



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST  
Service suisse d'enquête de sécurité SESE  
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISI  
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

# **Rapporto sullo stato dei lavori del Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISI**

sull'avanzamento dell'inchiesta concer-  
nente l'incidente occorso al velivolo  
Junkers Ju 52/3m g4e, HB-HOT,

operato da Ju-Air,

in data 4 agosto 2018

1.2 km a sudovest del Piz Segnas,  
Flims (GR)

## Scopo del presente rapporto sullo stato dei lavori

Conformemente all'articolo 16, cifra 7 del regolamento (UE) n. 996/2010 del Parlamento e del Consiglio europeo del 20 ottobre 2010 sulle inchieste e la prevenzione di incidenti e inconvenienti nel settore dell'aviazione civile direttamente applicabile in Svizzera, e che sostituisce e abroga la direttiva 94/56/EG, (V (EU) Nr.996/2010), il Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza (SIS) pubblica in occasione dell'anniversario dell'incidente un rapporto che illustra i progressi dell'inchiesta.

Poiché alcune delle necessarie attività istruttorie non sono ancora concluse, nel presente rapporto non vengono pubblicati risultati parziali.

## Riassunto

### Dati principali

Proprietario	Forze aeree svizzere, casella postale 1072, 8600 Dübendorf
Esercente	Ju-Air, Verein der Freunde der Schweizerischen Luftwaffe (VFL), Überlandstrasse 271, 8600 Dübendorf
Produttore	Junkers Flugzeug- und Motorenwerke AG, Germania
Modello	Ju 52/3m g4e
Stato d'immatricolazione	Svizzera
Contrassegno di immatricolazione	HB-HOT
Luogo	1.2 km a sudovest del Piz Segnas, a 2480 m s.l.m.
Data e ora	4 agosto 2018, ore 16:56
Tipo di operazione	Commerciale
Regole del volo	Regole del volo a vista ( <i>Visual Flight Rules</i> - VFR)
Luogo di decollo	Aerodromo di Locarno (LSZL)
Luogo di destinazione	Aerodromo di Dübendorf (LSMD)
Fase del volo	Crociera

### Breve descrizione

Il 4 agosto 2018 alle ore 16:10, il velivolo passeggeri storico Junkers Ju 52/3m g4e, immatricolato come HB-HOT ed operato dalla Ju-Air, decollava dall'aerodromo di Locarno per un volo con destinazione l'aerodromo militare di Dübendorf. Circa 40 minuti più tardi, seguendo una rotta in direzione nord-nordest, il velivolo entrava nella conca situata a sudovest del Piz Segnas. Verso l'estremità settentrionale della conca, iniziava una virata a sinistra che si sviluppava in una traiettoria a spirale verso il basso. Pochi secondi dopo, il velivolo collideva quasi verticalmente con il terreno. Tutti gli occupanti dell'HB-HOT venivano feriti mortalmente e il velivolo veniva distrutto.

### Lavori svolti sul luogo dell'incidente

L'incidente si è verificato su un terreno di difficile accesso e ha richiesto un esteso lavoro di messa in sicurezza del luogo dell'impatto in relazione a possibili focolai d'incendio e altri pericoli per le squadre di intervento. In collaborazione con la polizia cantonale dei Grigioni, il Comune di Flims, i pompieri, la protezione civile e le Forze Aeree, i corpi degli occupanti del velivolo hanno potuto essere recuperati e sono stati effettuati i primi rilievi di carattere forense. Come base per la successiva ricostruzione della cronologia dell'incidente, il relitto e l'area circostante sono stati rilevati con un metodo di scansione laser tridimensionale e documentati fotograficamente.

Ben presto è emerso che numerose persone avevano osservato e parzialmente filmato l'incidente o avevano fotografato il velivolo durante il volo. Poiché questi testimoni oculari si trovavano in luoghi diversi, è stato possibile effettuare un primo rilevamento e una stima a grandi linee della traiettoria di volo nella conca a sudovest del Piz Segnas.

Infine, il luogo dell'incidente è stato completamente bonificato e il terreno contaminato con i fluidi aeronautici è stato rimosso.

### Situazione iniziale per gli ulteriori accertamenti

Nella maggior parte delle inchieste riguardanti incidenti occorsi ad aeromobili di grandi dimensioni, sono disponibili numerosi dati provenienti da registratori di volo resistenti agli incidenti. Grazie a essi è a volte possibile, già pochi giorni dopo l'incidente, ricostruire un quadro molto preciso di quanto accaduto. Spesso queste registrazioni consentono anche di trarre le prime conclusioni sulle cause primarie degli incidenti e di adottare misure per migliorare la sicurezza. In seguito viene svolto di solito un esame tecnico approfondito del relitto e un'approfondita analisi delle possibili cause sistemiche dell'incidente, che portano anch'essi a raccomandazioni di sicurezza aventi lo scopo di evitare incidenti simili in futuro.

Il velivolo storico Junkers Ju 52/3m g4e per trasporto passeggeri non era dotato di alcun dispositivo di registrazione. In particolare, mancava un registratore di dati di volo (*Flight Data Recorder* – FDR), resistente agli incidenti, che, nel caso di incidenti con aeromobili di grandi dimensioni, permette di solito la ricostruzione della traiettoria di volo, la determinazione dell'assetto dell'aeromobile nello spazio e rispetto al flusso d'aria, nonché la velocità dell'aeromobile rispetto al suolo e all'aria. Mancava anche un registratore vocale e di suoni ambientali resistente agli incidenti (*Cockpit Voice Recorder* – CVR). Tale dispositivo può fornire informazioni sui dialoghi fra i membri dell'equipaggio, sulla loro collaborazione e sulla natura dei problemi all'origine dell'incidente.

Nell'incidente qui esaminato mancano tutti questi dati, cosicché la ricostruzione della traiettoria di volo e dello svolgimento dell'incidente risulta estremamente complessa e onerosa.

Per questo motivo la tipica sequenza di un'inchiesta di sicurezza come sopra descritta, ha dovuto essere adattata: gli accertamenti finalizzati a ricostruire l'effettiva traiettoria di volo e l'incidente sono stati avviati immediatamente e sono ancora in corso. Parallelamente, è stata attribuita un'elevata priorità all'analisi degli aspetti sistemici, dalla quale sono emersi fin da subito alcuni deficit di sicurezza sistemici. Il SISI ha pertanto deciso di pubblicare il 20 novembre 2018 un rapporto intermedio con una raccomandazione di sicurezza all'attenzione dell'Ufficio federale dell'aviazione civile (UFAC) e con un'avvertenza di sicurezza destinata all'impresa di trasporto aereo, in modo da poter migliorare la sicurezza dei voli in ambito tecnico già durante l'inchiesta.

### Accertamenti tecnici

A causa dell'elevato grado di distruzione del velivolo HB-HOT, anche l'indagine tecnica si è rivelata complessa. La mancanza di registrazioni dello stato dei sistemi dell'aeromobile ha avuto per conseguenza l'applicazione di metodi di indagine basati principalmente su esami metallurgici e sull'analisi delle tracce. In quest'ottica sono state verificate già sul luogo dell'incidente tutte le superfici di controllo e i relativi collegamenti. Successivamente, le parti del relitto sono state recuperate, pulite, disinfettate e ordinate per gruppi costruttivi. L'intera struttura portante, comprese le superfici aerodinamiche ausiliarie e i relativi comandi, è stata ricostruita per verificarne le condizioni e il funzionamento. Componenti specifici della struttura portante sono stati analizzati con metodi metallurgici e si è verificato se fosse presente della corrosione.

I motori sono stati puliti nelle condizioni in cui erano stati rinvenuti mediante un processo di sabbiatura a ghiaccio secco e poi completamente smontati. I singoli componenti sono stati controllati visivamente, identificati e documentati. I componenti rilevanti sono stati in seguito misurati, classificati ed esaminati sotto il profilo metallurgico e per evidenziare tracce utili ai fini dell'indagine.

Parallelamente, i fascicoli tecnici dell'HB-HOT sono stati esaminati e confrontati con lo stato di fatto dell'aeromobile. A tal fine, è stato necessario chiarire nel dettaglio i lavori eseguiti sul velivolo incidentato nel corso degli ultimi 40 anni. Per poter comprendere gli interventi di manutenzione effettuati, le aziende incaricate vengono analizzate in relazione ai processi di lavoro, alle infrastrutture e all'organizzazione.

## Fattori umani

Poiché per l'incidente oggetto dell'inchiesta non sono disponibili registrazioni di un *Cockpit Voice Recorder*, la collaborazione fra i due piloti durante il volo può essere analizzata solo sulla base delle caratteristiche generali delle due persone. Per questo motivo viene ricostruita la storia dei membri dell'equipaggio, utilizzando anche informazioni relative alle loro precedenti aree di attività. Inoltre, come di consueto, vengono chiariti gli antecedenti immediati, la preparazione del volo e lo stato di salute dell'equipaggio.

## Fattori organizzativi a livello operativo e sorveglianza

Per comprendere l'incidente in un contesto sistemico, è essenziale analizzare i principi operativi dell'azienda, la formazione degli equipaggi e gli strumenti di gestione e conduzione delle operazioni di volo. Occorre anche esaminare se la vigilanza esercitata sull'impresa ha avuto un'influenza sul verificarsi dell'incidente.

Poiché l'impresa di trasporto aereo ha utilizzato i propri aeromobili fino all'incidente senza un monitoraggio continuo dei dati di volo (*Flight Data Monitoring*), è stato necessario intraprendere vie non usuali per analizzare le effettive operazioni di volo. Il SISI, per esempio, ha fatto diversi appelli alla popolazione, chiedendo di fornire fotografie e filmati, registrazioni di rotte e descrizioni di voli precedenti. Questi appelli hanno avuto un ampio riscontro, cosicché ad oggi sono state presentate più di 200 segnalazioni sul volo oggetto dell'incidente e su voli precedenti. Il Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza ringrazia in questa sede tutte le persone che hanno supportato l'inchiesta.

Inoltre, sono stati acquisiti i dati radar di 218 voli effettuati dalla Ju-Air con velivoli Ju 52 tra aprile e agosto 2018. Ciò corrisponde a circa la metà dei voli operati in questo periodo. Queste tracce radar vengono corrette con le condizioni di pressione e temperatura corrispondenti al momento del volo; su questa base le traiettorie di volo vengono poi ricostruite e analizzate nell'ottica della tattica di volo.

Oltre alla gestione della qualità e della sicurezza dell'impresa di trasporto aereo, vengono documentate anche l'esecuzione delle attività di vigilanza, e ne viene verificata l'efficacia.

## Ricostruzione del volo oggetto dell'incidente

Per la ricostruzione della sequenza dell'incidente e della traiettoria di volo, oltre alle tracce rilevate sul relitto e sul luogo dell'incidente, possono essere utilizzati dati radar, immagini e materiale video, nonché i dispositivi elettronici personali trovati sul luogo dell'incidente, come le telecamere digitali dei passeggeri.

Sul luogo dell'incidente sono stati rinvenuti in totale oltre 40 telefoni cellulari, fotocamere digitali, schede di memoria e altri dispositivi dotati di eventuali memorie di dati. Nella maggior parte dei casi, i dispositivi elettronici trovati erano fortemente danneggiati e non hanno potuto essere letti direttamente. Nel caso di alcuni dei dispositivi danneggiati è stato possibile, attraverso complesse procedure, ottenere registrazioni video e audio del volo oggetto dell'incidente e del volo del giorno prima. Per la ricostruzione dei dispositivi gravemente danneggiati, il SISI può avvalersi dell'esperienza dell'autorità investigativa francese di sicurezza per l'aviazione civile *Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile (BEA)*, che supporta il SISI con grande disponibilità nel recupero e nella lettura dei supporti dati dei passeggeri e dei membri dell'equipaggio rinvenuti sul luogo dell'incidente. Per alcune delle unità danneggiate più gravemente, i tentativi di ricostruzione sono tuttora in corso.

L'intero andamento del volo può essere ben ricostruito sulla base delle varie fonti di dati, utilizzando il seguente metodo ad alta precisione per gli ultimi minuti di volo: la conca a sudovest del Piz Segnas è stata rilevata con una scansione laser tridimensionale, la quale è stata poi combinata con il modello tridimensionale del terreno dell'Ufficio federale di topografia. È stata eseguita una scansione laser di un aereo gemello dell'HB-HOT ed è stato creato un modello tridimensionale. Grazie a questi modelli, è quindi possibile posizionare e analizzare rispetto al

terreno le riprese effettuate da terra del velivolo in volo. Questa metodologia consente anche di analizzare le riprese effettuate dall'interno del velivolo per determinare la traiettoria di volo. Le immagini e il materiale video esistenti dovrebbero consentire di determinare, per la fase di volo decisiva, la posizione del velivolo oggetto dell'incidente nello spazio, il suo assetto rispetto al terreno e la sua velocità rispetto al suolo.

Parallelamente, vengono analizzate le tracce audio del materiale filmato esistente. Un'analisi spettrale dei rumori registrati consentirà eventualmente di determinare il numero di giri dei motori e di trarre conclusioni sulle condizioni di questi ultimi durante l'incidente. Questi lavori sono ancora in corso; anche in questo caso il SISI beneficia del sostegno dell'autorità investigativa francese per la sicurezza BEA.

Inoltre vengono computati il peso dell'aeromobile e la posizione del centro di massa, al fine di determinarne l'influenza sulle prestazioni di volo.

Per ricostruire il comportamento di volo e i parametri aerodinamici prevalenti durante l'incidente, come l'angolo di incidenza e la velocità relativa all'aria, è necessario conoscere i movimenti su piccola scala delle masse d'aria nella conca a sudovest del Piz Segnas. A questo scopo, le correnti d'aria intorno al Passo del Segnas sono simulate utilizzando un modello a maglia fine, nel quale i dati reali di vento e temperatura confluiscono come valori quadro. Al fine di convalidare e quantificare la frequenza e l'entità degli effetti calcolati, quest'anno saranno effettuate per diverse settimane misurazioni nell'area dell'incidente. Una stazione meteorologica classica determinerà il vento, la pressione atmosferica, la temperatura e l'umidità sul crinale vicino al Passo del Segnas. Un sistema Lidar<sup>1</sup> effettuerà una rilevazione tridimensionale dei flussi d'aria nell'area della traiettoria di volo poco prima dell'inizio della traiettoria a spirale. Il successo di queste misurazioni non può essere garantito a causa delle sfide tecniche e logistiche che esse comportano. In particolare, durante il periodo di misurazione in piena estate dovranno verificarsi condizioni meteorologiche paragonabili alla situazione del giorno dell'incidente.

### Prospettiva

In sintesi, si può affermare che l'inchiesta di sicurezza ha già evidenziato importanti carenze in materia di sicurezza che, sebbene non direttamente collegate all'incidente, dovrebbero essere colmate per il futuro impiego di velivoli storici.

Se le ulteriori indagini potranno essere completate come previsto, il rapporto finale su questo incidente dovrebbe essere disponibile nel primo trimestre del prossimo anno, dopo l'espletamento della consueta procedura di assicurazione della qualità.

Berna, 2 agosto 2019

Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza

---

<sup>1</sup> Lidar (*Laser Detection and Ranging*): sistema di misura che emette impulsi laser e valuta la luce riflessa e diffusa dall'atmosfera, in questo caso per quanto riguarda l'effetto Doppler. Nel presente caso viene utilizzato per la misurazione tridimensionale del vento sopra il sito.