



Rapporto sommario

Per quanto riguarda l'inconveniente grave in questione, è stata effettuata un'inchiesta sommaria ai sensi dell'articolo 45 dell'ordinanza concernente le inchieste sulla sicurezza in caso di eventi imprevisti nei trasporti (OJET) del 17 dicembre 2014, stato al 1° febbraio 2015 (RS 742.161). L'unico scopo dell'indagine su un incidente o un inconveniente grave è la prevenzione di incidenti o inconvenienti gravi. L'inchiesta sulla sicurezza e il presente rapporto espressamente non hanno lo scopo di determinare colpe o responsabilità. Se questo rapporto viene utilizzato per scopi diversi dalla prevenzione degli infortuni, questo fatto deve essere tenuto in considerazione.

Aeromobile	Diamond Aircraft Industries GmbH HK36TTC	HB-2314
Esercente	Gruppo Volo a Vela Ticino, 6596 Gordola	
Proprietario	Gruppo Volo a Vela Ticino, 6596 Gordola	
Pilota	Cittadino svizzero, classe 1958	
Licenza	Licenza di pilota privato di aeroplani (<i>Private pilot license airplane – PPL(A)</i>) secondo le direttive dell'agenzia dell'unione europea per la sicurezza aerea (<i>European Union Aviation Safety Agency – EASA</i>), emessa dall'Ufficio federale dell'aviazione civile (UFAC)	
Ore di volo	totale 955:18 h	durante gli ultimi 90 giorni 49:06 h
	con il tipo coinvolto 12:24 h	durante gli ultimi 90 giorni 9:24 h
Passeggero	Cittadino svizzero, classe 1952	
Licenza	Licenza di pilota privato di aeroplani (<i>Private pilot license airplane – PPL(A)</i>) secondo le direttive dell'agenzia dell'unione europea per la sicurezza aerea (<i>European Union Aviation Safety Agency – EASA</i>), emessa dall'Ufficio federale dell'aviazione civile (UFAC)	
Ore di volo	totale 1331:49 h	durante gli ultimi 90 giorni 12:42 h
	con il tipo coinvolto 394:52 h	durante gli ultimi 90 giorni 4:10 h
Luogo	Aeroporto di Locarno (LSZL) ¹	
Coordinate	---	Altitudine --- m/M
Data e ora	9 Luglio 2021, 13:52 Ora locale (LT ² = UTC ³ + 2 h)	
Tipo di volo	Volo privato	
Regole di volo	Regole del volo a vista (<i>Visual Flight Rules – VFR</i>)	
Luogo di decollo	Aeroporto di Locarno (LSZL)	
Luogo di destinazione	Aeroporto di Albenga (LIMG)	
Fase di volo	Decollo e salita	
Tipologia dell'inconveniente grave	Sviluppo di fumo nel vano motore e nella cabina di pilotaggio	
Danni alle persone	Equipaggio	Passeggeri
Non ferite	2	0
Danni all'aeromobile	Leggermente danneggiato Turbocompressore	
Danni a terzi	Nessuno	

¹ L'aeroporto di Locarno (LSZL) è un aeroporto ad uso misto civile e militare

² LT: *Local Time*, ora locale

³ UTC: *Universal Time Coordinated*, tempo universale coordinato

Circostanze

Aspetti generali

La seguente descrizione del corso degli eventi si basa sulle descrizioni del pilota, del passeggero e dei testimoni oculari. Per la ricostruzione del volo erano a disposizione le registrazioni delle comunicazioni con il controllo del traffico aereo, i dati registrati dalla centralina di controllo e comando del turbocompressore (*Turbocompressor Control Unit* – TCU) del motore e la registrazione del percorso di volo mediante *Tablet-computer* del pilota.

Antefatti

Il pilota e il passeggero sono entrambi titolari di una licenza di volo e abilitati al tipo di aeromobile in causa. Entrambi possiedono inoltre esperienza di volo con aeromobili equipaggiati con lo stesso tipo di motore nelle diverse varianti, il BRP Rotax 914 variante F4 con turbocompressore, che era installato sull'aeromobile coinvolto nell'inconveniente grave.

La mattina precedente il volo oggetto dell'inconveniente grave svolsero le consuete preparazioni e i controlli preliminari prima di caricare il motoalante per un viaggio di qualche giorno in Italia. Tra i vari punti della lista di controllo, verificarono il livello dell'olio motore constatando che il quantitativo rientrava nei limiti prescritti dal costruttore.

In seguito il pilota avviò il motore, e dopo essere rullato alla baia di attesa della pista di decollo effettuò il *run-up*⁴ senza rimarcare alcuna anomalia.

Corso degli eventi

Il motoalante Diamond Aircraft Industries GmbH HK36TTC, immatricolato HB-2314 e comunemente conosciuto con il nome commerciale "Superdimona", decollava alle ore 13:46 dalla pista in asfalto 26R dell'aeroporto di Locarno (LSZL).

Dopo qualche minuto gli occupanti, durante la salita iniziale, constatarono uno strano odore. Una prima scansione degli strumenti motore non evidenziò nessuna anomalia. Una trentina di secondi più tardi una cortina di fumo iniziò a manifestarsi nella cabina di pilotaggio, che è configurata a posti affiancati. Il fumo sembrava provenire dalla zona bagagli che si situa dietro alla testa degli occupanti. Il pilota richiese di poter ritornare immediatamente all'atterraggio osservando un rapido aumento della densità del fumo, nonostante entrambi i finestrini del cupolino fossero aperti. Il motore fu tenuto in moto considerato che gli strumenti non indicavano anomalie.

Per un breve momento, gli occupanti valutarono di sganciare il tettuccio apribile a causa della importante riduzione della visibilità. Decisero altrimenti e proseguirono con l'avvicinamento per l'atterraggio d'emergenza.

I controllori di volo nel frattempo osservavano una densa scia di fumo bianco provenire dalla zona motore del motoalante e allarmavano il picchetto incidenti della base aerea militare che interveniva immediatamente con i veicoli antincendio.

L'aeromobile atterrò sei minuti dopo il decollo sulla pista in erba 08R dopo un avvicinamento diretto.

Il pilota spense immediatamente il motore e gli occupanti evacuarono il velivolo. Lo sviluppo di fumo si fermò subitaneamente e il controllo del compartimento motore da cui nel frattempo erano state tolte le cappottature non rivelò segni di un incendio in corso.

⁴ *Run-up* è il termine inglese comunemente utilizzato in aviazione per indicare le procedure di prova e verifica dei parametri del motore prima del decollo. Vengono in particolare verificati regimi, pressioni e temperature d'esercizio, indicazioni e spie di controllo, circuiti di accensione e mantenimento del minimo.

Constatazioni

Turbocompressore

Subito dopo l'atterraggio è stato possibile constatare la presenza di un gocciolamento di olio di colore nero dal tubo di scappamento, mentre il serbatoio di olio del contenuto massimo di 3 litri era praticamente vuoto. Era visibile della fuliggine oleosa depositata nei pressi del turbocompressore, in basso a destra nel compartimento motore (cfr. Figura 1).



Figura 1: cappottatura anteriore del motore dopo la sua rimozione. E' evidente il deposito di fuliggine oleosa nella parte inferiore destra nei pressi del turbocompressore (ellisse gialla)

La successiva ispezione, in particolare del turbocompressore, ha portato alla luce un importante danneggiamento da corpi estranei (*Foreign Object Damage* - FOD) sulla girante dal lato dei gas di scarico. Tutte le palette della girante erano danneggiate, come pure il carter della stessa (cfr. Figura 2). L'analisi metallografica svolta ha permesso di evidenziare che il danneggiamento da FOD persisteva da un tempo non determinabile, ma comunque non immediatamente precedente l'inconveniente grave.

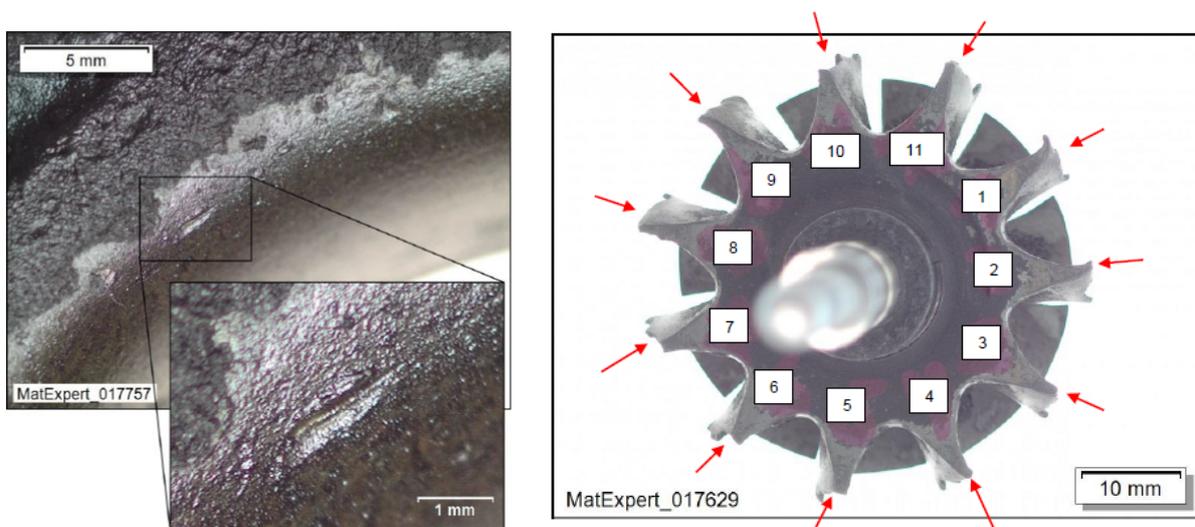


Figura 2: L'immagine di sinistra mostra un danneggiamento da FOD sul carter, l'immagine di destra mostra tutte le 11 palette danneggiate anch'esse da FOD alle loro estremità

Durante una successiva ispezione veniva scoperta una sonda di temperatura dei gas di scarico spezzata (cfr. Figura 3) che si trova posizionata a monte della girante del turbocompressore all'interno del collettore di scarico.



Figura 3: Sonda della temperatura dei gas di scarico. Si evidenzia il frammento mancante tra la sonda danneggiata (sopra) e quella integra.

Inoltre nella tubazione di ritorno dell'olio del turbocompressore e nella vaschetta di raccolta dello stesso vi erano importanti accumuli di materiale carbonizzato, che di fatto impedivano alla pompa dell'olio di risucchiare il lubrificante e rimandarlo nel serbatoio (cfr. Figura 4).

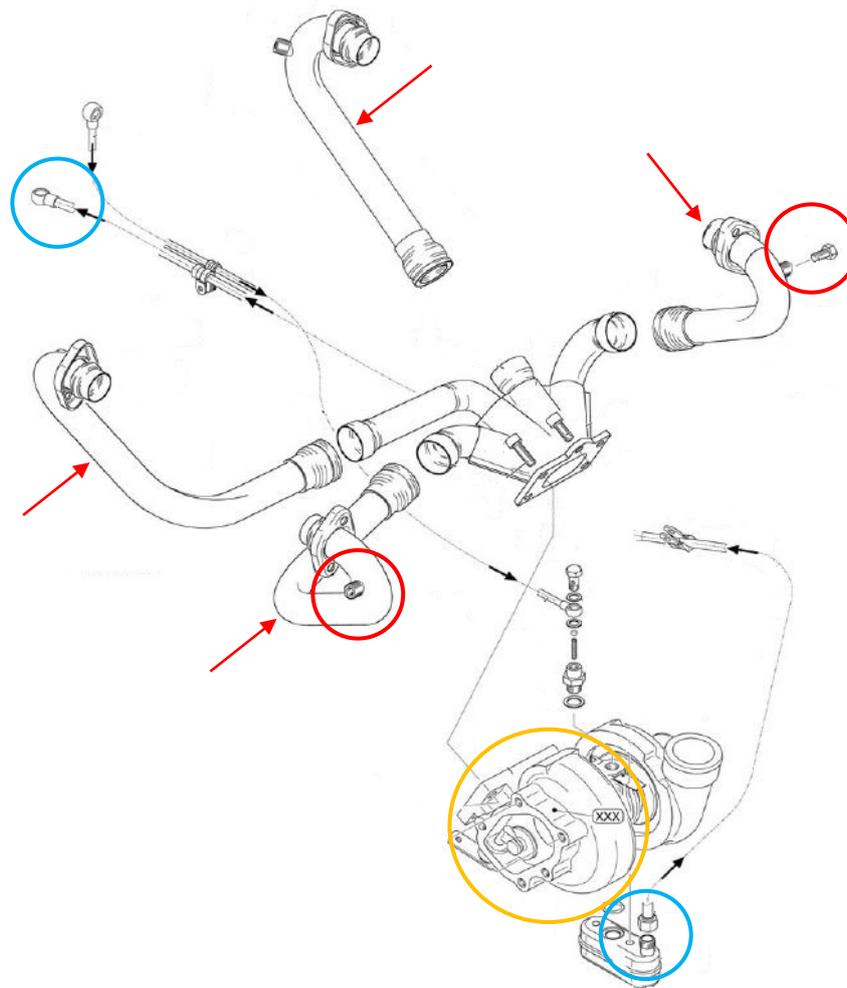


Figura 4: Collettori di scarico (freccie rosse), sonde di temperatura dei gas di scarico (cerchi rossi), tubazione di ritorno dell'olio dal turbocompressore e relativa testata del tubo (cerchi blu). La parte calda del turbocompressore è cerchiata in arancione. Fonte: catalogo illustrato delle parti del motore BRP Rotax 914 F4, elaborata dal SISI

Il motoalante HB-2314 veniva normalmente rifornito mediante benzina verde (senza piombo) per autotrazione a 98 ottani, occasionalmente è stato impiegato carburante per aviazione del tipo AVGAS 100LL (contenente piombo).

Olio motore

L'olio impiegato dall'operatore su indicazione di un'officina autorizzata, era del tipo EVVA Oil C52 Airmax+ 10W40.

Il costruttore del motore ha pubblicato in data 28 maggio 2021 la *Service Instruction* SI-914-019R12 che specifica i fluidi operativi ammessi per l'operazione con il motore Rotax 914 F4. In questa istruzione di servizio, che è referenziata anche nel corrispondente *Type Certificate Data Sheet* - TCDS EASA.E.122 sotto il capitolo 8 "Olio", e quindi è parte integrante della certificazione del motore, l'olio EVVA Oil C52 Airmax+ 10W40 non è contemplato. Lo stesso è stato rimosso dalla corrispondente *Service Instruction* sin dalla revisione R7 pubblicata il 16 aprile 2015.

Il costruttore del motore specifica chiaramente nella stessa *Service Instruction* che la non osservanza delle disposizioni ivi contenute può provocare danni al motore.

Il campione di olio prelevato subito dopo l'inconveniente grave è stato sottoposto ad analisi presso un laboratorio specializzato. L'olio era stato cambiato 83 ore prima dell'inconveniente grave. Le analisi hanno dimostrato una contaminazione da piombo e da rame, come pure la presenza aumentata di tracce di carburante con conseguente diminuzione della viscosità.

Analisi

Aspetti tecnici

La girante del turbocompressore, come pure il carter della stessa mostravano evidenti segni di un danneggiamento provocato da un FOD. Alla luce del ritrovamento della sonda di temperatura dei gas di scarico spezzatasi più a monte nel collettore di scarico, risulta probabile che il frammento della stessa, lanciato dal flusso dei gas di scarico contro le palette della girante, sia stato causa del danneggiamento della stessa e del carter.

Il danno ha sicuramente provocato uno sbilanciamento importante, avendo per conseguenza una rotazione non ottimale della girante che ha provocato le abrasioni di materiale tipicamente utilizzato nella costruzione delle bronzine e rinvenuto all'interno dell'olio. Un ulteriore effetto indesiderato può essere identificato nell'aumento della temperatura di esercizio del turbocompressore dovuto a sfregamento.

Dato l'elevato numero di giri della girante del turbocompressore, la guarnizione di tenuta che separa l'olio lubrificante dai gas di scarico è del tipo a segmento e molto delicata.

La rotazione sbilanciata della girante ha con alta probabilità permesso il contatto tra i gas di scarico molto caldi e l'olio lubrificante, creando dei residui carbonizzati che sono andati a ostruire il tubo di ritorno dell'olio tra il turbocompressore e la pompa dell'olio stesso. Una volta completamente ostruito il tubo, la pressione di mandata dell'olio "fresco" non ha trovato altro modo di scaricarsi che non quello di forzare il lubrificante all'interno della girante dal lato dei gas di scarico, provocando la tipica scia bianca causata dall'olio non combusto e vaporizzato.

Considerato il contenuto del serbatoio dell'olio di circa 3 litri e la portata volumetrica del circuito di lubrificazione di circa 2.6 litri al minuto, risulta evidente in quanto poco tempo il lubrificante viene completamente disperso.

L'impiego di un tipo di olio lubrificante non contemplato nelle istruzioni di servizio del costruttore è assolutamente da evitare, quantunque in questo caso non rilevante ai fini dell'accaduto.

La problematica dell'impiego di olii lubrificanti non approvati è stata oggetto della [raccomandazione SAND⁵ 2022-001](#) dell'UFAC.

La forma della fusoliera crea alcune zone di depressione che possono provocare l'aspirazione di aria dall'ambiente esterno. Nel caso di specie è stata aspirata aria contaminata dall'olio vaporizzato che ha creato la cortina di fumo visibile in cabina.

Aspetti operativi

La scelta del pilota di invertire immediatamente la rotta e dichiarare l'emergenza è stata adeguata in termini di sicurezza considerando la vicinanza dell'aeroporto di partenza, in grado di fornire tutta l'assistenza necessaria. La rapida reazione ha inoltre permesso di limitare i danni al motore in quanto l'olio lubrificante era ancora presente, seppur in quantità limitata. Una qualsiasi esitazione avrebbe sicuramente portato alla fuoriuscita completa dell'olio lubrificante, con conseguenze potenzialmente più severe.

Conclusioni

L'inconveniente grave in cui un motoalante del tipo Diamond Aircraft Industries HK36TTC Superdimona è stato costretto ad un atterraggio d'emergenza a causa dello sviluppo di fumo nel vano motore e in cabina, è stato causato dalla fuoriuscita di olio motore che si è vaporizzato nel tubo di scappamento.

La fuoriuscita dell'olio è stata causata dall'otturazione della tubazione di ritorno dell'olio dal turbocompressore a seguito della creazione di residui di carbonizzazione. Questi sono stati generati dal contatto dai gas di scarico caldi penetrati nel circuito dell'olio attraverso il segmento di tenuta, danneggiato a sua volta dalla rotazione sbilanciata della girante del turbocompressore, precedentemente colpita da un frammento della sonda di temperatura dei gas di scarico.

Alla luce di questi risultati, il Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza giunge alla conclusione che, per quanto riguarda l'inconveniente grave qui esaminato, non si prevedono ulteriori risultati utili per la prevenzione di un simile incidente. Pertanto, in base all'Art. 45 dell'OIET, il SISI si astiene da ulteriori azioni investigative e chiude l'indagine con il presente rapporto sommario.

Berna, 17 gennaio 2023

Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza

⁵ SAND è un acronimo per "Safety Awareness Notification Data" utilizzato dall'Ufficio federale dell'aviazione civile (UFAC) per designare un'informazione in materia di sicurezza fornita alla comunità aeronautica per il tramite di istruzioni e raccomandazioni.