallas vinculadas al instrumento de indicación de combustible constituyeron un elemento de vital importancia a la hora de conformarse una interpretación de la situación operativa, sobre todo teniendo en cuenta que resultaba coherente con la situación esperable. Es factible que de haber contado con información fidedigna sobre la cantidad de combustible real, el piloto hubiera estado alertado previamente sobre la naturaleza de lo que estaba ocurriendo, para tomar las decisiones operativas pertinentes.

El análisis de la documentación operativa de la aeronave, sustancia diversas deficiencias con potencial de afectar la seguridad operacional.

En primer lugar, a pesar que las tablas de performance de ascenso contemplan una altitud máxima de 10.000 ft., las tablas de cálculo de consumo de combustible contemplan, como input máximo, una altitud de 6.000 ft. Aunque en el caso objeto de análisis es evidente que aún si se hubiera realizado un cálculo a partir de valores suministrados por el fabricante, el consumo hubiera sido diferente al previsto (debido a la deficiencia indicada en el filtro de aire) es preciso señalar que aún en ausencia de esta condición preexistente, el cálculo hubiera resultado aproximativo, debido a la falta de "Input" de la tabla para las condiciones reales de altura. En este sentido, las fallas en el suministro de información adecuada a las tripulaciones constituyen una deficiencia con potencial de riesgo muy grave para las operaciones.

En segundo lugar, la investigación sustanció que la predicción de autonomía de acuerdo al cálculo realizado con la tabla de autonomía o de performance de crucero, varía sensiblemente, pudiendo provocar confusiones en un aspecto sumamente crítico para las operaciones.

Por último, es importante remarcar que si bien la documentación de la aeronave utiliza como unidad de medida "litros" para los cálculos de autonomía, el indicador de cabina, por el contrario, indica la cantidad expresada en "galones". Existe amplio consenso respecto a que la heterogeneidad en las unidades de medida que debe utilizar la tripulación, puede provocar confusiones durante la operación, aumentando la probabilidad de cometer errores durante la operación.

Gestión del mantenimiento

Las fallas evidentes en la identificación de las deficiencias que presentaba el filtro de aire, tal como se describe en la sección de hechos factuales de este informe, pone de manifiesto fallas en el control de calidad de las tareas de mantenimiento desarrolladas sobre la aeronave.

Teniendo en cuenta que los procesos de gestión y control de las tareas de mantenimiento constituyen una defensa indispensable e indiscutible del sistema aeronáutico, la importancia de mantener niveles aceptables de calidad en la entrega del servicio, resulta evidente y de vital importancia.

3 CONCLUSIONES

3.1 Hechos definidos

La aeronave tenía su certificado de aeronavegabilidad vigente, conforme al último formulario DA 337-A.

Al momento del incidente, la aeronave contaba con un total de 4,5 litros de combustible.

La planilla pre-computada para el cálculo de combustible no fue utilizada adecuadamente

Los indicadores de cantidad de combustible indicaban información errónea por debajo de los 10 lts.

El combustible utilizado era apto y coincidía con el requerido en el manual de vuelo.

El filtro de aire del motor no estaba en condiciones para garantizar el caudal de aire mínimo y caída de presión admisible indicada en el manual del fabricante del motor, lo que probablemente ocasionó un consumo de combustible mayor al previsto.

El flujómetro instalado en la aeronave se encontraba fuera de servicio.

Se evidenciaron discrepancias en algunas secciones del Manual de Vuelo, que pueden provocar una interpretación errónea de la información.

Si bien el piloto poseía la licencia y habilitaciones para realizar el vuelo y se encontraba con el certificado de aptitud psicofisiológica vigente, carecía de habilitación para realizar vuelos VFR controlado.

El peso y centro de gravedad de la aeronave se encontraba dentro de los límites indicados en el Manual de Vuelo, para el Peso Máximo de Aterrizaje.

La meteorología no influyó en el incidente.

3.2 Conclusiones del análisis

En un vuelo de aviación general de navegación, en la fase de descenso, se produjo la detención del motor por falta de alimentación de combustible, lo que ocasionó que el piloto debiera realizar un aterrizaje de emergencia en un campo no preparado. Este hecho se produjo por la combinación de los siguientes factores:

- Consumo de combustible superior al previsto, debido a que el filtro de aire contenía una cantidad importante de suciedad adherida.

- Probables deficiencias en el control de calidad de las tareas de mantenimiento.
 - Deficiencias en el diseño del sistema de indicación de cantidad de combustible que provocaron una indicación errónea sobre la cantidad remanente.
 - Deficiencias en la utilización de la planilla pre-computada para chequeo de cantidad de combustible teórica y real durante el vuelo.
 - Discrepancias en la información provista en el manual de vuelo.
-

4 RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

4.1 A las Escuelas de vuelo

La utilización de planillas pre-computadas para el control de la navegación, puede resultar una defensa fundamental para los pilotos, frente a situaciones como las descritas en este informe. Teniendo en cuenta que esta herramienta resulta fundamental en diversos sectores de la aviación (inclusive en operaciones de aeronaves de gran envergadura y elevada automatización), se recomienda:

- *Profundizar la instrucción en la utilización de formularios de Pre-Computada para la planificación de la navegación, utilizando el presente caso como material de estudio, y reforzando su función como defensa fundamental para la detección de posibles discrepancias en el consumo de combustible.*

4.2 Al fabricante de la aeronave

La calidad de las indicaciones que son mostradas a las tripulaciones resultan de vital importancia, puesto que constituyen el insumo principal para la toma de decisiones durante las operaciones. Por tal motivo, se recomienda:

- Analizar, evaluar y/o modificar el diseño del sistema de indicación de combustible de las aeronaves que posean la deficiencia señalada en este informe, a lo fines de lograr un grado de precisión adecuado en la información suministrada a las tripulaciones.
- Homogeneizar las unidades de medida, a galones o litros en el manual de vuelo y el indicador correspondiente.

Teniendo en cuenta que el uso de un filtro de aire con deficiencias como la indicada puede provocar un consumo mayor al previsto, induciendo a valoraciones erróneas de autonomía, se recomienda:

- Incorporar un ítem de mantenimiento preventivo y rutinario, en el cual se requiera realizar un reemplazo mandatorio del filtro de aire en forma periódica.

El manual de vuelo de la aeronave brinda información de extrema importancia al piloto para la planificación y toma de decisiones sobre las operaciones. Teniendo en cuenta las discrepancias señaladas en la investigación, se recomienda:

- *Efectuar un análisis del más amplio espectro sobre el manual de vuelo y modificar las discrepancias, tanto aquellas que son objeto de informe, como otras que potencialmente pudieran surgir.*

4.3 Al taller interviniente

La observancia de los procesos de control de calidad del mantenimiento de aeronaves resulta crítica para la seguridad operacional. A los fines de asegurar que las tareas se realicen conforme a lo establecido en los manuales de mantenimiento, es necesario que las organizaciones de mantenimiento aprobadas cuenten con un sistema de gestión de calidad que supervise sus tareas, y además que este sea efectivo y eficiente. Por lo tanto, se recomienda:

- *Adoptar todas las medidas y cambios necesarios a los efectos de asegurar que los procedimientos de inspecciones y/o control de mantenimiento se lleven de acuerdo bajo las pautas de control de calidad adecuadas.*
- *Iniciar, con la máxima premura, una revisión de amplio alcance y profundidad del sistema de gestión de la calidad de las tareas de mantenimiento.*

4.4 A la Administración Nacional de Aviación Civil

Las discrepancias halladas en el sistema de indicación de cantidad de combustible y en el manual de vuelo de la aeronave, indican deficiencias con serio potencial de afectación de la seguridad operacional. Por ello, se recomienda:

- *Realizar una evaluación de amplio alcance sobre los contenidos en el manual de la aeronave y el sistema de indicación de combustible, para asegurar que sean implementadas por el fabricante de la aeronave las acciones solicitadas en el presente informe, y otras que potencialmente pudieran ser evaluadas como necesarias.*

La investigación de accidentes recientes por la JIAAC ha generado evidencia reiterada de deficiencias de significación en la supervisión y control de calidad de las actividades de mantenimiento por talleres aeronáuticos, a grado tal que la existencia de deficiencias en las tareas de mantenimiento por talleres habilitados constituyen una conclusión repetitiva de investigaciones de accidentes e incidentes recientes. Por ello, se recomienda:

- *Iniciar, con la máxima premura, una revisión de amplio alcance y profundidad, y adoptar todas las medidas y cambios necesarios a los efectos de asegurar que los procedimientos de inspecciones y/o control de talleres de mantenimiento se lleven de acuerdo a las pautas de control prevalecientes y establecidas normativamente.*

5 REQUERIMIENTOS ADICIONALES

Las personas físicas o jurídicas a quienes vayan dirigidas las recomendaciones emitidas por la Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil, deberán informar a la AUTORIDAD AERONÁUTICA en un plazo no mayor a sesenta (60) días hábiles, contados a partir que recibieran el Informe Final y la Resolución que lo aprueba, el cumplimiento de las acciones que hayan sido puestas a su cargo. (Disposición N° 51/02 Comandante de Regiones Aéreas -19 JUL 02- publicada en el Boletín Oficial del 23 de Julio 2002).

La mencionada información deberá ser dirigida a:
Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC)
Av. Azopardo 1405, esquina Av. Juan de Garay
(C1107ADY) Ciudad Autónoma de Buenos Aires
ó a la dirección Email: info@anac.gov.ar

BUENOS AIRES,

“El presente Informe de Seguridad fue elaborado por el Comité de Calidad de la Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil”.