

RELAZIONE D'INCHIESTA

**INCIDENTE OCCORSO ALL'AEROMOBILE
Partenavia P.57 FACHIRO II, marche I-ALIF
Località Caccuri (Crotone)
12 luglio 2003**

**AGENZIA NAZIONALE
PER LA SICUREZZA DEL VOLO**

www.ansv.it

e-mail: safety.info@ansv.it

INDICE

INDICE	I
OBIETTIVO DELL'INCHIESTA TECNICA	III
PREMESSA	IV
CAPITOLO I – INFORMAZIONI SUI FATTI	1
1. GENERALITA'	1
1.1. STORIA DEL VOLO	1
1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE	1
1.3. DANNI RIPORTATI DALL'AEROMOBILE	2
1.4. ALTRI DANNI	2
1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE	2
1.5.1. Equipaggio di condotta	2
1.5.2. Esperienza di volo	3
1.5.3. Impiego del pilota e passeggero	3
1.6. INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE	3
1.6.1. Dati tecnici generali	3
1.6.2. Dati tecnico-amministrativi aeromobile incidentato	4
1.6.3. Manutenzione subita dall'aeromobile	5
1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE	7
1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE	7
1.9. COMUNICAZIONI	8
1.10. INFORMAZIONI SULL'AEROPORTO	9
1.11. REGISTRATORI DI VOLO	9
1.12. ESAME DEL RELITTO	10
1.12.1. Luogo dell'incidente	10
1.12.2. Tracce al suolo	11
1.12.3. Esame del relitto e distribuzione dei rottami	13
1.12.4. Avarie in volo connesse con l'incidente	21
1.13. INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA	21

1.14.	INCENDIO	22
1.15.	ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA.....	22
1.16.	PROVE E RICERCHE EFFETTUATE	22
1.17.	INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI.....	22
1.17.1.	Informazioni sulla proprietà dell'aeromobile	22
1.17.2.	Informazioni sulla gestione dell'aeromobile.....	22
1.17.3.	Informazioni sul gestore effettivo dell'aeromobile.....	23
1.18.	INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI.....	23
1.19.	TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI.....	24
	CAPITOLO II - ANALISI.....	25
2.	GENERALITA'	25
2.1.	AMBIENTE.....	25
2.2.	MACCHINA	27
2.3.	UOMO.....	28
2.4.	RICOSTRUZIONE DELLA DINAMICA DI IMPATTO.....	32
2.5.	CONSIDERAZIONI	34
	CAPITOLO III - CONCLUSIONI	39
3.	GENERALITA'	39
3.1.	EVIDENZE	39
3.2.	CAUSA PROBABILE.....	41
	CAPITOLO IV- RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA	43
4.	RACCOMANDAZIONI	43
	ELENCO ALLEGATI.....	44

OBIETTIVO DELL'INCHIESTA TECNICA

L'inchiesta tecnica relativa all'evento in questione, così come disposto dall'art. 827 del codice della navigazione, è stata condotta in conformità con quanto previsto dall'Annesso 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale, stipulata a Chicago il 7 dicembre 1944, approvata e resa esecutiva in Italia con decreto legislativo 6 marzo 1948, n. 616, ratificato con la legge 17 aprile 1956, n. 561.

L'Agenzia nazionale per la sicurezza del volo (ANSV) conduce le inchieste tecniche di sua competenza con **“il solo obiettivo di prevenire incidenti e inconvenienti, escludendo ogni valutazione di colpa e responsabilità”** (art. 3, comma 1, decreto legislativo 25 febbraio 1999, n. 66).

L'Agenzia nazionale per la sicurezza del volo, per ciascuna inchiesta relativa ad un incidente, redige una relazione, mentre, per ciascuna inchiesta relativa ad un inconveniente, redige un rapporto. Le relazioni ed i rapporti possono contenere raccomandazioni di sicurezza, finalizzate alla prevenzione di incidenti ed inconvenienti (art. 12, commi 1 e 2, decreto legislativo 25 febbraio 1999, n. 66).

Nelle relazioni è salvaguardato il diritto alla riservatezza delle persone coinvolte nell'evento e di quelle che hanno fornito informazioni nel corso dell'indagine; nei rapporti è altresì salvaguardato l'anonimato delle persone coinvolte nell'evento (art. 12, comma 3, decreto legislativo 25 febbraio 1999, n. 66).

“Le relazioni e i rapporti d'inchiesta e le raccomandazioni di sicurezza non riguardano in alcun caso la determinazione di colpe e responsabilità” (art. 12, comma 4, decreto legislativo 25 febbraio 1999, n. 66), ma hanno il solo scopo di fornire insegnamenti idonei a prevenire futuri incidenti.

PREMESSA

L'incidente si è verificato il 12 luglio 2003, alle ore 17.00 UTC (19.00 ora locale), in località Caccuri (KR) ed ha interessato un aeromobile tipo Partenavia P.57 FACHIRO II, marche di immatricolazione I-ALIF.

L'investigatore incaricato ha effettuato il primo sopralluogo operativo in data 13.7.2003, coadiuvato dal personale della Compagnia dei Carabinieri di Petilia Policastro (KR).

L'Agenzia nazionale per la sicurezza del volo, ai sensi del decreto legislativo 25 febbraio 1999 n. 66, ha condotto l'inchiesta tecnica in conformità con quanto previsto dall'Annesso 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale.

CAPITOLO I

INFORMAZIONI SUI FATTI

1. GENERALITA'

Di seguito vengono illustrati tutti gli elementi oggettivi raccolti nel corso dell'inchiesta con particolare riferimento alle condizioni o circostanze relative alla macchina, alle persone ed all'ambiente, che possono, in qualche modo, aver interagito con la genesi e l'evoluzione dell'evento in esame.

Vengono altresì illustrati e documentati gli esami di laboratorio, le prove, le ricerche o gli studi effettuati.

1.1. STORIA DEL VOLO

Il giorno 12.7.2003, intorno alle ore 17.00 UTC (Universal Time Coordinated), un velivolo Partenavia P57 Fachiro II, decollato dall'aeroporto di Crotona con due persone a bordo, effettuava dei sorvoli sul paese di Caccuri (KR), situato a circa 25 NM a nord-ovest dell'aeroporto di partenza. Nel corso dei sorvoli venivano effettuati dei lanci di petali di fiori sul piazzale antistante la chiesa centrale, dove era in corso una cerimonia nuziale. Dopo aver effettuato circa cinque sorvoli il velivolo precipitava al suolo nella immediata periferia est del paese di Caccuri, causando il decesso del pilota e del passeggero.

1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE

<i>lesioni</i>	<i>equipaggio</i>	<i>passengeri</i>	<i>altri</i>
mortali	1	1	-
gravi	-	-	-
nessuna	-	-	-

1.3. DANNI RIPORTATI DALL’AEROMOBILE

L’impatto dell’aeromobile contro il suolo è avvenuto in due distinte fasi. Nella prima fase l’aeromobile ha urtato con la semiala destra il bordo di una terrazza naturale a strapiombo su di un dirupo, riportando la totale frammentazione della struttura lignea di entrambe le semiali. Con l’impatto finale, avvenuto dopo una caduta libera di circa 30 metri in fondo al dirupo, la parte anteriore della fusoliera e l’abitacolo riportavano ingenti deformazioni e rotture della struttura in traliccio metallico e degli impianti.

1.4. ALTRI DANNI

Nessun danno a terzi.

1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE

1.5.1. Equipaggio di condotta

Pilota ai comandi: maschio, nazionalità italiana, 31 anni.

Titoli aeronautici: licenza di pilota commerciale di velivolo, rilasciata in data 24.9.2001, in corso di validità.

Abilitazione Vm/a SEP (velivoli monomotore alternativi – single engine piston).

Abilitazione Vp/a PIPER MEP (velivoli plurimotori alternativi classe PIPER – multi engine piston).

Abilitazione al volo strumentale IFR rinnovata il 27.9.2002 con scadenza 27.9.2003.

Abilitazione istruttore di volo VFR con scadenza 12.5.2005.

Abilitazione radiotelegrafia in lingua inglese.

Controllo medico: effettuato con esito favorevole in data 1.2.2003, “idoneità al volo senza nessuna limitazione”, in corso di validità.

1.5.2. Esperienza di volo

ATTIVITÀ DI VOLO	ULTIME 24 ORE	ULTIMI 90 GG	TOTALI
Su velivoli della stessa tipologia di quello incidentato	-	108h 52'	108h 52'
Altri velivoli	-	-	449h 08'
Totale generale	-	108h 52'	558h 00'

Va precisato che dall'esame del libretto di volo si è rilevata una registrazione delle ore di volo non sempre regolare, per cui non è stato possibile rilevare l'esatta entità delle ore di volo parziali e totali accumulate dal pilota.

E' stato possibile tuttavia effettuare un conteggio approssimato alle seguenti date:

- Dall'11.2.1995 al 4.12.2001 effettuate circa 275 ore di volo;
- dal 19.1.2002 al 24.10.2002 effettuate circa 175 ore di volo;
- dal 24.10.2002 al 31.5.2003 (nessuna registrazione);
- dall'1.6.2003 al 27.6.2003 effettuate 108 ore di volo e 52 primi;
- dal 27.6.2003 al 12.7.2003 (nessuna registrazione).

Da tale conteggio si deduce che al momento dell'incidente il pilota aveva accumulato una esperienza di volo non inferiore a 558 ore, effettuata principalmente su velivoli della stessa tipologia di quello incidentato.

1.5.3. Impiego del pilota e passeggero

Il pilota e il passeggero, anche quest'ultimo titolare di licenza di pilota commerciale di velivolo, non risultano essere inseriti tra quelli autorizzati (e quindi inseriti nel relativo disciplinare) per l'esercizio del lavoro aereo o scuola di volo presso l'esercente dell'aeromobile o di qualunque altra organizzazione certificata.

1.6. INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE

1.6.1. Dati tecnici generali

Il velivolo P57 Fachiro II è un velivolo monoplano ad ala alta, monomotore, di progettazione e costruzione italiana.

Il velivolo è stato costruito nel 1963 con numero di serie 26 e registrato con classifica di impiego "Normale, Lavoro aereo e Speciale (scuola)" come da certificato di navigabilità n. 8690/a e

relativa specifica di navigabilità v. 8690/b.

Le dimensioni del velivolo evidenziano una apertura alare di 9,14 metri, una lunghezza di 6,68 metri ed una altezza di 2,59 metri. La capacità di carico risulta essere di n. 4 persone compreso il pilota, per un peso massimo al decollo di 1100 kg, così come riportato nel manuale di volo.

La velocità da non superare mai (V_{ne}) è pari a 275 km/h, la velocità di progetto per la manovra (V_p) è di 205 km/h, la velocità massima con flap estesi in 2^a posizione (19°) è di 147 km/h, mentre con flap estesi in 3^a posizione (38°) è di 110 km/h.

La velocità di stallo con motore al minimo, peso massimo ed assetto livellato varia da 72 km/h con flap in 3^a posizione a 85 km/h con flap completamente retratti. Dette velocità aumentano rispettivamente del 2-7-19% in relazione a 15° - 30° - 45° di *bank* (inclinazione alare).

La struttura di fusoliera è realizzata in traliccio metallico tubolare saldato e rivestito in tela, mentre la struttura alare è realizzata in legno rivestita in tela “dacron”. Una tale configurazione costruttiva consente un limite positivo del fattore di carico (variazione inerziale del peso del velivolo) di 4,4g .

Il motore, del tipo alternativo a quattro tempi Lycoming 0-360-A2A, eroga una potenza di 180 hp, a 2700 giri/minuto, con un consumo medio di circa 40 litri/h di carburante.

L’elica di tipo metallico è del tipo Sensenich a passo fisso.

A bordo del velivolo non era installato alcun apparato E.L.T. (Emergency Locator Transmitter) o sistema di registrazione dei dati di volo.

1.6.2. Dati tecnico-amministrativi aeromobile incidentato

Tipo di aeromobile:	P57 Fachiro II.
Costruttore:	Partenavia SpA Napoli.
Numero di costruzione:	26.
Anno di costruzione:	1963.
Marche di immatricolazione:	I-ALIF.
Certificato di immatricolazione:	n. 4737.
Certificato di navigabilità:	n. 8690/a in corso di validità.
Motore:	Lycoming 0-360-A2A S/N L-11150-36A anno di costruzione 1975.
Elica:	metallica, Sensenich Co. Tipo M74DM-O-61 s/n A-43950 del tipo a passo fisso.

Inconvenienti segnalati al momento dell'incidente:	nessuno
Quantità di carburante al decollo:	160 litri (massimo stimato).
Peso stimato al momento dell'incidente:	875,84 kg circa.
Condizioni di carico dell'aeromobile:	nei limiti di massa e centraggio come da manuale di volo e verifica in Allegato "A".

1.6.3. Manutenzione subita dall'aeromobile

Manutenzione cellula.

Dal documento libretto velivolo e dai rapporti di lavoro si rileva quanto segue.

- In data 13.1.1976, con ore totali 1079,15, il velivolo è stato sottoposto a "grande revisione".
- In data 4.4.2000, con ore totali 1945,18 e 880,48 D.U.R. (Da Ultima Revisione), il velivolo subiva un incidente in atterraggio, riportando danni consistenti alla fusoliera, elica e motore.
- In data 14.11.2001, il velivolo veniva sottoposto a riparazione ed ispezione 100 ore straordinaria, come da rapporto di lavoro R.d.L. 172-2001 presso ditta certificata. Nel corso di tale intervento, oltre alle riparazioni del carrello, del castello motore e della ordinata parafiamma, al velivolo veniva sostituita tutta la tela rivestimento con controllo e verniciatura della struttura. Venivano altresì effettuate prove e controlli sugli impianti e strumenti. L'entità, il tipo e le modalità delle riparazioni effettuate risultano adeguate al tipo di danneggiamento subito. Unitamente alle riparazioni sono state effettuate anche operazioni di manutenzione non strettamente connesse con i danni riportati a seguito dell'incidente del 4.4.2000. Complessivamente, l'intervento, così come effettuato, risulta essere assimilabile ad una revisione generale dell'intera struttura del velivolo.
- In data 11.11.2002, ad ore totali 1993,53 e D.U.R. 929,23, il velivolo veniva sottoposto alla prevista ispezione annuale come da R.d.L. 198/02 presso ditta certificata, pur avendo accumulato solo 48.35 ore di volo.
- In data 13.5.2003, ad ore totali 2031,53 e D.U.R. 967,23, il velivolo veniva sottoposto ad ispezione delle 50 ore come da R.d.L. 58/03 presso ditta certificata con un anticipo di circa 12 ore rispetto alla scadenza prevista.

Nel corso degli interventi manutentivi sono stati effettuati tutti i controlli e le verifiche previste, unitamente alla introduzione di tutti i service bulletin e prescrizioni di aeronavigabilità applicabili.

La registrazione della attività di volo sulla documentazione tecnica (libretto velivolo) è ferma alla data del 13.5.2003.

Manutenzione elica.

L'elica metallica del tipo a passo fisso S/N A43950 è stata installata il 14.11.2001 in sostituzione della elica Sensenich M 74 DM-0-62 S/N A-33202 precedentemente installata e danneggiata a seguito dell'incidente del 4.4.2000.

L'elica, come risulta da libretto ENAC e dal documento JAA FORM ONE relativo, aveva subito una revisione generale in data 29.10.2001 presso la ditta HOFFMANN GMBH Rosenheim (Germania).

Le ispezioni effettuate sul velivolo in tale intervallo prevedono anche controlli sullo stato dell'elica. La stessa quindi ha subito interventi di manutenzione ad ore 48,35 D.U.R. ed a ore 86,35 D.U.R..

Manutenzione motore.

Dal documento "libretto motore" si rileva quanto segue.

- Imbarcato su velivolo I-ALIF in data 10.3.1988 ad ore D.U.R. 495,23.
- Alla data 4.4.2000 il motore aveva accumulato 843,00 ore di funzionamento dalla ultima revisione.
- In data 6.4.2001, il motore, a seguito dell'incidente del 4.4.2000, ha subito un intervento di riparazione presso ditta certificata come da JAA FORM ONE relativo.
- In data 11.11.2002, ad ore D.U.R. 891,41, il motore è stato sottoposto ad ispezione annuale (100h) presso ditta certificata come da R.d.L. 198/02, pur avendo accumulato solo 48,35 ore di volo. Tale intervento si è reso necessario per scadenza della ispezione annuale.
- In data 13.5.2003, ad ore D.U.R. 929,41, il motore è stato sottoposto ad ispezione 50 ore presso la ditta certificata come da R.d.L. n. 58/03 con un anticipo di circa 12 ore rispetto alla scadenza prevista.

Nel corso degli interventi manutentivi sono stati effettuati tutti i controlli e le verifiche previste unitamente alla introduzione di tutti i service bulletin e prescrizioni di aeronavigabilità applicabili.

La registrazione della attività di volo sulla documentazione tecnica (libretto velivolo) è ferma alla data del 13.5.2003; tuttavia, visto il precedente tasso di utilizzazione del velivolo e la regolarità con cui sono stati effettuati gli interventi manutentivi, si presume che dalla data del 13.5.2003 al momento dell'incidente il velivolo non avesse accumulato più di 50 ore di volo.

Dalla documentazione disponibile risulta che il giorno dell'incidente il velivolo era stato rifornito con 70 litri di benzina, per una capienza massima dei serbatoi di 160 litri.

Non è stato possibile risalire alla effettiva quantità di carburante al decollo; tuttavia, in allegato "A", viene effettuata una verifica dei dati di centraggio e stabilità per le due condizioni di minima e di massima quantità di carburante presumibilmente contenuto nei serbatoi. Per entrambe le

condizioni e la disposizione del carico a bordo il velivolo rientra nel campo di tolleranza previsto.

Per quanto rilevato ed accertato, non sono emersi elementi di dubbio sulla efficienza del motore, del velivolo e dei relativi impianti al momento dell'incidente.

1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE

Le condizioni meteorologiche del giorno 12.7.2003, deducibili dalle informazioni fornite dal servizio AFIS dell'aeroporto di partenza al pilota prima del decollo e dai bollettini meteo emessi dal servizio meteorologico di ENAV SpA per l'aeroporto di Crotone, risultavano essere buone. In particolare, la pressione atmosferica era pari a 1016 millibar, la temperatura di 29° C, il vento con direzione variabile da 340° a 360° ed intensità tra 0 e 7 nodi.

1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE

Tipologia del volo.

La buona visibilità presente sull'area di Crotone al momento del decollo consentiva lo svolgimento di un volo secondo le regole VFR (Visual Flight Rules) e con decollo ed atterraggio sullo stesso aeroporto.

Esigenza del volo.

Il volo era stato commissionato al fine di effettuare un lancio di petali di fiori sul corteo di una cerimonia nuziale, durante l'uscita degli sposi dalla chiesa.

L'articolo 819 del codice della navigazione, vigente al momento dell'evento, prevedeva, eccetto che in caso di necessità, il divieto di gettare da aeromobili in volo oggetti o materie che non siano zavorra regolamentare, senza speciale autorizzazione del Ministro dei trasporti. Ciò premesso, il tipo di attività svolta durante il volo conclusosi con l'incidente parrebbe assoggettabile al regime normativo relativo allo svolgimento dei servizi di lavoro aereo.

Informazioni sullo spazio aereo.

Sulla base della organizzazione e classificazione dello spazio aereo italiano come da AIP Italia RAC 1, l'area a nord dell'aeroporto di Crotone e più precisamente lo spazio aereo sovrastante il comune di Caccuri, è compreso nell'area di competenza della FIR (Flight Information Region) di Brindisi e definito di classe "G" spazio aereo non controllato per il tratto compreso dal suolo alla quota di 1500 piedi, da cui ha poi inizio l'area regolamentata R61 fino alla quota di 24.000 piedi, come da AIP RAC 4-3-09.

Regole di volo.

La tipologia di spazio aereo non controllato non prevede particolari regole, procedure o restrizioni di volo se non quelle a carattere generale previste dagli Annessi ICAO (International Civil Aviation Organization) 2 e 11, dal DOC 7030 ICAO e dalle parti applicabili del DOC 4444, così come specificato al punto 1 dell'AIP Italia RAC 1-1.

Più in dettaglio, come da capitolo 4 dell'Annesso 2 ICAO, in tali spazi il volo deve essere svolto a vista (VFR) in condizioni meteorologiche di buona visibilità e a quote non inferiori ai 1000 piedi (300 metri) dal suolo allorquando si sorvolino assembramenti di persone o centri abitati. In ogni caso, il volo non può essere effettuato a quote inferiori ai 500 piedi (150 metri) dal suolo o dalla superficie del mare.

Le regole e procedure di volo in vigore nello spazio aereo in cui si è sviluppato l'incidente rientrano tra quelle di carattere generale previste dalla normativa ICAO.

Nella fattispecie, la quota di volo minima da mantenere sull'abitato di Caccuri non doveva essere inferiore ai 300 metri dal suolo.

Piano di volo.

La pubblicazione AIP-Italia RAC 1-27 paragrafo 5.1.2.1 prevede che, per i voli VFR effettuati localmente, con decollo ed atterraggio sul medesimo aeroporto, il piano di volo possa non essere presentato, purché durante il volo venga assicurato il contatto radio con la Torre di controllo dell'aeroporto stesso.

Radioassistenze utilizzate.

Non si hanno elementi certi ed oggettivi sulle radioassistenze utilizzate durante il volo. Tuttavia, viste le buone condizioni meteorologiche in atto, la breve distanza da percorrere e la specifica attività che si andava a svolgere, si può ipotizzare, con buona certezza, che il volo sia stato condotto a vista, senza utilizzo di particolari radioassistenze alla navigazione.

1.9. COMUNICAZIONI

Dalle trascrizioni delle comunicazioni radio si rileva quanto segue.

- Alle ore 16.42.43 UTC il pilota del velivolo stabilisce il primo contatto radio con il personale AFIS (Aerodrome Flight Information Service) dell'aeroporto.
- Il pilota comunica: di essere al parcheggio "uno"; due persone a bordo; pronto a rullare per un volo di navigazione a Nord del campo; senza piano di volo; durata di 20 minuti circa.
- L'operatore AFIS fornisce le informazioni meteorologiche presenti sull'aeroporto.

- Alle ore 16.46.59, l'AFIS comunica l'orario di decollo al pilota “*ai quattro otto*”, ossia 16.48.00. Lo sfasamento di orario rispetto a quello delle registrazioni deriva da una non perfetta sincronizzazione dell'orologio del registratore con quello dell'AFIS.
- Alle ore 16.52.56, il pilota comunica di essere a 15 miglia a nord-ovest del campo e che richiederà al rientro. L'AFIS comunica l'orario “*cinque quattro*”, ossia 16.54.00.
- Dopo tale comunicazione il velivolo non stabilisce più alcun contatto con l'AFIS.

Dall'esame delle registrazioni delle comunicazioni intercorse tra il velivolo e l'AFIS è possibile rilevare dati oggettivi sugli orari di decollo e le condizioni meteorologiche al decollo.

Gli orari registrati risultano essere sfasati di circa due minuti rispetto a quelli forniti al pilota dall'operatore AFIS. Tale differenza deriva da una non perfetta sincronizzazione dell'orologio del registratore con quello presente nei locali dell'AFIS, che viene costantemente aggiornato sull'UTC.

In base ai dati forniti al pilota e le comunicazioni effettuate da quest'ultimo non si rilevano anomalie di comunicazione o altri elementi oggettivi che possano essere in qualche modo correlabili con le cause dell'incidente.

1.10. INFORMAZIONI SULL'AEROPORTO

L'Aeroporto “Sant'Anna” di Isola Capo Rizzuto (KR), situato a 156 metri sul livello del mare, è un aeroporto aperto al traffico civile gestito dalla società Aeroporto S. Anna SpA Crotone.

L'aeroporto ricade sotto la competenza amministrativa di ENAC (Ente nazionale aviazione civile)-Direzione della circoscrizione aeroportuale di Lamezia Terme (DCA), che mantiene sullo stesso una UOP (Unità Operativa Periferica).

Sull'aeroporto esiste un Nucleo aeroportuale assistenza al volo di ENAV SpA, che assicura il servizio AFIS.

In data 8.3.2002, la DCA competente ha concesso alla società che aveva in utilizzo il velivolo incidentato l'uso di una area di mq 500, da adibire ad hangar per ricovero aeromobili.

Le caratteristiche fisiche e di gestione dell'aeroporto di Crotone nonché i servizi di assistenza al volo presenti non evidenziano elementi oggettivi correlabili con le cause dell'incidente.

1.11. REGISTRATORI DI VOLO

La normativa in vigore non prevede l'installazione di registratori dati di volo per la categoria di appartenenza dell'aeromobile.

1.12. ESAME DEL RELITTO

1.12.1. Luogo dell'incidente

L'incidente è avvenuto nella immediata periferia Est del comune di Caccuri, dirimpetto alla strada statale SS.107 che collega la città di Cosenza con la città di Crotona. Il paese è arroccato su di uno sperone roccioso, ad una altitudine media di circa 650 metri rispetto al livello del mare. La costruzione più alta della zona e del paese risulta essere la torre del castello, che sovrasta la località.

L'area presenta una orografia di tipo collinare, caratterizzata da rilievi rocciosi, dirupi e stretti canali.

Lo sperone roccioso su cui è situato il paese di Caccuri si unisce alle colline circostanti con il suo versante Ovest, mentre gli altri tre lati degradano con dirupi e stretti canali nella vallata a Sud-Est.

Tutta l'area è interessata da vegetazione sparsa del tipo macchia mediterranea con alberi ad alto fusto e coltivazioni ortofrutticole.

L'impatto del velivolo contro il terreno è avvenuto nel versante Est del paese, sul bordo di una piccola terrazza naturale ai piedi dell'abitato di Caccuri.

Il punto di ricaduta del velivolo, dopo il primo impatto, è situato in fondo al dirupo, ai piedi della piccola terrazza naturale, a circa 30/50 metri più in basso.



1.12.2. Tracce al suolo

Il velivolo ha impattato contro il bordo di una piccola terrazza naturale, per poi proseguire in fondo al dirupo dopo una caduta libera di circa 30 metri.

Il luogo del primo impatto è raggiungibile solo a piedi attraverso campi e piccole terrazze naturali degradanti, dalle ultime case del paese, fino al ciglio della rupe. Il primo impatto del velivolo contro il suolo è avvenuto sul bordo di una piccola terrazza naturale alla sommità della rupe. La terrazza, come da rappresentazione grafica in Allegato "B", costituisce un luogo pianeggiante a forma grossomodo rettangolare di circa 20 metri per 3 metri, ricoperto da un



leggero strato di terra e delimitato per i due lati verso il paese dalla scarpata di un'altra piccola terrazza sopraelevata da esso di circa un metro. Gli altri due lati, a strapiombo sul dirupo, confluiscono su di uno sperone roccioso il cui dorso, ricoperto di terra e vegetazione erbosa, degrada per circa due metri con un angolo di circa 60° prima di scendere anch'esso a picco sul dirupo. Sui due lati della terrazza, a strapiombo sul dirupo, sono presenti alberelli, arbusti e cespugli vari sporgenti nel vuoto. Al centro della terrazza, ad una distanza di circa 2 metri dal ciglio, è presente un piccolo albero di ulivo alto circa tre metri.

Sulla sommità dell'albero si notano lievi danneggiamenti delle fronde caratterizzati dalla estremità spezzata di alcuni ramoscelli, come visibile nella foto.

Sul bordo a strapiombo della terrazza, in prossimità di alcuni arbusti e a circa 3 metri dall'albero di ulivo in direzione sud-est, si nota un piccolo cratere di impatto molto netto a forma rettangolare di lunghezza di circa un metro, di larghezza di circa cinquanta centimetri e di profondità di circa 5 centimetri. Gli arbusti sporgenti sul dirupo, in prossimità di questo cratere, presentano vistosi danneggiamenti delle fronde, con rami spezzati ed escoriazioni sui tronchi. All'interno del cratere ed in prossimità di esso si rileva la presenza di frammenti lignei e rivestimento tessi-



le della struttura alare del velivolo, unitamente alla carenatura di estremità della semiala destra (foto in alto). A circa due metri più in basso dal cratere è presente una roccia sporgente, sulla cui estremità sono visibili alcune scalfitture e segni di urto da oggetto metallico.

A circa 5 metri dal cratere di impatto, sul bordo della terrazza, si rileva, sul dorso in pendenza dello sperone roccioso, su cui confluiscono i due lati a strapiombo della terrazza stessa, un solco della larghezza di circa 20 centimetri, che, per una lunghezza di circa un metro, a profondità costante di circa 5 centimetri, si sviluppa in senso ortogonale al lato maggiore del precedente cratere di impatto in direzione magnetica di 100° .

Il punto di arresto finale del velivolo è situato in fondo al dirupo a circa 30/40 metri più in basso rispetto al ciglio della terrazza.

Sul punto di arresto finale, avvenuto su terreno soffice ed in pendenza di circa 20° , non si rilevano tracce o evidenze particolari.

Dalla disposizione e dalle caratteristiche oggettive delle tracce rilevate, si deduce che il cratere sul bordo della terrazza è stato determinato dall'impatto della semiala destra del velivolo contro di esso. La congiungente del cratere di impatto con la sommità dell'alberello di ulivo al centro della terrazza definisce una traiettoria di impatto di circa 60° , come da ricostruzione sottostante.



Il solco sullo sperone roccioso è stato determinato dal contatto della ruota destra del carrello principale con esso. La profondità costante del solco sul dorso in pendenza dello sperone roccioso attesta che il contatto della ruota è avvenuto con una traiettoria parallela ad esso e quindi inclinata verso il basso di circa 60° .

Le scalfitture presenti sulla roccia sporgente dalla parete del dirupo, al di sotto del cratere di impatto della semiala destra, attestano il contatto di parti metalliche del velivolo con esso e più precisamente di una pala dell'elica.

1.12.3. Esame del relitto e distribuzione dei rottami

Il relitto, conservato in un capannone all'interno dell'aeroporto di Crotona, è stato esaminato a più riprese unitamente al personale del RIS (Reparto Investigazioni Scientifiche) dei Carabinieri di Messina.

Il motore è stato esaminato separatamente presso una ditta motoristica certificata.

Dall'esame del relitto si è riscontrato quanto segue.

Fusoliera.

La fusoliera si presenta pressoché integra nella sezione posteriore e nei relativi piani di coda. Ampie deformazioni e rotture interessano invece la sezione relativa all'abitacolo ed il vano motore. Lo sportello anteriore destro evidenzia lo sfondamento della parte centrale del trasparente in plexiglas del finestrino, la cui parte periferica risulta ancora ancorata alla struttura metallica del finestrino stesso. Lo sportello posteriore destro presenta il trasparente in plexiglas ancora perfettamente integro.

La parte bassa della fusoliera, compresa tra gli attacchi carrello principale e la paratia parafiamma del motore, presenta una vistosa deformazione da urto. La deformazione consiste in una deviazione verso l'alto (circa 37°) di tutta la parte ventrale della fusoliera e del pavimento cabi-

na, come rilevabile nella foto a lato. La deformazione, inoltre, evidenzia un piano di schiacciamento delle strutture deviato verso destra di circa $3^{\circ}/6^{\circ}$ rispetto all'asse trasversale del velivolo. Questa deformazione, osservabile principalmente in corrispondenza della ordinata para-fiamma e del supporto carrello anteriore, ha interessato anche il



castello motore, che, per effetto dell'urto e del peso del motore, si è piegato verso il basso conferendo a tutta la struttura ventrale una caratteristica conformazione concava con la parte anteriore del motore fortemente inclinato verso il basso. Le parti metalliche della fusoliera risultano essere in buono stato di conservazione, adeguatamente protette con verniciatura anticorrosiva e senza evidenze di fenomeni di ossidazione o corrosione. La tela di rivestimento in "dacron" risulta essere in ottimo stato senza segni di degrado o vetustà.

Struttura alare.

Della struttura alare in legno sono stati esaminati tutti i frammenti recuperati unitamente alle rispettive superfici mobili ed ai relativi cinematismi di comando.

L'esame è avvenuto previa identificazione di tutti i frammenti e riposizionamento degli stessi su di una sagoma dell'ala disegnata a terra, come da foto a lato. L'andamento e la tipologia delle linee di rottura delle strutture lignee, principalmente quelle presenti sui longheroni della semiala destra, dei rispettivi punti di vincolo alla fusoliera e delle grinze e lacerazioni dei frammenti della tela di rivestimento indicano dinamiche di rottura per sovraccarico avvenute lungo la direttrice della corda alare, dal bordo di attacco verso quello di uscita.

Lo stato di conservazione del legno appare ottimo, così pure gli incollaggi, la vernice protettiva



e la struttura principale dei longheroni. La tela di rivestimento in “dacron” risulta essere in buono stato e di recente installazione. Le cuciture e gli incollaggi della tela risultano essere di ottima fattura.

Tutte le parti metalliche e le cerniere di vincolo degli alettoni e flap, seppure deformati e distaccati dalle rispettive strutture lignee, non evidenziano rotture preesistenti o malfunzionamenti precedenti l’incidente.

Cinematismi comandi di volo.

Tutti i cinematismi relativi ai comandi di volo in fusoliera non evidenziano rotture preesistenti o malfunzionamenti precedenti all’incidente. I cavi di comando non presentano rotture, sfilacciamenti da usura, o deformazioni anomale dei trefoli. Le carrucole di rinvio non evidenziano rotture, bloccaggi o usure anomale. Tutte le rotture e le deformazioni evidenziano caratteristiche di cedimento per sovraccarico dovuto alle sollecitazioni da impatto contro il suolo. Dalla cabina, azionando le aste, le leve ed i cavi di rinvio dei piani mobili di coda, si rilevano i corrispondenti movimenti, che attestano un corretto collegamento e funzionamento dei cinematismi anche dopo l’incidente.

Anche i cinematismi dei flap, seppure deformati ed in buona parte separati dalla fusoliera a seguito delle operazioni di estrazione degli occupanti, non presentano evidenze di rotture preesistenti o malfunzionamenti precedenti l’incidente. La leva manuale di azionamento flap risulta posizionata in 1^a tacca, ossia con superfici mobili deflesse verso il basso di 9,5°.

Il volantino di destra e rispettivo sedile anteriore risultano mancanti. La loro rimozione, avvenuta prima del volo, si era resa necessaria per liberare l’imboccatura della botola di lancio sul pavimento e consentire una più agevole sistemazione dei sacchi di petali da lanciare.

Pannello strumenti.

Dall’esame degli strumenti di bordo non si evince alcuna informazione utile per la ricostruzione dei parametri di volo posseduti dal velivolo al momento dell’incidente. Le lancette degli strumenti, infatti, sono posizionate a “zero” o quantomeno libere nei movimenti.

Solo la lancetta dello strumento temperatura cilindri, foto a lato, risulta bloccata sull’indicazione di



265°C, al limite dell'arco verde di tolleranza di 200° / 270°C.

Il fatto che la lancetta di tale strumento risulti ancora bloccata (difficilmente può essersi spostata durante le operazioni di recupero del relitto) lascia desumere che il valore indicato sia lo stesso rilevato al momento dell'incidente.

Il valore di temperatura indicato, tuttavia, pur rientrando in "arco verde", risulta essere al limite di tale campo e superiore di circa 5°C rispetto a quello massimo continuativo previsto dal manuale di volo ad un regime motore massimo di 2700 giri al minuto.

Comandi motore.

Tutta la consolle di alloggiamento dei comandi motore risulta divelta dalla struttura del cruscotto. I comandi gas e miscela sono totalmente deformati e non è possibile risalire con certezza alla loro esatta posizione al momento dell'incidente.

La chiave di accensione e selettore magneti risulta posizionata su "BOTH", per cui entrambi i magneti erano abilitati a fornire tensione alle candele dei cilindri.

Il selettore serbatoi carburante risulta posizionato sul serbatoio destro, per cui, al momento dell'incidente, il motore era alimentato dal serbatoio alare destro. La posizione del selettore appare congruente con l'avvertenza, riportata anche sul cruscotto, ossia di alternare la selezione dei serbatoi ogni 30 minuti di volo al fine di garantire uno svuotamento costante ed equilibrato dei due serbatoi posizionati all'interno delle semiali. Infatti, considerando una quantità identica di benzina nei due serbatoi al momento della partenza ed ipotizzando che il pilota abbia iniziato il volo selezionando il serbatoio destro, tenendo conto del tempo di riscaldamento e rullaggio intorno ai 6 minuti in aggiunta al tempo totale di volo di circa 15 minuti, si ricava un tempo totale di funzionamento del motore prima dell'incidente di circa 21 minuti. Da tale calcolo si dedurrebbe che il pilota non debba aver cambiato la posizione del selettore durante tutto il volo, non essendo ancora trascorsi 30 minuti dalla messa in moto.

In base ad un consumo medio del motore di circa 40 litri/ora, si può calcolare un consumo totale di benzina per tutta la durata del volo pari a 15-18 litri, prelevati totalmente dal serbatoio destro.

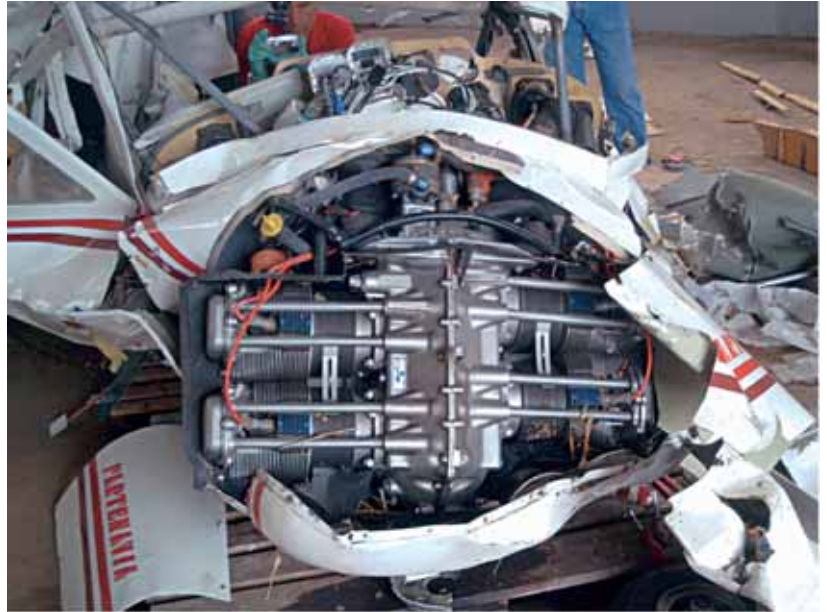
In ultima analisi, al momento dell'incidente, il serbatoio sinistro conteneva circa 18 litri in più del destro, generando uno squilibrio in peso a sinistra di circa 10-11 kg.

Motore.

Il motore si presenta in buone condizioni generali. Lo strato di vernice protettiva appare di colore brillante, uniforme, senza delaminazioni o alterazioni del colore conseguenti ad ossidazioni o

surriscaldamenti per gravoso utilizzo (foto a lato). Tutti gli accessori evidenziano un buono stato generale, come pure i cavi alta tensione delle candele.

Il volano dentato di avviamento elettrico presenta la rottura di tutta la campana di accoppiamento alla flangia albero motore.



La flangia dell'albero motore

presenta una vistosa deformazione verso l'indietro per circa metà della sua circonferenza. All'interno dei fori filettati sono presenti le estremità tranciate dei bulloni di fissaggio elica. Le sezioni di rottura evidenziano caratteristiche di cedimento dinamico per sovraccarico a trazione. La deformazione della flangia dell'albero motore e l'ampia deformazione verso l'indietro rispetto al piano di rotazione di una pala dell'elica attestano che, al momento dell'impatto al suolo in fondo al dirupo, la pala dell'elica si è appoggiata sul terreno, amplificando, per effetto leva, la tensione di serraggio dei bulloni fino al loro cedimento.

L'esame del motore e della relativa documentazione tecnica non ha evidenziato malfunzionamenti precedenti l'incidente o anomalie derivanti da manutenzione non adeguata.

Elica.

L'elica, di tipo metallico a passo fisso, si presenta distaccata dalla flangia motore per cedimento dei bulloni di collegamento.

Le sezioni di rottura dei bulloni evidenziano caratteristiche di cedimento per sovraccarico a trazione.

Una pala dell'elica presenta una ampia deformazione ortogonale al piano di rotazione verso l'indietro e per tutta la lunghezza della pala stessa. Sulla pala non sono rilevabili danneggiamenti o abrasioni da urto per elica in rotazione.

L'ogiva in lamiera di alluminio risulta schiacciata sul mozzo elica, tanto da riportare l'impronta delle teste dei bulloni sottostanti. Sulla vernice e sulla struttura dell'ogiva non si rilevano abrasioni o deformazioni di tipo rotazionale. Tale assenza attesta che durante l'ultimo contatto con il terreno soffice l'elica non era in rotazione per potenza erogata dal motore.

L'altra pala in alluminio presenta, invece, un'ampia deformazione in avanti rispetto al piano di rotazione, che diventa più marcata verso l'estremità. Sul bordo circonferenziale esterno della pala si nota una consistente abrasione della estremità, con asportazione di circa un centimetro di materiale per tutta la sezione. Sul bordo di attacco, in prossimità della estremità della pala, sono



rilevabili intaccature da urto con oggetti duri, mentre sulla vernice protettiva del dorso e ventre della pala sono presenti abrasioni da sfregamento per elica in movimento.

Tali evidenze attestano che solo questa pala deve aver urtato un oggetto molto duro mentre era ancora in rotazione con elevata potenza applicata. Una simile particolarità può essersi verificata durante la caduta del velivolo lungo la parete del dirupo, in concomitanza dell'impatto dell'ala destra contro il bordo della terrazza naturale. In quel momento, infatti, solo una pala di elica in rotazione ha avuto la possibilità di urtare l'estremità della roccia sporgente dalla parete a picco del dirupo senza che la seconda ne avesse il tempo per effetto della velocità di avanzamento del velivolo. Durante la successiva fase di caduta libera del velivolo nel dirupo, il motore deve aver smesso di funzionare, per cui il successivo urto al suolo è avvenuto con elica non soggetta a potenza da parte del motore.

Impianto carburante.

I serbatoi, divelti dalla struttura alare, si presentano fortemente deformati e squarciati. Al loro interno non sono stati rinvenuti quantitativi di benzina sufficienti per effettuare un campionamento da sottoporre ad analisi di laboratorio.

La ispezione interna dei serbatoi e delle tubazioni del circuito carburante non ha evidenziato presenza di morchie o intasamenti dei filtri. Anche i condotti di sfiato dei serbatoi sono risultati esenti da ostruzioni o intasamenti.

Cinture di sicurezza.

La cintura di sicurezza del posto di pilotaggio di sinistra risulta sganciata ed evidenzia marcate deformazioni da stiramento delle fibre con deposito superficiale di sostanze ematiche, come visibile nelle foto sotto riportate.



Le cinture di sicurezza del posto di pilotaggio di destra risultano agganciate, in buone condizioni generali e non presentano deformazioni da stiramento o depositi di sostanze ematiche.

Le cinture di sicurezza dei due posti posteriori risultano integre, sganciate e non presentano deformazioni o depositi di sostanze ematiche.

Presenza oggetti estranei.

Nel corso dell'esame del relitto si è proceduto ad una sistematica identificazione ed analisi di tutte le parti ed oggetti recuperati. In particolare, si è proceduto ad un attento esame di quanto presente all'interno e sul pavimento della cabina di pilotaggio. Nessun oggetto rinvenuto si è rivelato estraneo o di natura incompatibile con il materiale di volo, ad eccezione di petali di fiori, bigliettini pubblicitari della ditta fornitrice dei petali, terriccio susseguente all'impatto al suolo ed alcuni oggetti personali degli occupanti.

Un ulteriore esame per oggetti estranei o evidenze da impatto con oggetti volanti è stato effettuato dal personale del RIS dei Carabinieri. L'esame è stato esteso anche al luogo dell'incidente, rinvenendo, a distanza di circa otto mesi dall'incidente, uno strumento del velivolo, un paio di occhiali da vista danneggiati e n. 4 residui di artifici pirotecnici (petardi), probabile residuo di precedenti o successivi festeggiamenti patronali o di fine anno.

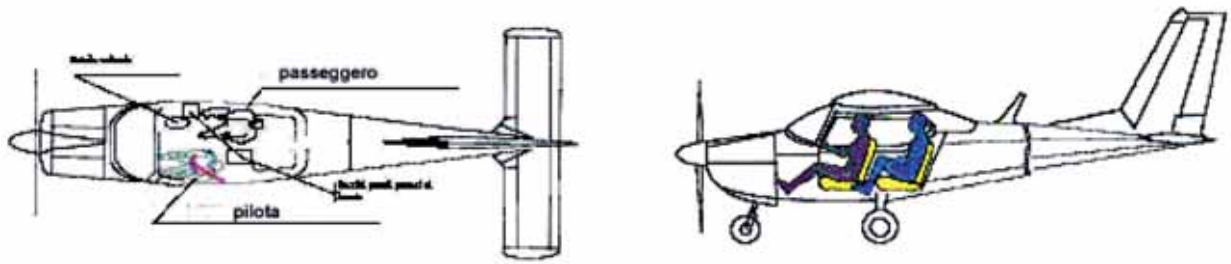
Dalle evidenze accertate con l'esame del relitto si rileva quanto segue.

- Non sono emersi elementi oggettivi di cedimenti della struttura del velivolo prima dell'impatto al suolo, di malfunzionamenti a carico dei comandi di volo o di eventuale bloccaggio degli

stessi per interposizione di oggetti estranei.

- Le buone condizioni di conservazione della struttura del velivolo e dei relativi impianti non ingenerano dubbi sulla manutenzione effettuata e sulla efficienza del velivolo stesso prima dell'incidente.
- Il piano di schiacciamento delle deformazioni presenti sulla parte ventrale della fusoliera attesta che l'urto finale con il suolo è avvenuto con velivolo in leggera derapata destra e con angolo di impatto di circa 37° , su di un terreno in ulteriore pendenza di circa 20° . Tali angoli definiscono una traiettoria di caduta della fusoliera nel dirupo di circa $50^\circ/60^\circ$.
- La netta definizione delle deformazioni sulla fusoliera attesta l'assenza di movimenti intorno all'asse longitudinale del velivolo durante l'impatto.
- La tipologia degli snervamenti, delle rotture e delle deformazioni riscontrate sulla struttura lignea delle ali ed in particolare dell'ala destra evidenzia una forte sollecitazione da urto sul bordo di attacco, che si è sviluppata lungo la corda alare in senso opposto alla direzione di volo.
- All'interno della struttura del velivolo e nell'abitacolo non sono stati rinvenuti oggetti estranei al materiale di volo, ad eccezione del materiale da lanciare e terriccio conseguente all'urto con il suolo.
- L'esame del motore non ha evidenziato anomalie di funzionamento prima dell'incidente.
- La posizione della leva comando flap risulta congruente con le condizioni di volo rilevabili dal filmato relativo ai sorvoli effettuati.
- Complessivamente tutta l'elica evidenzia danneggiamenti da impatto con terreno soffice e da ferma. Solo una pala dell'elica evidenzia un danneggiamento tipico da urto in rotazione e con motore erogante potenza. Tale particolarità è stata generata dall'urto della estremità di una sola pala con una roccia sporgente dalla parete a picco del dirupo, durante la caduta della fusoliera nel dirupo stesso attestando che, al momento dell'impatto, il motore erogava potenza.
- Il cedimento a trazione per sovraccarico dei bulloni di fissaggio del mozzo alla flangia motore è stato determinato dalle sollecitazioni eccessive indotte dall'urto definitivo dell'elica al suolo.
- Le condizioni delle cinture di sicurezza definiscono una disposizione in cabina degli occupanti così come illustrata nelle figure seguenti, ossia con pilota correttamente seduto e vincolato sul seggiolino di sinistra e passeggero seduto sul sedile posteriore, lato destro, non vincolato da alcuna cintura di sicurezza.

E' molto probabile che il passeggero non avesse agganciato le cinture, in quanto impegnato nelle operazioni di lancio dei petali dall'apposita botola del pavimento. Infatti, in assenza del seggiolino anteriore destro, il passeggero doveva necessariamente sedere sul sedile postero-



re; tuttavia la distanza esistente tra il seggiolino posteriore e la botola di lancio non consente, ad una persona seduta correttamente sul posto posteriore e con cintura regolarmente allacciata, di operare agevolmente sull'imboccatura della botola stessa. A fronte di tale oggettivo impedimento, il passeggero avrebbe comunque potuto allacciare la cintura, mantenendola sufficientemente lasca per consentire un minimo di libertà nei movimenti richiesti. Un simile accorgimento avrebbe certamente limitato eventuali ed indesiderati spostamenti accidentali del passeggero in cabina in caso di improvvisi sobbalzi o variazioni di assetto del velivolo in volo.

- Sul relitto non sono stati rilevati danneggiamenti o evidenze di impatto con volatili o altri oggetti volanti.

1.12.4. Avarie in volo connesse con l'incidente

Le evidenze riscontrate sul relitto, la distribuzione dei rottami al suolo e lo stato delle linee cinematiche dei comandi di volo escludono, con buona certezza, che l'incidente possa essere stato conseguenza di avaria al motore, di cedimenti in volo della struttura, di malfunzionamenti degli impianti o conseguenza di avarie manifestatesi in precedenza sull'aeromobile.

1.13. INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA

Nel corso dell'indagine non sono emersi elementi di natura medica, che possano ingenerare dubbi sulle condizioni fisiche del pilota o di malori in atto al momento dell'incidente. Il pilota era in buone condizioni fisiche ed aveva effettuato la prevista visita medica per il rinnovo della licenza di pilotaggio.

Dall'esame necroscopico ed autoptico è emerso che la morte del pilota e del passeggero è avvenuta a seguito dei politraumatismi riportati nell'impatto violento al suolo del velivolo.

Dagli accertamenti istopatologici e tossicologici è emerso che il pilota ed il passeggero, al momento dell'incidente, erano in buone condizioni fisiche, non erano sotto l'effetto di droghe e non erano affetti da patologie tali da influenzare la condotta del velivolo.

1.14. INCENDIO

Sul relitto e sul luogo dell'incidente non sono state rilevate tracce di incendio o surriscaldamenti a carico delle strutture della cellula e del motore.

1.15. ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA

Sul luogo dell'incidente si sono portati immediatamente le persone testimoni dell'evento ed il personale dei Vigili del fuoco, constatando il decesso degli occupanti.

1.16. PROVE E RICERCHE EFFETTUATE

Non sono state effettuate prove o ricerche specifiche sulla struttura, sul motore o sugli impianti del velivolo. Sono state effettuate, invece, delle analisi spettrali sul rumore emesso dal motore allo scopo di verificarne lo stato di funzionamento e delle verifiche sui filmati acquisiti relativi alla cerimonia nuziale in atto al momento dell'evento. Maggiori dettagli sono riportati nel successivo paragrafo 1.19 e nella parte "Analisi".

1.17. INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI

1.17.1. Informazioni sulla proprietà dell'aeromobile

Per quanto registrato nel certificato di immatricolazione e per quanto noto in base alla documentazione fornita da ENAC, al momento dell'incidente, in data 12.7.2003, il velivolo risultava essere di proprietà di una società operante nel campo del lavoro aereo con base su aeroporto diverso da quello di partenza prima dell'incidente.

Detta società proprietaria risulta essere in possesso delle previste certificazioni ENAC per operare nel campo del lavoro aereo e scuola di pilotaggio; tuttavia, il velivolo I-ALIF non risulta tra quelli in elenco ed autorizzati (disciplinare) per l'esercizio di tali attività.

1.17.2. Informazioni sulla gestione dell'aeromobile

Dal certificato di immatricolazione dell'aeromobile non risulta alcuna annotazione di esercizio a soggetto diverso dal proprietario.

Dalla documentazione fornita da ENAC l'aeromobile non risulta essere in elenco o autorizzato per l'esercizio di lavoro aereo o scuola di qualsivoglia organizzazione certificata a tale scopo. Il velivolo poteva quindi essere utilizzato esclusivamente per attività di categoria: "Normale" suddivisione di impiego: "Turismo".

1.17.3. Informazioni sul gestore effettivo dell'aeromobile

Dalla documentazione relativa ai movimenti del velivolo, lo stesso, nel corso degli ultimi mesi, ha operato prevalentemente sugli aeroporti di Crotone e di Lamezia Terme, con addebito dei diritti di approdo e decollo ad una società diversa da quella proprietaria.

In estrema sintesi, il velivolo, pur essendo formalmente di proprietà di una società autorizzata al servizio di lavoro aereo, era, di fatto, gestito da altra società operante nel campo della consulenza aeronautica, del noleggio e rimessaggio aeromobili. Quest'ultima società risulta essere titolare di una concessione per l'utilizzo di una area di mq 500 da adibire ad hangar per ricovero aeromobili sull'aeroporto di Crotone, ma, al momento dell'incidente, non risultava essere ancora in possesso delle previste certificazioni per espletare servizi di lavoro aereo né, tanto meno, per utilizzare aeromobili per tali attività.

1.18. INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Testimonianze.

Sull'evento sono state raccolte molte dichiarazioni di persone che hanno assistito alle evoluzioni dell'aeromobile prima dell'incidente, sia dal luogo dove era in atto la cerimonia nuziale, sia da altri punti panoramici situati fuori dall'abitato del paese.

Molti testimoni dichiarano di aver sentito il motore funzionare in maniera irregolare fino a spegnersi prima dell'incidente.

Solo due testimoni, che dalla loro posizione, fuori dal paese, godevano di una visuale migliore sulle ultime fasi del volo, riportano di aver visto *“l'aereo fare una brusca virata con perdita di quota ... lo stesso si inclinava su un lato, scendendo in picchiata”*.

Riprese video.

Alcune fasi dei sorvoli effettuati dal velivolo sull'abitato sono state riprese da un operatore video a terra, impegnato nel servizio videografico sulla cerimonia di nozze in svolgimento nella chiesa centrale del paese.

Dal video, registrato su videocassetta digitale, è stata estratta, senza soluzione di continuità, tutta la parte relativa alle riprese del velivolo in volo. La durata complessiva del video è di 1 minuto 54 secondi e 09 centesimi, contro i circa 5 minuti di permanenza stimata del velivolo sul luogo. Tale riduzione di tempi deriva sostanzialmente dalle interruzioni di ripresa effettuate dall'operatore durante le fasi di non visibilità del velivolo dal proprio punto di osservazione.

Dal filmato, pertanto, è stato possibile rilevare le condizioni di volo solo di alcune fasi di tutti i

sorvoli effettuati. La ripresa della fase relativa all'impatto è stata impedita dalla presenza di una casa sulla linea di visuale della telecamera. La telecamera ha tuttavia registrato l'audio per tutta la fase dell'impatto al suolo ed in particolare il rumore del motore.

1.19. TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI

L'analisi delle immagini registrate nel filmato, con il confronto della posizione in volo del velivolo relativamente alle case e ad altri oggetti fissi visibili nel filmato stesso, ha consentito di risalire al numero esatto dei sorvoli effettuati dall'aeromobile sulla piazza antistante la chiesa e le rispettive direzioni di provenienza.

Tramite apposito software audio è stato isolato il rumore emesso dal motore del velivolo durante le riprese. L'esame in frequenza ed intensità dello stesso ha permesso di risalire in maniera oggettiva all'effettivo regime di rotazione del motore durante i sorvoli ed in particolare durante la fase di impatto al suolo.

Tramite apposito software video, sono stati esaminati singolarmente tutti i fotogrammi costituenti il filmato. Alcuni fotogrammi sono stati analizzati con tecniche di amplificazione di contrasto e di colore, al fine di individuare ed isolare alcune tracce di oggetti in rapido movimento in prossimità delle traiettorie di volo del velivolo. Le tracce individuate sono state poi comparate con quelle ottenute a seguito di specifiche prove sperimentali di videoripresa di dardi scagliati da un arco di tipo sportivo.

La verifica delle condizioni di allineamento del velivolo in volo con precisi riferimenti fissi al suolo come case lampioni ecc. e le relative proporzioni registrate in alcuni fotogrammi relativi agli ultimi secondi di volo ha permesso di stimare, con sufficiente approssimazione, la posizione del velivolo rispetto al punto di ripresa, la sua quota di volo e la sua velocità di volo. La combinazione dei dati rilevati ha consentito di ricostruire, con sufficiente approssimazione, anche la traiettoria di volo seguita dal velivolo fino a 5,8 secondi prima dell'impatto al suolo.

Il dettaglio delle tecniche adottate ed i relativi risultati conseguiti vengono riportati in Allegato "C".

CAPITOLO II

ANALISI

2. GENERALITA'

Di seguito, unitamente alle parziali deduzioni già formulate nel capitolo precedente, viene effettuata l'analisi degli elementi oggettivi raccolti nel corso delle indagini nell'ambito delle tre componenti fondamentali che caratterizzano le operazioni di volo ossia: ambiente, macchina, uomo.

2.1. AMBIENTE

Ambiente fisico e tracce al suolo.

Le caratteristiche fisiche e di gestione dell'aeroporto di partenza nonché i servizi di assistenza al volo disponibili non evidenziano elementi oggettivi correlabili con le cause dell'incidente.

Il luogo dell'incidente è situato a ridosso delle ultime abitazioni di un paese arroccato su di uno sperone roccioso a circa 650 metri di altitudine sul livello del mare.

Nel corso di giornate di forte irraggiamento solare, la particolare orografia del luogo, caratterizzata da rilievi rocciosi, dirupi e stretti canali, consente, a causa del non omogeneo riscaldamento del terreno, la formazione di intense circolazioni convettive dell'aria che, ulteriormente energizzate dalle pareti di canali rocciosi, possono generare localizzati ed intensi fenomeni di turbolenza. All'ora in cui si è verificato l'incidente (19.00 locali), tali fenomeni erano, molto probabilmente, in via di attenuazione.

Le tracce rilevate evidenziano un angolo di impatto al suolo di circa 60°, avvenuto in direzione Est-Sud/Est (100° rispetto al nord magnetico) e con un assetto laterale dell'aeromobile ad ali livellate.

L'impatto è avvenuto, dapprima, con l'estremità della semiala destra sul bordo di una piccola terrazza naturale a picco su di un dirupo. Successivamente, la fusoliera ha proseguito, con la stessa traiettoria, lungo la parete verticale del dirupo arrestandosi in fondo ad esso dopo una caduta libera di circa 30 metri.

L'impatto in fondo al dirupo è avvenuto con la parte ventrale anteriore della fusoliera, in prossimità della paratia parafiamma.

Le tracce al suolo e le deformazioni riscontrate sulla struttura attestano che il velivolo, durante il primo impatto e la successiva caduta nel dirupo, non era soggetto a forti movimenti rotazionali sui tre assi.

La direzione di impatto risulta essere in senso opposto alla direzione di volo posseduta dal velivolo circa 5,78 secondi prima dell'impatto stesso. In tale occasione, infatti, il velivolo è stato ripreso per l'ultima volta mentre impostava una leggera virata a sinistra prima di scomparire dalla visuale della telecamera dietro la sagoma di una casa.

In questa fase il velivolo aveva raggiunto una inclinazione alare a sinistra di circa 37° (in aumento) mentre volava ad una quota stimata costante di circa 700 metri rispetto al livello del mare, ad una altezza di 50 metri rispetto al piazzale della chiesa e di circa 90 metri rispetto al punto di impatto.

Procedure e regole di volo.

Il volo è stato effettuato senza presentazione del documento “piano di volo”, ma comunque notificato via radio dal pilota come di “navigazione”. Il volo, di fatto, era finalizzato al lancio di petali di fiori su di un corteo nuziale all'uscita dalla chiesa al centro di un paese a circa 25NM dall'aeroporto di Crotone.

Per tale esigenza il velivolo era stato configurato rimuovendo il sedile anteriore di destra ed il volantino di destra, al fine di consentire la sistemazione dei contenitori di petali e liberare l'apertura della botola di lancio sul pavimento. Con tale configurazione, il passeggero, nonché addetto al lancio dei petali, doveva necessariamente sedersi sul sedile posteriore per poter operare agevolmente.

Lo stato delle cinture di sicurezza relative attesta che il passeggero non le aveva allacciate, molto probabilmente per poter disporre di una maggiore libertà di movimento durante le operazioni di lancio dei petali.

Il volo si è svolto in spazio aereo non controllato di classe “G”, sorvolando ripetutamente un centro abitato ad una altezza inferiore a quella minima prevista dalla normativa vigente (nel caso di specie, 300 metri dal suolo).

Durante i sorvoli sono stati lanciati petali di fiori sul piazzale della chiesa. La normativa vigente, come già precisato al paragrafo 1.8., vietava il getto di oggetti da aeromobili in volo, salvo espressa autorizzazione (inesistente nel caso in questione).

Il tipo di attività svolta durante il volo in questione parrebbe configurabile come lavoro aereo, per la quale sono richieste specifiche certificazioni.

2.2. MACCHINA

Il velivolo P.57 FACHIRO II è una macchina che, seppure di vecchia progettazione e costruzione, risulta essere adeguata al tipo di volo in questione.

Dalla documentazione relativa alla proprietà ed esercizio, l'aeromobile risulta essere di proprietà di una società autorizzata e certificata all'esercizio del lavoro aereo e scuola di volo. L'aeromobile non era tuttavia tra quelli in elenco ed autorizzati (disciplinare) della stessa società.

Di fatto, l'aeromobile era gestito da altra società che, pur disponendo di una concessione all'utilizzo di un'area sull'aeroporto di Crotona, non era in possesso delle previste certificazioni di ENAC per l'esercizio del lavoro aereo o scuola di volo. In ultima analisi, il velivolo poteva essere utilizzato esclusivamente per attività di categoria "Normale" suddivisione di impiego "Turismo".

L'aeromobile non era equipaggiato con apparati rilevatori di dati di volo o con sistemi di localizzazione di emergenza.

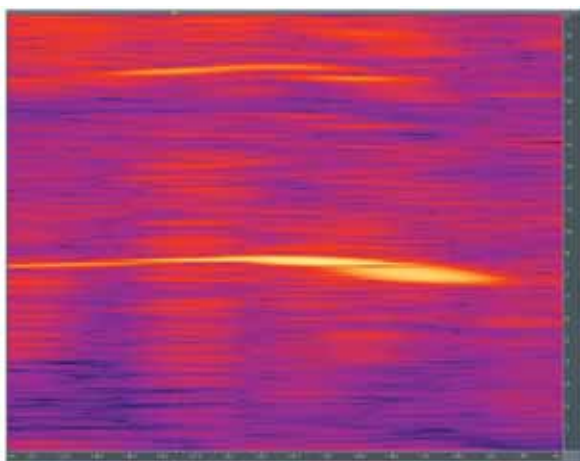
L'aeromobile era stato sottoposto regolarmente a tutte le operazioni di manutenzione programmata. La struttura, il motore e gli impianti sono risultati essere in ottimo stato di conservazione, confermando lo stato di efficienza dell'aeromobile prima dell'incidente.

Gli accertamenti effettuati non hanno evidenziato cedimenti delle strutture portanti del velivolo, delle rispettive superfici di comando o malfunzionamenti del motore durante le ultime fasi del volo.

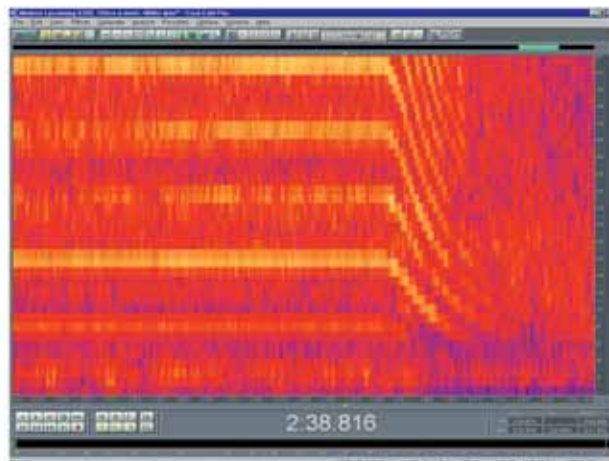
Molti testimoni dichiarano di aver sentito il motore del velivolo funzionare in maniera irregolare fino a spegnersi del tutto prima dell'impatto.

L'analisi spettrale del rumore del motore registrato dalla telecamera nelle ultime fasi del volo e nell'arco di tempo di 4 secondi (Allegato "C") evidenzia un regime di rotazione che da 2490 rpm (giri al minuto) aumenta fino a 2640 rpm, per poi diminuire a 2340 rpm in coincidenza dell'impatto. Anche l'intensità del rumore appare in aumento, per poi diminuire gradualmente al momento dell'impatto.

Il confronto tra lo spettro del rumore emesso dal motore in questa fase con quello emesso da un motore di uguali caratteristiche in fase di spegnimento dimostra come, durante la traiettoria finale di impatto al suolo, il motore funzionasse regolarmente ed a regimi molto prossimi a quelli di massima potenza.



Spettro rumore al momento dell'incidente



Spettro rumore motore in spegnimeto

La specifica configurazione con cui è stato approntato il velivolo è stata verificata in termini di centraggio e stabilità, considerando un peso totale con serbatoi pieni e con serbatoi contenenti solo 70 litri di carburante, in quanto non sono stati reperiti dati certi sulla quantità effettiva di carburante a bordo. Per entrambi i casi la verifica ha accertato la piena compatibilità con l'involuppo di carico e centraggio previsto come riportato in Allegato "A".

2.3. UOMO

Pilota.

Dall'analisi della documentazione di volo relativa al pilota è emerso che la licenza di pilotaggio era in corso di validità

Non sono emersi elementi di dubbio sulle condizioni psico-fisiche del pilota al momento dell'incidente. Il controllo psico-fisiologico era stato effettuato entro gli ultimi due anni e pertanto in corso di validità.

Il pilota, nonché istruttore di volo, aveva accumulato una attività complessiva non inferiore a 558 ore di volo, effettuate principalmente su velivoli della stessa tipologia di quello incidentato ed anche bimotori. Si ritiene pertanto che lo stesso avesse conseguito una buona esperienza di volo ed una buona conoscenza delle caratteristiche di volo della macchina.

Il pilota, come pure il passeggero, erano entrambi titolari di licenza di pilota commerciale di velivolo, ma nessuno dei due è risultato essere nell'elenco (disciplinare) dei piloti autorizzati ad effettuare attività di lavoro aereo presso società del settore, né, tanto meno, nell'elenco di quella che, di fatto, gestiva il velivolo al momento dell'incidente.

Condotta del volo.

E' stato possibile ricostruire, con buona approssimazione, tutte le fasi del volo ed le modalità di esecuzione, sulla base delle informazioni deducibili:

- dalle dichiarazioni degli operatori AFIS;
- dalla strip progresso volo mod. C;
- dal Registro partenze mod. 2 C.T.A. del giorno 12.7.2003 dell'aeroporto di Crotone;
- dal filmato sulla cerimonia nuziale, per la parte relativa ai sorvoli effettuati dal velivolo sul piazzale antistante la chiesa.

Dopo aver stabilito il contatto radio con gli operatori del servizio AFIS e ricevute le istruzioni per il rullaggio, il pilota effettuava il decollo da Crotone per pista 35. Dopo il decollo il pilota proseguiva a Nord-Ovest verso la zona di Caccuri.

Dopo circa 6 minuti dal decollo, il pilota comunicava all'AFIS di essere a 15 miglia a Nord-Ovest del campo.

Dato il tempo di volo e la distanza percorsa, il velivolo non poteva aver viaggiato a meno di 2,5 miglia al minuto, ossia a circa 150 nodi (277,5 km/h). Tale velocità risulta essere leggermente superiore alla Vne, pari a 145 nodi (275 km/h).

Considerando il leggero vento contrario sulla rotta ed il fatto che il pilota possa aver effettuato la comunicazione in leggero anticipo rispetto alla effettiva posizione del velivolo, si può assumere con buona approssimazione che per la tratta Crotone-Caccuri il pilota abbia impresso al velivolo una velocità di volo molto prossima a quella massima consentita.

Per coprire la distanza di circa 25 miglia nautiche (46 chilometri) che intercorre tra l'aeroporto di Crotone e la località di Caccuri, il velivolo deve aver impiegato non meno di 10 minuti di volo, portandosi sul luogo della cerimonia intorno alle ore 17.00 UTC (19.00 locali).

Ad una quota di circa 700 metri rispetto al livello del mare sull'abitato di Caccuri, il pilota ha presumibilmente ridotto la velocità di volo a circa 80 nodi ed ha estratto i flap in prima posizione, ossia 9,5°, così come rilevabile dai fotogrammi del filmato e dalla posizione della leva comando flap rinvenuta sul relitto.

Con tale configurazione, la migliore per ottimizzare le capacità di manovra del velivolo alle basse velocità, e per un tempo complessivo stimato di circa 5 minuti, il pilota ha effettuato 5 passaggi sull'abitato di Caccuri, sorvolando il piazzale antistante la chiesa dove erano radunati gli ospiti per la cerimonia nuziale.

Dall'analisi del filmato (Allegato "C") si rileva che i primi cinque sorvoli sono stati effettuati provenendo da altrettante direzioni diverse (planimetria 1 Allegato "C") e che, nel corso dei primi due sorvoli, non sono stati effettuati lanci di petali, in quanto il pilota era necessariamente impegnato nella ricerca delle migliori condizioni di velocità e quota di lancio dei petali in funzione delle condizioni ambientali e delle caratteristiche del luogo sorvolato.

L'analisi spettrale del rumore del motore è registrato nel filmato durante il primo passaggio attesta che il motore girava regolarmente intorno ad un regime di 2130 rpm.

L'analisi del rumore emesso dal motore durante il secondo passaggio non è stata effettuata, in quanto di intensità troppo debole rispetto ad altri rumori di sottofondo presenti nella ripresa.

Nel corso dei successivi tre sorvoli, effettuati sempre da diverse direzioni di provenienza, si nota la fuoriuscita dei petali dal tubo di lancio nella parte inferiore della fusoliera. La ricaduta al suolo dei petali viene anche seguita in parte dall'operatore video. L'analisi del rumore emesso dal motore durante il terzo e quarto sorvolo attesta un regime di funzionamento intorno ai 2400/2500 rpm.

L'analisi evidenzia anche ampie riduzioni dei giri al momento del passaggio sul piazzale, derivanti, sicuramente, da interventi del pilota sulla manetta del motore per modulare la velocità del velivolo, al fine di ottenere una migliore concentrazione di ricaduta dei petali sul piazzale.

Dall'esame di alcuni fotogrammi relativi al quinto sorvolo, mentre l'operatore con la telecamera spazia in direzione Nord alla ricerca del velivolo, di cui avverte il rumore, si nota il velivolo apparire da dietro la sagoma dell'ultimo lampione a Nord del piazzale antistante la chiesa (fotogramma relativo a lato).

Rapportando il punto di ripresa della telecamera con la distanza e l'altezza del lampione si risale, con buona approssimazione, alla direzione di volo ed alla posizione del velivolo in quel momento. In questa fase, infatti, il velivolo manovra in leggera virata sinistra all'interno del canalone a Nord del paese, nel settore ripreso dalla foto sottostante, nel presumibile intento di portarsi sul piazzale della chiesa provenendo da Nord.





Dopo 7,84 secondi dalla prima apparizione dietro il lampione e dopo che il velivolo ha effettuato un percorso molto prossimo a quello illustrato nella planimetria 2 dell'Allegato "C", mentre l'operatore video continua a spaziare con la telecamera inquadrando porzioni di cielo vuoto, avviene il sorvolo del piazzale. In questa fase l'operatore riesce ad inquadrare il velivolo solo per una frazione di secondo e con telecamera in movimento. In tali condizioni di ripresa il velivolo sembra effettuare un rapidissimo cambiamento di prua di circa 90° a sinistra, nel breve arco di tempo di 0,48 secondi, come da fotogrammi sottostanti.



Una simile variazione di prua risulta essere alquanto anomala per le caratteristiche di volo di un velivolo quale il P.57; tuttavia, l'assenza di riferimenti statici nei fotogrammi non consente di valutare oggettivamente il tipo di manovra effettuata, i reali assetti raggiunti dal velivolo e la eventuale alterazione degli stessi indotta dal movimento della telecamera.

In ogni caso il sorvolo deve essere apparso molto spettacolare alla vista delle persone presenti sul piazzale, in quanto, in concomitanza dello stesso, si ascoltano esclamazioni di stupore e meraviglia che sembrano seguire ed assecondare una particolare evoluzione effettuata dal velivolo.

L'analisi spettrale del rumore del motore in questa fase attesta un regime di rotazione piuttosto basso già all'inizio del sorvolo, per portarsi addirittura al minimo al termine del sorvolo stesso.

Appare verosimile che nel corso di questo ultimo sorvolo il pilota fosse ancora alla ricerca di una tecnica ottimale di lancio dei petali, tanto da esplorare parametri di volo al limite delle capacità di manovra del velivolo.

2.4. RICOSTRUZIONE DELLA DINAMICA DI IMPATTO

Durante la manovra di avvicinamento per la effettuazione del sesto sorvolo si è verificato l'incidente.

Il velivolo, come da foto a lato, viene ripreso e seguito dalla telecamera allorquando, in volo rettilineo nella vallata ad Est del paese, prosegue, a quota costante, verso Nord impostando una leggera virata a sinistra. Tale manovra, molto simile come impostazione a quella del sorvolo precedente, avrebbe consentito al velivolo di riportarsi nel



canalone a Nord del paese per poi sorvolare il piazzale, così come si evince dalla ricostruzione delle traiettorie di volo nelle planimetrie 2 e 3 dell'Allegato "C".

Per quanto registrato nel filmato e dedotto dalla analisi dei fotogrammi relativi alle ultime fasi visibili di volo, il velivolo I-ALIF viene ripreso nel settore di 16° , sotteso dal lampione centrale del piazzale antistante la chiesa e lo spigolo Sud della casa, mentre transita, nell'intervallo di tempo di circa 2,50 secondi, in volo regolare ad una quota costante di circa 50 metri rispetto al piazzale (686 metri sul livello del mare), ad una velocità costante di circa 150 km/h (41 m/s) e per un tragitto di circa 104 metri.

In tale circostanza il velivolo inizia una graduale virata a sinistra che, al momento della sua scomparsa dietro la sagoma della casa, lo porta a raggiungere 37° di inclinazione alare a sinistra ad una distanza di circa 360 metri dal piazzale della chiesa.

Con questo assetto di volo il velivolo si immette nel settore di circa 25° , la cui visuale viene impedita dalla sagoma della casa davanti la telecamera.

All'interno di tale settore, il velivolo percorre una traiettoria di volo che lo porta ad impattare sul ciglio di una piccola terrazza naturale a strapiombo su di un dirupo con un assetto picchiato di circa 60° e con direzione di volo pressoché opposta a quella iniziale di ingresso nel settore stesso.

L'impatto sul ciglio della terrazza avviene dopo 5,78 secondi dall'ingresso nel settore di "visuale impedita" entro il quale il velivolo deve necessariamente aver effettuato un tragitto non inferiore a 230/240 metri.

Alcuni testimoni, in particolare quelli fuori dal paese che godevano di una migliore visibilità delle evoluzioni del velivolo, riferiscono di aver visto "l'aereo fare una brusca virata con perdita di quota ... lo stesso si inclinava su un lato, scendendo in picchiata".

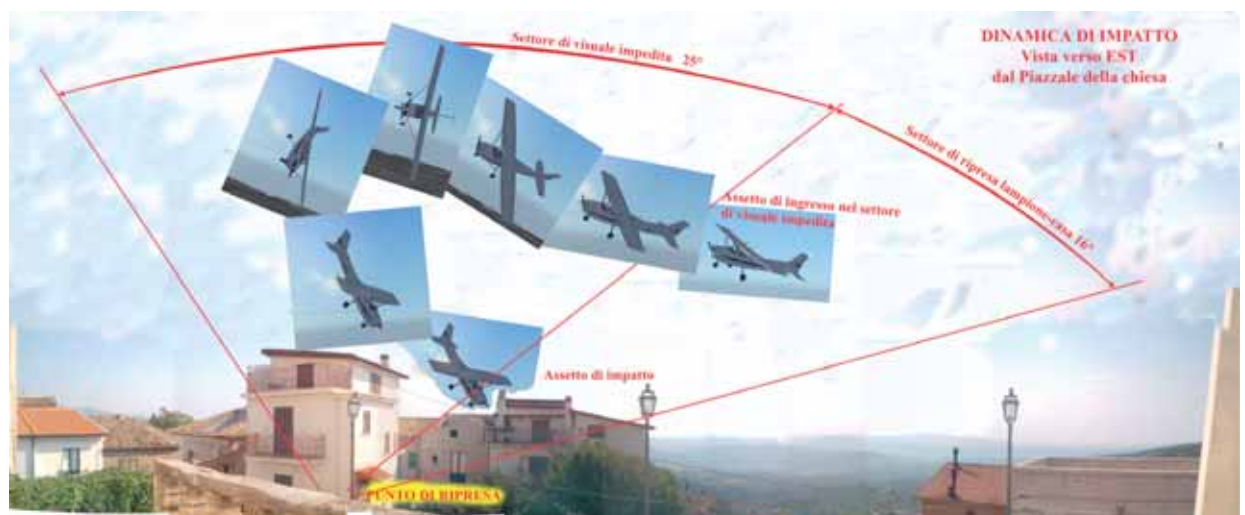
Considerando la direttrice di ingresso nel settore di "visuale impedita", la distanza percorsa al suo interno, la direzione di impatto al suolo e la quota di volo rispetto al punto di impatto (circa 90 metri), è possibile tracciare un realistico campo di traiettorie che il velivolo deve necessariamente aver seguito nel suo percorso all'interno del settore di "visuale impedita".

Il tracciato in pianta delle probabili traiettorie (planimetria 3 Allegato "C"), evidenzia una brusca inversione della direzione di volo effettuata dal velivolo dopo circa 4,5 secondi dal suo ingresso nel settore.

L'inversione avviene con un raggio di virata estremamente ridotto e difficilmente comparabile con le normali capacità di manovra di un velivolo quale il P.57.

Appare evidente quindi che una simile manovra possa essere conseguenza solo di una anomala condizione di volo, che, in quanto tale, può derivare esclusivamente da una momentanea perdita di controllo del velivolo da parte del pilota.

Infatti, così come illustrato nelle rappresentazioni grafiche in Allegato "D", di cui di seguito viene riportata la vista dal piazzale della chiesa, durante la fase di avvicinamento al piazzale, ancor prima di effettuare il lancio dei petali, il velivolo deve aver accentuato oltremodo la propria inclinazione alare a sinistra, per poi assumere improvvisamente un assetto molto picchiato.



Una tale condizione di volo, esclusiva conseguenza di una momentanea perdita di controllo del velivolo da parte del pilota, costituisce la fase iniziale del fenomeno di autorotazione o "vite" e

conosciuta come “autorotazione incipiente” o più comunemente “ingresso in vite”.

Dalla condizione di autorotazione incipiente è ancora possibile, per un pilota, recuperare il controllo dell’aeromobile con appropriati e dosati interventi sui comandi di volo che, comunque, non possono prescindere da consistenti alterazioni degli assetti originari di volo ed altrettanto consistenti perdite di quota che, per velivoli della tipologia del P.57, non sono inferiori ai 200/300 metri.

Dalla direzione di impatto, dalle tracce al suolo, dalla disposizione e dalle deformazioni dei rottami si evince molto chiaramente che il velivolo, al momento dell’impatto sul ciglio della terrazza e durante la successiva caduta nel dirupo, non era soggetto ad elevati ratei di rotazione sull’asse longitudinale.

Si presume, quindi, che al primo cenno di perdita di controllo del velivolo il pilota sia intervenuto in maniera corretta sui comandi di volo riuscendo a bloccare la rotazione sull’asse longitudinale e la conseguente imbardata sull’asse verticale, senza però disporre di un sufficiente margine di quota per completare la successiva fase di richiamata.

2.5. CONSIDERAZIONI

E’ possibile che, da una normale condizione di volo rettilineo o in virata, un aeromobile possa diventare incontrollabile qualora si instauri una improvvisa condizione di parziale o totale perdita di portanza (stallo) su di una delle due semiali. In tale frangente, infatti, viene a crearsi un momento di rollio che, oltre ad indurre sul velivolo elevati ratei di rotazione sugli assi longitudinale e verticale, provoca anche un rapido cambiamento della direzione di volo, facendo assumere al velivolo un assetto di caduta che, dopo qualche giro, tende a stabilizzarsi in una traiettoria a spirale verso terra (vite).

La improvvisa perdita di portanza su di una semiala può essere indotta da molteplici fattori quali i seguenti.

a) *Il cedimento strutturale delle superfici portanti.*

L’esame del relitto non ha evidenziato cedimenti preesistenti a carico della struttura e dei comandi di volo.

b) *Specifici interventi sui comandi di volo per la esecuzione intenzionale della vite.*

Per il velivolo Partenavia P.57 l’esecuzione intenzionale della autorotazione o vite è proibita dal manuale di volo. Viste le finalità del volo e la bassa quota disponibile non appare ipotizzabile la

esecuzione intenzionale, da parte del pilota, di una simile manovra.

c) *Brusche manovre in volo effettuate al limite della velocità di sostentamento.*

La velocità di volo posseduta dal velivolo poco prima dell'incidente è stata stimata intorno a 150 km/h. Un tale valore di velocità garantisce un buon margine di sicurezza del campo di manovra anche in condizione di inclinazione alare di 45°, per cui la velocità minima di volo prevista è di 95 km/h.

d) *Interventi violenti e scoordinati sui comandi di volo.*

L'esperienza di volo accumulata dal pilota nel corso degli anni non lascia desumere l'attuazione di simili interventi durante una normale condotta di volo.

Non si può, tuttavia, totalmente escludere che il pilota sia stato indotto a simili interventi durante l'esecuzione della virata di avvicinamento al punto da sorvolare, considerando:

- la quota di avvicinamento relativamente bassa, rispetto al punto da sorvolare, mantenuta dal pilota;
- la particolare disposizione del carico a bordo (buste di petali e passeggero seduto al posto posteriore non vincolato da cinture di sicurezza);
- la possibile presenza di fenomeni di turbolenza localizzata determinati dalle condizioni meteorologiche e dall'orografia del terreno;
- la esecuzione, nel corso del precedente sorvolo, di una manovra spettacolare e molto probabilmente al limite delle normali prestazioni del velivolo.

Movimenti violenti e scoordinati dei comandi di volo, tali da causare asimmetrie di portanza sulle semiali, possono derivare anche dai seguenti fattori.

- *Intervento volontario, ma impreciso, sui comandi di volo da parte del pilota durante la effettuazione di una manovra di rolling pull-out.*

Durante la esecuzione di una virata, il movimento degli alettoni genera una asimmetria di portanza tra le due semiali tale da far ruotare il velivolo sul proprio asse longitudinale (rollio) fino al raggiungimento del grado di inclinazione voluto. La rotazione viene interrotta dal pilota che, con movimento contrario degli alettoni e interventi coordinati sulla pedaliera (timone di direzione), stabilizza l'angolo di inclinazione da cui dipende il successivo raggio di virata.

Durante il movimento di rollio, l'ala che si abbassa tende ad aumentare proporzionalmente il proprio angolo di incidenza aerodinamico in funzione del gradiente di rollio stesso. In presenza di elevati ratei di rollio (*rolling*) unitamente ad elevati fattori di carico (variazioni inerziali del peso) a seguito di richiamata (*pull*), l'ala che si abbassa può incorrere in fenomeni di stallo anche

a velocità di volo molto superiori a quelle minime previste.

Identica situazione può innescarsi allorché al termine della virata il pilota aziona velocemente gli alettoni in senso inverso per riportare le ali orizzontali. In questa fase il rapido movimento degli alettoni tende ad aumentare l'angolo di incidenza della corrispondente porzione di semiala interna alla virata, per cui, in presenza di fattore di carico per richiamata ed ancor prima della reazione del velivolo a ridurre il proprio angolo di rollio, potrebbe instaurarsi una condizione di stallo della porzione di semiala più esterna, tale da far ruotare violentemente il velivolo dalla parte opposta rispetto a quella nelle intenzioni del pilota.

Nel caso specifico, il pilota si stava avvicinando al paese in leggera virata a sinistra incrementando gradualmente l'angolo di inclinazione alare del velivolo.

La traiettoria di avvicinamento, così come ricostruita in planimetria 3 dell'Allegato "C", era stata impostata con parametri e condizioni di volo molto simili a quella del precedente passaggio che lo aveva portato a sorvolare il piazzale in maniera alquanto spettacolare alla vista delle persone sottostanti.

Considerato che la quota di avvicinamento era piuttosto bassa rispetto alle abitazioni del paese (50 metri dal piano piazzale), non si può escludere che il pilota fosse intenzionato a portarsi a ridosso delle prime case per poi, in rapida cabrata, sorvolare il piazzale in maniera spettacolare, così come, molto probabilmente, aveva già fatto nel corso del precedente passaggio.

Una simile manovra, al di là di una insita spettacolarità, non comporta particolari problemi di sicurezza qualora venga effettuata in maniera coordinata e con adeguata successione di intervento sui comandi di volo.

Infatti, da una condizione di volo in virata ad alto angolo di inclinazione alare (il velivolo I-ALIF a circa 5 secondi dall'incidente era già inclinato di 37° in aumento) è indispensabile diminuire, dapprima, l'inclinazione alare, fermare o ridurre al minimo la velocità di rollio e, con ali livellate, effettuare la successiva manovra di richiamata.

Nel caso invece che la richiamata venisse effettuata in concomitanza ad un sostenuto rateo di rollio (*rolling pull-out*) o con grandi escursione degli alettoni, sull'estremità alare interessata ad un maggiore angolo di incidenza si potrebbe instaurare una condizione di stallo, con conseguente asimmetria di portanza tra le due semiali ed inevitabile perdita di controllo con ingresso in autorotazione.

Per quanto argomentato appare verosimile che, al termine della virata, nell'effettuare la necessaria cabrata per sorvolare il paese, il velivolo possa essere incorso in tale fenomeno con principio di autorotazione, prontamente percepito e bloccato dal pilota. Le tracce al suolo attestano, infatti, che l'impatto è avvenuto dopo una inversione di rotta di circa 180° e senza che il velivo-

lo fosse animato da movimenti di rotazione sull'asse longitudinale.

Il pilota, pertanto, dopo una brevissima fase di incontrollabilità, deve essere riuscito a riprendere il controllo del mezzo ma, a causa dell'assetto eccessivamente picchiato assunto dal velivolo e la scarsa quota disponibile, non ha avuto la possibilità di completare la successiva fase di richiamata.

Non si può escludere inoltre che, in concomitanza della manovra di *rolling pull-out*, il velivolo possa aver attraversato una circoscritta zona di forte turbolenza, che, alterando momentaneamente il campo aerodinamico sulle ali, può aver innescato, anzitempo, un fenomeno di stallo asimmetrico sulle stesse.

- Limitazione o alterazioni delle capacità di intervento sui comandi di volo da parte del pilota per intralcio dovuto a spostamenti accidentali del passeggero in cabina.

L'attraversamento di aree di turbolenza particolarmente intensa potrebbe aver causato sobbalzi improvvisi del velivolo, tali da compromettere ulteriormente la già precaria stabilità del passeggero in cabina che, non essendo vincolato da alcuna cintura di sicurezza, potrebbe essere stato sbalzato dalla sua posizione sul sedile posteriore, andando così ad interferire con l'azione del pilota sui comandi di volo in una fase di particolare criticità del volo.

- Reazione istintiva e violenta sui comandi di volo da parte del pilota per evitare oggetti volanti in prossimità del proprio velivolo oppure per rottura del parabrezza o finestrature laterali dovuto ad impatto o passaggio in cabina di un oggetto estraneo.

La possibilità che il pilota sia stato indotto a violente azioni sui comandi di volo per reazione ad eventi improvvisi ed inaspettati quali la percezione in rotta di collisione di oggetti volanti o addirittura la reale collisione con tali oggetti non può essere del tutto esclusa.

Infatti, oltre ai numerosi eventi di oggetti volanti sulla traiettoria di volo del velivolo registrati nel filmato ed identificati dal RIS dei Carabinieri come dardi o frecce di arco da caccia o sportivo, si rileva, a circa un secondo e mezzo prima dell'impatto al suolo del velivolo, un dardo che, ad alta velocità, sembra dirigersi verso il settore di visuale impedita dietro la casa dove, in quel momento, transita anche il velivolo in manovra di avvicinamento sul piazzale della chiesa.

La percezione, in rotta di collisione con il velivolo, di uno di tali dardi, potrebbe aver indotto nel pilota una reazione istintiva sui comandi di volo per evitare l'ostacolo.

Viste le caratteristiche fisiche di tali dardi, l'alta velocità posseduta e le loro notevoli capacità di penetrazione, non può neppure essere esclusa la possibilità che un dardo, colpendo il velivolo in corrispondenza di un finestrino in plexiglas, possa essere entrato in cabina per poi uscire dalla

parte opposta o dal parabrezza, senza lasciare apparenti tracce del suo passaggio sulle strutture e sui passeggeri, ma disturbando notevolmente le azioni del pilota in una fase critica di volo. Nel caso invece di impatto del dardo con altre parti della struttura del velivolo, esso avrebbe avuto scarse possibilità di alterare la stabilità dinamica del mezzo, a meno di colpire e danneggiare un qualche cinematismo dei comandi di volo. L'esame dei cinematismi non ha comunque evidenziato elementi da impatto o danneggiamenti preesistenti all'urto al suolo.

CAPITOLO III

CONCLUSIONI

3. GENERALITA'

Di seguito viene riportata una sintesi degli elementi oggettivi raccolti.

Vengono altresì indicate le probabili cause unitamente ai fattori causali che hanno concorso all'insorgere dell'incidente.

3.1. EVIDENZE

Il velivolo è risultato essere di proprietà di una società certificata per servizi di lavoro aereo con base su altro aeroporto, ma non inserito nel disciplinare della stessa.

Il velivolo, di fatto, era gestito da altra società operante in campo aeronautico, non ancora però certificata per l'effettuazione di lavoro aereo.

Il volo era finalizzato ad una attività di lancio di petali di fiori sul corteo di una cerimonia di nozze, all'uscita dalla chiesa principale del paese.

L'attività di lancio di oggetti da aeromobile in volo può essere effettuata esclusivamente previa specifica autorizzazione da parte della competente autorità.

Nel caso di specie, non era stata rilasciata alcuna autorizzazione al lancio di petali dall'aeromobile.

Il lancio di petali di fiori è stato effettuato nel corso di almeno tre sorvoli del velivolo sulla chiesa centrale del paese.

Il volo era stato segnalato dal pilota agli enti del controllo del traffico aereo come volo di "navigazione".

I sorvoli sull'abitato del paese sono avvenuti a quote inferiori rispetto a quelle previste dalla normativa ICAO sulle procedure di volo di carattere generale.

Nel corso dell'ultimo sorvolo, il velivolo ha effettuato una manovra spettacolare per le persone a terra e, molto probabilmente, anche al limite delle prestazioni del velivolo stesso.

L'incidente è avvenuto durante la fase di avvicinamento al paese del sorvolo successivo. In questa fase, fino a 5,78 secondi prima dell'impatto al suolo, il velivolo è stato ripreso da una videocamera, mentre, in volo regolare, ad una velocità di circa 150 km/h, ad una quota costante di circa 50 metri rispetto alla piazza del paese, impostava una leggera virata a sinistra.

Il velivolo è stato ripreso per l'ultima volta allorché, 5,78 secondi prima dell'impatto, transitando dietro la sagoma di una casa, aveva raggiunto una inclinazione alare a sinistra di 37° in aumento.

L'impatto al suolo è avvenuto all'interno del settore di non visibilità determinato dalla sagoma della casa, con direzione di volo opposta a quella posseduta al momento dell'ingresso.

Il campo di possibili traiettorie all'interno del settore di non visibilità, definito dal tempo di volo di 5,78 secondi, dalla posizione del punto di impatto e dalla direzione di impatto, è caratterizzato da un raggio di inversione di rotta alquanto ridotto rispetto alle normali prestazioni di volo del velivolo.

L'impatto al suolo è avvenuto con traiettoria a picchiare di circa 60° su di un punto più in basso di 90 metri rispetto alla quota di volo del velivolo.

Il rapido cambiamento della direzione e degli assetti di volo è stata determinata da una momentanea perdita di controllo del velivolo da parte del pilota con condizione di autorotazione incipiente.

Al momento dell'impatto il velivolo non era animato da movimento rotazionali sui propri assi. L'autorotazione incipiente è stata immediatamente percepita dal pilota che è riuscito a riprendere il controllo del velivolo fermando, dopo solo mezzo giro, la rotazione sull'asse longitudinale.

La quota disponibile al momento della perdita di controllo non è stata sufficiente per un completo recupero delle normali condizioni di volo livellato.

L'analisi dei singoli fotogrammi del filmato sui sorvoli ha accertato la presenza, in prossimità delle traiettorie seguite dal velivolo, di tracce di oggetti volanti identificati come dardi di arco da tiro o da caccia.

A circa 1,5 secondi prima dell'impatto al suolo del velivolo, si rileva un dardo che, ad alta velocità, sembra dirigersi verso l'area in quel momento occupata anche dal velivolo in virata di avvicinamento al paese.

3.2. CAUSA PROBABILE

Gli elementi oggettivi raccolti consentono di attribuire la causa dell'incidente ad una: momentanea perdita di controllo dell'aeromobile da parte del pilota durante la virata di avvicinamento all'abitato di Caccuri.

La perdita di controllo ha generato una condizione di autorotazione incipiente, per cui il velivolo ha assunto bruscamente un elevato rateo angolare di rotazione sull'asse longitudinale, con conseguente imbardata sull'asse verticale e repentina variazione di assetto di volo a picchiare.

La perdita di controllo si è innescata nel corso di una probabile manovra di *rolling pull-out* attuata dal pilota per sorvolare un centro abitato da una quota di avvicinamento relativamente bassa rispetto ad esso e con velivolo già in virata a sinistra ad alto angolo di inclinazione alare.

La perdita di controllo dell'aeromobile potrebbe anche essere stata favorita dalla presenza fortuita dei seguenti fattori causali:

- azioni scoordinate e violente da parte del pilota nell'eseguire la manovra di *rolling pull-out*;
- turbolenza localizzata con momentanea alterazione del campo aerodinamico intorno al velivolo durante una fase critica di manovra;
- intralcio sui comandi di volo da parte del passeggero a bordo non vincolato alle cinture di sicurezza;
- ingresso in cabina di un dardo di arco sportivo che potrebbe aver colpito il velivolo durante una fase critica di manovra o reazione istintiva sui comandi di volo da parte del pilota nel tentativo di evitare la collisione contro uno dei suddetti dardi in rotta di collisione con il velivolo.

CAPITOLO IV

RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA

4. RACCOMANDAZIONI

Vista la causa dell'incidente ed i fattori che hanno concorso al suo insorgere, si ritiene doveroso ribadire l'importanza:

- di una precisa e puntuale attività di pianificazione, che deve sempre precedere l'esecuzione di ogni volo; infatti, solo una perfetta conoscenza dei limiti della macchina, la minuziosa attività di programmazione delle manovre da effettuare e delle quote minime da mantenere nonché una accurata analisi delle variabili microclimatiche dei luoghi che si vanno a sorvolare possono garantire, ad un pilota, la piena consapevolezza e la necessaria predisposizione nel prevenire potenziali situazioni di pericolo, sempre possibili in ogni operazione di volo comunque condotta nel pieno rispetto delle norme e regolamenti vigenti;
- di un puntuale rispetto da parte dei piloti delle regole del volo di carattere generale, come il mantenimento delle quote minime previste per il sorvolo dei centri abitati ed il divieto di lancio di oggetti da aeromobili in volo;
- di mantenere le cinture allacciate per tutti gli occupanti del velivolo e di fissare in maniera stabile e sicura tutti gli oggetti a bordo.

ELENCO ALLEGATI

- ALLEGATO A:** verifica dell'involuppo di carico e centraggio.
- ALLEGATO B:** planimetrie area incidente.
- ALLEGATO C:** analisi del filmato e traiettorie di volo.
- ALLEGATO D:** ricostruzione grafica della dinamica di impatto.

Gli allegati sopra elencati sono una copia conforme dei documenti originali in possesso dell'Agenzia nazionale per la sicurezza del volo. Nei documenti riprodotti in allegato è stato salvaguardato l'anonimato delle persone coinvolte nell'evento, in ossequio alle disposizioni del decreto legislativo 25 febbraio 1999, n. 66.

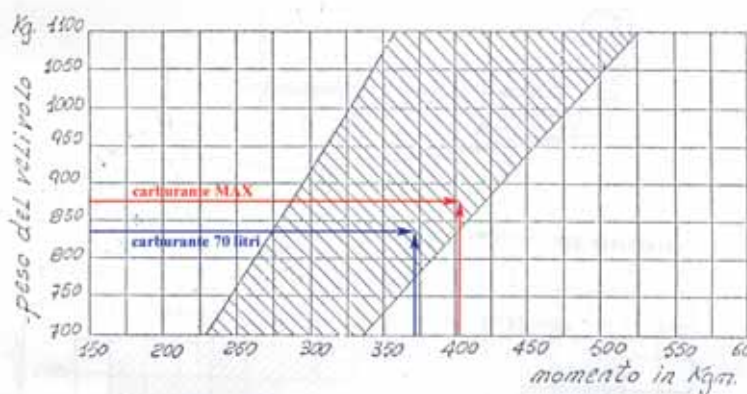
**CALCOLO DEL PESO E CENTRAGGIO
VELIVOLO I-ALIF**

SERBATOI PIENI

DESCRIZIONE	PESO in kg	Momento in kg. m.
Peso a vuoto equipaggiato del velivolo	668,00	239,924
Peso pilota	60,00	22,800
Peso fiori da lanciare	20,00	0
Peso seggiolino destro	-20,00	0
Peso passeggero	60,00	67,200
Peso carburante: (140 - 18) dove 140 = litri consumabili 18 = litri consumati	87,84	71,150
TOTALI	875,84	401,074

SERBATOI CON 70 LITRI TOTALI CONSUMABILI

DESCRIZIONE	PESO in kg	Momento in kg. m.
Peso a vuoto equipaggiato del velivolo	668,00	239,924
Peso pilota	60,00	22,800
Peso fiori da lanciare	20,00	0
Peso seggiolino destro	-20,00	0
Peso passeggero	60,00	67,200
Peso carburante: (70 - 18) dove 70 = litri consumabili 18 = litri consumati	52,00	40,500
TOTALI	840,00	370,424



INVILUPPO DELLE POSIZIONI DEL BARICENTRO
(Tutti i punti che cadono nell'inviluppo soddisfano i requisiti imposti dai limiti approvati del baricentro)

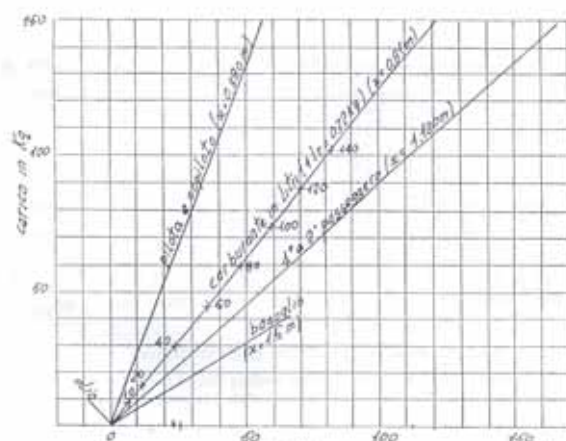
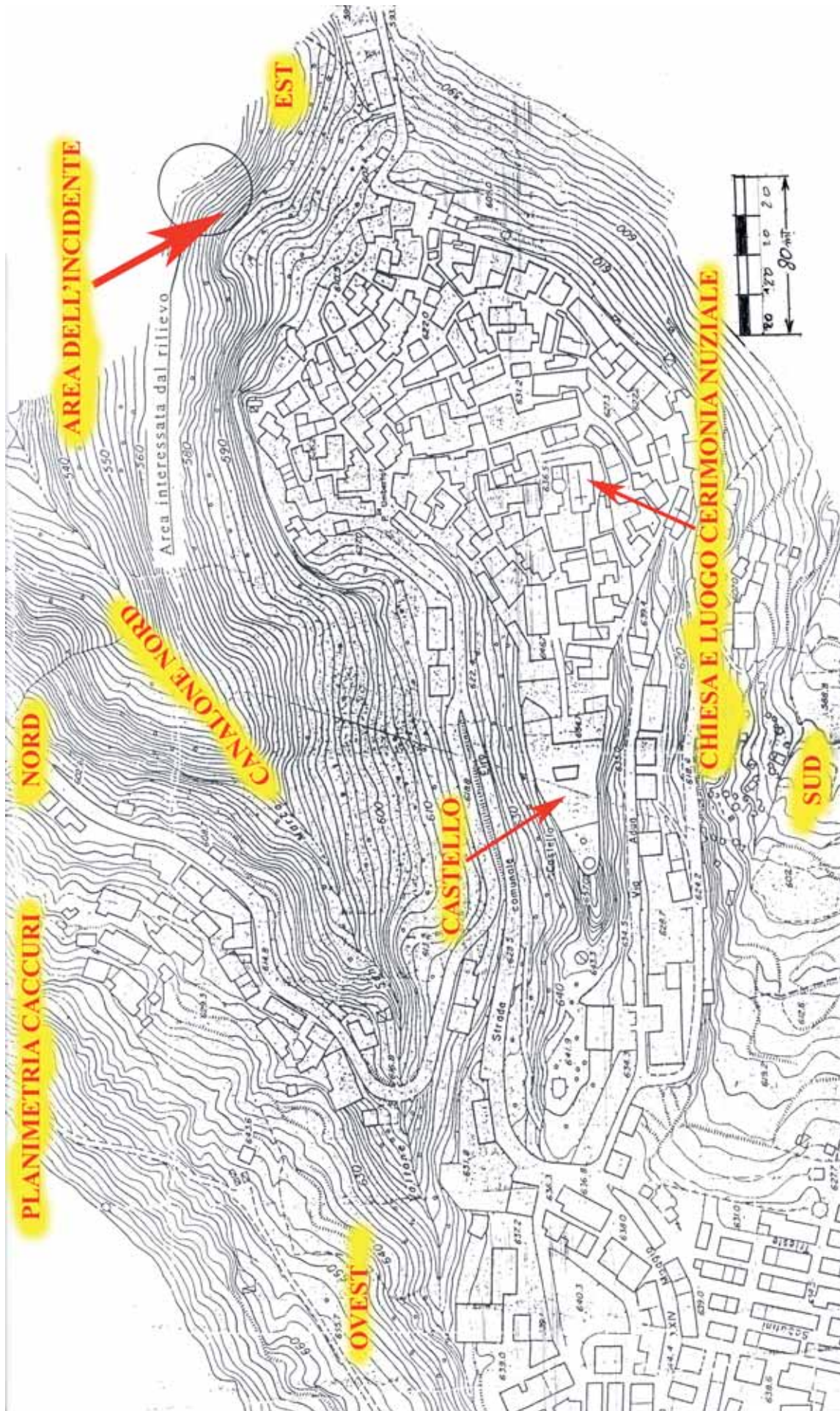
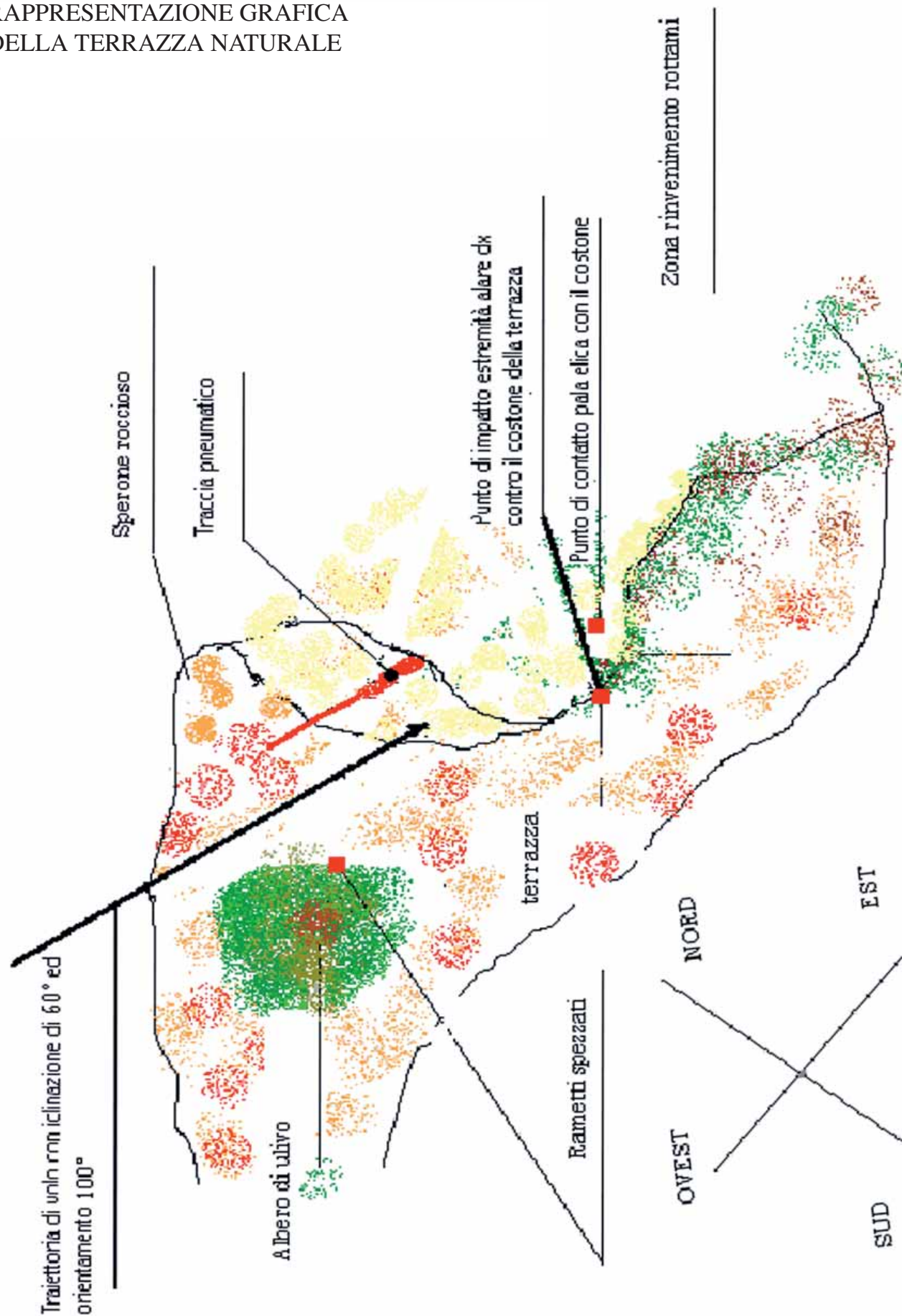


GRAFICO DI CARICO
[Aggiungere al peso a vuoto equipaggiato il peso delle armi installate al carico. Aggiungere il momento in Kg.m di tali armi al momento in Kg.m del peso a vuoto equipaggiato. I valori totali del peso e del momento con l'armamento, dovranno ricadere ad un punto interno all'inviluppo delle posizioni del baricentro. Per il peso a vuoto equipaggiato vedere pag.11.]

10 Aprile 1983



RAPPRESENTAZIONE GRAFICA
DELLA TERRAZZA NATURALE



ESAME FILMATO

Il filmato in esame rappresenta un estratto del video realizzato in occasione della cerimonia di nozze in corso durante l'incidente ed a cui era finalizzata l'attività di lancio dei petali di fiori da parte del velivolo incidentato.

Il video originale è stato realizzato su videocassetta digitale e solo la parte relativa ai sorvoli è stata riversata su supporto CD rom.

Detta parte, della durata complessiva di 1'54"09, è stata riversata così come registrata sul nastro originale senza soluzione di continuità e senza alcuna perdita di qualità. Gli "stacchi" rilevabili sono le effettive interruzioni di ripresa effettuate dal cineoperatore durante i periodi di non visibilità del velivolo.

Nella seguente TABELLA 1 viene riportata la successione temporale dei sorvoli rilevabili dal filmato, con associate le relative condizioni e parametri di volo del velivolo calcolati o dedotte dalla visione dei singoli fotogrammi.

TABELLA 1

Tempi da filmato	Condizioni di volo	Bank	Durata sorvolo	Velocità km/h	Spazio percorso	Quota dal piazzale	Sorvolo
00'06"48 00'17"92	Volo rettilineo Inizio virata dx	20°/25°	11" 44	Non calc.	Non calc.		Primo
00'17"92 00'24"64	Inizio virata dx Fine sorvolo (vir.dx)	25°/30°	6" 72	Non calc.	Non calc.		
00'32"14 00'35"98	Volo rettilineo Fine sorvolo		3" 84	150 ca. (presunta)	160,32 ca.	35 m c.a.	Secondo
00'37"58 00'40"86	In virata dx Fine virata dx	25°/30°	3" 28	150 ca. (presunta)	136 ca.		Terzo
00'40"86 00'46"94	Volo rettilineo Fine sorvolo	20°/25°	6" 08	150 ca. (presunta)	254,84 ca.		
00'47"66 00'55"66	In virata sx Fine virata sx	30°/35°	1" 44	Non calc.	Non calc.		Quarto
00'55"42 00'58"70	Fine virata sx Volo rettilineo		3" 28	150 ca. (presunta)	136 ca.		
00'58"70 01'00"14	Inizio virata dx Fine sorvolo	5°/10°	1" 44	150 ca. (presunta)	42 ca.		
01'14"66 01'15"14	Uscita lampione Fine inquadratura		0" 48			60-70 m	Quinto
01'15"14 01'22"98	Non inquadrato		7" 84	150 c.a. (presunta)	341 ca.		
01'22"98 01'23"86	Inizio manovra Fine manovra	60°/80° var.prua 90°	0" 88 0" 48	Non calc.	Non calc.		
01'23"86	Fine sorvolo						
01'36"18 01'36"45	Leggera virata sx Dietro lampione	05°/10° 05°/10°				51 m	Sesto
01'36"61 01'39"22	Uscita lampione Dietro casa	0°-10° 10°-37°	2" 50	150 ca. calcolata	104 ca. in arco 16°		
01'39"22 01'43"67	Dietro casa DARDO			(150 kmh ca. presunta.)	(237 m.ca. presunta)		
01'45"00	Impatto		5" 78				

Il tempo complessivo del volo, sulla base del filmato, risulta essere di 1'45"00. Considerando le fasi di manovra non visibili e gli "stacchi" di ripresa, il tempo totale di permanenza del velivolo sul cielo di Caccuri può essere stimato non inferiore a 5 minuti.

In funzione dei tempi di volo, della velocità di volo (stimata intorno a 150 km/h) e degli elementi oggettivi visibili nelle riprese, è possibile ricostruire la parte visibile delle traiettorie di volo unitamente alla configurazione del velivolo (flap abbassati in prima posizione).

In planimetria 1: viene riportata la ricostruzione dei tratti visibili delle traiettorie e le direzioni di provenienza dei primi quattro sorvoli.

In planimetria 2: viene ricostruita la possibile traiettoria del quinto sorvolo e della fase visibile di avvicinamento del non avvenuto sesto sorvolo.

In planimetria 3: viene ricostruita la possibile traiettoria di volo seguita dal velivolo prima dell'impatto contro il suolo.

La traiettoria finale di impatto, infatti, si è sviluppata nel settore di visuale impedita dalla sagoma di una casa per cui, relativamente a questa fase, la telecamera non ha ripreso il velivolo nelle ultimissime fasi dell'incidente. L'operatore, comunque, nel tentativo di riprendere il velivolo alla sua uscita da dietro la sagoma della casa, ha continuato nella ripresa con telecamera e relativo microfono rivolti sempre verso l'area in quel momento occupata dal velivolo. L'analisi dei rumori e dei commenti registrati negli ultimissimi secondi di ripresa e le espressioni delle persone inquadrare consentono di risalire, con buona approssimazione, all'effettivo momento dell'impatto ed al regime di funzionamento del motore.

ANALISI DEL RUMORE EMESSO DAL MOTORE

L'analisi in spettro di emissione sonora del rumore registrato nel filmato è stata effettuata presso il Reparto investigazioni scientifiche (RIS) del raggruppamento dei Carabinieri di Roma.

Il rumore emesso dal motore durante i sorvoli fino all'impatto evidenzia una continuità di funzionamento a regimi di rotazione medio alti compatibili con le condizioni di volo in atto.

Nella seguente TABELLA 2 vengono riportati i valori in frequenza del rumore emesso dal motore ed il corrispondente numero di giri al minuto nel corso di ogni singolo sorvolo fino all'impatto.

TABELLA 2

sorvolo	INIZIO		<i>Var. Doppler</i>		MASSIMO		<i>Var. Doppler</i>		FINE	
	Hz	rpm	Hz	rpm	Hz	rpm	Hz	rpm	Hz	rpm
1°	66	1980	+7 +5	+150	71	2130	-7 -9	-270	62	1860
2°	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr
3°	80	2400	+9 +1	+30	80	2430	-9 -15	-450	66	1980
4°	85	2550	+10 0	0	85	2550	-10 -13	-390	72	2160
5°	51	1530	+6 +1	+30	52	1560	-6 -6	-180	46	1380
6°	83	2490	+10 +5	+150	88	2640	-10 -10	-300	78	2340

Dalla frequenza del rumore emesso da un motore alternativo è possibile risalire al numero di giri dello stesso in virtù della correlazione esistente tra le fasi di funzionamento del motore ed il rumore emesso dallo stesso. Infatti, delle quattro fasi caratteristiche di funzionamento di un motore alternativo (aspirazione, compressione, scoppio e scarico) che si susseguono nell'arco di due giri dell'albero motore, solo la fase di scoppio genera il più alto livello di rumore. Quindi, moltiplicando per due il numero degli scoppi al minuto è possibile risalire al numero di giri di un motore alternativo ad un cilindro.

In un motore alternativo a quattro cilindri, invece, gli scoppi di tutti i cilindri si susseguono nell'arco di due giri dell'albero motore in cui si completano anche tutte le fasi del ciclo di ogni cilindro.

Il numero di giri per tale tipo di motore si ottiene dividendo per due il numero degli scoppi al minuto.

Pertanto dalla frequenza emessa dal motore in questione, che mediamente risulta essere di 80Hz, ne derivano circa:

$$80 \times 60 : 2 = 2400 \text{ giri al minuto}$$

Nel corso dei sorvoli viene registrata anche una certa variazione della frequenza emessa dal motore, i cui valori vengono riportati in colore azzurro in corrispondenza di ogni sorvolo.

Una tale condizione può essere indotta dal fenomeno conosciuto come effetto Doppler, per cui un ascoltatore avverte il rumore di una sorgente sonora in avvicinamento con una frequenza più alta di quella effettivamente emessa.

In base alla legge di equivalenza per tale fenomeno in cui:

$$\frac{\Delta \text{Hz}}{\text{Hz}} = \frac{v}{V}$$

[dove:

- ΔHz è la variazione di frequenza registrata;
- Hz la frequenza iniziale;
- v la velocità del velivolo;
- V la velocità del suono]

è possibile calcolare la variazione in frequenza indotta, dalla velocità del velivolo di circa 150 km/h, sulla frequenza effettivamente emessa dal motore.

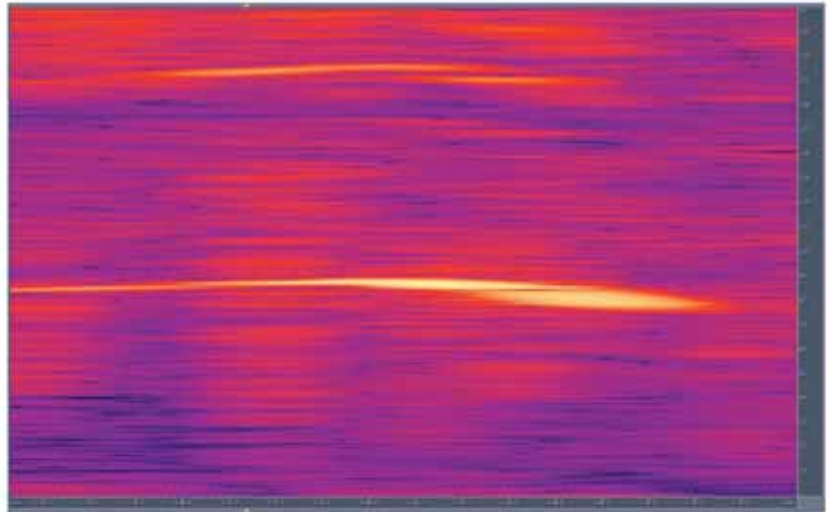
Dal confronto delle variazioni Doppler calcolate per ogni sorvolo (valori in nero sulla tabella), si rileva una certa discrepanza con le variazioni effettivamente registrate; da qui si deduce che le stesse non possano essere attribuibili esclusivamente all'effetto Doppler.

Si ritiene, quindi, che le variazioni di frequenza registrate non siano totalmente attribuibili all'effetto Doppler, ma derivino principalmente da effettive variazioni del regime di rotazione del motore.

Tali variazioni di regime, realmente percepite anche dai testimoni ed interpretate da essi come malfunzionamenti del motore, sono da attribuire ad effettive variazioni di potenza esercitate dal pilota per ottimizzare, probabilmente, le modalità di lancio dei petali.

Per la fase relativa al quinto sorvolo si rileva addirittura un regime di rotazione molto basso, con una riduzione dei giri del motore prossima ai valori di minimo in volo. Una variazione del regime motore di tale ampiezza dimostra che, nel corso di questo ultimo sorvolo, il pilota era ancora alla ricerca dei parametri ottimali di volo per ottenere una migliore precisione di ricaduta dei petali di fiori sul piazzale della chiesa.

Per la fase di volo relativa all'impatto si rileva invece un consistente incremento del numero dei giri fino a 2640 rpm, molto prossimi a quelli massimi, che diminuiscono gradualmente nell'arco dei successivi 2 secondi per poi mantenersi costanti. Durante l'impatto e per un tempo di circa un secondo e mezzo, il rumore del motore diminuisce di intensità senza alcuna variazione di frequenza come da diagramma a lato.

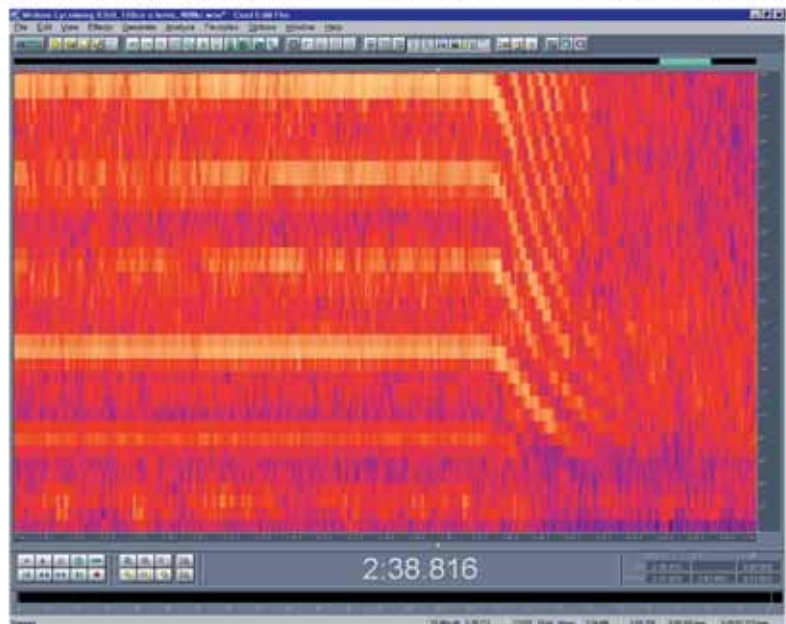


Tale particolarità attesta che, al momento dell'impatto contro il ciglio della terrazza naturale, il motore ruotava ad un regime non inferiore a 2340 rpm e che lo stesso ha continuato a ruotare per qualche frazione di secondo anche durante la successiva fase di caduta nel dirupo.

Al fine di verificare la condizione di un eventuale spegnimento in volo del motore prima dell'incidente, così come riportato da alcuni testimoni, si è proceduto alla effettuazione di alcune prove di spegnimento a terra da vari regimi, di un motore dello stesso tipo di quello installato sul velivolo I-ALIF.

Il rumore generato durante tutte le fasi di spegnimento è stato registrato con telecamera digitale e sottoposto ad analisi spettrale con lo stesso metodo utilizzato per l'analisi del rumore emesso dal velivolo al momento dell'incidente.

L'analisi spettrale evidenzia una brusca caduta della frequenza associata ad una graduale diminuzione dell'intensità sonora durante la fase di spegnimento, così come illustrato nel diagramma a lato.



Il confronto tra l'emissione sonora del velivolo in volo con quella di un motore in fase di spegnimento attesta, con buona certezza, il regolare funzionamento del motore del velivolo I-ALIF prima e durante l'impatto contro il suolo.

CALCOLO DELLA VELOCITA' DI VOLO

Dai fotogrammi relativi ai sorvoli effettuati ed in particolare a quelli relativi alla fase di avvicinamento al paese prima dell'impatto contro il suolo, in cui il velivolo viene ripreso mentre segue una traiettoria di volo ortogonale alla linea di ripresa, è possibile effettuare un calcolo abbastanza attendibile della velocità posseduta dal velivolo fino a 5,78 secondi prima dell'impatto.

Rilevando il tempo relativo ai quattro fotogrammi di uscita del velivolo dalla sagoma del lampione ed essendo nota la lunghezza del velivolo, è possibile effettuare il calcolo della sua velocità di volo:

$$v = \frac{s}{t} \text{ [dove } s \text{ è la lunghezza del velivolo di 6,680 metri; } t \text{ è il tempo totale di fuoriuscita dalla}$$

sagoma del lampione per un tempo complessivo di 0.16 secondi].

La velocità di volo è data quindi da: $6,680:0,16 = 41,75 \text{ m/s} \times 3600 = 150,3 \text{ km/h}$.



Stesso calcolo può essere effettuato per la fase in cui il velivolo transita dietro la sagoma della casa. In questo caso, a causa della non perfetta ortogonalità della traiettoria seguita dal velivolo con la linea di ripresa della telecamera, si stima un valore di velocità leggermente diverso dal precedente, ma comunque dello stesso ordine di grandezza.



CALCOLO DELLO SPAZIO PERCORSO

Dagli stessi fotogrammi utilizzati per il calcolo della velocità di volo è possibile rilevare anche il tempo di volo intercorso tra la fuoriuscita del velivolo dalla sagoma del lampione ed il transito del velivolo dietro la sagoma della casa.

In base a tale tempo ne deriva anche lo spazio percorso dal velivolo nell'arco di visuale di 16° delimitato dal palo del lampione e lo spigolo della casa.

Dal tempo di fuoriuscita del velivolo dalla sagoma del lampione pari a 1'36''45, al tempo di inizio transito dietro la casa pari a 1'39''22, si ottiene un tempo totale di volo di 2''50 che, alla velocità di volo di circa 150 km/h, corrisponde uno spazio percorso di circa 104 metri.

Posizionando un segmento in scala di tale spazio all'interno del settore di 16° come da planimetria 2, si può risalire con buona approssimazione anche alla distanza del velivolo in volo dal punto di ripresa.

RILEVAMENTO DELL'ASSETTO DI VOLO

Durante la fase di volo in uscita dalla sagoma del lampione ed il transito dietro la casa, il velivolo varia gradualmente il proprio assetto laterale, impostando una virata a sinistra fino a raggiungere, prima di essere nascosto dalla casa, un assetto massimo di inclinazione alare a sinistra pari a circa 37° come illustrato nella foto sottostante.



CALCOLO DELLA DISTANZA DEL VELIVOLO DALLA TELECAMERA

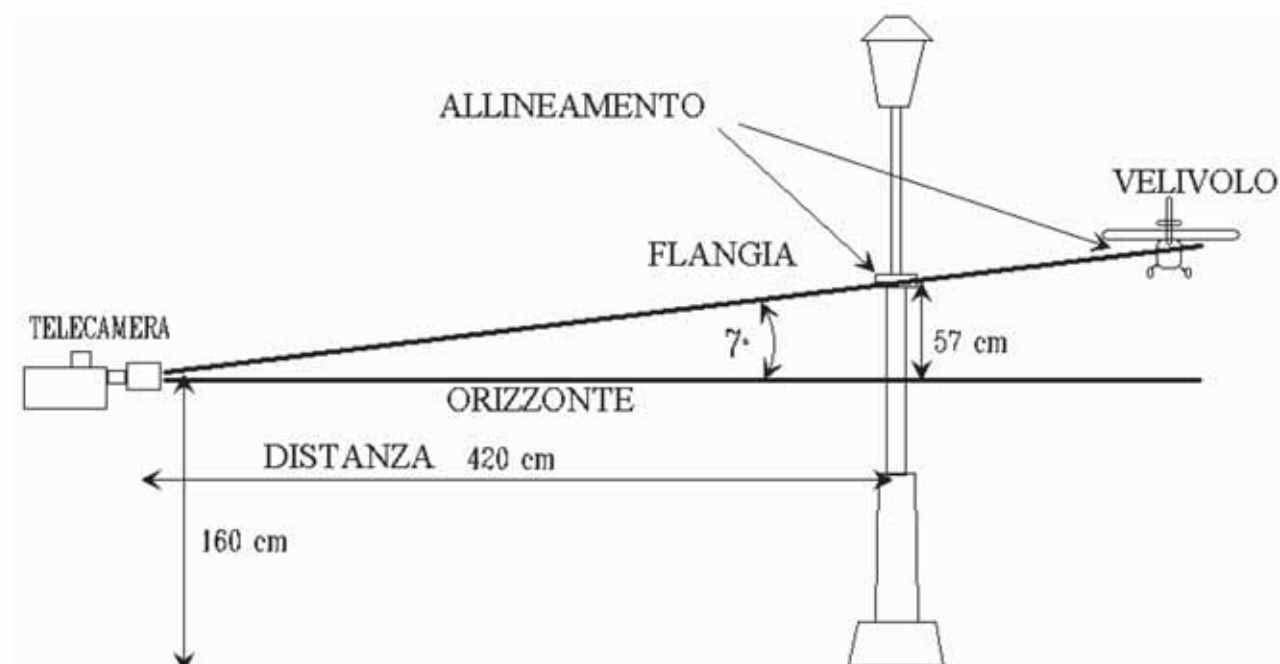
La ripresa video del velivolo, prima del suo transito dietro la sagoma della casa, è stata effettuata con obiettivo zoom, per cui non è dato conoscere con esattezza la lunghezza focale impostata per ogni singolo fotogramma. Tale limitazione rende impraticabile un preciso calcolo della distanza sulla base dei dati ottici dell'obiettivo di ripresa.

E' possibile, tuttavia, con una semplice analisi dei fotogrammi più significativi, effettuare un calcolo approssimativo della distanza esistente tra il velivolo e la telecamera durante il suo transito nell'arco di visuale di 16° determinato dal palo del lampione e lo spigolo della casa rispetto al punto di ripresa.

Rilevata la suddetta distanza è poi possibile effettuare anche un calcolo della quota di volo mantenuta dal velivolo in transito.

Dal fotogramma in esame, ed in maniera più evidente da quelli immediatamente precedenti, si può rilevare una precisa condizione di allineamento tra il velivolo in volo, il cavo elettrico sospeso e la flangia di accoppiamento del palo del lampione.

Realizzando detto allineamento sul piazzale antistante la chiesa con apposito traguardo ottico ad altezza uomo di 1,60 metri, si rileva la esatta posizione della telecamera durante la ripresa e la pendenza della "retta di posizione" riferita al velivolo come da grafico seguente.



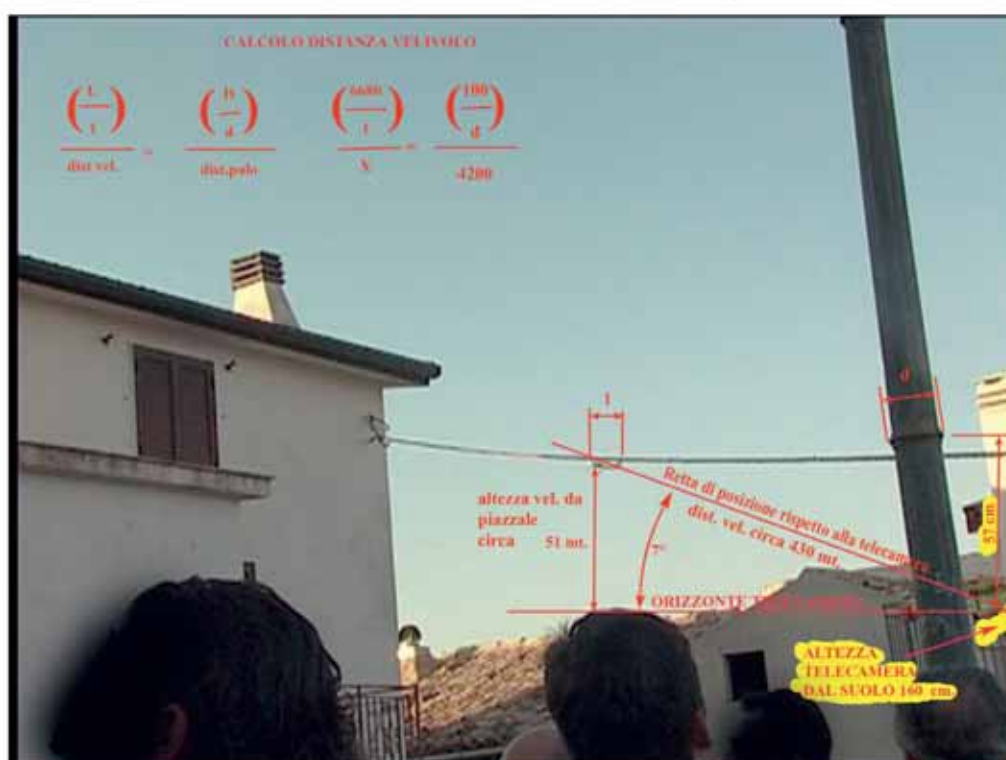
Da una stampa su carta dei fotogrammi più significativi, è possibile calcolare la distanza del velivolo dalla telecamera sulla retta di posizione, indipendentemente dal fattore di ingrandimento della stampa stessa.

Conoscendo l'effettivo diametro della flangia del lampione che è di 100 millimetri e la lunghezza del velivolo che è di 6680 millimetri, si calcola il rapporto tra le dimensioni reali degli oggetti e le loro dimensioni sulla stampa.

L'eguaglianza esistente tra i rapporti calcolati sulle dimensioni degli oggetti visibili, in rapporto alle rispettive distanze dalla telecamera, consente di calcolare la distanza del velivolo sulla retta di posizione conoscendo la distanza della telecamera dal lampione.

Infatti:

$$\frac{\text{Rapporto dimensioni velivolo}}{\text{distanza velivolo}} = \frac{\text{Rapporto dimensioni flangia}}{\text{distanza telecamera-lampione}}$$



Tenuto conto degli inevitabili errori di approssimazione che un tale metodo di calcolo comporta, si ottiene un valore abbastanza realistico della distanza del velivolo dalla telecamera, che varia da un minimo di 400 metri ad un massimo di 430 metri.

In base a tale parametro di distanza, essendo noto l'angolo della retta di posizione che è di 7° , si può calcolare l'altezza del velivolo rispetto al piano del piazzale antistante la chiesa. Infatti con un semplice calcolo trigonometrico si ottiene un valore di circa 50 metri.

TRAIETTORIE RELATIVE AL QUINTO ED ALL'ULTIMO SORVOLO

Dalla planimetria 1 si nota come il pilota abbia effettuato i primi quattro sorvoli seguendo traiettorie di volo e direzioni di provenienza sempre differenti tra loro. La planimetria 2 mostra il campo di possibili traiettorie percorse durante il quinto sorvolo. Per la ricostruzione di questo campo di traiettorie non si dispone di molti riferimenti oggettivi, ad eccezione di qualche fotogramma relativo alla fuoriuscita del velivolo dallo spigolo nord della casa ed altrettanti limitati fotogrammi relativi al suo sorvolo del piazzale.



Fuoriuscita velivolo spigolo nord casa.



Passaggio velivolo su piazzale.

Dalla prima apparizione dietro lo spigolo della casa al sorvolo del piazzale trascorre un tempo di 7,84 secondi, in cui il velivolo viene cercato dall'operatore alla telecamera senza essere mai inquadrato.

Al momento del suo passaggio sul piazzale, la telecamera registra un rumore emesso dal motore compatibile con un regime in diminuzione da 1530 rpm a 1380 rpm prossimo al minimo in volo. Stimando una velocità di volo compresa tra 120 e 150 km/h, si può calcolare un intervallo di spazio percorso dal velivolo dalla sua prima apparizione dietro lo spigolo della casa fino al suo arrivo sul piazzale che risulta essere compreso tra un minimo di 261 metri ed un massimo di 327 metri.

Tale spazio, trasferito in scala sulla planimetria 2, consente di tracciare un realistico campo di traiettorie che il velivolo, in manovra con un ampio raggio di virata, deve aver necessariamente seguito per portarsi sul piazzale e lanciare i petali di fiori.

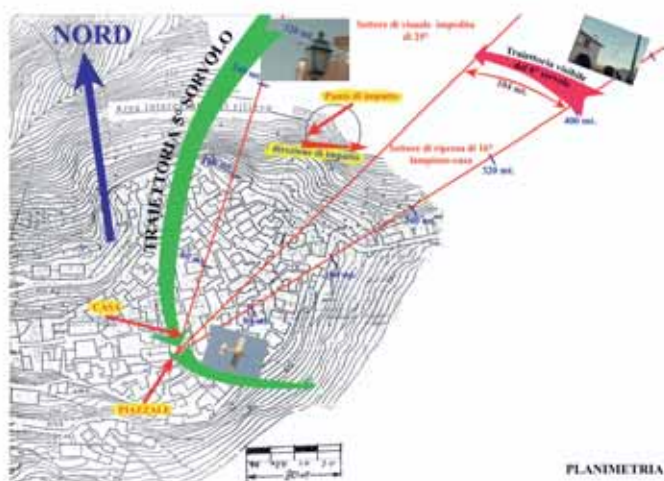
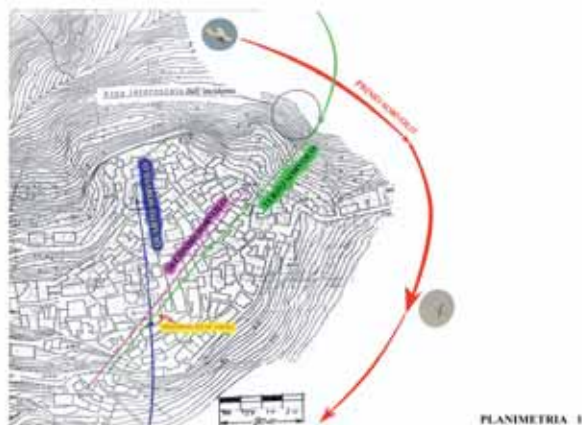


Con riferimento alla rapida variazione di prua manifestata dal velivolo al momento del sorvolo del piazzale, così come illustrato graficamente nella figura precedente, è possibile prolungare il campo di traiettorie che, con ridotto raggio di virata, prosegue verso l'ampia vallata ad est del paese.

Con riferimento ai calcoli di distanza dal piazzale e del tragitto percorso dal velivolo nel settore di 16° in avvicinamento al paese per il sesto sorvolo, è possibile tracciare un campo di probabili traiettorie seguite dal velivolo pochi istanti prima dell'incidente. Nel settore di 16° il velivolo si muove verso ord-Nord/Ovest con prua compresa tra 280° e 350° magnetici come illustrato nelle planimetrie 2 e 3 riportate di seguito.

Il prolungamento naturale della traiettoria percorsa nel settore di 16° evidenzia una impostazione della manovra di avvicinamento al paese molto simile a quella del precedente quinto sorvolo.

Questa particolarità fa desumere che il pilota avesse intenzione di effettuare il successivo sesto sorvolo con le stesse modalità e parametri di volo del precedente quinto sorvolo, partendo, però da una distanza dal paese più ravvicinata e da una quota più bassa.



IDENTIFICAZIONE E TRAIETTORIE OGGETTI VOLANTI

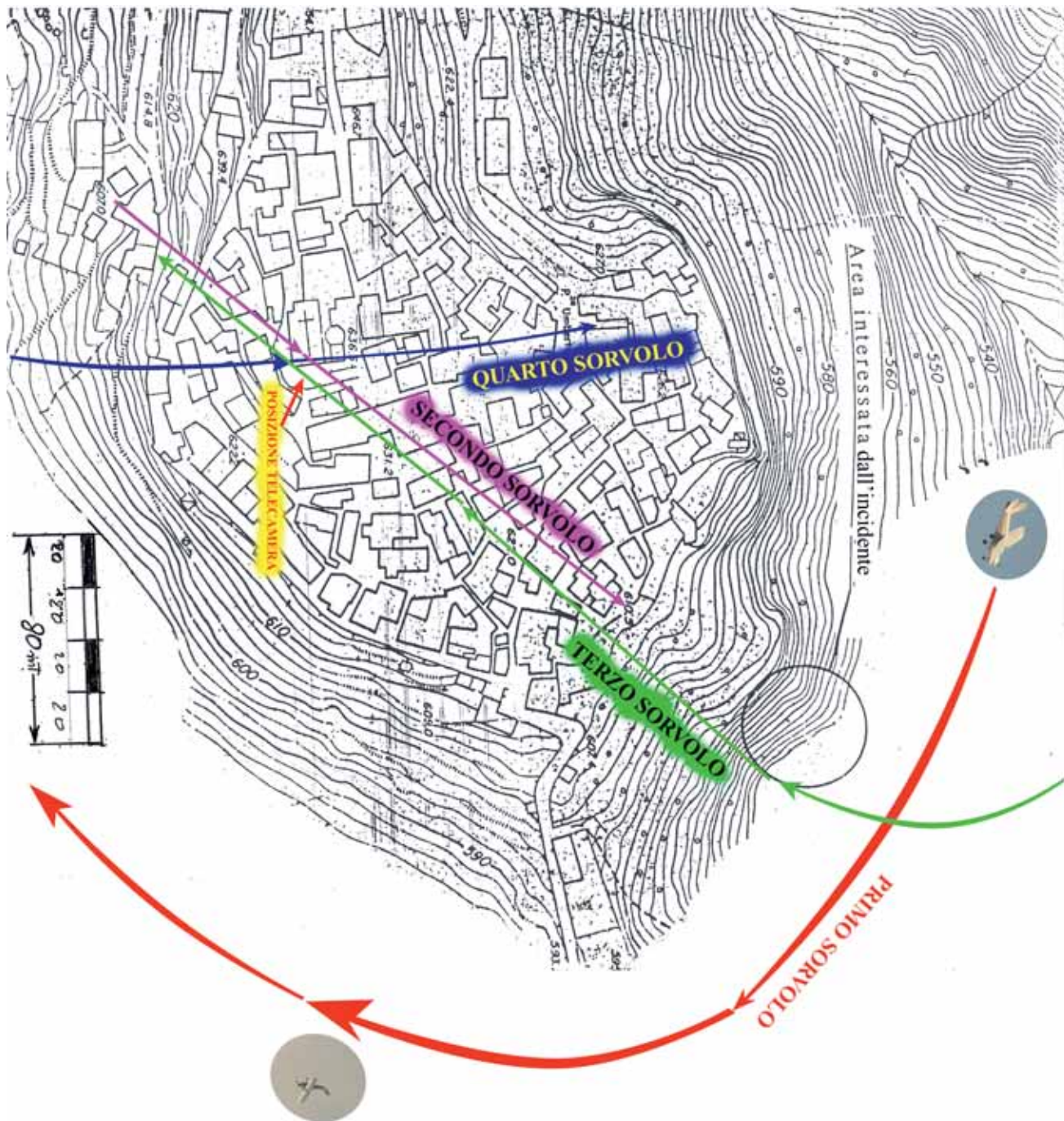
Così come rilevato dalle analisi effettuate, su alcuni fotogrammi del filmato sono presenti tracce di oggetti volanti, che prove sperimentali accreditano a dardi o frecce di arco scagliate da almeno due distinte posizioni.

In almeno due occasioni si rileva che detti dardi attraversano la traiettoria del velivolo in volo come da stampa sottostante dei fotogrammi relativi.

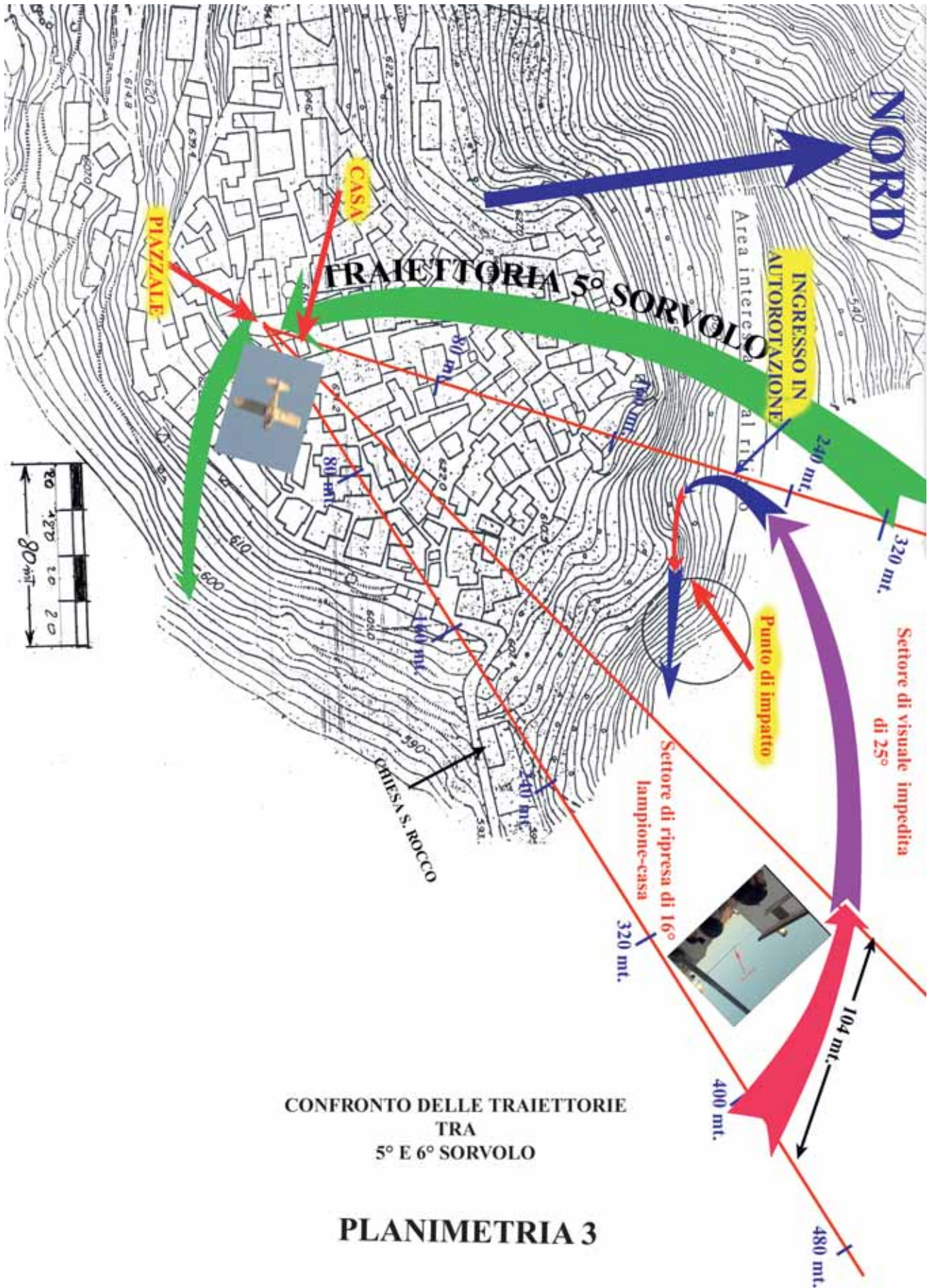


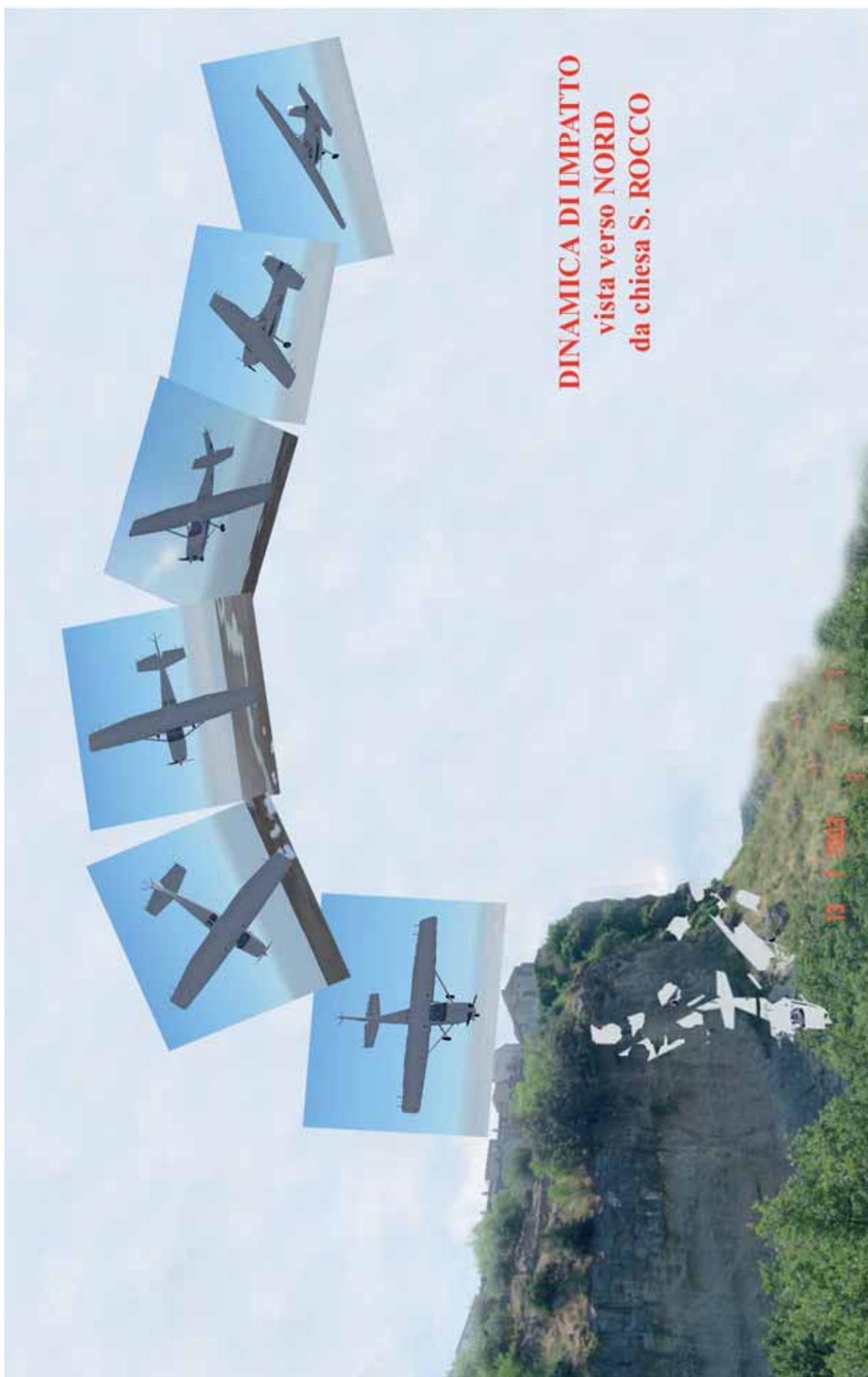
Nel fotogramma relativo al tempo di 1'43"41 riprodotto di seguito, ossia a circa 1,49 secondi prima dell'impatto del velivolo al suolo, si rileva un dardo che, in veloce salita, si dirige dietro la casa approssimativamente nella zona in cui si trova anche il velivolo in virata di avvicinamento al paese.





PLANIMETRIA 1





DINAMICA DI IMPATTO
vista verso NORD
da chiesa S. ROCCO



DINAMICA DI IMPATTO
vista verso Sud
da canale a Nord di Caccuri

