

RELAZIONE D'INCHIESTA

INCIDENTE
occorso all'aliante
Grob G103 Twin III Acro marche I-IVVO,
in località Tassignano, Comune di Capannori (Lucca),
10 agosto 2014

INDICE

INDICE	I
OBIETTIVO DELL'INCHIESTA DI SICUREZZA	III
GLOSSARIO	IV
PREMESSA	V
CAPITOLO I - INFORMAZIONI SUI FATTI	01
1. GENERALITÀ	01
1.1. STORIA DEL VOLO	02
1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE	02
1.3. DANNI RIPORTATI DALL' AEROMOBILE	02
1.4. ALTRI DANNI	02
1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE	02
1.5.1. Equipaggio di condotta	02
1.5.2. Passeggero pilota	02
1.6. INFORMAZIONI SULL' AEROMOBILE	03
1.6.1. Informazioni generali	03
1.6.2. Informazioni specifiche	04
1.6.3. Informazioni supplementari	05
1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE	08
1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE	09
1.8.1. Aiuti alla navigazione aerea e all'atterraggio	09
1.8.2. Sistemi disponibili a bordo	09
1.9. COMUNICAZIONI	09
1.9.1. Servizio mobile	09
1.9.2. Servizio fisso	09
1.9.3. Trascrizione delle comunicazioni	09
1.10. INFORMAZIONI SULL' AEROPORTO	11
1.11. REGISTRATORI DI VOLO	12
1.12. INFORMAZIONI SUL RELITTO E SUL LUOGO DI IMPATTO	12
1.12.1. Luogo dell'incidente e tracce al suolo	12
1.12.2. Traiettorie di impatto al suolo	15
1.12.3. Esame del relitto	16
1.13. INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA	29

1.14.	INCENDIO	29
1.15.	ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA	29
1.16.	PROVE E RICERCHE EFFETTUATE	30
1.17.	INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI	32
1.18.	INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI	35
1.19.	TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI	36
CAPITOLO II - ANALISI		37
2.	GENERALITÀ	37
2.1.	FATTORE TECNICO	37
2.2.	FATTORE AMBIENTALE	38
2.3.	FATTORE UMANO	38
2.4.	ORGANIZZAZIONE E NORMATIVA DI INTERESSE	39
CAPITOLO III - CONCLUSIONI		41
3.	GENERALITÀ	41
3.1.	EVIDENZE	41
3.2.	CAUSE	42
CAPITOLO IV - RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA		43
4.	RACCOMANDAZIONI	43
4.1.	RACCOMANDAZIONE ANSV-1/1805-14/1/A/15	43

OBIETTIVO DELL'INCHIESTA DI SICUREZZA

L'Agenzia nazionale per la sicurezza del volo (ANSV), istituita con il decreto legislativo 25 febbraio 1999 n. 66, si identifica con l'autorità investigativa per la sicurezza dell'aviazione civile dello Stato italiano, di cui all'art. 4 del regolamento UE n. 996/2010 del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 ottobre 2010. **Essa conduce, in modo indipendente, le inchieste di sicurezza.**

Ogni incidente e ogni inconveniente grave occorso ad un aeromobile dell'aviazione civile è sottoposto ad inchiesta di sicurezza, nei limiti previsti dal combinato disposto di cui ai commi 1 e 4 dell'art. 5 del regolamento UE n. 996/2010.

Per inchiesta di sicurezza si intende un insieme di operazioni comprendente la raccolta e l'analisi dei dati, l'elaborazione delle conclusioni, la determinazione della causa e/o di fattori concorrenti e, ove opportuno, la formulazione di raccomandazioni di sicurezza.

L'unico obiettivo dell'inchiesta di sicurezza consiste nel prevenire futuri incidenti e inconvenienti, non nell'attribuire colpe o responsabilità (art. 1, comma 1, regolamento UE n. 996/2010). Essa, conseguentemente, è condotta indipendentemente e separatamente da inchieste (come ad esempio quella dell'autorità giudiziaria) finalizzate all'accertamento di colpe o responsabilità.

L'inchiesta di sicurezza è condotta in conformità con quanto previsto dall'Allegato 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale (stipulata a Chicago il 7 dicembre 1944, approvata e resa esecutiva in Italia con il decreto legislativo 6 marzo 1948, n. 616, ratificato con la legge 17 aprile 1956, n. 561) e dal regolamento UE n. 996/2010.

Ogni inchiesta di sicurezza si conclude con una relazione redatta in forma appropriata al tipo e alla gravità dell'incidente o dell'inconveniente grave. Essa può contenere, ove opportuno, raccomandazioni di sicurezza, che consistono in una proposta formulata a fini di prevenzione.

Una raccomandazione di sicurezza non costituisce, di per sé, una presunzione di colpa o un'attribuzione di responsabilità per un incidente, un inconveniente grave o un inconveniente (art. 17, comma 3, regolamento UE n. 996/2010).

La relazione garantisce l'anonimato di coloro che siano stati coinvolti nell'incidente o nell'inconveniente grave (art. 16, comma 2, regolamento UE n. 996/2010).

GLOSSARIO

- AFIU:** Aerodrome Flight Information Unit, Ente informazioni volo aeroportuale.
- AIP:** Aeronautical Information Publication, Pubblicazione di informazioni aeronautiche.
- AMSL:** Above Mean Sea Level, al di sopra del livello medio del mare.
- ANSV:** Agenzia nazionale per la sicurezza del volo.
- ATO:** Approved Training Organization.
- BFU:** Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung, Autorità investigativa tedesca per la sicurezza dell'aviazione civile.
- CVR:** Cockpit Voice Recorder, registratore delle comunicazioni, delle voci e dei rumori in cabina di pilotaggio.
- ENAC:** Ente nazionale per l'aviazione civile.
- FDR:** Flight Data Recorder, registratore analogico di dati di volo.
- FT:** foot (piede), unità di misura, 1 ft = 0,3048 metri.
- GL:** glider, aliante.
- ICAO/OACI:** International Civil Aviation Organization, Organizzazione dell'aviazione civile internazionale.
- METAR:** METeorological Aerodrome Report.
- MTOW:** Maximum Take Off Weight, peso massimo al decollo.
- NM:** nautical miles, miglia nautiche (1 nm = 1852 metri).
- QNH:** regolaggio altimetrico per leggere al suolo l'altitudine dell'aeroporto.
- RDL:** rapporto di lavoro.
- UTC:** Coordinated Universal Time, orario universale coordinato.
- VA:** Design maneuvering speed, velocità di manovra.
- VDL:** limitazione apposta sul certificato medico: l'interessato deve indossare lenti correttive per una corretta visione a distanza e portare un paio di occhiali di riserva.
- VNE:** Never exceed speed, velocità da non superare mai.

PREMESSA

L'incidente è occorso il 10 agosto 2014, alle ore 09.33'10" UTC (11.33'10" ora locale), in località Tassignano, frazione del Comune di Capannori, in provincia di Lucca, ed ha interessato l'aliante tipo Grob G103 Twin III Acro marche di identificazione I-IVVO, con due persone a bordo.

Nel corso di un volo, in cui venivano effettuate manovre acrobatiche, l'aliante subiva il distacco della semiala destra. Le due persone a bordo perdevano la vita.

Nel corso dell'evento non si verificavano danni a terzi in superficie.

L'ANSV è stata informata dell'incidente il 10 agosto 2014 da "Aeroporto di Capannori SpA", società di gestione dell'aeroporto di Lucca Tassignano.

L'ANSV ha effettuato il sopralluogo operativo il giorno 11 agosto 2014.

L'ANSV ha provveduto ad inviare la notifica dell'evento in questione, in accordo alla normativa internazionale e comunitaria in materia (Allegato 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale, regolamento UE n. 996/2010), al BFU, in rappresentanza dello Stato di costruzione dell'aliante. Il BFU ha provveduto ad accreditare un proprio rappresentante nell'inchiesta di sicurezza condotta dall'ANSV.

Tutti gli orari riportati nella presente relazione d'inchiesta, se non diversamente specificato, sono espressi in ora UTC (Universal Time Coordinated, orario universale coordinato), che, alla data dell'evento, corrispondeva all'ora locale meno due ore.

CAPITOLO I

INFORMAZIONI SUI FATTI

1. GENERALITÀ

Di seguito vengono illustrati gli elementi oggettivi raccolti nel corso dell'inchiesta di sicurezza.

1.1. STORIA DEL VOLO

Il giorno 10 agosto 2014 l'aliante Grob G103 Twin III Acro marche di identificazione I-IVVO, con a bordo il pilota ed un passeggero (anch'egli pilota, di seguito chiamato "passeggero pilota"), decollava dall'aeroporto di Lucca Tassignano per un volo locale. Il volo, della durata prevista di una quindicina di minuti, era finalizzato alla esecuzione di alcune manovre acrobatiche di tipo basico da parte del pilota responsabile del volo.

Il decollo avveniva alle ore 09.22'00" al seguito del velivolo Robin DR400/180R marche di identificazione I-ITAP.

La salita in quota si svolgeva regolarmente ed alle 09.31'12" il pilota del velivolo trainatore comunicava via radio alla locale AFIU l'avvenuto sgancio dell'aliante.

Alle ore 09.31'32" il pilota dell'aliante comunicava all'AFIU: «Lucca Victor Oscar entra nel box acrobatico.».

Alle ore 09.33'10" l'operatore in servizio presso l'AFIU esclamava via radio: «È caduto l'aliante!».

Nel corso del volo si verificava il distacco della semiala destra dalla fusoliera.

Non avendo più alcuna possibilità di controllo dell'aeromobile, i due piloti abbandonavano l'aliante, tentando, almeno uno dei due, l'apertura del paracadute personale. Entrambi, però, perdevano la vita.

La semiala destra staccatasi dall'aliante ricadeva al suolo all'interno di un giardino/orto di una abitazione privata, senza causare ulteriori danni.

La fusoliera, con ancora vincolata la semiala sinistra, ricadeva al suolo in un campo incolto ad una distanza di circa 650 m dal punto di ricaduta della semiala destra, senza causare danni a terzi in superficie.

1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE

Lesioni	Equipaggio	Passeggeri	Totale persone a bordo	Altri
Mortali	1	1	2	
Gravi				
Lievi				non applicabile
Nessuna				non applicabile
Totali	1	1	2	

1.3. DANNI RIPORTATI DALL'AEROMOBILE

Distacco in volo della semiala destra. Fusoliera e semiala sinistra totalmente distrutti a seguito dell'impatto al suolo.

1.4. ALTRI DANNI

Non risultano danni a terzi in superficie.

1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE

1.5.1. Equipaggio di condotta

Pilota

Generalità: sesso maschile, età 34 anni, nazionalità italiana.

Licenza: licenza di pilota di aliante in corso di validità.

Abilitazioni in esercizio: GL; radiotelefonia in lingua italiana.

Controlli periodici: 18 febbraio 2014, aliante GL.

Controllo medico: visita medica di seconda classe effettuata in data 14 marzo 2014, limitazioni VDL, in corso di validità.

Esperienza di volo del pilota: sulla base delle informazioni acquisite presso l'ENAC risulterebbe che avesse accumulato complessivamente circa 35h di volo su alianti. Nel periodo dal 4 maggio 2014 al 18 maggio 2014 il pilota aveva effettuato n. 4 voli con a bordo il medesimo passeggero pilota coinvolto nell'incidente, per un totale di 60' sempre con l'aliante I-IVVO. A partire da questa data fino al giorno dell'incidente non risultano registrati altri voli effettuati dal pilota.

1.5.2. Passeggero pilota

Generalità: sesso maschile, età 55 anni, nazionalità italiana.

Licenza:	licenza di pilota di aliante in corso di validità.
Abilitazioni in esercizio:	GL; radiotelefonia in lingua italiana.
Controlli periodici:	26 febbraio 2014, aliante GL.
Controllo medico:	visita medica di seconda classe effettuata in data 21 marzo 2014, senza limitazioni, in corso di validità.

Esperienza di volo del passeggero pilota: sulla base delle informazioni acquisite presso l'ENAC risulterebbe che avesse accumulato complessivamente circa 315h di volo su alianti di vario tipo. Lo stesso, secondo quanto riferito all'ANSV, era considerato un pilota esperto in acrobazia aerea con alianti ed aveva partecipato anche a competizioni sportive per tale specialità. Nel registro dei voli dell'Aero Club proprietario dell'aliante I-IVVO, relativamente alla giornata del 10 agosto 2014 e per il volo conclusosi con l'incidente, il passeggero pilota era stato registrato all'interno della casella relativa alla colonna "pilota istruttore". Dalla documentazione acquisita emerge però che il passeggero pilota non era in possesso della abilitazione di istruttore. Sempre dal registro dei voli relativo alla giornata del 10 agosto 2014 risulta che il medesimo passeggero pilota avesse effettuato, prima del volo conclusosi con l'incidente, un altro volo con lo stesso aliante, ma con altra persona quale pilota responsabile, ed anche in questo caso il suo nominativo era stato trascritto all'interno della casella relativa alla colonna "pilota istruttore".

1.6. INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE

1.6.1. Informazioni generali

Il Grob G103C Twin III Acro è un aliante biposto acrobatico, in tandem, di costruzione tedesca, avente le seguenti caratteristiche: lunghezza 8,18 m; apertura alare 18 m; altezza 1,55 m; MTOW 600 kg.

La struttura di fusoliera è realizzata in "guscio" di materiale composito in fibra di vetro, carbonio e legno con rinforzi metallici.

L'architettura degli impennaggi è a "T", mentre il carrello è di tipo fisso con due ruote indipendenti in tandem, la cui ruota principale è dotata di freno idraulico a disco.

Entrambi i posti di pilotaggio sono dotati di comandi di volo.



Foto 1: aliante I-IVVO.

1.6.2. Informazioni specifiche

Aeromobile

Costruttore:	Burkhart Grob.
Modello:	G103C Twin III Acro.
Numero di costruzione:	34166.
Anno di costruzione:	1990.
Marche di naz. e immatricolazione:	I-IVVO.
Certificato di immatricolazione:	n. 8706 del 27 luglio 1990.
Esercente:	Aero Club Volovelistico Toscano.
Proprietario:	Aero Club Volovelistico Toscano.
Certificato di navigabilità:	n. 1157/a del 13 marzo 2007; Sailplane Aerobatic Category.
Revisione certificato di navigabilità:	in data 5 aprile 2013, prima estensione in data 8 marzo 2014 con scadenza 4 aprile 2015.
Ore totali:	4428h 51'.
Ispezione per estensione limite di vita da 3000 ore a 6000 ore TM 315-45/2:	effettuata dall'8 ottobre 2004 al 10 gennaio 2005, ad ore totali 2927.39'.
Ore da ultima ispezione 100h/annuale:	8 marzo 2014, ad ore totali 4347.40'.
Ultima ispezione settimanale:	4 agosto 2014.
Programma di manutenzione previsto:	del costruttore.
Conformità documentazione tecnica a normativa/direttive vigenti:	sì.

1.6.3. Informazioni supplementari

Informazioni significative

Dalla documentazione amministrativa reperita risulta che l'aliante, di proprietà dell'Aero Club di Italia, era stato immatricolato per la prima volta in Italia in data 27 luglio 1990 con marche di identificazione I-IVVO, per poi essere ceduto in proprietà all'Aero Club Volovelistico Toscano, con sede in Capannori, presso l'aeroporto di Tassignano, in data 25 maggio 2001.

Dalla documentazione tecnica reperita si rilevano le seguenti informazioni significative:

- in data 9 giugno 1996, ad ore totali 1434.43', l'aliante ha subito un incidente con sospensione della aeronavigabilità e ripristino della stessa in data 5 luglio 1996, dopo riparazioni alla fusoliera (trave di coda), come da RDL 220/96 della ditta certificata che ha effettuato le riparazioni in questione;
- in data 2 novembre 1996, ad ore totali 1515.01', l'aliante ha subito un incidente con sospensione della aeronavigabilità e ripristino della stessa in data 20 giugno 2007 dopo sostanziali riparazioni strutturali alla cellula ed alle semiali, come da RDL 216/97 della ditta certificata che ha effettuato le riparazioni in questione;
- in data 10 gennaio 2005, ad ore totali 2977.32', l'aliante ha subito l'*Extension of Life Time*, con estensione delle ore operative da 3000 a 6000, come da Grob DE.21G.0021 *Prüfplan "Erhöhung der betriebszeit"*;
- in data 10 gennaio 2005, ad ore totali 2977.32', è stato applicato l'OSB 315-66 (*Installation of stringer in rear fuselage. Cancellation of limitation of operation*), con aggiornamento del *Manuale di volo* ai nuovi limiti di prestazione ammessi;
- in data 17 aprile 2006, ad ore totali 3244.21', l'aliante ha effettuato un atterraggio lungo con uscita di pista, riportando lievi danni che non hanno comportato la sospensione della aeronavigabilità;
- tutti gli intervalli di manutenzione programmata e tutti i bollettini e prescrizioni di aeronavigabilità emessi risultano introdotti ed applicati nei termini e con le modalità previste.

Dati di prestazione e caratteristiche di volo

Dal *Pilot's Operating Handbook* predisposto dalla ditta costruttrice (ed. 1989 e successivi aggiornamenti) ed approvato dalla competente Autorità, alle pagine 2.3 e 2.5 riportate in figura 1, si rileva, in sintesi:

- velocità massima (Vne) consentita in aria calma: 280 km/h, con l'avvertenza di non azionare i comandi di volo oltre 1/3 della escursione massima;
- velocità di manovra (Va) consentita: 185 km/h, con l'avvertenza di non effettuare azionamenti dei comandi di volo in maniera brusca o violenta;
- manovre acrobatiche approvate come da elenco, con l'avvertenza di effettuarle secondo le modalità descritte nella sezione 4.5.9 dello stesso *Pilot's Operating Handbook*;
- fattore di carico massimo ammesso alla velocità di manovra di 185 km/h: +6,5/-4,0 g con aerofreni retratti, con aerofreni estesi non deve essere superato il valore di +3,5g;
- fattore di carico massimo ammesso alla velocità massima (Vne) di 280 km/h: +5,3/-3.0 g con aerofreni retratti.

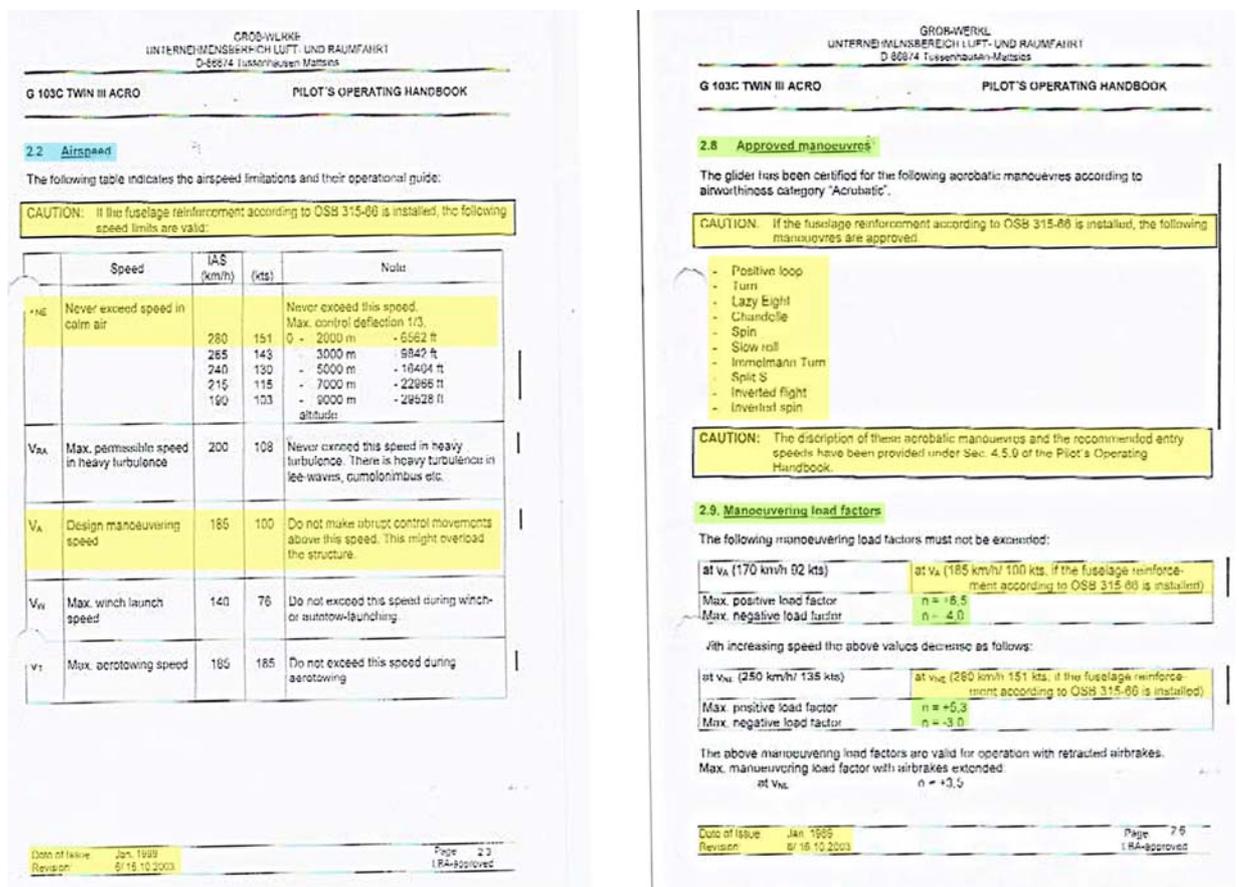


Figura 1: limiti di prestazione con introduzione OSB 315-66.

Alla sezione 4.5.9 "Aerobatics", pag. 4.18, il *Pilot's Operating Handbook* dedica uno specifico paragrafo all'addestramento acrobatico (*General notes on Acrobatic Instruction*). In tale paragrafo, in particolare, si evidenziano gli errori ricorrenti che si commettono effettuando manovre acrobatiche con gli alianti. Tali errori, tenuto conto delle caratteristiche performanti di un aliante, possono portare a superamenti dei limiti di prestazione consentiti.

Sistema di connessione delle semiali

Le semiali, realizzate in struttura composita di fibra di vetro, carbonio, resina epossidica e legno, sono collegate alla fusoliera attraverso un sistema mobile di innesto, tale da consentire una rapida installazione e rimozione delle stesse. Il sistema si basa principalmente su di un collegamento ad incastro tra i due longheroni ed un sistema di ancoraggio alla fusoliera, così come illustrato nella figura 2.

La radice di ogni semiala presenta, infatti, un prolungamento del proprio longherone principale che si estende oltre la centina principale all'interno della fusoliera. La estremità di tale prolungamento è dotata di un perno in acciaio (codolo) inglobato nella struttura in materiale composito del prolungamento stesso.

Al momento della installazione delle due semiali i prolungamenti dei due longheroni vengono inseriti in fusoliera in posizione affiancata tra loro, così che i rispettivi codoli vadano ad inserirsi nei corrispondenti cuscinetti oscillanti fissati al corpo della centina principale della semiala opposta.

L'inserimento dei codoli nei rispettivi cuscinetti trasferisce continuità ai due longheroni, così da formare una unica trave di sostegno alle semiali.

L'allineamento delle semiali con l'asse longitudinale di fusoliera viene garantito da due spine di centraggio in acciaio, una per ogni semiala, posizionate sul "naso" delle rispettive centine principali e che vanno ad inserirsi in apposite sedi ai lati della fusoliera.

La congiunzione tra le semiali e la fusoliera viene ottenuto con quattro spine di fissaggio in acciaio, due per ogni semiala, inglobate nella struttura della centina principale di ogni semiala. Le quattro spine di fissaggio vanno ad inserirsi in altrettante sedi metalliche

Sistema di collegamento delle semiali GROB G103C TWIN III

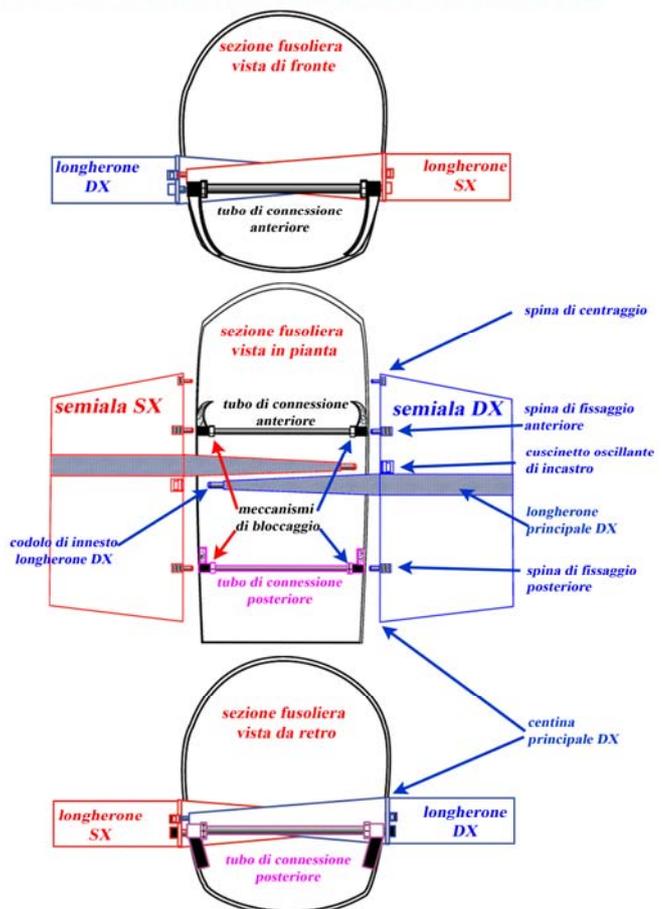


Figura 2: connessione delle semiali.

inglobate nella struttura laterale della fusoliera e collegate in coppia tra loro con due tubi di connessione in acciaio disposti trasversalmente all'interno della fusoliera. Ogni sede metallica è dotata di speciali dispositivi di "blocco" e "sicura" coassiali con i tubi di connessione che assicurano il bloccaggio meccanico delle spine all'interno di esse.

I due codoli alle estremità dei longheroni sopportano la coppia di reazione generata dalla forza aerodinamica di ogni semiala con centro di rotazione sulla centina principale di ogni semiala.

Un tale sistema di connessione, oltre a garantire la stabilità dell'incastro tra i longheroni delle due semiali, assicura anche la necessaria continuità strutturale tra le semiali stesse e la fusoliera.

1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE

Sull'aeroporto di Lucca Tassignano non è attiva alcuna stazione di rilevamento dei dati meteo, ad eccezione di una strumentazione indicatrice della direzione ed intensità del vento ad uso dell'operatore AFIU in servizio, senza però alcuna possibilità di registrazione dei dati rilevati.

Le uniche registrazioni che è stato possibile acquisire sono relative ai bollettini METAR degli aeroporti di Pisa e Firenze di seguito riportati:

METAR LIRP 100915Z 14005KT 100V190 CAVOK 27/19 Q1016 NOSIG RMK SKC VIS MIN 9999 WIND THR04 15005KT WIND THR22 11004KT BLU;

METAR LIRP 100945Z 15003KT 070V230 CAVOK 28/19 Q1016 NOSIG RMK SKC VIS MIN 9999 WIND THR04 18003KT WIND THR22 12003KT BLU;

METAR LIRQ 100920Z VRB02KT CAVOK 28/18 Q1016;

METAR LIRQ 100950Z VRB02KT CAVOK 29/18 Q1016;

METAR LIRQ 100950Z VRB02KT CAVOK 29/18 Q1016 RMK VIS MIN 8000.

Dai suddetti bollettini si rileva che, per la fascia oraria compresa tra le ore 09.15' (11.15' locali) e le ore 09.50' (11.50' locali), nell'area geografica compresa tra Firenze e Pisa insistevano condizioni meteorologiche buone, con intensità del vento inferiore ai 5 nodi e direzione variabile. La temperatura era compresa tra 27 °C e 29 °C, con temperatura di rugiada da 18 °C a 19 °C. La pressione barometrica (QNH) era pari a 1016 millibar e la visibilità superiore ai 10.000 metri.

Le persone presenti sul luogo al momento dell'incidente hanno riferito che le condizioni meteorologiche erano buone, con cielo privo di nubi, visibilità buona, vento leggero di direzione variabile, prevalentemente da Sud-Est.

1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE

Non pertinente.

1.8.1. Aiuti alla navigazione aerea e all'atterraggio

Non pertinente.

1.8.2. Sistemi disponibili a bordo

Non pertinente.

1.9. COMUNICAZIONI

In questo paragrafo sono riportate le informazioni di maggiore interesse relative ai mezzi disponibili per le comunicazioni e sul relativo stato di efficienza.

1.9.1. Servizio mobile

Sull'aeroporto di Lucca Tassignano è operante un AFIU gestito dalla società di gestione dell'aeroporto di Lucca Tassignano. Il servizio viene espletato sulla frequenza di 122,500 Mhz con un apparato radio dotato di sistema di registrazione delle comunicazioni terra-bordo-terra.

1.9.2. Servizio fisso

Non pertinente.

1.9.3. Trascrizione delle comunicazioni

A seguito dell'incidente le registrazioni sono state preservate e trascritte, così come riportato nella seguente tabella 1.

Orario UTC registrato	Nominativo	Testo della comunicazione	Orario UTC reale
09.28'11"	I-ITAP	Lucca dall'I-AP	09.20'39"
09.28'22"	I-ITAP	AP allineamento con l'aliante al traino	09.20'50"
	Lucca Info	Roger, AP allineamento col traino approvato riportate allineato e pronto al decollo	
09.29'27"	Lucca Info	Aliante pronto	09.21'55"
09.29'31"	I-ITAP	Lucca l'AP pronto al decollo	09.21'59"
	Lucca Info	AP più 1 il decollo 10 approvato vento calmo	
	I-ITAP	AP ricevuto decolla	
09.29'32"	Lucca Info	AP più 1 il vostro decollo ai 22, mi confermi VO che riattivi la zona acrobatica oppure no?	09.22'00"
09.29'42"	Lucca Info	Aliante VO Lucca	09.22'10"
09.29'48"	I-ITAP	Lucca da AP	09.22'.16"
09.30'46"	Lucca Info	Avanti AP allora, il vostro decollo ai 22 volevo conferma che l'aliante riattivasse o meno la zona acrobatica	09.23'14"
	I-ITAP	Ti confermo che riattiva la zona acrobatica e poi ti volevo informare che, davanti le colonnine, nella pista, c'è pieno di fieno, l'elicottero ha portato il fieno sulla pista ho dovuto fare un decollo un po' strappato	
	Lucca Info	Adesso avverto subito il ragazzo	
09.35'20"	Lucca Info	I-AP riporti lo sgancio, io ho informato il ragazzo qua che c'è il fieno sulla pista e faremo spostare dall'elicottero tanto deve rifornire e riparte	09.27'48"
09.35'34"	I-ITAP	Ricevuto	09.28'02"
09.38'44"	I-ITAP	I-AP ha sganciato	09.31'12"
	Lucca Info	AP copiato riporti finale 10 vento calmo	
	I-ITAP	Ricevuto	
09.38'53"	Lucca Info	AP in atterraggio poi mantenga in vista quel fieno a terra a metà pista	09.31'21"
09.39'04"	I-IVVO	Lucca VO entra nel box acrobatico	09.31'32"
	Lucca Info	Copiato aliante VO riporti lasciando, chiudendo la zona acrobatica	
09.39'16"	I-IVVO	Ricevuto VO	09.31'44"
09.39'24"	Lucca Info	Conferma che la zona acrobatica è sempre a Est del campo?	09.31'52"
09.40'28"	I-ITAP	AP in base	09.32'08"
09.40'42"	Lucca Info	È caduto l'aliante!	09.33'10"
	Lucca Info	AP mantenga, guardi è caduto l'aliante, riporti il corto	
	I-ITAP	ricevuto	

Tabella 1.

Nella prima colonna della tabella viene riportato l'orario UTC attribuito dal temporizzatore interno al sistema di registrazione. Nella seconda colonna viene riportato il nominativo radio dei soggetti che hanno effettuato le comunicazioni, nella terza colonna viene riportato il testo integrale della comunicazione così come effettuata, nella quarta colonna viene riportato l'orario UTC reale, corretto dell'errore introdotto dal temporizzatore interno al sistema di registrazione.

Infatti, dall'esame delle tempistiche così come registrate, si rileva uno sfasamento di circa 7'32" in anticipo tra l'orario di decollo comunicato dall'operatore AFIU al pilota del velivolo trainatore («il vostro decollo ai 22», da intendersi alle ore 09.22'00" UTC) e quello invece attribuito dal sistema di registrazione a tale comunicazione, che risulta essere pari a ore 09.29'32" UTC.

Da verifiche effettuate è stato accertato che l'operatore AFIU rileva gli orari da un orologio posto sulla sua postazione di lavoro. Tale orologio è del tipo radiocontrollato e quindi costantemente sincronizzato sull'orario universale radiotrasmesso da specifiche stazioni di terra o satellitari. L'orologio interno al sistema di registrazione invece è del tipo autonomo, quindi, in assenza di periodiche correzioni manuali, gli inevitabili slittamenti di temporizzazione vanno ad alterare l'esattezza dell'orario di registrazione. Nella colonna quattro della tabella 1 sono riportati, pertanto, gli orari UTC corretti da tali errori.

Va comunque evidenziato che tale correzione risente anche di un ulteriore errore introdotto dall'anticipo/ritardo con cui l'operatore trasmette alla radio l'orario rilevato visivamente. Tale errore risulta essere di difficile quantificazione, ma in ogni caso la sua entità non dovrebbe discostarsi da un secondo o frazione di esso e quindi di scarso rilievo.

1.10. INFORMAZIONI SULL'AEROPORTO

Indicatore di località ICAO:	LIQL.
Coordinate geografiche:	43°49'47"N 010°34'44"E.
Elevazione:	39 piedi AMSL.
Pista:	in asfalto, designazione 10/28, orientamento magnetico 098°/278°, lunghezza 910 m, larghezza 18 m.
ATZ:	cerchio di 2 NM di raggio, con centro alle coordinate 43°49'47"N 010°34'44"E e limite superiore dello spazio aereo (tipo "G") a 3000 piedi AMSL.
Circuito di traffico:	a Sud della pista per aeromobili a motore e a Nord della pista per gli alianti.

Come da AIP ITALIA, in prossimità della pista di volo dell'aeroporto di Lucca Tassignano è prevista una zona riservata al volo acrobatico denominata "LUCCA AD", attivabile per le sole giornate di sabato e domenica. La zona è costituita da una porzione di spazio aereo (box acrobatico) a forma di parallelepipedo entro cui possono essere effettuate manovre acrobatiche con alianti. Il parallelepipedo è delimitato da linee congiungenti i seguenti punti:

43°49'36"N 010°34'21"E; 43°49'31"N 010°35'05"E; 43°50'00"N 010°35'11"E;
43°50'01"N 010°34'26"E.

Le due basi si estendono per una lunghezza di 1000 m lungo il lato Nord della pista e per una larghezza di 800 m in senso ortogonale ad esso, sviluppando così uno spazio aereo compreso tra i 2000 piedi AMSL ed i 5000 piedi AMSL.

1.11. REGISTRATORI DI VOLO

La normativa vigente in materia non prevede l'installazione a bordo dell'aeromobile in questione di apparati di registrazione dei parametri di volo (FDR) e delle voci/suoni in cabina di pilotaggio (CVR).

1.12. INFORMAZIONI SUL RELITTO E SUL LUOGO DI IMPATTO

In questo paragrafo sono riportate le informazioni acquisite dall'esame del relitto e del luogo dell'evento.

1.12.1. Luogo dell'incidente e tracce al suolo

L'incidente è avvenuto a Nord-Ovest dell'aeroporto di Lucca Tassignano, ad una distanza da esso di circa 1500 m, nello spazio aereo sovrastante una area urbana a media densità abitativa (più precisamente al di sopra del centro abitato di Tassignano, frazione del Comune di Capannori). I rottami dell'aliante sono stati rinvenuti in due diverse zone.



Figura 3: area dell'incidente.

La prima zona – identificata con il punto di rinvenimento della semiala destra, definito dalle coordinate geografiche 43°50'5.82"Nord 10°33'50.64"Est – è situata in prossimità dell'incrocio di Via del Marginone con Via della Chiesa, Tassignano. La zona è caratterizzata dalla presenza di caseggiati residenziali con annessi prati, giardini ed orti. Nella zona, oltre alla semiala, sono stati rinvenuti anche due frammenti di plexiglass trasparente relativi ad uno dei due tettucci dei posti di pilotaggio e quattro frammenti facenti parte del rivestimento in materiale composito della semiala stessa.

Il settore di distribuzione di tali rottami è orientato verso Nord-Ovest rispetto al punto di rinvenimento della semiala ed è compreso tra i 280° e 360° di direzione magnetica, per un raggio di circa 80 metri dalla semiala stessa. I due frammenti di plexiglass trasparente risultano essere posizionati sul lato Nord del settore così rilevato e la loro conformazione non consente di identificare con assoluta certezza il tettuccio dal quale si siano staccati.

Sul terreno, in prossimità della semiala, non sono state rilevate tracce evidenti da impatto, in quanto la presenza di erba spontanea alta circa 50 cm e la massa esigua dell'intera semiala hanno comportato un urto lieve al suolo della stessa.



Figura 4: zona di ricaduta semiala destra e frammenti vari.

La seconda zona di distribuzione dei rottami è situata ad una distanza di circa 650 m dalla prima, in direzione 104° magnetici, verso l'aeroporto, ed è compresa tra la Via dell'Aeroporto ed i binari della stazione ferroviaria di Tassignano. La zona, prevalentemente di tipo residenziale, è caratterizzata dalla presenza di caseggiati civili con annessi giardini, prati ed orti delimitati da stradine vicinali e recinzioni in muratura o in rete metallica.

Il punto di impatto al suolo della fusoliera è definito dalle coordinate geografiche $43^\circ50'00.53''$ Nord e $10^\circ34'17.52''$ Est ed è situato a circa 10 m dal ciglio Nord della Via dell'Aeroporto. L'impatto al suolo della fusoliera è avvenuto all'interno di un campo incolto, con terreno relativamente soffice e ricoperto da erba spontanea di altezza di circa un metro.



Figura 5: zona di ricaduta della fusoliera.

Sul punto di impatto è distinguibile un cratere a forma circolare, del diametro di circa un metro, per una profondità di circa 40 cm, entro cui è ammassata tutta la parte anteriore della fusoliera, con il muso schiacciato su se stesso e parzialmente conficcato nel terreno. A lato del cratere è disposta la semiala sinistra, ancora collegata alla fusoliera, appoggiata sul

terreno in posizione verticale con il bordo di attacco parzialmente schiacciato sul terreno. Al di sotto del bordo di attacco si rileva una lieve traccia da impatto caratterizzata da erba danneggiata ed un lieve avvallamento longitudinale sul terreno.

La conformazione delle tracce al suolo attesta che l'aliante ha impattato il suolo con una traiettoria di caduta pressoché verticale e con un assetto di volo della fusoliera molto picchiato intorno ai 90°.

A Nord-Ovest del punto di impatto della fusoliera, all'interno di giardini privati, sono stati rinvenuti tre frammenti di plexiglass trasparente di piccole dimensioni. I frammenti risultano distribuiti lungo l'arco di base del settore definito dalle radiali di 280° e 302° con vertice sul punto di impatto della fusoliera, per un raggio di circa 120 m.

A Nord del punto di impatto della fusoliera, più precisamente ad una distanza da essa di circa 55 m in direzione 332° magnetici, è rilevabile un marcato avvallamento del terreno, lasciato dall'impatto al suolo del corpo del passeggero pilota. La conformazione quasi circolare di tale traccia attesta un angolo di impatto al suolo del corpo del passeggero pilota intorno ai 90°. Il contenitore del paracadute vincolato al corpo del passeggero pilota è risultato essere ancora chiuso con maniglia di apertura non attivata.

In direzione 27° magnetici, ad una distanza dal relitto della fusoliera di 22 m, è rilevabile un secondo avvallamento sul terreno, di forma leggermente oblunga, con asse maggiore orientato 107° magnetici. Tale traccia è stata lasciata dall'impatto al suolo del corpo del pilota, con il contenitore del paracadute aperto. La forma leggermente oblunga di tale traccia attesta un angolo di impatto al suolo del corpo del pilota tra i 70° e gli 80°. Distese sul terreno, in direzione magnetica di 107° verso la traccia, erano disposte le calotte e le funi del paracadute, distese in sequenza di estrazione dal proprio contenitore ancora vincolato al corpo del pilota.

1.12.2. Traiettorie di impatto al suolo

Dalla disposizione e dalla conformazione delle tracce al suolo rilevate nelle due zone di distribuzione dei rottami si evince che la semiala destra, la fusoliera ed i due piloti hanno impattato il terreno seguendo distinte traiettorie di caduta, orientate principalmente in direzione di 107° magnetici.

La semiala destra, distaccandosi dalla fusoliera ha, molto probabilmente, interferito con la copertura trasparente dell'abitacolo posteriore, frantumandolo. I frammenti generati sono ricaduti al suolo con traiettorie pressoché verticali.

Dopo il distacco dalla fusoliera, la semiala destra ha inizialmente sviluppato una parabola di caduta di tipo balistico, funzione della propria massa e della velocità di volo posseduta in quel momento dall'aliante. Data la massa alquanto ridotta della stessa e la notevole resistenza aerodinamica generata dal suo moto incontrollato dopo il distacco, la parabola balistica si è tramutata immediatamente in una traiettoria di caduta di tipo verticale.

La disposizione al suolo e le distanze reciproche dei punti di ricaduta dei frammenti di rivestimento alare, dei frammenti di plexiglas e della semiala consentono di determinare, con buona approssimazione, che la semiala destra si è distaccata dalla fusoliera in un punto situato al di sopra dell'abitato di Tassignano, ad una distanza non superiore ai 100 m, verso Nord-Ovest, rispetto al punto di ricaduta al suolo della stessa semiala.

Dopo il distacco della semiala destra, la fusoliera, con i due piloti a bordo, ha proseguito il proprio volo in direzione di $104^{\circ}/107^{\circ}$ magnetici verso l'aeroporto per ulteriori 650 m rispetto al punto di ricaduta della semiala in questione.

Tale distanza è stata percorsa seguendo inizialmente una traiettoria di volo funzione della velocità posseduta in quel momento dall'aliante e delle residue superfici portanti. L'assenza di una semiala e la resistenza generata dalla fusoliera, non più in assetto aerodinamico, hanno inevitabilmente comportato assetti di volo incontrollati, con rapida riduzione della velocità di volo e conseguente trasformazione della iniziale traiettoria di volo aerodinamico in una traiettoria di caduta balistica. I due piloti hanno abbandonato i rispettivi abitacoli allorché l'aliante percorreva l'ultimo tratto della sua traiettoria di caduta. L'abbandono degli abitacoli ha necessariamente comportato l'apertura manuale dei tettucci da parte dei piloti, per cui il forte flusso aerodinamico che li ha investiti ha causato la deformazione e frantumazione degli stessi con ricaduta al suolo di frammenti di plexiglas ancor prima dell'impatto della fusoliera e dei due piloti.

La disposizione in successione dei punti di impatto al suolo dei corpi dei due piloti e della fusoliera attesterebbe che, a parità di traiettorie di caduta, il primo ad uscire dall'abitacolo sia stato il passeggero pilota, seguito, immediatamente dopo, dal pilota.

1.12.3. Esame del relitto

Il relitto è diviso in due porzioni, di cui la principale costituita dalla fusoliera con ancora vincolata la semiala sinistra e la seconda costituita dalla semiala destra con relativi frammenti distaccatisi in volo.

Fusoliera e semiala sinistra

La porzione principale del relitto è costituita dal troncone centrale della fusoliera, dalla semiala sinistra, dal troncone di coda e dagli impennaggi. La fusoliera si presenta con tutta la parte frontale del muso e degli abitacoli ammassata sul terreno all'interno del cratere di impatto (foto 2).



Foto 2: relitto vista verso Nord.



Foto 3: relitto vista verso Sud.

Il troncone centrale della fusoliera è schiacciato sull'ammasso degli abitacoli, in posizione quasi verticale con la semiala sinistra vincolata ad esso.

Il troncone di coda appare distaccato dalla parte centrale della fusoliera sulla sezione corrispondente al bordo di uscita delle due semiali e risulta ulteriormente suddiviso in tre tronconi di cui l'ultimo comprensivo degli impennaggi (foto 3). I tre tronconi sono disposti sul terreno verso Nord rispetto al cratere di impatto in posizione contigua tra loro. Le sezioni di rottura dei tre tronconi evidenziano caratteristiche da cedimento per sovrasollecitazione a compressione e trazione della struttura in materiale composito.

Le caratteristiche delle sezioni di rottura e la disposizione sul terreno dei tronconi attestano che il collasso della struttura di coda è avvenuto a seguito di una sovrasollecitazione a compressione sviluppatasi lungo l'asse longitudinale della fusoliera, in combinazione con un momento flettente che ha curvato la struttura stessa in senso longitudinale e verso l'alto con riferimento alla normale posizione orizzontale dell'aliante. Tali evidenze sono indice di un impatto al suolo avvenuto sulla parte anteriore della fusoliera e con l'asse longitudinale dell'aliante pressoché verticale rispetto al terreno.

Durante l'impatto la massa dei piani di coda, decentrata rispetto all'asse longitudinale, ha generato un momento flettente che ha piegato la struttura di coda fino a spezzarla in tre tronconi, che sono ricaduti al suolo verso Nord rispetto al punto di impatto.

All'interno dei tre tronconi della struttura di coda sono rilevabili i cinematismi di comando delle superfici mobili degli impennaggi con i relativi meccanismi di snodo e connessione correttamente connessi tra loro.

La semiala risulta poggiata al suolo in posizione verticale con il bordo di attacco schiacciato sul terreno e con l'alettone distaccato dalla stessa.

L'alettone sinistro si presenta adagiato al suolo a lato della semiala, distaccato dalle proprie cerniere, ma ancora collegato al relativo cinematismo di comando all'interno della semiala.

La semiala presenta il longherone principale integro con alcune strutture ad esso collegate e parte del rivestimento alare danneggiate o distaccate per effetto dell'urto frontale contro il suolo.

Il diruttore sinistro risulta essere in posizione estratta. L'esame dei relativi cinematismi di comando non fornisce alcun elemento oggettivo in merito alla sua effettiva posizione prima dell'impatto al suolo. Va evidenziato, tuttavia, che il movimento in estrazione avviene per sollecitazione a trazione delle aste interne alle due semiali; quindi, al momento del distacco della semiala destra tutti i cinematismi di comando sono stati sicuramente sollecitati in tal senso, con conseguente fuoriuscita dei diruttori dai rispettivi alloggiamenti.

Semiala destra

La semiala destra è stata rinvenuta circa 650 m prima del punto di impatto della fusoliera e si presenta poggiata sul terreno con il dorso (foto 4).



Foto 4: semiala destra.

La struttura non presenta particolari danneggiamenti e la sezione di rottura e separazione dalla fusoliera è localizzata alla radice della semiala stessa.

L'alettone destro risulta essere correttamente vincolato alle proprie cerniere ed ai cinematismi di comando all'interno della semiala con libertà di movimento degli stessi.

Il diruttore destro è stato rinvenuto in posizione estratta. Il diruttore risulta correttamente collegato ai rispettivi cinematismi ed aste di comando all'interno della semiala, i quali presentano normale libertà di movimento con movimenti spontanei in funzione della posizione assunta dalla semiala. Tale condizione non consente di risalire in maniera oggettiva alla effettiva posizione dei diruttori prima del distacco della semiala dalla fusoliera.

Le aste di rinvio dell'alettone e del diruttore presentano, in prossimità della sezione di distacco della semiala dalla fusoliera, una ampia curvatura verso l'alto con riferimento alla normale posizione orizzontale dell'aliante. Tale caratteristica attesta che esse, prima di essere state strappate dai cinematismi in fusoliera, sono state sollecitate a flessione con movimento verso l'alto e tale da indurre deformazioni permanenti sulle stesse. I cinematismi di rinvio in fusoliera risultano divelti dai rispettivi supporti e tutte le rotture presentano caratteristiche di cedimento per sovraccarico.



Foto 5: sezione di rottura della semiala destra.

La sezione di distacco della semiala dalla fusoliera evidenzia la rottura del longherone principale in prossimità della centina principale con lacerazioni del rivestimento alare e delle strutture secondarie (foto 5). Il longherone principale è assimilabile ad una trave a sbalzo

con incastro sulla centina principale e presenta una sezione resistente a doppio “T” con due solette ed una anima centrale. La soletta superiore corrispondente al dorso della semiala e la soletta inferiore corrispondente al ventre della semiala sono realizzate ognuna con una barra in fibra di carbonio preformata a sezione rettangolare e unita alla anima centrale con struttura composita di strati multipli di tessuto in fibra di vetro in matrice di resina epossidica. La trave così costituita è soggetta normalmente a sollecitazioni a flessione verso l’alto, per cui la soletta inferiore del longherone viene maggiormente sollecitata a trazione, mentre quella superiore è maggiormente sollecitata a compressione.

La sezione di rottura della barra di carbonio della soletta inferiore si presenta molto netta, ortogonale alla sua lunghezza, con superficie rugosa e lievi sfilacciature delle fibre ai bordi esterni (foto 7). Tali caratteristiche attestano un cedimento della soletta per sovrasollecitazione a trazione di tipo dinamico, ossia applicata in tempi molto rapidi ed in maniera quasi istantanea.

L’anima centrale non evidenzia deformazioni, delaminazioni o scollamenti pregressi della struttura in materiale composito. La sezione di rottura presenta un andamento pressoché ortogonale rispetto alla sua lunghezza con tranciatura netta del tessuto in fibra di vetro e dell’anima interna in materiale espanso. Tale caratteristica attesta una rottura per sovrasollecitazione a trazione di tipo dinamico.

La parte superiore dell’anima, a partire dalla sua sezione di rottura e per un tratto di circa 50 cm verso l’estremità della semiala, presenta la separazione della soletta superiore con rottura delle fibre del tessuto in fibra di vetro e della matrice in resina per sovrasollecitazione a trazione di tipo dinamico, innescatasi tra l’anima stessa e la soletta superiore. Tale sollecitazione è stata indotta dalla deformazione elastica a flessione a cui è stata soggetta la barra di carbonio prima della sua rottura definitiva. La sezione di rottura della soletta superiore, infatti, risulta spostata rispetto a quella dell’anima centrale.

L’esame visivo della sezione di rottura della barra di carbonio costituente la soletta superiore evidenzia due distinte aree con caratteristiche morfologiche differenti tra loro. L’area evidenziata con ovale giallo (foto 6) presenta una superficie a rugosità grossolana, con lievi sfilacciature delle fibre di carbonio del bordo esterno a contatto con l’anima centrale. Tali caratteristiche attestano un cedimento delle fibre di carbonio in tale area per sovrasollecitazione a trazione di tipo dinamico. L’area superiore evidenziata con ovale bianco (foto 6) presenta, invece, una superficie meno rugosa, con evidenti slabbrature degli

strati di fibre di carbonio più esterni. Tali caratteristiche attestano un cedimento delle fibre di carbonio in tale area per sovrasollecitazione a compressione di tipo dinamico.



Foto 6: sezione di rottura della soletta superiore.



Foto 7: sezione di rottura della soletta inferiore.

L'area superiore evidenziata con ovale bianco (foto 6) presenta, invece, una superficie meno rugosa, con evidenti slabbrature degli strati di fibre di carbonio più esterni. Tali caratteristiche attestano un cedimento delle fibre di carbonio in tale area per sovrasollecitazione a compressione di tipo dinamico.

La presenza di così differenti caratteristiche morfologiche di rottura su di una unica sezione resistente attesta l'azione di una sovrasollecitazione a flessione di tipo dinamico concentrata su di un tratto limitato della barra stessa.

In foto 8 vengono raffigurate le sezioni di rottura dei due tronconi di longherone riposizionati frontalmente tra loro.



Foto 8: sezioni di rottura del longherone.

L'angolazione tra le due sezioni evidenzia il movimento a flessione verso l'alto subito dal longherone durante la rottura. La foto mostra come il cedimento del longherone sia avvenuto in prossimità del suo punto di incastro sulla centina principale, ad una distanza da esso non superiore ai 15 cm.

La sovrasollecitazione a flessione verso l'alto subita dal longherone ha comportato, dapprima, la rottura a trazione della soletta inferiore, seguita dalla fessurazione progressiva dell'anima centrale fino alla soletta superiore, la quale, sollecitata a flessione, si è dapprima piegata distaccandosi dalla anima centrale per un breve tratto, per poi spezzarsi definitivamente.

Sistema di connessione delle semiali

Il sistema di vincolo delle semiali alla fusoliera presenta tutti i relativi componenti in posizione regolare e correttamente connessi tra loro (foto 9).

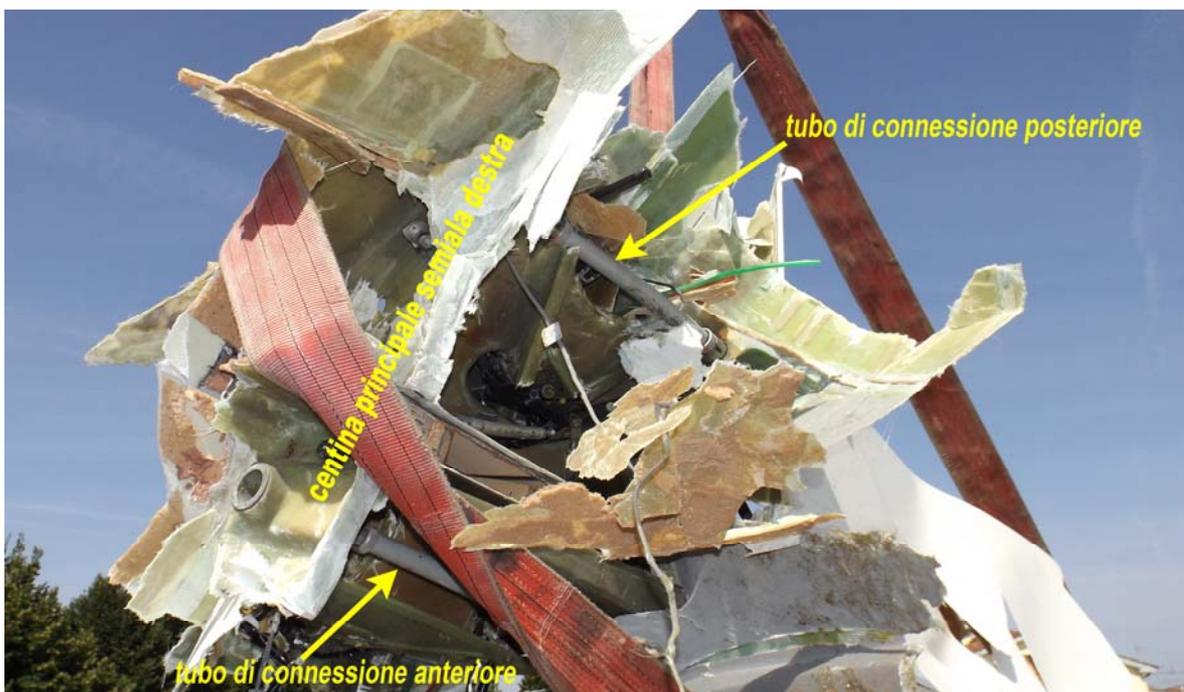


Foto 9: condizione dei tubi di connessione.

Più in particolare, le spine di fissaggio delle due semiali risultano correttamente inserite nei rispettivi meccanismi di blocco sulla fusoliera.

I punti di ancoraggio dei meccanismi di blocco sulla fusoliera non evidenziano fessurazioni, scollamenti o delaminazioni preesistenti della struttura in materiale composito.



Foto 10: tubo di connessione anteriore.



Foto 11: tubo di connessione posteriore.

I due tubi di connessione si presentano integri con le ghiere dei meccanismi di bloccaggio correttamente in posizione di “blocco” ed in “sicura”.

Il tubo di connessione anteriore non presenta deformazioni evidenti ed i punti di ancoraggio alla struttura in composito della fusoliera non evidenziano fessurazioni, scollamenti o delaminazioni preesistenti (foto 10).

Il tubo di connessione posteriore presenta una ampia curvatura a flessione per tutta la sua lunghezza. La curva risulta essere leggermente più marcata in corrispondenza di una rottura a compressione della paratia orizzontale in prossimità della sezione di inizio del troncone di coda (foto 11). La conformazione di tale deformazione e la sua corrispondenza con la rottura della paratia orizzontale attesta che essa è stata determinata da sovrasollecitazioni conseguenti all’urto al suolo dell’aliante. I punti di ancoraggio alla struttura in composito della fusoliera non presentano fessurazioni, scollamenti o delaminazioni preesistenti.

Prolungamenti dei longheroni alari

Il prolungamento del longherone della semiala sinistra appare integro senza scollamenti o delaminazioni della struttura in materiale composito. La sua posizione all’interno della fusoliera appare corretta con il codolo di estremità correttamente inserito nel corrispondente cuscinetto oscillante sulla centina principale della semiala opposta (foto 12).

Il prolungamento del longherone della semiala destra risulta ancora vincolato allo spezzone della centina principale della semiala stessa. Esso si presenta ruotato verso il basso rispetto alla sua normale posizione di incastro in fusoliera, con la soletta superiore totalmente strappata dalle due anime laterali costituenti la struttura a cassone e con il supporto ligneo

del codolo in acciaio alla sua estremità scardinato e libero all'interno della struttura a cassone (foto 12).



Foto 12: prolungamenti dei longheroni alari e tubi di connessione.

Il tratto di soletta superiore, della lunghezza di circa un metro (foto 13 e 14), che dal codolo si estende oltre la centina principale fino alla sezione di rottura della barra di carbonio, è stato rinvenuto all'interno del relitto, poggiato sul prolungamento ma totalmente distaccato dallo stesso.



Foto 13 e 14: tratto di soletta distaccata dal prolungamento longherone destro.

Le fibre del tessuto in fibra di vetro di unione della barra di carbonio alle anime della struttura a cassone evidenziano rotture a strappo per sovrasollecitazione a trazione con distacco della barra di carbonio dalla centina principale e dalla anima centrale nel successivo tratto a sezione a doppio "T" del longherone alare.



Foto 15: tratto centrale di centina.



Foto 16: tratto terminale di centina.

Tali caratteristiche di distacco della soletta superiore attestano una sovrasollecitazione a trazione innescatasi tra la soletta stessa e le due anime laterali costituenti la struttura a cassone del prolungamento del longherone. Tale sollecitazione si è innescata inizialmente alla estremità del prolungamento, in corrispondenza del codolo in acciaio, per avanzare progressivamente, in senso longitudinale, fino al punto di rottura della soletta oltre la centina principale.

Al fine di preservare lo stato delle evidenze su tutte le sezioni di rottura del longherone alare e relativo prolungamento per eventuali analisi di laboratorio si è provveduto a rimuovere lo spezzone di longherone ed i relativi frammenti di centina principale dal resto del relitto.

La rimozione è stata effettuata sbloccando le spine di fissaggio dai rispettivi meccanismi sui tubi di connessione anteriore e posteriore. Lo sblocco della spina posteriore è avvenuto regolarmente e la spina si è sfilata agevolmente dal sistema di connessione, così da liberare il tratto terminale di centina (visibile in foto 16). Lo sblocco della spina anteriore è avvenuto regolarmente, ma la spina stessa risultava incastrata all'interno del dispositivo. Tale condizione attesta una deformazione della spina di fissaggio verificatasi all'interno del dispositivo e tale da impedirne il normale scorrimento. La deformazione della spina è stata

prodotta dalla sovrasollecitazione subita a seguito del movimento rotatorio effettuato dal longherone alare destro dopo il cedimento del relativo codolo di innesto.

Per rimuovere il frammento centrale della centina con relativo moncone di longherone alare si è dovuto quindi procedere al sezionamento del tubo di connessione anteriore (foto 15).

Codolo di innesto

Così come descritto in precedenza, tutto il longherone principale costituisce una trave a sbalzo a sezione a doppio “T” con punto di incastro sulla centina principale. Le due solette in fibra di carbonio della sezione a doppio “T”, tuttavia, attraversano la centina principale e, senza soluzione di continuità, si estendono per circa 80 cm oltre la centina stessa. La estensione delle due solette realizza così un prolungamento del longherone, che con sezione rettangolare forma un parallelepipedo rastremato, le cui facce laterali, in materiale ligneo, costituiscono le anime di una trave a sezione resistente cosiddetta a “cassone”.

Alla estremità libera di tale parallelepipedo è inserito un blocco in legno multistrato scanalato con funzioni di supporto del codolo metallico di innesto. Il codolo è fissato ad esso con due alette metalliche bloccate su di esso con speciali ribattini a testa tonda (foto 17). Il supporto così costituito è incollato alle due anime ed alle due solette con resina epossidica e rivestito esternamente con strati di tessuto di fibra di vetro, così da costituire un unico blocco con il prolungamento del longherone alare.

Come argomentato in precedenza, il prolungamento del longherone della semiala destra è stato rinvenuto sul relitto con la soletta superiore totalmente strappata dalle due anime laterali ed il supporto ligneo del codolo distaccato dalle due anime laterali e libero all'interno del cassone.

Il supporto ligneo risulta spezzato in due parti. Una parte ancora vincolata alle alette metalliche del codolo con le teste dei ribattini in vista e le superfici laterali con evidenze di cedimento delle fibre lignee. Non sono presenti evidenze di scollamenti o cedimenti pregressi del sistema di incollaggio con resina epossidica.

La seconda parte, costituente la sezione più interna del supporto, presenta anch'essa le facce laterali a contatto con le anime e le due solette con evidenze di cedimento del materiale ligneo.



Foto 17: rottura del supporto del codolo in acciaio.

L'insieme di tali evidenze attesta che l'intero supporto è stato letteralmente sfilato dalla struttura del prolungamento per effetto di una sovrasollecitazione a taglio, che ha agito sulle sezioni di incollaggio del supporto stesso alle due anime laterali della struttura a cassone.

Gli strati del tessuto di contenimento ed incollaggio della soletta superiore alle due anime del cassone evidenziano stiramenti e rotture da "strappo" delle fibre in vetro, indice di una sovrasollecitazione a trazione innescatasi tra la soletta superiore e le due anime laterali. Tale sovrasollecitazione è stata determinata dalla spinta esercitata dal supporto ligneo del codolo sulla soletta superiore a seguito del cedimento del sistema di incollaggio con le due anime del cassone.

L'esame visivo della restante struttura in fibra di vetro, resina epossidica e legno del prolungamento non evidenzia fessurazioni, scollamenti o delaminazioni preesistenti, che potrebbero aver indebolito le capacità di resistenza del sistema di unione del codolo metallico alla struttura in composito del longherone alare.

Strumentazione di bordo

Sull'aliante non era installato alcun dispositivo (es. data logger) utilizzato normalmente per la registrazione dei dati durante competizioni sportive.



Foto 18: pannello strumenti.



Foto 19: quadrante anemometro.

La strumentazione installata, di tipo tradizionale, era quella minima prevista per tale tipologia di aeromobili.

Tutti gli strumenti risultano divelti dal relativo pannello strumenti, smembrati nella struttura e senza che essi possano fornire indicazioni attendibili sui parametri di volo posseduti dall'aliante al momento dell'incidente (foto 18 e 19).

L'unico strumento recuperato ancora parzialmente integro è l'accelerometro.



Foto 20: accelerometro.



Foto 21: dati identificativi accelerometro.

Come visibile nelle foto 20 e 21 il corpo appare integro, ma il quadrante, oltre ad essere privo del vetro di protezione, risulta anche privo della lancetta indicatrice dei "G" e dei due marcatori mobili di escursione massima della stessa.

L'esame dei meccanismi interni dei due marcatori potrebbe fornire indicazioni sui valori di accelerazione positiva o negativa eventualmente rilevati. Va comunque considerato che tali indicazioni sono state sicuramente influenzate da quelle innescatisi con l'urto al suolo e quindi non totalmente attribuibili alle sole accelerazioni manifestatesi in volo.

1.13. INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA

Dall'indagine necroscopica condotta sulla salma del pilota è emerso che il decesso è dipeso dal violentissimo impatto al suolo; non sono peraltro emersi elementi indicativi di condizioni patologiche preesistenti che possano aver svolto un qualche ruolo nel determinismo dell'evento.

Dall'indagine necroscopica condotta sulla salma del passeggero pilota è emerso invece «un significativo quadro patologico a carico del ramo discendente anteriore della coronaria sinistra. Il vaso in questione presentava infatti un'occlusione subtotale del lume, il che potrebbe in effetti costituire la base organica per un improvviso evento aritmico su base ischemica dando qualche sostanza all'ipotesi di un malore avvenuto prima dell'incidente. È peraltro a dirsi che il quadro patologico riscontrato a livello coronarico (ex post severo) non pare ragionevolmente evidenziabile con gli accertamenti cardiologici richiesti per il rilascio della idoneità al volo (ECG standard a 12 derivazioni).».

1.14. INCENDIO

Non pertinente.

1.15. ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA

Le due persone a bordo sono fuoriuscite dai rispettive abitacoli durante il tratto finale della traiettoria di caduta balistica dell'aliante.

Il punto di impatto al suolo del pilota è situato molto vicino a quello della fusoliera; quindi, dopo l'uscita dall'abitacolo, lo stesso ha seguito una traiettoria di caduta parallela a quella della fusoliera.



Foto 22 e 23: paracadute del pilota parzialmente dispiegato.

Il pilota ha impattato il suolo con il paracadute personale ancora in fase di estrazione dalla relativa custodia (foto 22 e 23). L'esame del contenitore delle funi e delle calotte non ha evidenziato rotture o aggrovigliamenti tali da impedirne il corretto dispiegamento.

Tale tipo di paracadute necessita, dal momento di azionamento della maniglia di apertura, di almeno 500 piedi (152 metri) di quota per il suo completo dispiegamento. Il parziale dispiegamento del paracadute attesta pertanto che la quota posseduta al momento della sua attivazione era sicuramente inferiore a tale valore.



Foto 24 e 25: paracadute del passeggero pilota non attivato.

Circa 55 m prima del punto di impatto al suolo della fusoliera è situato il punto di impatto al suolo del passeggero pilota; quindi, a parità di traiettoria di caduta, parrebbe probabile che lo stesso abbia abbandonato l'aliante qualche istante prima del pilota.

Il passeggero pilota ha impattato il suolo con il paracadute personale non dispiegato e con la maniglia di azionamento non tirata (foto 24 e 25). L'esame del dispositivo di apertura non ha evidenziato rotture o imperfezioni tali da impedirne il regolare funzionamento.

1.16. PROVE E RICERCHE EFFETTUATE

Nel corso delle attività di investigazione per un incidente analogo avvenuto in passato su di un altro aliante Grob G103C Twin III Acro sono state effettuate, con il costruttore, delle attività di revisione del progetto, che hanno comportato:

- la revisione delle ipotesi di carico a cui possa essere assoggettato l'aliante;
- la revisione del dimensionamento e resistenza del prolungamento del longherone;
- la revisione del test di resistenza statica delle semiali.

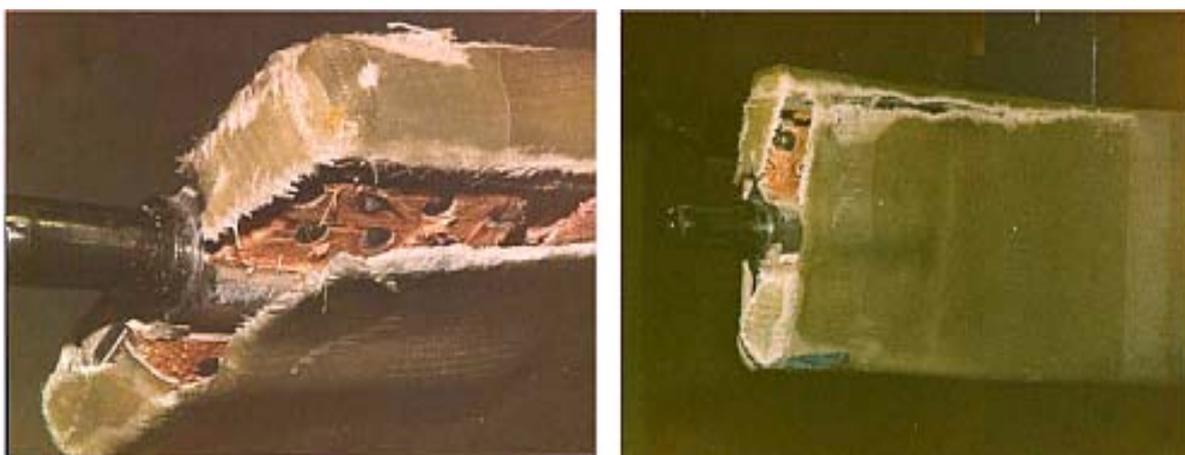


Foto n. 26: rottura supporto codolo durante test statico. Foto n. 27: rottura soletta superiore durante test statico.

Da tali attività non sono emersi errori o deficienze di progetto tali da giustificare un cedimento prematuro delle strutture alari.

Più in particolare, le prove statiche di resistenza della struttura effettuate in sede di certificazione della stessa hanno dimostrato la esatta rispondenza dei fattori di sicurezza a quelli di progetto.

Le prove stesse hanno dimostrato che, superando i carichi di progetto, il primo elemento a cedere è proprio il collegamento tra il supporto del codolo metallico con le due anime del cassone alla estremità del longherone.

Le caratteristiche di rottura di questo componente e della struttura correlata ad esso (foto 26 e 27) risultano essere identiche a quelle riscontrate sull'aliante incidentato in passato ed anche su quello in questione.

Nel caso dell'aliante I-IVVO, oltre al cedimento del codolo, si sono verificate anche la deformazione della spina di fissaggio anteriore e la rottura del longherone alare alla radice della semiala.

La deformazione della spina attesta un eccesso di sollecitazione a flessione su di essa, verificatasi a seguito della rotazione della centina principale della semiala destra dopo il cedimento del codolo di innesto.

La rottura del longherone in prossimità della centina principale è conseguenza invece di un superamento dinamico del carico sulla semiala destra.

Infatti, dopo il cedimento del codolo sotto la spinta statica del carico aerodinamico eccessivo agente sulla semiala destra, tutta la semiala ha effettuato un veloce movimento rotatorio verso l'alto, con centro di rotazione sulla centina principale. Il movimento si è arrestato di

colpo per interferenza della estremità del prolungamento del longherone contro la struttura interna della fusoliera. Il brusco arresto del movimento rotatorio verso l'alto di una semiala già sovraccarica ha comportato un ulteriore incremento inerziale delle sollecitazioni agenti sul longherone alare, tale da causare la sua rottura dinamica.

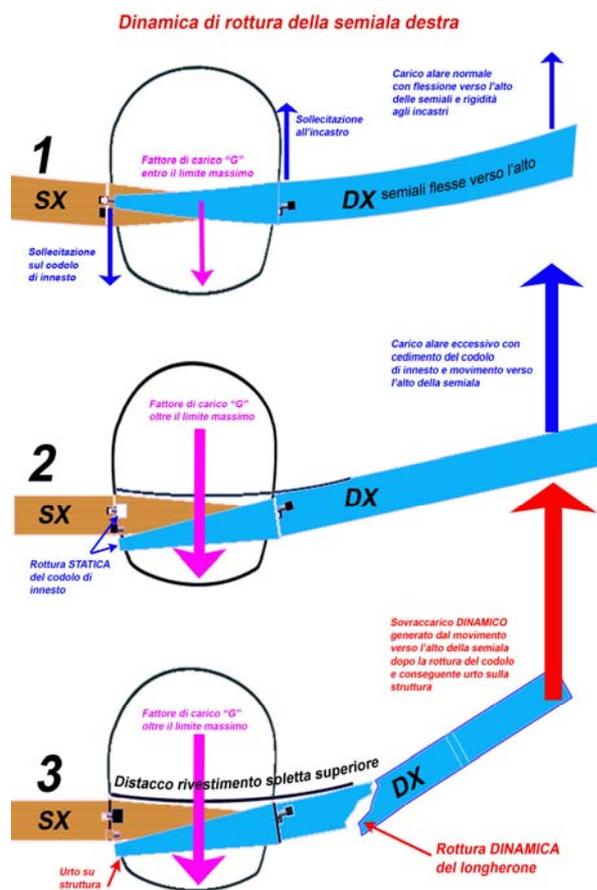


Figura 6: dinamica di rottura semiala destra.

1.17. INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI

Centro di acrobazia con alianti "Lucca Tassignano"

L'Aero Club Volovelistico Toscano è una organizzazione registrata presso l'ENAC-Direzione aeroportuale di Pisa, per svolgere i seguenti corsi: addestramento teorico-pratico per conseguimento di licenza di pilota di aliante; abilitazione traino alianti.

In data 30 novembre 2003 il citato Aero Club comunicava all'Aero Club d'Italia la istituzione del Centro di acrobazia con alianti "Lucca Tassignano", a norma del "Regolamento tecnico attività acrobatica con alianti" adottato dallo stesso Aero Club d'Italia. Per la effettuazione di tale attività è previsto l'utilizzo della zona riservata al volo acrobatico denominata "LUCCA AD" (si veda paragrafo 1.10. di questa relazione).

La normativa di interesse

Il regolamento UE n. 1178/2011 della Commissione del 3 novembre 2011, che stabilisce i requisiti tecnici e le procedure amministrative relativamente agli equipaggi dell'aviazione civile ai sensi del regolamento CE n. 216/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio, detta, alla Sezione 5, Sottoparte I (*Abilitazioni addizionali*), le seguenti disposizioni.

«FCL.800 Abilitazione al volo acrobatico

- a) I titolari di una licenza di pilota per velivoli, TMG o alianti possono effettuare voli acrobatici soltanto quando possiedono la corrispondente abilitazione.
- b) I richiedenti un'abilitazione al volo acrobatico devono aver completato:
 - 1) almeno 40 ore di volo o, nel caso di alianti, 120 lanci come pilota in comando sulla categoria di aeromobili pertinente, a seguito del rilascio della licenza;
 - 2) un corso di addestramento presso un'ATO, comprendente:
 - i) istruzione teorica appropriata per l'abilitazione;
 - ii) almeno 5 ore o 20 voli di istruzione al volo acrobatico sulla categoria di aeromobili appropriata.
- c) I privilegi dell'abilitazione al volo acrobatico sono limitati alla categoria di aeromobili nella quale è stata completata l'istruzione di volo. I privilegi sono estesi a un'altra categoria di aeromobili se il pilota possiede una licenza per quella categoria di aeromobili e ha completato con successo almeno 3 voli di addestramento a doppio comando che coprano tutto il programma di volo acrobatico per quella categoria di aeromobili.».

Nella “Nota informativa NI-2014-001 dell'8 maggio 2014, avente ad oggetto «Conversione licenze di pilota “Non JAR compliant” in licenze parte FCL», l'ENAC ha precisato, per quanto qui di interesse, quanto segue: «Il periodo transitorio consentito per le licenze di pilota *non JAR compliant* si è concluso in data 8 aprile 2014. Per le licenze di aliante e pallone libero tale scadenza è fissata all'8 aprile 2015 data entro la quale ENAC pubblicherà specifico Rapporto di Conversione.». Il termine del 2015, come comunicato all'ANSV dall'ENAC, è stato ulteriormente differito al 2018. Pertanto, soltanto successivamente a quest'ultima data sarà necessario possedere, per effettuare attività acrobatica con alianti, la relativa abilitazione, attualmente non richiesta e quindi non prevista neppure alla data dell'incidente in esame.

Il “Regolamento tecnico attività acrobatica con alianti” (edizione 2014) dell'Aero Club d'Italia precisa, preliminarmente, che lo stesso «si occupa unicamente della acrobazia con alianti intesa come disciplina sportiva agonistica. Altre espressioni del volo acrobatico in alianti non sono contemplate.».

Tale Regolamento, oltre a fissare i requisiti per la istituzione dei Centri di acrobazia, definisce anche l'attività didattica, nonché le modalità per il conseguimento dell'attestato di pilota acrobatico di aliante e dell'attestato di istruttore acrobatico.

Ai fini del Regolamento in esame è considerata didattica l'attività: prevista come tale dall'ENAC; svolta dopo un periodo d'inattività superiore ad un mese; successiva alla esecuzione di un volo acrobatico ritenuto non accettabile dal Direttore dell'attività; preparatoria a gare di livello superiore a quello posseduto. Tale tipo di attività è possibile «solo presso Centri che la prevedano e in presenza dell' "istruttore acrobatico"».

L'attestato di pilota acrobatico di aliante è rilasciato dal direttore di un Centro che svolga attività didattica a quei piloti che siano in possesso di determinati requisiti (tra cui, ad esempio, un'attività minima di volo di 30h).

Anche per l'acquisizione dell'attestato di istruttore acrobatico è necessario il possesso di specifici requisiti, tra cui: «Abilitazione di istruttore di volo a vela, non necessaria se in possesso di una documentata attività acrobatica (con aliante e/o motoaliante) di almeno 300 (trecento) voli comprendente la partecipazione a gare internazionali [omissis]».

Pilota e passeggero pilota

Il pilota ed il passeggero pilota erano entrambi titolari, seppure con esperienze di volo differenti, di licenza di pilota di aliante, rilasciata in conformità ai regolamenti nazionali ed agli standard ICAO; su tali licenze, per le ragioni sopra indicate, non era trascritta alcuna abilitazione per la effettuazione di attività acrobatica con alianti.

I due piloti non risultavano inseriti in alcun programma didattico finalizzato all'addestramento per la effettuazione di acrobazia aerea con alianti.

Il pilota ed il passeggero pilota erano entrambi soci dell'Aero Club Volovelistico Toscano ed in quanto tali stavano utilizzando un aliante del sodalizio per effettuare il volo in questione.

Nel registro dei voli dell'aliante, relativamente alla giornata del 10 agosto 2014 e per il volo in questione, il passeggero pilota era stato registrato all'interno della casella relativa alla colonna "pilota istruttore", ancorché dalla documentazione acquisita non risulti il possesso dell'abilitazione di istruttore.

Il passeggero pilota era conosciuto come esperto e campione di acrobazia aerea con alianti, per cui non si può escludere che il volo fosse finalizzato all'apprendimento, da parte del pilota, delle modalità di effettuazione delle manovre acrobatiche.

Secondo le informazioni acquisite nell'immediatezza dell'incidente, il volo in questione non rientrava nella programmazione dell'attività del Centro di acrobazia con alianti "Lucca Tassignano". Nel corso del volo era prevista la esecuzione di un programma di acrobazia denominato "Promozione", che prevedeva: decollo al seguito di un velivolo trainatore; salita fino a 1000 metri (3400 piedi); esecuzione di un tonneaux a destra; esecuzione di una fieseler a sinistra; esecuzione di un looping; esecuzione di una fieseler a destra; atterraggio finale sull'aeroporto di partenza.

Sempre dal registro dei voli relativo alla giornata del 10 agosto 2014 risulta che il passeggero pilota, prima del volo conclusosi con l'incidente, avesse effettuato un altro volo con il medesimo aliante, ma con altra persona quale pilota responsabile, anch'egli esperto in acrobazia aerea con alianti.

1.18. INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Sulle manovre in volo effettuate dall'aliante prima dell'incidente sono disponibili le informazioni fornite da un unico testimone, che, al momento dell'incidente, era alla guida del proprio automezzo in transito sulla Via Romana, in prossimità della rotonda denominata del "Frizzone".

Il punto di osservazione del testimone è stato identificato alle coordinate geografiche 43°50'28,61"N 10°35'49,31"E e si trova a circa 2800 m dal punto in cui la semiala destra si è staccata dall'aliante in volo.

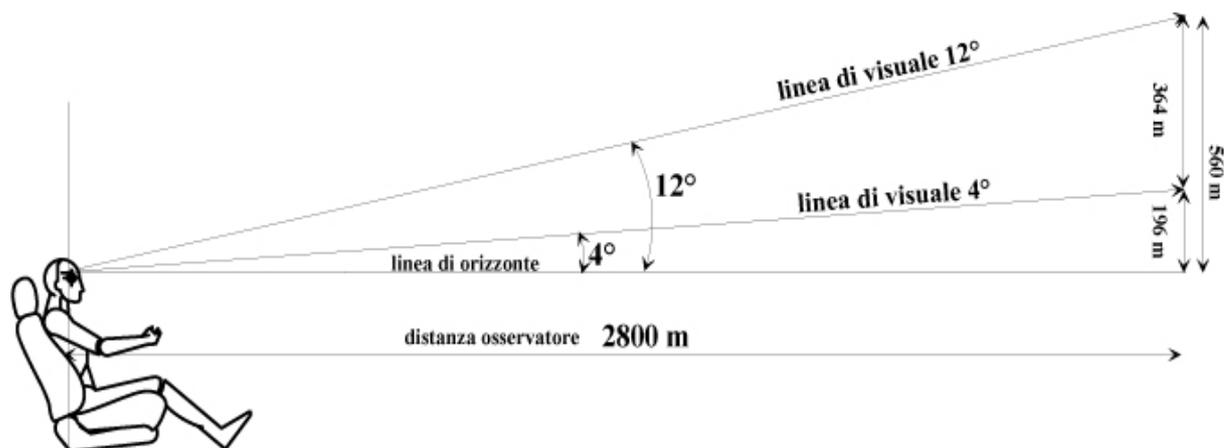


Figura 7: dati di rilevamento da testimone.

Il testimone ha riferito che, mentre era prossimo ad imboccare la rotatoria "Frizzone", gli compariva in lontananza un aeromobile che scendeva in picchiata verso il suolo. Il testimone seguiva l'aeromobile con lo sguardo e, dopo aver percorso la rotonda per circa ¼ di circonferenza, notava che l'aeromobile cambiava repentinamente assetto. In particolare,

notava che l'aeromobile effettuava «una fulminea manovra di riallineamento di circa 90°, che da una posizione di discesa verticale lo portava improvvisamente ad assumere una posizione orizzontale e nello stesso istante notavo distintamente un'ala spezzarsi, che a me sembrava essere l'ala sinistra.». Lo stesso testimone ha aggiunto che non pensava si trattasse di un aereo, ma di un «modellino, in quanto non mi sembrava plausibile che un aereo potesse effettuare una manovra del genere».

A seguito di tale dichiarazione si è proceduto a riposizionare il testimone al posto di guida sul proprio automezzo e dal punto di prima osservazione si è rilevato l'angolo di visuale con cui ha visto l'aeromobile per la prima volta. Tale angolo è risultato essere intorno ai 12° sull'orizzonte. Successivamente si è percorso il tratto di strada fino al momento in cui il testimone ha visto la semiala staccarsi dall'aeromobile, rilevando un tempo di percorrenza intorno ai 5 secondi ed un angolo di visuale intorno ai 3,5°/4° sull'orizzonte.

Sulla base di tali rilevamenti (figura 7) è stato possibile stimare, con buona approssimazione, in circa 560 m (1837 piedi) dal suolo la quota posseduta dall'aliante al momento in cui è stato visto dal testimone per la prima volta, e in circa 196 m (643 piedi) la quota a cui si è verificato il distacco della semiala. La differenza di quota di 364 m (1194 piedi) che ne deriva è stata percorsa dall'aliante in un tempo di circa 5 secondi, per cui si ricava una velocità di volo media, posseduta dall'aliante stesso durante la picchiata verso il suolo, non inferiore ai 262 km/h.

1.19. TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI

Non pertinente.

CAPITOLO II

ANALISI

2. GENERALITÀ

Di seguito vengono analizzati gli elementi oggettivi acquisiti nel corso dell'inchiesta, descritti nel capitolo precedente.

L'obiettivo dell'analisi consiste nello stabilire un nesso logico tra le evidenze acquisite e le conclusioni.

2.1. FATTORE TECNICO

L'esame della documentazione tecnica dell'aeromobile non ha evidenziato carenze manutentive e tutti gli intervalli di manutenzione sono stati rispettati alle scadenze previste. Tutte le modifiche migliorative per la certificazione acrobatica dell'aliante sono state introdotte nei termini e con le modalità previste.

Non sono stati individuati elementi certi ed oggettivi su eventuali cedimenti progressivi o latenti della struttura, correlabili con operazioni di manutenzione o riparazioni non adeguate effettuate a seguito di precedenti eventi che avevano comportato danneggiamenti alla struttura dell'aliante.

La semiala destra si è distaccata dalla fusoliera per rottura del longherone principale alla radice della stessa, in prossimità della centina principale. L'esame delle sezioni di rottura ha evidenziato caratteristiche di cedimento per sovrasollecitazione a flessione di tipo dinamica. L'esame del sistema di incastro e di fissaggio delle semiali in fusoliera non ha evidenziato imperfezioni di montaggio, errori di connessione o elementi di degrado progressivo delle strutture resistenti.

L'esame del prolungamento del longherone principale all'interno della fusoliera ha evidenziato il cedimento del codolo di innesto con la semiala sinistra. Il confronto delle caratteristiche di cedimento del codolo con quelle emerse dai test di resistenza effettuati in precedenza presso la ditta costruttrice dell'aliante ha confermato che il cedimento è avvenuto per superamento dei limiti massimi delle sollecitazioni sopportabili dallo stesso.

Tali evidenze attestano che nel corso del volo si è verificata una condizione di superamento del carico alare massimo ammesso sulla semiala destra, tale da oltrepassare la capacità di resistenza del codolo di innesto. La perdita del vincolo meccanico della semiala destra con la semiala sinistra ha comportato un violento movimento verso l'alto della stessa, con arresto

immediato per interferenza contro le strutture di fusoliera. Il gradiente di velocità angolare subita dalla semiala destra a seguito del movimento verso l'alto e successivo arresto contro le strutture di fusoliera ha indotto sulla stessa ulteriori sovrasollecitazioni inerziali, tali da provocare il cedimento di schianto del longherone.

2.2. FATTORE AMBIENTALE

Le condizioni meteorologiche in atto nell'area dell'incidente consentivano la effettuazione del volo senza alcuna restrizione.

2.3. FATTORE UMANO

La dichiarazione di un testimone dell'evento ha consentito di stabilire che, per almeno 5 secondi prima del distacco della semiala, l'aliante ha volato con assetto verticale verso il terreno, raggiungendo una velocità media di volo non inferiore ai 262 km/h. A tale velocità l'aliante ha effettuato un repentino cambio di assetto, per cui da una condizione di volo in picchiata si è portato in assetto orizzontale ed in quel momento la semiala si è distaccata dalla fusoliera.

Il *Pilot's Operating Handbook* dell'aliante in questione prevede una velocità massima (Vne) consentita pari a 280 km/h, con l'avvertenza di non azionare i comandi di volo oltre 1/3 della escursione massima, ed una velocità di manovra (Va) pari a 185 km/h, con l'avvertenza di non effettuare azionamenti dei comandi di volo in maniera brusca o violenta. La repentina variazione di assetto notata dal testimone è indice di un violento intervento a cabrare effettuato sui comandi di volo. Tale intervento ha comportato un rapido ed incontrollato incremento del fattore di carico oltre i limiti massimi consentiti, tanto da superare le capacità di resistenza della struttura alare.

Gli elementi acquisiti durante l'inchiesta consentono di affermare che l'aliante, poco prima del distacco della semiala, era venuto a trovarsi in un assetto di volo in picchiata, con velocità in rapido incremento; per oltre 5 secondi non è stata apportata alcuna correzione di assetto, con la conseguenza che la velocità di volo è aumentata oltremodo. Il violento intervento a cabrare effettuato sui comandi di volo è ragionevolmente riconducibile alla necessità di evitare l'impatto con il terreno in rapido avvicinamento; tuttavia, data la condizione di velocità prossima alla Vne, tale intervento ha sollecitato oltre i limiti consentiti le capacità di resistenza strutturale dell'aliante.

I risultati dell'indagine autoptica condotta sulla salma del passeggero pilota inducono inevitabilmente ad ipotizzare molteplici possibili scenari prodottisi a bordo dell'aliante, che possono aver influito sulla corretta gestione del mezzo. In assenza di evidenze che possano tuttavia effettivamente documentare quello che sia successo a bordo dell'aliante, non pare opportuno privilegiare una ipotesi rispetto ad un'altra.

Alla luce dei risultati della citata indagine autoptica non si può comunque escludere che la mancata attivazione del paracadute da parte del passeggero pilota, oltre che da fattori di tipo emotivo, possa essere stata determinata da un improvviso malore, ancorché lo stesso passeggero pilota sia stato in grado di uscire autonomamente dal proprio abitacolo, come documenterebbe il fatto che la relativa imbragatura di vincolo al sedile sia stata ritrovata sganciata.

2.4. ORGANIZZAZIONE E NORMATIVA DI INTERESSE

Per quanto concerne gli aspetti organizzativi, si rileva che il volo conclusosi con l'incidente è stato registrato sullo stralcio giornaliero dall'aliante con il nome del passeggero pilota riportato nella casella "istruttore", nonostante quest'ultimo non fosse in possesso della relativa abilitazione. Tale anomalia è stata spiegata dai responsabili dell'Aero Club quale momentaneo ed improprio utilizzo di uno stampato previsto per la scuola di volo, dovuto alla momentanea indisponibilità di un modulo specifico.

Il passeggero pilota era conosciuto come esperto e campione di acrobazia aerea con alianti, mentre il pilota era in possesso di una modesta esperienza di volo con alianti.

Secondo le informazioni acquisite nell'immediatezza dell'incidente, il volo in questione non rientrava nella programmazione dell'attività del Centro di acrobazia con alianti "Lucca Tassignano", ancorché durante tale volo fosse prevista la esecuzione di un programma di acrobazia denominato "Promozione". Alla luce di quanto riferito all'ANSV parrebbe dedursi che il volo conclusosi con l'incidente fosse pertanto finalizzato all'apprendimento di manovre acrobatiche da parte del pilota, ma fuori dagli schemi formativi previsti dal Centro di acrobazia.

Sono sorti comunque dei dubbi in ordine alla attuale normativa inerente l'attività di acrobazia con alianti. Tali dubbi riguardano, in particolare, il "Regolamento tecnico attività acrobatica con alianti" (edizione 2014) dell'Aero Club d'Italia, ancorché nello stesso sia precisato che la acrobazia con alianti presa in considerazione ai fini del Regolamento sia

solamente quella intesa come disciplina sportiva agonistica. Alcune disposizioni in esso contenute non parrebbero infatti tener conto di quanto previsto dal regolamento UE n. 1178/2011 della Commissione del 3 novembre 2011.

Proprio con riferimento al regolamento UE n. 1178/2011 della Commissione del 3 novembre 2011, il differimento (come comunicato all'ANSV dall'ENAC) al 2018 delle disposizioni inerenti la licenza di aliante (e conseguentemente anche di quanto previsto in materia di abilitazione al volo acrobatico con aliante) non parrebbe opportuno, in quanto continuerebbe a persistere, ancora per alcuni anni, un'area grigia sotto il profilo normativo in tema di titoli aeronautici da possedere per poter effettuare, in sicurezza, l'acrobazia con alianti.

CAPITOLO III

CONCLUSIONI

3. GENERALITÀ

In questo capitolo sono riportati i fatti accertati nel corso dell'inchiesta e le cause dell'evento.

3.1. EVIDENZE

- Le condizioni meteorologiche erano buone.
- I documenti dell'aeromobile erano in corso di validità.
- L'aeromobile era adeguatamente equipaggiato e le manutenzioni erano state effettuate in accordo alla normativa vigente e alla procedure approvate.
- Non sono stati rilevati difetti di fabbricazione o anomalie sulle parti in materiale composito interessate dalle rotture e distacco degli elementi di forza.
- Non sono stati individuati elementi certi ed oggettivi su eventuali cedimenti progressivi o latenti della struttura correlabili con operazioni di manutenzione o riparazioni non adeguate.
- Le caratteristiche delle sezioni di rottura della struttura alare attestano che quest'ultima si è distaccata dalla fusoliera per superamento dei limiti di resistenza della stessa.
- I limiti di resistenza sono stati superati a seguito di un intervento brusco sui comandi volo in condizioni di volo prossime alla velocità massima ammessa.
- Il pilota era in possesso dei titoli previsti per il pilotaggio di alianti, ma aveva una limitata esperienza di volo.
- Il passeggero pilota era in possesso dei titoli richiesti per il pilotaggio di alianti, ma non aveva l'abilitazione di istruttore. Lo stesso era conosciuto come esperto e campione di acrobazia aerea con alianti.
- Dall'indagine necroscopica condotta sulla salma del pilota è emerso che il decesso è dipeso dal violentissimo impatto al suolo; non sono peraltro emersi elementi indicativi di condizioni patologiche preesistenti che possano aver svolto un qualche ruolo nel determinismo dell'evento.

- Dall'indagine necroscopica condotta sulla salma del passeggero pilota è emerso un significativo quadro patologico a carico del ramo discendente anteriore della coronaria sinistra.
- Il volo conclusosi con l'incidente prevedeva la esecuzione di alcune manovre acrobatiche.
- Ad oggi per la effettuazione di attività acrobatica con alianti non è richiesto il possesso di specifica abilitazione, che sarà necessaria soltanto dopo l'entrata in vigore (differita al 2018 come comunicato all'ANSV dall'ENAC) delle disposizioni inerenti la licenza di aliante contenute nel regolamento UE n. 1178/2011 della Commissione del 3 novembre 2011.
- Il "Regolamento tecnico attività acrobatica con alianti" (edizione 2014) dell'Aero Club d'Italia, ancorché nello stesso sia precisato che la acrobazia con alianti presa in considerazione ai fini del Regolamento sia solamente quella intesa come disciplina sportiva agonistica, non parrebbe tener conto per certi aspetti di quanto previsto dal regolamento UE n. 1178/2011 della Commissione del 3 novembre 2011.

3.2. CAUSE

Per quanto accertato ed argomentato la causa dell'incidente è dovuta ad una perdita di controllo in volo dell'aliante a seguito del distacco della semiala destra.

Il distacco della semiala è stato determinato dalla effettuazione di una brusca manovra di richiamata in condizioni di velocità prossima alla Vne.

La brusca manovra di richiamata da un assetto fortemente picchiato ha comportato sollecitazioni tali da superare quelle massime sopportabili dalla struttura dell'aeromobile.

CAPITOLO IV

RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA

4. RACCOMANDAZIONI

Alla luce delle evidenze raccolte e delle analisi effettuate, l'ANSV ritiene necessario emanare la seguente raccomandazione di sicurezza.

4.1. RACCOMANDAZIONE ANSV-1/1805-14/1/A/15

Motivazione: nel corso dell'inchiesta relativa all'incidente in questione è emersa una situazione di carenza normativa in campo nazionale relativamente allo svolgimento di attività acrobatica con alianti. Ad oggi per la effettuazione di attività acrobatica con alianti non è richiesto il possesso di specifica abilitazione, che sarà necessaria soltanto dopo l'entrata in vigore (differita al 2018 come comunicato all'ANSV dall'ENAC) delle disposizioni inerenti la licenza di aliante contenute nel regolamento UE n. 1178/2011 della Commissione del 3 novembre 2011.

Destinatario: ENAC.

Testo: l'ANSV raccomanda di mantenere la data dell'8 aprile 2015 quale limite per l'entrata in vigore delle disposizioni contenute nel regolamento UE n. 1178/2011 della Commissione del 3 novembre 2011, per sanare la criticità di cui in motivazione e garantire lo svolgimento in sicurezza dell'attività acrobatica con alianti.