

Luca Alfieri

3667-24

V. del Piombo 12, Bologna

A

GIURIA DELLA REPUBBLICA
BOLOGNA

A7

- 8. LUG 1991 -

[Signature]

RELAZIONE SULL'INDAGINE TECNICA RELATIVA AL DISASTRO
AVIATORIO DEL 6 DICEMBRE 1990 A CASALECCHIO DI RENO


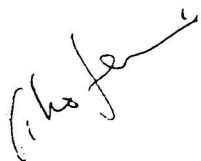
Collegio dei periti:

- Enrico Lorenzini
- Onelio Morselli
- Franco Persiani
- Attilio Salvetti
- Vittorio Sanseverino
- Marcello Sclaris

Luca Alfieri
Paolo
Francesco
Attilio Salvetti
Vittorio Sanseverino
Marcello Sclaris

INDICE

1.	PREMESSA	1
2.	DESCRIZIONE SINTETICA DELL' INCIDENTE	2
3.	DESCRIZIONE DEL VOLO	2
3.1	Programmazione del volo	2
3.2	Pianificazione del volo	2
3.3	Esecuzione	3
3.3.1	Fase del volo antecedente la "piantata motore"	3
3.3.2	Fase del volo successiva alla "piantata motore"	4
4.	CONDIZIONI ATMOSFERICHE	6
5.	ASSISTENZA FORNITA ALL' AEROMOBILE	6
6.	VALUTAZIONE DELLO STATO DELL' AEROMOBILE	7
6.1	Criteri di sicurezza e di durata degli aeromobili	7
6.2	Informazioni sull' aeromobile MB 326E MM 54386	9
6.3	Informazioni sui velivoli MB-326	11
7.	METODOLOGIA SEGUITA NELL' INDAGINE	12
8.	RILIEVI SUL RELITTO E SUA RICOSTRUZIONE	12
9.	DATI OBIETTIVI E PRIME DEDUZIONI	13
10.	QUESITI TECNICI SULLE PRESTAZIONI VELIVOLO/MOTORE	14
11.	PROVE SUL VELIVOLO MB326E E SUL MOTORE VIPER	14
12.	RICOSTRUZIONE DELLA FASE FINALE DEL VOLO SUCCESSIVA AL PASSAGGIO SULLA VERTICALE DEL CAMPO	16
12.1	Mappa radar	16
12.2	Individuazione della sincronizzazione temporale	17
13.	COLLOCAZIONE TEMPORALE DEGLI EVENTI	19
14.	SVILUPPO DELL' INCENDIO E SUOI EFFETTI SUL VOLO	21
15.	CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE SULLE FASI FINALI DEL VOLO	24
16.	RICERCA DELL'ORIGINE DELLA PERDITA DI COMBUSTIBILE	27
16.1	Valutazione dell'entità della perdita di combustibile	27
16.2	Compatibilità della perdita con la portata erogabile dalla pompa di alimentazione combustibile e individuazione delle possibili localizzazioni delle perdite	30
17.	CONCLUSIONI	32
	RISPOSTE AI QUESITI	34



1

RELAZIONE SULL'INDAGINE TECNICA RELATIVA AL DISASTRO
AVIATORIO DEL 6 DICEMBRE 1990 A CASALECCHIO DI RENO

La presente indagine tecnica è stata svolta per l'ufficio del P.M. in ordine al disastro aviatorio del 6/12/90 per caduta dell'aeromobile militare MB 326E matricola 54386 su Casalecchio di Reno.

1. PREMESSA

In data 19/12/90 i Pubblici Ministeri Dr.Serpi e Dr.Spinoza conferivano ai sottocitati

- Enrico Lorenzini
- Onelio Morselli
- Franco Persiani
- Attilio Salvetti
- Vittorio Sanseverino
- Marcello Sclaris

l'incarico di Consulenza Tecnica, come da Verbale allegato, formulando i quesiti in esso verbale riportati (all.1).

La commissione così nominata ha proceduto mediante riunioni collegiali o di alcuni suoi membri:

- all'esame di tutto il materiale sequestrato nonché di tutta la documentazione messa a disposizione (registrazioni, foto, video, testimonianze, interrogatori, ecc.);
- alla ricostruzione del relitto e del suo esame mediante indagini ripetibili;
- alla impostazione e all'esecuzione di programma di prove su motori e velivoli similari.

Alla data della presente relazione sono state tenute 52 sedute di lavoro.

La Commissione ha ritenuto di tener conto, nella stesura del presente rapporto, dello schema standard per analisi di incidenti di velivoli militari, al solo scopo di seguire una procedura consolidata nell'esposizione dei fatti, per poi formulare le risposte ai quesiti posti dai P.M. (Riferimento Proc. AMI OP-2) che costituiscono parte integrante della presente relazione.

Nel seguito si farà riferimento al tempo convenzionale di Greenwich, identificato col simbolo convenzionale Z, che risulta essere un'ora in



anticipo rispetto al tempo locale. I tempi citati sono quelli dell'allegato 13, modificati dal Collegio secondo i criteri di sincronizzazione definiti nell'allegato stesso.

2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL' INCIDENTE

In data 6/12/90 circa alle ore 9.33 Z il velivolo militare MB 326E matricola 54386, con incendio a bordo e senza pilotaggio, impattava, in località Casalecchio di Reno, contro l'Istituto G. Salvemini in via del Fanciullo, 22.

In seguito all'urto il velivolo andava completamente distrutto causando per l'impatto e susseguente incendio, la morte di 12 persone ed il ferimento di oltre ottanta.

L'edificio impattato riportava conseguentemente estesi danni.

Il pilota S.Ten. Viviani si era in precedenza eiettato dall'abitacolo, alle ore 9.32.02 Z riportando lesioni alla colonna vertebrale ed atterrando nei pressi del cimitero di Borgo Panigale.

3. DESCRIZIONE DEL VOLO

3.1 Programmazione del volo

Il volo eseguito dal velivolo MB 326E dell'incidente era stato programmato quale esercitazione in cooperazione con l'Esercito (COE). Esso doveva consistere nell'effettuare un passaggio a bassa quota e velocità relativamente elevata in prossimità di una batteria missilistica sita in località tra Castelmasa e Legnago, onde consentire di accertare le modalità di intercettazione simulata.

3.2 Pianificazione del volo

La missione era stata autorizzata dal Comando della Prima Regione Aerea con telex datato 27/11/90 e programmata dall'ente militare ROC-JASC di Montevenda che ne ha stabilito lo svolgimento per il giorno 6/12/90, attribuendole la denominazione A356.

Il piano di volo, inserito nel programma dei voli del 3° Stormo di Villafranca redatto il 5/12/1990, fu consegnato al S.Ten.Pilota Viviani,

[Handwritten signatures and initials]

cui era stata affidata la missione, e prevedeva il sorvolo di una infrastruttura militare dell'Esercito in prossimità di Ceneselli (Rovigo) a partire da tre punti iniziali (I.P. Initial Point) diversi che andavano lasciati in direzione dell'obbiettivo in corrispondenza di orari stabiliti; precisamente:

- 1 I.P.- Zevio 09.00.00 Z
- 2 I.P.- Crevalcore 09.13.00 Z
- 3 I.P.- Migliarino 09.26.00 Z

Il S.Ten.Viviani aveva pianificato la missione modificando leggermente il 2° I.P. onde evitare il sorvolo del centro abitato di Crevalcore.

POI VA SU UN CENTRO PIU' GROSSO

3.3 Esecuzione

3.3.1 Fase del volo antecedente la "pianata motore"

Il velivolo è decollato dalla base aerea di Villafranca alle ore 08.48.00 Z con il pieno di carburante, come da prassi.

Le ispezioni pre-volo ed il "go-around" non hanno individuato nulla di anormale né tracce di perdite di fluido in piazzola.

Nulla di anormale segnalato nel decollo, fase di salita e fasi di volo successive, avvenute a quote variabili tra 500 e 2000 ft (piedi) con regimi motore variabili tra 85 e 90% dei giri (RPM).

Sino al momento del primo inconveniente rilevato ("pianata motore") l'esecuzione del volo si è svolta in buon accordo con la pianificazione dello stesso.

Non avendo inserito il "transponder" in questa fase del volo, le registrazioni radar non consentono di identificare lo specifico velivolo e quindi ricostruire per questa via i percorsi.

Che il transponder non fosse inserito è normale in una missione di questo tipo, che si prefigge lo scopo di simulare un attacco nemico che deve venir individuato ed intercettato dal radar della batteria di terra.

SIAMO IN TEMPO DI PACE

Nell'allegato 2 è tracciato lo schema del percorso del velivolo così come pianificato. In base ai tempi previsti nella pianificazione del volo, si può ritenere che esso potesse in effetti svolgersi senza difficoltà.

Dopo aver effettuato il primo sorvolo della batteria dell'Esercito (a partire dal primo I.P.) il pilota ha orbitato nei dintorni del 2° I.P. per qualche minuto, lasciandolo alle 9.14 Z circa in accordo ai tempi pianificati (ritardi di 1 o 2 minuti rientrano pienamente nella prassi)

Handwritten signatures and initials:

- Handwritten signature (left)*
- Handwritten signature (middle-left)*
- Handwritten signature (middle-right)*
- Handwritten signature (right)*
- Handwritten signature (far right)*

dirigendo nuovamente verso la batteria.

Dalle dichiarazioni rese dal pilota e dalle comunicazioni T.B.T. la "piantata motore" si sarebbe verificata nella fase di avvicinamento all'obbiettivo, ossia tra Camposano e Trecenta (all.3).

3.3.2 Fase del volo successiva alla "piantata motore" NORD DI FERRARA OLTRE IL PO 30KM VERSO UGINASO

Al momento della "piantata motore" il velivolo avrebbe avuto una velocità di 320 KTS (nodi), quota di circa 500 ft e motore al 91% RPM.

La collocazione temporale di tale evento può essere fatta solo con una certa approssimazione in quanto il pilota, sperimentata l'improvvisa e netta diminuzione di spinta, ha reagito correttamente cercando subito di sfruttare l'energia cinetica disponibile per guadagnare quota.

Dalle trascrizioni dei canali 6 e 7 del nastro registrato presso SCC/AM di Padova, di cui all'allegato 13, risulta che la prima comunicazione dell'inconveniente è data dal pilota alle ore 9.17.44 Z.

"É al nord di Ferrara, piantata motore, 150 nodi, 4500 piedi" aggiungendo, poco dopo:

"Se ci arriva, dirige sul campo di Ferrara direttamente."

Alle ore 9.20.15 Z il pilota aggiunge:

"Si è forse riacceso. Comunque non fa più del 72% con 150 nodi. Provo ad andare a Bologna..."

Alle ore 9.24.43 Z, il pilota comunica a Villafranca:

"Sono riuscito a prendere i 5000 piedi, ora [i giri] sono bloccati su 71%". Poco dopo dichiara una velocità di 155 nodi e successivamente aggiunge di dirigere su Bologna:

"Bologna 155, 5300 piedi, dovrebbe farcela".

Villafranca fornisce adeguate istruzioni per l'atterraggio ed il pilota, alle ore 9.25.18 Z aggiunge:

"Comunque ho il relight continuamente premuto, altrimenti più di 60 [%] non dà"

"Le taniche sono vuote perché le ho gettisonate ed ho 800 libbre [di carburante]"

In base ai dati precedenti ed al momento in cui il transponder è stato inserito, con conseguente identificazione radar e collocazione temporale, si è proceduto a ritroso individuando intorno al tempo 9.17 Z l'evento della presunta "piantata motore".

Da questo punto in poi la descrizione di quanto rilevabile dai tracciati

radar (all. 5 e 6) nonché dalle comunicazioni TBT, è riassunto nell'allegato 4.

In sintesi, dopo la piantata motore, il velivolo ha guadagnato quota, il motore ha ripreso, fornendo una potenza che si è andata gradualmente riducendo, mantenendosi comunque ad un livello idoneo alla prosecuzione del volo.

In questa fase il velivolo sembra aver avuto consumi eccessivi di combustibile (...ho 800 lb...).

Il pilota, nelle testimonianze rese (all.9), ha dichiarato di avere controllato l'eventuale presenza di segnalazioni di avarie ai vari circuiti del velivolo senza peraltro rilevare nulla di anomalo.

Dopo una prima intenzione di dirigere sull'aeroporto di Ferrara e la successiva decisione di rinunciarvi dopo aver constatato la non idoneità di tale aeroporto per l'atterraggio del MB 326, è stata presa la decisione di andare ad atterrare a Bologna, essendo tale aeroporto il più vicino e dotato di pista idonea per un atterraggio con motore in avaria.

Infatti i velivoli monomotore con avaria parziale o totale al propulsore, sono in grado di atterrare, su pista di adeguata lunghezza, secondo una procedura che prevede una graduale perdita di quota con una traiettoria a spirale da un punto chiave che per l'MB326E è di 2500 piedi.

Tale procedura, detta di "atterraggio forzato", descritta nella parte III del manuale di pilotaggio (pag.3.13) viene eseguita periodicamente in fase addestrativa dai piloti.

L'avvicinamento a Bologna è avvenuto ad una quota attorno ai 5000 ft e con una velocità di 150 KTS circa, secondo una procedura che appare regolare, le segnalazioni di emergenza sono state date, il pilota ha ricevuto da Villafranca le raccomandazioni ed istruzioni, come da procedura, per l'atterraggio in situazioni come quella riscontrata.

Il pilota ha iniziato la discesa impostando, una volta superata la verticale dell'aeroporto ad 1/3 pista, un circuito di atterraggio forzato, adatto a portare il velivolo sulla pista anche in totale assenza di spinta motore e cioè una prima virata di 270 gradi per portarsi a 2500 piedi, per poi successivamente, con una seconda virata di 360 gradi, effettuare l'atterraggio sulla pista 30.

Fino a questo punto, tranne la spinta ridotta del motore, non sarebbe avvenuto nulla di anomalo.

Nella fase iniziale della prima virata, l'aereo improvvisamente iniziava a

MANOVRA ASSOLTA E LUNGA SE
FATTA IN AVARIA GRAVE - PERICOLOSA
SE EFFETTA SU DI UN CENTRO ABITATO

7
 delfinare, mentre il pilota avvertiva vibrazioni, rumori ed il rapido degrado della risposta dei comandi fino alla perdita completa prima del comando longitudinale, poi di quello direzionale, decidendo quindi di eiettarsi.

Dopo l'eiezione il velivolo incontrollato ed incontrollabile cambiava direzione dirigendosi in fiamme verso Casalecchio ove impattava nell'edificio scolastico.

Le fasi del volo dal momento della piantata motore all'impatto saranno discusse in dettaglio più avanti.

4. CONDIZIONI ATMOSFERICHE

Le condizioni atmosferiche erano ottime e nessuna correlazione può farsi tra queste e gli eventi del tragico volo.

5. ASSISTENZA FORNITA ALL' AEROMOBILE

Allo stato attuale delle analisi, l'assistenza via radio al pilota è stata conforme alle procedure in casi del genere.

Alla luce di quanto accertato non è stato segnalato al pilota da terra la presenza di fuoco a bordo. !!

A questo proposito si deve osservare l'esistenza della seguente conversazione telefonica fra VV.FF e torre Bologna; la trascrizione seguente non compare nell'all.13 e quindi il Collegio, a tutt'oggi non è in condizioni di esprimersi circa la coerenza dei tempi indicati con i criteri di sincronizzazione adottati dal collegio stesso e discussi nell'all.13.

09.30.50 VV.FF Twr, twr di controllo; twr di controllo da pista vigili, cambio.

09.30.58 TWR pista vigili da twr.

09.31.01 VV.FF c'ha comunicato una nostra partenza, via radio, che c'è un aereo che sta arrivando con un motore in fiamme, cambio.

09.31.10 TWR sta atterrando per tre-zero. no è surriscaldato il motore; adesso le faremo sapere qualcosa.

09.31.19 VV.FF ok. è una comunicazione che ci è arrivata via radio da una partenza in giro per

Viktor

AV

J.

Q. M. S.

Bologna, cambio.

La risposta "no è surriscaldato" è probabilmente da collegarsi con la frase pronunciata dal pilota

"Bologna, Bologna, Alfa 356"....

"Una buona giornata: un Mike Charlie 32 ha piantato motore, ora ha riaccesso col 75% dei giri, però.... la temperatura è molto alta, crede di essere a 15 miglia dal campo, con 195 in prua.....un atterraggio immediato".

Nessuna segnalazione sul fuoco è poi pervenuta dall'elicottero in quanto il suo equipaggio stava osservando, in accordo con una interpretazione troppo restrittiva delle procedure, il silenzio radio.

Non risulta infine al Collegio che vi sia stato un sistematico controllo visivo da parte del personale della torre di Bologna durante la fase di avvicinamento ed in particolare durante l'attraversamento pista.

6. VALUTAZIONE DELLO STATO DELL' AEROMOBILE

6.1 Criteri di sicurezza e di durata degli aeromobili

L'età dei velivoli non è di per sé un fattore determinante per il loro mantenimento in esercizio. Con riferimento alle strutture, le limitazioni della vita operativa dei velivoli derivano generalmente dai due fattori seguenti:

- affaticamento delle strutture con conseguente riduzione della capacità resistente alle sollecitazioni di impiego, per effetto di propagazione di fessurazioni

- sviluppo di processi di corrosione che indeboliscono la struttura.

Entrambi questi aspetti sono tenuti sotto costante stretta sorveglianza mediante ispezioni e controlli non distruttivi programmati.

Trattandosi di fenomeni richiedenti un tempo relativamente lungo per giungere a condizioni critiche, l'adozione di un adeguato programma di ispezione/manutenzione è un criterio atto a garantire la sicurezza di funzionamento.

L'accertamento comunque di un danneggiamento in atto, per entrambe le fenomenologie prima indicate, non significa che il velivolo non possa essere impiegato ancora in sicurezza: a tal fine, durante le operazioni di ispezione/manutenzione, le parti non più integre sono sostituite o riparate irrobustendole per ripristinare l'originario livello di sicurezza.

V. Rossi

AV

J.

EG

AKL

Per quanto attiene alla vita degli apparati (e tra questi il motore) installati a bordo, il criterio è analogo.

Vi sono in questi casi due limitazioni di impiego ben definite:

- il limite di ore calendariali (LIC)
- il limite di ore di funzionamento (LOF)

Entrambi questi limiti impongono lo sbarco dell'equipaggiamento dal velivolo e l'invio alla revisione.

Durante la revisione vengono sostituite tutte le parti che hanno una scadenza e quelle che mostrano segni di usura.

Dopo di che l'apparato viene rimontato e provato funzionalmente al banco.

Superati tutti i controlli e le prove, esso viene dichiarato "reimpiegabile ad ore zero".

In altri termini il funzionamento di un apparato così revisionato fornisce lo stesso livello di garanzia di funzionamento sicuro quale si ha per un apparato nuovo.

Anche il velivolo subisce, ad intervalli programmati, una revisione totale.

Tutte le operazioni prescritte di ispezione/manutenzione sono oggetto di registrazione in appositi documenti ove sono riportate le operazioni effettuate e le annotazioni del caso, lo scopo è quello di individuare che cosa è stato fatto, da chi è stato fatto e le eventuali anomalie riscontrate, in questo modo "è" possibile ricostruire ogni evento/azione/operazione della storia del velivolo.

Tutte queste operazioni, se correttamente eseguite, garantiscono la sicurezza del volo, nel senso che la probabilità di malfunzionamenti o avarie nell'impiego è ridotta a livelli estremamente bassi.

I criteri prima sinteticamente esposti sono identici sia per i velivoli militari che per quelli civili.

Possono essere diversi gli intervalli temporali alla scadenza dei quali devono essere effettuate le operazioni di ispezione/manutenzione prima descritte.

In genere tali intervalli temporali sono più lunghi per i velivoli civili di quelli adottati per i velivoli militari.

La ragione di ciò discende, in generale, dai criteri di progetto che per i velivoli civili devono garantire una durata di vita minima, espressa in ore di funzionamento, sensibilmente maggiore di quella richiesta per l'impiego militare.

Handwritten signatures and initials at the bottom of the page, including a large signature on the left, a signature in the center, and several smaller initials on the right.

6.2 Informazioni sull'aeromobile MB 326E MM 54386

-l'aeromobile MB 326E MM54386 n. di costruzione 6499 è stato consegnato, da nuovo, all'Aeronautica Militare Italiana in data 18/10/1974.

-In data 10/04/1978, l'aeromobile è rientrato in ditta (Aermacchi-Varese) per lievi riparazioni strutturali nella zona della fusoliera corrispondente al punto di sollevamento posteriore, in seguito a danneggiamenti avvenuti accidentalmente durante operazioni di manutenzione.

L'aeromobile è stato riconsegnato all'AMI in data 02/04/1979.

-In data 14/04/1980, l'aeromobile con 993.25 ore di funzionamento è rientrato in Ditta per essere sottoposto a Revisione Generale ed è stato riconsegnato all'AMI in data 28/05/1982; al momento della riconsegna aveva totalizzato 998.25 ore di volo, delle quali 05.00 dopo la revisione.

Dall'esame del libretto di identità del velivolo e delle parti seconde del libretto di volo si è potuto accertare che il velivolo ha svolto, nel periodo successivo alla revisione generale, una attività di 818 che corrispondono ad un rateo mensile inferiore alle 7 ore.

Nel periodo 12/10/1987 fino al 23/11/1989 il velivolo è rimasto fermo ed inefficiente presso il 3 Stormo (elezione accidentale a terra del tettuccio).

Sopraggiunta la scadenza calendariale dell'ispezione (18 mesi), il velivolo è stato sottoposto all'ispezione prevista presso il 51 Stormo di Istrana.

Al termine della suddetta ispezione (10/01/1990) il velivolo ha svolto regolare attività di volo con un rateo di oltre 25 ore mensili, che gli hanno consentito di consumare le 200 ore disponibili in circa 8 mesi.

In data 14/09/1990 il velivolo veniva pertanto inviato nuovamente al 51 Stormo di Istrana per l'ispezione delle 200 ore come previsto dalle normative in vigore (Manuale Aer 1T-MB 326-6).

Terminata l'ispezione in data 8/11/1990 il velivolo è stato sottoposto ad un volo prova (anche questo previsto dal manuale Aer 1T-MB 326-6).

-Al momento del decollo per l'ultimo volo in data 06/12/1990, l'aeromobile aveva totalizzato 1811.15 ore di volo (817.20 dopo la revisione).

Il velivolo aveva installato il motore Viper 11, MM8577 con 304.50 ore di volo dopo l'ultima revisione presso la ditta Rinaldo Piaggio di Finale Ligure (ore di volo totali 3606.55).

Dall'analisi del libretto di identità del motore e delle parti seconde del libretto di volo si è riscontrato che nella vita remota (nel 1986) il

V. h. f. *AL* *J.* *gle* *Q. m. s.*

motore aveva subito una riparazione presso la ditta Piaggio a causa della presenza di particelle metalliche nel contenitore del filtro di recupero dell'olio di lubrificazione del motore come da S.I.GMV/Ca2/86-3 del 12/11/1986).

L'installazione sul velivolo MM54386 è avvenuta sulla base di Istrana in data 50/01/1990, alla fine dell'ispezione delle 200 ore del velivolo, in quanto il motore precedentemente installato non aveva superato per ben 5 volte i controlli previsti.

Le inefficienze riportate sulle parti seconde del libretto di volo sono da considerarsi normali, non investono la sicurezza del volo; i provvedimenti correttivi in fase di manutenzione sono stati adeguati e tempestivi, tanto che il velivolo ha mantenuto, almeno per tutto il 1990, un elevato livello di efficienza.

La storia recente può essere riassunta come segue:

- in data 22/02/1990 si è verificata, in volo, l'accensione della spia bassa pressione combustibile (fuel press); come azione correttiva è stato provveduto alla sostituzione della pompa elettrica di mandata combustibile dal serbatoio centrale al motore (booster pump); in tale occasione, il pilota era lo stesso coinvolto nell'incidente del 6/12/1990.

- in data 08/11/90 l'aeromobile, nel volo prova, post Ispezione Periodica, ha avuto uno stallo al compressore nel corso di un controllo dei tempi di accelerazione a 35.00 piedi di quota.

-In data 4/12/90, dopo la sostituzione del dispositivo controllo accelerazione del motore AFRC (Air/Fuel Ratio Control), a seguito dell'inconveniente sopra riportato, il volo prova è stato ripetuto e completato con successo e l'aeromobile è stato riconsegnato al Reparto Operativo (Base AMI di Villafranca-Verona).

-Presso il Reparto Operativo l'aeromobile ha effettuato, successivamente all'ispezione periodica, quattro voli (il quarto volo è stato quello interrotto dall'incidente), totalizzando 06.45 ore di volo; il giorno precedente a quello dell'incidente (05/12/1990), l'aeromobile ha effettuato un volo di 60' senza evidenziare alcun comportamento anomalo.

Il giorno stesso dell'incidente, durante le operazioni di pre-volo sia da parte degli specialisti che del pilota stesso, non sono emerse avarie correlabili con l'incidente.

6.3 Informazioni sui velivoli MB-326

Il Collegio ha ricercato, nella documentazione esistente agli atti, segnalazioni di inconvenienti o di incidenti verificatisi negli anni passati nella flotta dei velivoli MB-326 che potessero avere correlazione con l'incidente in esame.

Il Collegio ha posto l'attenzione su eventi quali perdita di combustibile e/o fuoco a bordo.

Si è potuto constatare che nella flotta di MB-326 dell'Aeronautica Militare Italiana vi è stato un caso di perdita di combustibile e successivo incendio. Ciò è avvenuto il 20/8 del 1965, presso l'aeroporto di Lecce, dove un MB-326 in fase di decollo veniva interessato da un principio di incendio (vedere All.24).

La Commissione dell'Aeronautica Militare, instaurata per quell'incidente, giunse alla conclusione che:

- una cospicua perdita di combustibile si era verificata per il cedimento improvviso strutturale accidentale della guarnizione del gruppo di regolazione barometrica che regola il flusso di combustibile (BFCU);
- il carburante fuoriuscito era stato risucchiato dalle prese d'aria secondarie e, polverizzato, si era incendiato a contatto con i gas caldi.

Il Collegio ha ravvisato una possibile similitudine tra quella circostanza e la situazione dell'incidente di Casalecchio.

Il Collegio ha però potuto accertare che tale guarnizione è stata oggetto di una modifica migliorativa da parte del costruttore Rolls Royce (mod. n° CU 3399 del Dicembre 1970) nonché di un Service Bulletin (c.7 del Febbraio 1970) per il corretto serraggio dei bulloni.

Il lungo tempo trascorso da tali varianti ha fatto ritenere al Collegio che queste modifiche sono certamente state introdotte durante una delle revisioni del motore.

Ca

h.w.f.

AL

J.

MS

7. METODOLOGIA SEGUITA NELL' INDAGINE

L'analisi dell'incidente è poggiata innanzi tutto sulla raccolta delle evidenze/riscontri disponibili.

Si sono avuti a disposizione alcuni dati oggettivi (foto, riprese televisive) ed altri che sono da considerarsi "interpretativi" (testimonianze, dialoghi terra-aria).

Si è proceduto alla ricostruzione del relitto ed al suo esame con accertamenti ripetibili; successivamente si è passato all'impostazione ed all'esecuzione di un complesso di prove sperimentali sul motore al banco e sul velivolo funzionante a terra, entrambi dello stesso tipo di quello incidentato.

L'analisi è stata poi completata da calcoli e simulazione del comportamento del velivolo in volo.

Il complesso dei dati raccolti ha quindi consentito di formulare alcune ipotesi plausibili sul comportamento dell'aeroplano dal momento della "pianata motore" fino al tragico epilogo.

8. RILIEVI SUL RELITTO E SUA RICOSTRUZIONE

Si sono esaminate le riprese effettuate con videocamera dai VVFF non appena estinto l'incendio provocato nella scuola, e le foto scattate.

Tali esami hanno consentito di accertare che l'incendio, sviluppatosi dopo l'impatto a causa della parte di carburante proiettata per inerzia verso l'avanti, aveva danneggiato - a terra - la parte anteriore del motore, senza peraltro interessare significativamente numerose parti di velivolo.

Si è potuto così accertare, con relativa sicurezza, quali parti del velivolo fossero state interessate da incendio in volo e quali da incendio susseguente all'impatto (vedere all.7).

I resti trasportati in un hangar dell'aeroporto di Bologna - sotto sequestro - sono stati esaminati dalla Collegio e con il supporto degli esperti della Aermacchi, ditta costruttrice del velivolo e della Piaggio, ditta revisionatrice del motore, si è provveduto alla ricostruzione del relitto.

Gli esiti sono descritti nell'all.7.

The bottom of the page contains several handwritten signatures and initials. From left to right, there is a signature that appears to be 'Chini', a large stylized signature, a signature that looks like 'A.', a signature that looks like 'Eh', and a signature that looks like 'M.'.

9. DATI OBIETTIVI E PRIME DEDUZIONI

Durante il volo alle ore 9.17.00 Z il pilota ha sperimentato una significativa riduzione di spinta, da lui interpretata come una "piantata motore"; dopo di che il volo è continuato con il motore operante a potenza ridotta.

In questa fase del volo si sono avuti forti consumi di combustibile, come dimostra l'affermazione del pilota alle 9.25.18 Z "... ho 800 libbre di combustibile".

L'entità del consumo dell'ordine di 60 libbre/l' è ragionevolmente indicativa di una perdita significativa nel circuito combustibile.

Il velivolo ha avuto il fuoco a bordo, sicuramente nella fase finale del volo (riscontro foto e televisione + testimonianze a terra e del pilota dopo eiezione).

Poiché non risulta che il fuoco si sia sviluppato nell'abitacolo (assenza fumo), l'incendio deve essere messo in relazione con una perdita consistente di combustibile verificatasi durante la fase finale del volo.

Stando alle dichiarazioni rese dagli specialisti della aerobase di Villafranca il 20 maggio 1991, nessuna perdita era evidente nel go-around prima del decollo.

Per il Collegio peritale si è posto il problema, a questo stadio dell'indagine, di porre e trovare le correlazioni seguenti:

- a - se la "piantata motore" era relazionabile all'inizio della perdita di carburante o imputabile ad altre cause
- b - se il regime motore successivo poteva essere mantenuto con le manovre descritte dal pilota, in presenza di perdita combustibile
- c - se la perdita combustibile poteva essere localizzata
- d - se poteva essere quantificata
- e - se si poteva individuare quando e perché fosse iniziato il fuoco
- f - se il pilota poteva essere edotto o era stato edotto sulla presenza del fuoco dai sistemi di rilevazione del velivolo
- g - se la presenza di FOD (Foreing Object Damage) poteva essere correlata con il comportamento del motore

CA

Albergo

AL

J.

GL

MS

10. QUESITI TECNICI SULLE PRESTAZIONI VELIVOLO/MOTORE

Il Collegio ha provveduto a formulare una serie di quesiti tecnici alla ditta costruttrice del velivolo Aermacchi per ottenere un primo gruppo di risposte ai punti a-f di cui al paragrafo precedente.

I quesiti e le relative risposte sono riportati in allegato 11.

Dal loro esame il Collegio è potuta giungere alla conclusione preliminare che l'unica causa possibile di calo di potenza del motore, coerente con tutti i dati accertati, era riconducibile ad una perdita di combustibile.

Non risulta inoltre che il FOD trovato nel motore, vedi all.7, sia correlabile con gli eventi verificatisi.

Le risposte ai quesiti hanno poi consentito di avere un quadro chiaro dei livelli di temperatura ai diversi regimi del motore e di appurare le modalità di funzionamento della strumentazione avvisatrice di incendio o di sovratemperatura ("Fire" e "OverHeat").

Questa strumentazione è tale da garantire con elevata affidabilità, la segnalazione di fuoco nel vano anteriore motore o la presenza di sovratemperatura nella parte posteriore della fusoliera (rottura del tubo di scarico del getto o penetrazione di aria ad alta temperatura per fuoco esterno al velivolo attraverso le prese d'aria NACA).

La mancata segnalazione, con corretto funzionamento delle spie, potrebbe verificarsi solo per distruzione di quelle parti dei cablaggi elettrici non schermate termicamente che si trovano nella parte anteriore del velivolo in una zona nella quale non si ha evidenza che vi sia stato fuoco durante il volo.

→ quindi vi doveva essere la segnalazione!

11. PROVE SUL VELIVOLO MB326E E SUL MOTORE VIPER

Allo scopo di analizzare il comportamento del sistema impianto combustibile-motore in presenza di una perdita di combustibile e di tentare l'identificazione di zone di possibile perdita di combustibile il Collegio ha pianificato, con il supporto di tecnici Aermacchi e di Rinaldo Piaggio, un complesso di prove con motore al banco e con velivolo funzionante al suolo.

Le prove sono state condotte presso la Rinaldo Piaggio con motore al banco

1/16/80
[Signature]

[Signature]

[Signature]

[Signature]

*CONTROKISSO
LE SPIE
FUNZIONAVANO?*

e presso la Aermacchi con velivolo funzionante al suolo^(*).

Il programma di prove prevedeva la simulazione di avarie nell'impianto combustibile nella zona di bassa pressione (vedi all.14), di rotture singole in diversi punti della parte del circuito di alta pressione (vedi all.15, all.16) e di più rotture contemporanee in punti diversi del circuito di alta pressione (vedi all.17).

Nel corso delle prove, come mostrato negli allegati, sono stati registrati tutti i parametri significativi per una valutazione anche quantitativa delle prove stesse.

Una particolare attenzione è stata data nel corso delle prove al ruolo del relight, il dispositivo di riaccensione del motore, per valutarne gli effetti in presenza di perdita di combustibile; ciò allo scopo di chiarire il senso della frase pronunciata dal pilota alle ore 9.25.18 Z "...e comunque ho il relight continuamente premuto, altrimenti più del 60 [% RPM] non dà....".

I risultati delle prove, che saranno ulteriormente ripresi nelle successive valutazioni, possono così riassumersi:

- una perdita nel circuito di bassa pressione non riproduce gli effetti descritti dal pilota e non è compatibile con le condizioni di volo realizzatesi dopo la "piantata motore". Tale perdita è pertanto da escludersi.

- una perdita di entità paragonabile a quella verificatasi nelle ultime fasi del volo (circa 500 libbre consumate approssimativamente in 8 minuti; è correlabile con una avaria nel tratto di alta pressione compreso fra la pompa e il BFCU (Barometric Fuel Control Unit)

- una perdita in alta pressione, se localizzata nella parte di alimentazione degli iniettori alla camera di combustione, spiega come l'uso del relight possa determinare un piccolo aumento della spinta; tuttavia tale perdita è di modesta entità e non è compatibile con le alte perdite registrate.

(*) Il Collegio sente il dovere di esprimere il piu' vivo apprezzamento ad entrambe le ditte per la piena e proficua collaborazione fornita e per la loro disponibilità ad eseguire le prove richieste.








12. RICOSTRUZIONE DELLA FASE FINALE DEL VOLO SUCCESSIVA
AL PASSAGGIO SULLA VERTICALE DEL CAMPO

Il Collegio ha provveduto alla ricostruzione delle fasi finali del volo utilizzando i risultati della relazione sui tracciati radar predisposta dal prof. Dalle Mese nonché tutte le informazioni deducibili dalle conversazioni TBT (all.13), dalle testimonianze, dalle riprese televisive e dalle fotografie.

12.1 Mappa radar

Il tracciato (plot) del radar con antenna a Ravenna presenta una successione di punti rilevati a cadenza di circa 12 secondi. A ogni punto viene associato un flag che riporta:

- il codice del transponder (prima cifra)
- l'ora satellitare
- la quota comunicata dal transponder (in centinaia di piedi)

Il tracciato è frutto di una elaborazione del computer su di una griglia indicante latitudine e longitudine con passo di 1' di grado (corrispondente a un miglio nautico).

Il tracciato fornisce pertanto un ausilio alla ricostruzione della fase del volo in riferimento orari, tempi e traiettorie del velivolo.

Il tracciato, a partire dal rilevamento corrispondente all'istante immediatamente precedenti al sorvolo della pista, riporta 12 (dodici) battute reali, dopo le quali non si hanno ulteriori informazioni (vedi all. 6).

La traiettoria del velivolo, nell'arco di tempo corrispondente a queste 12 battute, si svolge nel modo seguente:

- il velivolo sorvola la pista trasversalmente e imposta una virata in discesa per portarsi a 2500 piedi (sull'alta chiave) dopo 270 gradi circa di virata
- la perdita di quota sembra regolare fino alla quinta battuta (quota 3800 piedi, tempo 9.30.08 Z), dopo la quale si ha una prima riduzione significativa di quota di 700 piedi (3100 piedi a ore 9.30.19 Z); dopodiché si ha una discesa molto rapida dell'ordine dei 1000 piedi tra le battute 6 e 7 ed un successivo graduale recupero di quota fino al raggiungimento di 2700 piedi in corrispondenza della battuta 9.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

- dalla battuta 7 alla battuta 10 il velivolo recupera quota passando da 2100 piedi a 3100 piedi ed è pertanto ben visibile dal radar. Fra la battuta 10 e la 11, viene perso il segnale del transponder e quindi l'indicazione di quota; dopo la battuta 12 il velivolo viene perso anche dal radar primario.

In questa prima ricostruzione ci si è riferiti alla traiettoria così come desumibile dalle registrazioni radar.

Tracciata tale traiettoria sulla carta topografica di Bologna si è cercato di collocare i riscontri temporali delle comunicazioni TBT e le posizioni dei testimoni con le relative rilevazioni (anche fotografiche e video) per ricercare la sequenzialità degli eventi.

Ci si è trovati a questo punto nella necessità di sincronizzare i tempi forniti dal radar di Ravenna ed i tempi della Torre di Villafranca, del SCC di Padova e della Torre di Bologna.

12.2 Individuazione della sincronizzazione temporale

Il Collegio ha innanzitutto provveduto a sincronizzare tutte le comunicazioni TBT riportandole tutte al tempo Bologna e ciò è stato fatto con i criteri esposti nell'all.13. Ottenuto questo primo risultato, il Collegio ha proceduto alla sincronizzazione delle comunicazioni TBT con il tempo satellitare identificante le battute radar. Per questo si è fatto innanzi tutto riferimento a quella parte della trascrizione dei dialoghi TBT di cui all'all.13, dalla quale si possono ricavare indicazioni utili per la sincronizzazione:

Al tempo Bologna 9.28.17 Z la SOR chiama l'A356 e gli chiede di comunicargli quando sarà sulla verticale pista.

Il pilota risponde nell'intorno del tempo Bologna 9.28.23 Z di essere "prossimo alla verticale". In tale instante quindi non è ancora sulla pista.

Attorno al tempo Bologna 9.28.37 Z, il pilota chiama Bologna per farsi dare i rilievi barometrici necessari per la regolazione dell'altimetro. Esso non ha ancora l'esplicita autorizzazione ad iniziare la discesa, quindi non è ancora sulla verticale del campo e comunque non ha iniziato la manovra.

Al tempo Bologna 9.28.56 Z il pilota si prepara ad iniziare la spirale di discesa affermando: "lascio l'alta chiave 5000 per 2700 la bassa" e riceve l'autorizzazione al tempo Bologna 9.29.06 Z : App. "ricevuto, autorizzo la bassa".

E'
REGOLARE
IN
FASE
07
EMERGENZA
?

[Handwritten signatures and initials]

Al tempo Bologna 09.29.38 Z il pilota dichiara "Mi sa che la prossima virata non ci sentiamo perché sto scendendo".

Infine al tempo Bologna 09.29.57 Z dichiara "O.KAPPA" a conferma di una situazione regolare fino a quel punto.

Se consideriamo la ricostruzione della traiettoria con i punti forniti nel tracciato radar (vedi all.4 e all.8), constatiamo che il velivolo passa sulla verticale della pista dell'aeroporto di Bologna al tempo radar 9.29.24 Z.

Infatti, essendo la variazione di quota tra il punto B ed il punto C solo di 100 piedi, con il motore che non consentiva variazioni di potenza in aumento, è lecito pensare che il tratto B-C sia stato percorso a velocità praticamente costante e quindi suddividendo lo spazio percorso in pianta in undici tratti uguali (11 secondi è l'intervallo di plottaggio del radar), si ottiene il risultato predetto.

È logico d'altra parte immaginare che i dati per l'atterraggio e le richieste di autorizzazione alla manovra siano state richieste con un congruo anticipo rispetto all'effettivo inizio della stessa.

Il tracciato radar indica che l'inizio effettivo della spirale è al tempo radar 9.29.33 Z.

Al tempo Bologna 9.29.38 Z il pilota comunica alla SOR: "mi sa che alla prossima virata non ci sentiamo perché sto scendendo..", il che sta ad indicare che la manovra della spirale di discesa è già iniziata.

La dichiarazione "...lascio l'alta chiave.." per procedura è situabile prima dell'effettivo raggiungimento della verticale pista.

Prendiamo ora in considerazione il punto della traiettoria nel quale il seggiolino è stato eiettato che, in base al punto d'impatto sul terreno, alle testimonianze ed alla ricostruzione astronomica, può essere situato con buona approssimazione sullo svincolo per Borgo Panigale della tangenziale.

Considerando che l'ultimo plottaggio radar (punto "O") ha l'indicazione temporale 9.31.28 Z e che il percorso successivo fatto dal velivolo fino all'eiezione è stimabile attorno ai 1550 metri, effettuato con una velocità media compresa fra i 90 e 110 nodi, (il che è in buon accordo con il trim tutto a cabrare e con gli assetti visibili nelle registrazioni video indicanti una situazione prossima allo stallo), risulta che il tempo dell'eiezione è situabile con buona approssimazione fra i tempi 9.31.56 Z e 9.32.02 Z.

[Handwritten signatures and initials]

Poiché la frase del pilota: "... merda, mi lan....", significativa di un lancio praticamente contestuale, avviene al tempo 9.31.44 della torre di Bologna, la differenza tra il tempo satellitare e quello di Bologna è stimabile per questa via fra i 12 e 18 secondi.

Ricollocando le varie dichiarazioni registrate nel dialogo TBT, si rileva che la dichiarazione "...lascio l'alta chiave...", risulterebbe compresa fra il tempo satellitare 9.29.08 Z e 9.29.14 Z, la frase "Mi sa che la prossima volta..." fra il tempo satellitare 9.29.50 e 9.29.56 e la espressione "O.KAPPA" fra il tempo 9.30.09 Z e 9.30.15 Z.

L'intervallo temporale di 18 secondi fra tempo satellitare e tempo Bologna sembra più realistico soprattutto se riferito alla frase "Lascio l'alta chiave..." che così sarebbe stata pronunciata 11 secondi prima dell'effettivo sorvolo della pista.

Il collegio ha quindi deciso di adottare senz'altro questo intervallo di 18 secondi per le correlazioni fra tempi TBT e tempi radar satellitari, essendo però chiaro che anche intervalli più corti sono ugualmente ragionevoli, mentre non sembrano accettabili intervalli temporali significativamente più grandi di quello adottato.

13. COLLOCAZIONE TEMPORALE DEGLI EVENTI

Utilizzando la sincronizzazione temporale così determinata, sono state collocate le varie fasi del dialogo riferendole alla traiettoria ricostruita dai rilievi del radar.

Dunque la manovra di virata in discesa sulla sinistra rispetto alla direzione del moto è impostata nel tempo 9.29.33 Z.

Nei secondi che seguono, si svolge un dialogo tra SOR- Villafranca ed il pilota. La SOR ricorda al pilota alcune precauzioni e verifiche da fare per eseguire un atterraggio sicuro. Il pilota risponde "OK".

Nulla di anormale verrebbe segnalato quindi sino al tempo 9.30 15 Z (vedere all.4 e all.8).

Si deve ritenere di conseguenza che sino a quel momento il fuoco non si fosse ancora sviluppato.

Ciò risulta dalle seguenti considerazioni:

a - il pilota non ha rilevato l'accensione della spia "Fire" e neppure quella "Overheat" sino a questo istante.

Tali spie, poste sul cruscotto di fronte al pilota, non possono non essere

RE RENSAVA A QUALCOSA D'ALTRO

V. L. S.

AV

J.

EB

M. S.

notate se si illuminano.

Se una o entrambe di tali spie si illuminano, contemporaneamente si accende anche la spia "Master Caution".

Essendoci una avaria a bordo, quella che limitava la potenza del motore, avaria non individuata come causa dal pilota, non è pensabile che il pilota non stesse in uno stato di vigilanza e attenzione alle indicazioni di malfunzionamento che potevano presentarglisi.

b - i sistemi di segnalazione di "fire" o "overheat" sono tali da funzionare in ogni caso, anche se l'elemento sensibile che percorre il vano caldo e/o quello freddo della fusoliera, risultasse interrotto (vedi all.12)

c - nelle ispezioni pre-volo, i sistemi di segnalazione sono provati ed è logico pensare (del resto ha dichiarato di averlo fatto) che il pilota, dopo "la piantata motore", provasse (con l'apposito pulsante) l'integrità dei circuiti di segnalazione dato che, in una situazione diversa dalla completa normalità, l'individuazione della origine del malfunzionamento è di primaria importanza.

d - la presenza di indicazione "fire" o "overheat" comporta l'adozione di procedure ben definite culminanti con l'elezione del pilota (rif. Manuale di Volo - sez. emergenza pag 3-12).

Prima dell'arrivo su Bologna vi erano tutte le possibilità di dirigere verso zone disabitate e quindi elezzarsi in condizioni da garantire la discesa sicura con il paracadute.

e - nessuna segnalazione testimoniale ha riferito di aver visto il fuoco sul velivolo, se non quando questo manovrava già sul cielo di Bologna.

La dichiarazione del testimone Montaguti Bruno di aver visto un velivolo MB326 volare a bassa quota nei pressi di Finale Emilia non è giudicata probante dal Collegio per quanto riguarda la presenza di fuoco a bordo, della quale comunque il testimone non appare certo.

Quanto sopra deriva dalle seguenti considerazioni:

- la direzione di volo descritta non corrisponde all'effettivo percorso svolto nel volo dell'incidente ed inoltre non è coerente con le indicazioni fornite.

- Se infine il fuoco fosse realmente stato a bordo nell'intorno della zona sorvolata ove era il testimone, esso avrebbe dovuto essere in atto già da oltre 10 minuti, durata incompatibile con la resistenza della struttura.

Dunque, sino al tempo 9.30.15 Z, il fuoco non si è ancora manifestato ed il

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

OSSERVAZIONI
GRATUITE

3
!!!

VIR

pilota, dichiarando "...OK..." dimostra che il volo è regolare.

Tuttavia, trascorsi 51 secondi dopo tale "...OK..", la SOR di Villafranca chiama il pilota : ora 9.31.06 Z, "356 da SOR, prova radio"

Il pilota risponde : "...eh, ho delle forti vibrazioni,..... ho delle forti vibrazioni..... ho i comandi laschi e mi sa che mi lancio.....".

ERA SU
UNA
CITTA'

Dunque, al tempo 9.30.15 Z la crisi non si era scatenata ancora, mentre 51 secondi dopo (ora 9.31.06 Z) era in pieno sviluppo.

Tale pausa (51 secondi) nelle comunicazioni TBT è indicativa di una situazione di volo anormale, manifestatasi d'improvviso, tale da assorbire la completa concentrazione del pilota.

14. SVILUPPO DELL' INCENDIO E SUOI EFFETTI SUL VOLO

Da quanto precede si deve trarre una prima conclusione:

- il fuoco a bordo si è innescato successivamente al tempo 9.30.15 Z.

??

Questa deduzione risulta confermata dalle dichiarazioni testimoniali (ferroviere; meccanico elicotterista; artigliere, vedi all.10) che hanno avvertito "...un tuono, come di uno scoppio..".

Questa detonazione può trovare spiegazione nella accensione del combustibile nebulizzato che fuoriusciva dalla zona mediana del velivolo.

L'accensione del combustibile nebulizzato può aver trovato origine:

- nella manovra di abbassamento del carrello, che può aver determinato:

a) una fuoriuscita del combustibile raccolto nel bordo di uscita dell'ala, incendiatosi poi per una scintilla dello switch di segnalazione o per un contatto con un punto caldo a valle;

① Cause
fuoco

b) un mescolamento del combustibile fuoriuscente dalla parte ventrale della fusoliera con la scia vorticoso provocata dal carrello anteriore e successivo incendio al contatto con i gas di scarico caldi uscenti dall'ugello del motore.

② 4

- nel contatto del combustibile uscente dalla fusoliera con il getto caldo o con il tubo di scarico del motore, ipotizzando in questo secondo caso che fosse stato risucchiato in quella zona dall'aria di raffreddamento aspirata attraverso le prese NACA.

③ 4

Non è possibile stabilire con certezza quale delle tre ipotesi sia quella maggiormente corrispondente a quanto realmente accaduto.

Appaiono più probabili le prime due, in quanto la terza era possibile già

Handwritten signatures and initials:
 V. h. f. AN J. R. M. S.

in precedenza ma non si era manifestata.

L'estrazione del carrello è invece un evento "nuovo" rispetto alle condizioni relativamente "stabilizzate" nelle quali il volo procedeva dopo la "piantata motore".

L'estrazione del carrello è inoltre una manovra che doveva essere fatta e che sia avvenuta è confermato dalle foto disponibili agli atti nonché dai rilievi sul relitto (all.7).

L'estrazione del carrello nell'MB326 non induce variazioni apprezzabili nell'assetto del velivolo: certo contribuisce a ridurre la velocità lungo la traiettoria, cosa desiderata nell'avvicinamento all'atterraggio.

Il pilota nelle sue dichiarazioni rese al PM nonché alla Commissione dell'Aeronautica Militare ha evidenziato come il velivolo all'improvviso avesse effettuato dei "delfinamenti" (due, per l'esattezza). Queste variazioni nell'assetto longitudinale del velivolo non possono che essere messe in relazione con una variazione sopravvenuta nell'equilibrio aerodinamico del velivolo stesso.

Il delfinamento è un fenomeno oscillatorio che può essere innescato o da una variazione del centramento, o da una azione sull'impennaggio orrizzontale, o da una perturbazione aerodinamica. Nella situazione del volo dell'incidente, solo un'azione sull'impennaggio può essere presa in considerazione.

Questa a sua volta può essere dovuta a una azione del pilota sull'equilibratore per un comando brusco, *impennaggio* impensabile nella fase di volo.

Si deve pertanto ricercare in una causa esterna la variazione intervenuta sull'impennaggio.

Questa causa esterna è relazionabile all'incendio in atto secondo due possibilità:

- danneggiamento parziale della catena di comando
- variazione del campo aerodinamico attorno all'impennaggio

La prima ipotesi trova un riscontro relativamente certo più avanti nel tempo, quando il pilota perde del tutto i comandi, mentre dopo i delfinamenti egli parla di comandi "laschi" e non nulli come più tardi quando appunto dice "incontrollabili". Inoltre l'esame del relitto non ha evidenziato sin qui un sicuro effetto di surriscaldamento da fuoco nel primo tratto del "vano caldo" della fusoliera.

Sia le dichiarazioni testimoniali, sia la documentazione foto e video, hanno evidenziato come l'incendio fosse esterno al corpo del velivolo, nel

senso che si vedono fiamme che sono sulla destra, sulla sinistra, sotto la fusoliera estendersi verso valle per una lunghezza consistente e variabile. Queste fiamme, come discusso nell'all.21, provocavano indubbiamente un riscaldamento nell'aria che costituiva il flusso aerodinamico attorno al velivolo. Riscaldamento difficile da quantificare ma esistente.

Per effetto di tale riscaldamento l'aria diminuisce la propria densità. Dato che l'azione aerodinamica è proporzionale a tale densità è ipotizzabile che l'impennaggio orizzontale, lambito da aria relativamente calda rispetto a quella ben più fredda che investiva l'ala, abbia prodotto un effetto ridotto rispetto a quello necessario per l'equilibrio stabile nell'assetto del velivolo.

Tutto si sarebbe svolto come se d'improvviso l'impennaggio si fosse trovato con la sua superficie ridotta.

L'effetto è una variazione della condizione di equilibrio stabile, si innesca un cambiamento di assetto che innesca a sua volta un "delfinamento".

Se tale diminuzione equivalente di superficie si mantenesse costante, l'azione dell'equilibratore per ripristinare l'equilibrio potrebbe non essere sufficiente e il velivolo diverrebbe ingovernabile.

Poiché il pilota parla di comandi "laschi", si trova conferma della loro riduzione di efficacia, non dell'annullamento totale degli stessi.

Di conseguenza, l'effetto del flusso aerodinamico "riscaldato" poteva essere tale da aver indotto oscillazioni prima (delfinamento) e instabilità poi nell'assetto a picchiare che il comando lasco non consentiva di riprendere.

Il velivolo infatti si è messo con il muso in giù perdendo velocemente quota e acquistando velocità.

Si comprende quindi come l'effetto delle fiamme che investivano l'impennaggio orizzontale possa aver indotto il delfinamento (oscillazione) ed una tendenza a picchiare del velivolo. Di tale tendenza il pilota ha potuto effettuare un parziale recupero agendo sul comando longitudinale che a quel punto era ridotto in efficacia e che poi gli è venuto a mancare del tutto, riuscendo quindi, stante le sue dichiarazioni, solo col trim a riprendere quota.

Questa ipotesi è discussa ulteriormente nell'all.21 e confermata da prove al simulatore di volo riportate sempre nell'all.21.

Il rumore che il pilota dichiara di aver udito, "...come di un finestrino

[Handwritten signatures and initials]

aperto in una vettura in corsa.." può essere attribuito sia alla turbolenza delle fiamme esterne al velivolo sia per qualche sportellino apertosi. Analogamente, le vibrazioni possono essere state indotte da un campo aerodinamico "pulsante" sull'impennaggio, per le ragioni prima dette.

15. CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE SULLE FASI FINALI DEL VOLO

Osservando la traiettoria ricostruita con i rilievi radar si devono fare alcune osservazioni:

- il volo appare regolare e manovrato correttamente fino al punto F
- dal punto F al punto G la spirale appare allargata più del dovuto. In questa fase è stato collocato l'inizio del fuoco e dei delphinamenti. Le due cose confermano l'inizio di una irregolarità nella traiettoria.

Tale irregolarità si accentua molto nella fase dal punto G al punto H. La notevole perdita di quota (fino a 2100 ft) ben superiore a quanto era previsto nella manovra e la stretta spirale in cui avviene mostrano chiaramente l'anomala situazione nella quale il pilota è venuto a trovarsi. Quando la SOR lo chiama, il pilota è riuscito a recuperare dalla picchiata ma ha serie difficoltà a governare il velivolo.

Stante alle sue dichiarazioni non avrebbe rilevato indicazioni "Fire" o "Overheat" in questa fase.

Si dovrebbe dedurre che il fuoco non ha ancora danneggiato il comando anche se, per l'azione esterna prima descritta, ne abbia ridotto l'efficacia alterandone anche le capacità stabilizzante.

Appare verosimile che il fuoco, una volta innescatosi, si sia successivamente anche sviluppato sull'interno. La conseguenza può essere stata quella di una variazione nella geometria delle aste (un certo "rammollimento" o "pastosità") investite da una fiamma interna tra fusoliera e tubo di scarico; ma la variazione del campo aerodinamico con induzione di un fenomeno oscillatorio e perdita di assetto è dovuta alla fiamma esterna.

E' ragionevolmente certo che l'inizio della crisi è avvenuto con il velivolo già sul cielo di Bologna, impegnato nella manovra a spirale per la discesa.

Con l'inizio di questa fase critica e del conseguente inizio di un comportamento di volo difficile, il pilota ha dovuto sicuramente concentrarsi ed impegnarsi a tentare di recuperare la controllabilità del

velivolo, anche con l'impiego del trim.

Se osserviamo la traiettoria ricostruita con i rilievi radar, si può constatare il tratto F-G come relativamente troppo largo e il tratto G-H troppo stretto rispetto alla spirale di discesa impostata.

Ciò lascia presumere che l'inizio della crisi deve essere collocata nell'intorno del punto G.

Se osserviamo la riduzione di quota ottenuta nella spirale, abbiamo:

A	5100
	delta = 100
B	5000
	delta = 100
C	4900
	delta = 200
D	4700
	delta = 500
E	4200
	delta = 400
F	3800
	delta = 700
G	3100
	delta = 1000
H	2100

Constataiamo che la discesa diviene "troppo veloce" negli ultimi due intervalli temporali (che sono tutti di 11-12 sec.).

La crisi appare iniziarsi pertanto tra il punto F e il punto G.

Da quanto prima evidenziato, si può riassumere che l'incendio si è manifestato quando l'aereo era già sul cielo di Bologna impegnato in una traiettoria di discesa a spirale e nulla poteva far presagire che l'atterraggio non potesse compiersi.

Una volta scoppiato l'incendio, la successione di eventi ha posto in una situazione di rapido degrado i comandi di volo, divenuti prima laschi e poi persi del tutto.

Le circostanze hanno quindi impedito di portare a termine la manovra per l'atterraggio nei modi voluti ed il pilota si è venuto a trovare con un velivolo non più controllabile diretto verso l'esterno città prima e poi verso la direzione delle colline a sud di Bologna.

EMA
PREVEDIBILE

BAUE

WJ

AV

Li

Elly

MS

La ricostruzione della traiettoria fatta in base ai rilievi radar, collocata sulla pianta della città (all.8), evidenziando i punti delle battute radar ed il dialogo TBT posizionato in funzione della correlazione tempi prima dimostrata, fa chiaramente comprendere quanto avvenuto.

Vi è da dire che il pilota, prima di decidere l'abbandono del velivolo, ha tentato sino in ultimo di riguadagnarne almeno in parte il controllo, senza peraltro riuscirci in maniera determinante.

Il degrado progressivo del velivolo per effetto del fuoco è anche dimostrato dalla perdita del segnale transponder tra il punto M (tempo 9.31.05 Z) ed il punto N (tempo 9.31.16 Z).

Non si può dire se tale perdita sia dovuta al danneggiamento dell'antenna posta sul ventre del tratto medio-posteriore della fusoliera per effetto del fuoco o dei cablaggi elettrici nello stesso tratto di fusoliera. La cosa ha una importanza relativa.

Così come la presenza in queste fasi del volo (dal punto G radar in poi) di una eventuale accensione delle spie "Fire" o "Overheat".

La situazione di crisi dovuta alla ingovernabilità prima parziale poi totale del velivolo, accoppiata a vibrazioni, avevano certamente -come naturale- concentrato tutta l'attenzione del pilota.

L'elezione del seggiolino può essere avvenuta attorno al tempo 9.31.58 Z in una posizione collocata all'incirca sulla rotonda dello svincolo tangenziale di Borgo Panigale.

La traiettoria ricostruita dal Collegio, successiva all'ultima battuta radar (punto O), è stata definita in base sia alle riprese televisive disponibili (vedi all.22), sia alle testimonianze (soprattutto quelle dei due autisti). La direzione della traiettoria è risultata in buon accordo con la ricostruzione fatta dall'astronomo Prof. Marano.

Osservando la pianta della città con la traiettoria riportata e l'ubicazione del seggiolino (luogo dell'impatto), nonché quella dell'atterraggio del pilota, si può desumere che la decisione di lanciarsi è stata presa dal pilota quando l'aereo si trovava con una direzione di volo incontrollabile e variabile.

Il lancio vero e proprio è avvenuto sullo svincolo di Borgo Panigale: dopo l'espulsione il velivolo ha iniziato una ulteriore virata pronunciata verso destra, proseguendo poi verso il tragico epilogo del suo volo in direzione S-S-W, su Casalecchio.

L'ultimo tratto della traiettoria è stato ricostruito in base al

NON CI
SI DOVEVA
ARRIVARE

MBF

AC

J

Elly

MS

reperimento di un frammento (v. all.8) ed alla direzione di impatto sulla scuola, confermata dal reperimento della bussola bloccata su 190° (v. all.7).

16. RICERCA DELL'ORIGINE DELLA PERDITA DI COMBUSTIBILE

La causa prima dell'incidente è da ricondursi ad una cospicua perdita di combustibile verosimilmente iniziata nel momento della dichiarata "piantata motore".

Il Collegio ha quindi cercato di individuare l'origine di tale perdita per risalire alle cause che l'hanno determinata.

A tale scopo è risultato importante determinare:

- l'entità della perdita
- i tempi ad essa relazionati

16.1 Valutazione dell'entità della perdita di combustibile

In tale valutazione si hanno tre riscontri:

- 1) al tempo 9.25.33 Z l'A356 comunica alla SOR di avere 800 lb nei serbatoi e le taniche vuote (perché già gettisonate)
- 2) il pilota ha dichiarato negli interrogatori (all.9) di aver letto sull'indicatore di quantità combustibile, 1300 lb al momento della "piantata motore".
- 3) al decollo da Villafranca i serbatoi fusoliera e le taniche erano pieni con un totale di 1390 lt (x 0.779 = 1082.8 Kg cioè 2406 lb). Il decollo è avvenuto al tempo dichiarato 8.48.00 Z.

Dalla trascrizione di tutte le comunicazioni TBT (all.13), con riferimento al tempo satellitare radar Ravenna, si ricava:

- 9.14.00 nessuna segnalazione particolare
- 9.17.44 A356 "Padova, Padova, A356"
- 9.17.46 SCC "356, Padova"
- 9.17.48 A356 "E" a nord di Ferrara, piantata motore, 150 nodi, 4500 piedi, 356".

Da queste registrazioni si può desumere che la piantata motore è avvenuta attorno al tempo 9.17.00 Z, essendo circa 35-40 s necessari per portarsi dalla quota di 500 FT a quella 4700 FT.

Si sono fatte le seguenti valutazioni:

- avendo fatto il pieno di fusoliera più due taniche di 300 litri, queste

ultime contenevano 600 lt che hanno iniziato a consumarsi per primi come l'impianto è predisposto;

- tempo di decollo: ammettendo una incertezza di 1', si ha 8.47-8.49; pertanto la piantata motore è avvenuta dopo un tempo compreso fra:

$9.17 - 8.49 = 28$ minuti

$9.17 - 8.47 = 30$ minuti.

I consumi del motore in funzionamento normale:

15,61 Kg/min al 91% RPM (20 lt/min)

12,44 Kg/min all'85% RPM (16 lt/min)

Quindi sino al momento della piantata motore, il consumo poteva essere stato di una entità compresa tra:

$28 \times 16 = 448$ lt

$30 \times 20 = 600$ lt;

se si aggiungono per eccesso 50 lt per taxi e decollo, troviamo un consumo compreso fra:

498 e 650 lt.

Ciò sta ad indicare che al momento della piantata motore poteva esservi nelle taniche ancora del combustibile per un ammontare compreso tra 0 e 112 lt.

Il pilota giustamente ha azionato, come dichiarato, il comando per espellere il combustibile dalle taniche (il segnale evidentemente gli indicava ancora presenza di combustibile nelle stesse); e in base a quanto sopra, si può dedurre che il combustibile, dal momento della piantata motore in poi, è stato tutto prelevato dai serbatoi di fusoliera.

Questi serbatoi contengono $1390 - 600 = 790$ lt.

Dal momento della piantata motore al momento del rilievo di 800 lb sono trascorsi:

$9.17 - 9.25.33 = 8$ min e 33"

800 lb equivalgono a 360 Kg, ovvero ⁴⁶² 642 lt. Il che significa che, dal momento della "piantata" al momento della lettura di 800 lb sullo strumento, erano stati prelevati dal serbatoio $790 - 462 = 328$ lt, ovvero 560 lb.

La lettura dell'indicatore quantità combustibile può essere affetta da errore. Mentre il valore iniziale della quantità combustibile a bordo "consumabile" dopo la "piantata motore" è desumibile con sufficiente precisione, per i calcoli prima fatti, non altrettanto può dirsi sulla lettura delle 800 lb.

Infatti, l'assetto del velivolo può far sì che lo strumento fornisca una lettura non corrispondente all'effettiva quantità di combustibile nel serbatoio (rif. manuale di volo).

Si può ipotizzare pertanto che al valore letto di 800 lb corrispondesse nella realtà una quantità di combustibile di:

875 lb (per l'assetto) + 25 lb (errore di lettura) = 900 lb, ovvero 570 lt.

La quantità totale di combustibile "consumata" con queste assunzioni risulta di:

$790 - 520 = 270$ lt

corrispondente ad una portata di:

$270 / 8,5 \text{ min} = 31,76$ lt/min,

Il motore, dopo la "piantata" ha funzionato a regimi variabili dichiarati dal 91% al 75%, al 71% al 62%.

Il guadagno di quota realizzato subito dopo la piantata (da 500 FT con 300 KTS a 4700 FT con 155 KTS) non è possibile se non si ammette una spinta almeno dell'ordine del 85% (vedere all.21). In altri termini si deve essere verificata una diminuzione sensibile di spinta, ma non una vera e propria piantata.

I consumi motore per erogare tale potenza sono:

16 lt/min all'85%

7 lt/min al 62%.

Assumendo un valore medio di circa 11 lt/min si arriva, per la perdita di combustibile di $31,76 - 11 = 20,76$ lt/min.

Non può escludersi che tale perdita sia stata crescente nel tempo: questa eventualità non ha molta rilevanza a fronte della entità globale valutata.

Ancora: una simile perdita può avere investito con lo spruzzo tutto il vano "freddo" del motore (cioè anteriore alla paratia parafiamma), passando in parte nell'ala attraverso i vani di passaggio delle aste di comando (poste nella parte inferiore della fusoliera e dell'ala), in parte maggiore raccogliendosi nel fondo del vano freddo della fusoliera e da lì fuoriuscendo all'esterno.

E' da evidenziare la circostanza che, pur essendovi un consistente flusso di combustibile verso l'esterno, non si hanno ragioni per ritenere che vi sia stato fuoco prima dell'arrivo su Bologna in accordo con la ricostruzione dei capitoli precedenti e dell'all.21.

[Handwritten signatures and initials]

16.2 Compatibilità della perdita con la portata erogabile dalla pompa di alimentazione combustibile e individuazione delle possibili localizzazioni delle perdite

Per quanto prima desunto, la perdita combustibile doveva essere di forte entità. I dati disponibili non consentono di valutarla con esattezza ed il valore indicato di circa 20 lt/min deve essere considerato come un ordine di grandezza, anziché un dato puntuale.

Le sperimentazioni eseguite a terra, sia sugli equipaggiamenti al banco, sia sul motore completo in sala prova, come pure su di un velivolo completo a terra, hanno evidenziato - come già detto in altra parte di questa relazione - che una perdita della bassa pressione non consente, se molto cospicua ed associata ad ingestione d'aria di mantenere un regime motore atto al volo e altrimenti non riproduce gli effetti dichiarati.

Viceversa una perdita localizzata nel circuito dell'alta pressione, può produrre una prestazione motore che somiglia a quella descritta nella fase finale dal pilota in avvicinamento a Bologna, dopo la "piantata motore".

La simulazione di perdite nel circuito alta pressione hanno consentito di riprodurre perdite massime dell'ordine di (rif. all.14, all.15, all.16, all.17):

- 17 Kg/min ossia circa 21.8 lt/min nella mandata pompa al BFCU
- 10 kg/min ossia circa 12.8 lt/min nel tratto tra BFCU ed AFRC (Air Fuel Ratio Control)
- 5 Kg/min ossia circa 6.4 lt/min sulla linea vaporizzatori.

L'entità di perdita simulata che più si è avvicinata ad un valore somigliante a quella prima calcolata per il volo dell'incidente, è quella che si è realizzata nei due esperimenti sul motore al banco presso la Piaggio e sul velivolo a terra presso l'Aermacchi, quando si è cercato di riprodurre una perdita tra le pompe alta pressione e il BFCU.

Il valore di perdita così simulato è stato dell'ordine di 15-17 Kg/min ovvero circa 19-22 lt/min.

Si è propensi pertanto a considerare la possibilità che la perdita si fosse localizzata sul circuito alta pressione combustibile, ritenendo tuttavia non definibile con sicurezza il luogo ove si è manifestata.

Il Collegio ha quindi tentato di individuare, quali interventi sul motore potessero far ritenere un collegamento con l'accaduto.

Dall'esame dei libretti del velivolo è emerso un intervento di manutenzione

Handwritten signature

Handwritten signature

Handwritten signature

Handwritten signature

Handwritten signature

(all.18) sull'impianto alta pressione tre voli prima dell'incidente, già ricordato nel par. 6.2.

Tale intervento si era reso necessario dopo l'ispezione periodica delle 200 ore, poiché nel volo di collaudo post-ispezione, il motore aveva stallato in alta quota nella manovra di "slam" (accelerazione veloce) prevista.

In situazioni del genere per eliminare la possibilità di tale inconveniente, (peraltro non critico) si deve operare attraverso la sostituzione dell'AFRC e con opportuna regolazione dei tempi di "slam", come previsto dal costruttore Rolls-Royce.

Dopo effettuato la sostituzione dell'AFRC, il velivolo ha ripetuto il volo di collaudo con esito soddisfacente. Ha poi effettuato il volo di trasferimento tra Istrana e Villafranca senza il benché minimo inconveniente. Ha ancora effettuato un volo di missione senza anomalie di sorta, prima del volo dell'incidente.

Il collegio ha potuto accertare, nella ricognizione fatta a Istrana, che nessun indizio di perdite anche lievi era presente nei voli precedenti e successivi alla sostituzione dell'AFRC.

Inoltre l'operazione di smontaggio e rimontaggio dell'AFRC, ripetuta alla presenza del Collegio, fatta dallo stesso operatore che l'aveva eseguita sul velivolo dell'incidente, è risultata effettuata secondo le regole dell'arte.

Per il tipo di collegamento esistente tra tubi e sedi di accoppiamento, si deve escludere un accoppiamento imperfetto, poiché in tale caso una perdita combustibile risulterebbe subito manifesta.

Né d'altra parte sono emersi - nella ricostruzione dei trascorsi di anni di esperienza degli specialisti sentiti - casi di perdite leggere o trasudamenti che potessero venir collegati con quanto avvenuto nel volo dell'incidente.

Più in generale durante la ispezione ad Istrana è risultata manifesta la competenza tecnica del personale addetto alla manutenzione del velivolo come pure la sua conoscenza delle procedure e regole applicabili.

Il Collegio ha quindi effettuato una ulteriore ispezione sul relitto, allo scopo di accertare -se possibile- l'esistenza di evidenze che consentissero di individuare le localizzazioni delle perdite.

Il vincolo di procedere secondo prove tassativamente ripetibili non ha consentito di ricavare evidenze nel senso ricercato: le guarnizioni sono risultate integre o bruciate (rif. all.7).

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

L'impossibilità di procedere a smontaggi (con rischi distruttivi) non ha consentito di spingere oltre l'accertamento.

17. CONCLUSIONI

1. Il disastro aviatorio di Casalecchio di Reno è la conseguenza della condizione di incontrollabilità nella quale il velivolo MB 326 MM 54386 è venuto a trovarsi sul cielo di Bologna.

Tale incontrollabilità si è determinata come effetto di un incendio a bordo, incendio scoppiato nel cielo di Bologna, che ha rapidamente degradato i comandi di volo sino a renderli inutilizzabili.

2. L'incendio è dovuto ad una cospicua perdita di combustibile nell'impianto di alimentazione del motore.

Tale perdita, verificatasi improvvisa e senza segni premonitori durante la missione di volo in atto, ha provocato inizialmente un forte calo della spinta fornita dal motore ed un suo successivo regime di funzionamento tale da consentire la prosecuzione del volo - sia pure in emergenza - sino ad un possibile atterraggio forzato.

3. Il pilota al momento in cui si è verificato l'inconveniente non ha avuto né poteva averla - specifica segnalazione di una simile perdita; constatato che il velivolo era in grado di continuare il volo, pur con prestazioni ridotte, ha interpretato correttamente le procedure dirigendosi verso l'aeroporto idoneo più vicino: Bologna appunto.

4. L'incendio, di notevole entità, anche per l'effetto della cospicua perdita in atto di combustibile, ha rapidamente degradato la controllabilità del velivolo, persa la quale, al pilota non è rimasta che la decisione di eiettarsi.

5. Quando il pilota ha attuato l'eiezione, il velivolo, ormai del tutto ingovernabile, aveva assunto una prua verso E-N-E seguendo una traiettoria che risulta in sufficiente accordo con quella valutata dall'astronomo Prof. Marano; successivamente compiva ancora una virata a destra puntando su Casalecchio.

Non può obiettivamente valutarsi ^{quanto} l'eiezione abbia di per sé influito su questa deviazione.

6. La mancanza di conoscenza dell'incendio a bordo non ha consentito al pilota di tentare manovre diversive peraltro di difficoltà crescente per il rapido degrado nelle condizioni di volo.

[Handwritten signatures and initials]

BAUE

BAUE

BAUE

Rimane a questo proposito un aspetto non completamente chiarito e cioè l' assenza nelle comunicazioni TBT di alcun cenno alla accensione delle spie "fire e/o overheat".

Il collegio ritiene ipotizzabile che nella prima fase della crisi (manifestatasi con i delphinamenti e con una riduzione dell' efficacia del comando longitudinale) il fuoco si sia sviluppato essenzialmente all'esterno e quindi non si siano create le condizioni per l'attivazione delle segnalazioni "fire e/o overheat".

Successivamente, plausibilmente nell'intorno del momento in cui viene pronunciata la frase "I comandi sono incontrollabili..." (9.31.19 Z), essendo il fuoco ormai penetrato all'interno, è ragionevole ammettere che sia avvenuta l'accensione delle spie; in questa fase il pilota, tutto concentrato nel tentativo estremo di controllare il velivolo, può non aver notato la predetta accensione delle spie.

7. Il Collegio ritiene che una tempestiva segnalazione da terra al pilota della presenza di fuoco a bordo avrebbe potuto lasciare margini, sia pure ristretti, per una manovra diversiva mirata a portare il velivolo su traiettorie diverse.

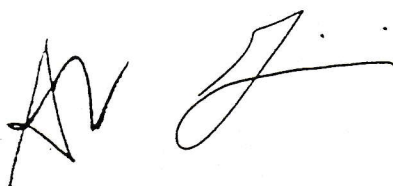
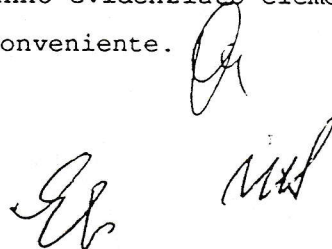
8. La presenza della forte perdita di combustibile in atto, prima dello sviluppo dell'incendio, lasciava una scia verosimilmente visibile da terra. L'individuazione di tale scia, se opportunamente comunicata al pilota, avrebbe consentito a questo di disporre di un importante elemento di conoscenza sulla evoluzione del volo.

9. Rimangono alcuni aspetti contraddittori tra le dichiarazioni del pilota e la ricostruzione degli eventi fatta dal Collegio:

- a) la quota recuperata dopo la "piantata motore" come dichiarato (5000 piedi) o come rilevato dal radar (4700 ft) non è raggiungibile con la sola energia cinetica immagazzinata. Si deve ritenere pertanto che non si sia trattato di una vera "piantata motore" ma di un calo brusco di spinta, seguito da un successivo recupero.
- b) La dichiarazione di temperatura molto alta fatta dal pilota alla torre di controllo di Bologna non risulta correlabile con il quadro tracciato dell'inconveniente.

10. Le operazioni di manutenzione eseguite nella parte di impiantistica ove è da localizzarsi la perdita di combustibile non hanno evidenziato elementi certi che possano correlarsi con l'origine dell'inconveniente.

*DOVEVA
PENSARCI
PRIMA*

RISPOSTE AI QUESITI

Quesito

a) si effettui esame ricognitivo-descrittivo, utilizzando all'occorrenza l'ausilio del mezzo fotografico e/o videoregistrazione, del rottame dell'aeromobile e di tutto il materiale sequestrato sul luogo del sinistro al fine di identificare tutte le parti dell'aeromobile così repertate.

Risposta:

L'esame richiesto è stato effettuato dal Collegio avvalendosi anche -come autorizzato- di specialisti delle Ditte Aermacchi e Piaggio, nonché personale tecnico dell'Aeronautica Militare per le operazioni di manovalanza.

Il dettaglio è riportato nell'allegato 7 alla relazione.

Come si evince da tale documento non tutte le parti del velivolo hanno potuto essere reperite, in particolare la fusoliera anteriore andata praticamente distrutta nell'impatto ed incendio susseguente.

Per quanto riguarda la catena dei comandi di volo, nella fig.3 dell'allegato 7 sono evidenziate le parti che è stato possibile identificare. In particolare è risultato evidente il surriscaldamento da incendio nel troncone posteriore fusoliera soprattutto sulla parte esterna dello stesso. Il motore appare profondamente danneggiato a seguito dell'incendio sviluppatosi dopo l'impatto.

Quesito

b) si individuino e si descrivano tutte le attività di controllo-collaudo-manutenzione effettuate all'aeromobile.

Risposta:

1) Nella normale attività operativa il velivolo è sottoposto a tutta una serie di controlli pre-volo e post-volo da parte del capo-velivolo (rif. manuale AA 1T-MB326-6LC).

Anche il pilota effettua un'ispezione e controlli prima del volo secondo il manuale AER 1T-MB326E-1/1.

2) Ogni velivolo viene sottoposto ad ispezione periodica da parte degli specialisti AMI per quanto riguarda strutture ed impianti, ogni 200 ore di

funzionamento oppure ogni 18 mesi, secondo il manuale AER IT-MB326-6. Analogamente il motore viene inviato alla revisione periodica secondo le norme stabilite dall'Aeronautica Militare.

Successivamente alla ispezione periodica, che può comportare la sostituzione di parti sia per scadenze calendariali delle stesse, sia per accertata condizione di non idoneità, oltre alle prove funzionali a terra degli impianti ed ai controlli richiesti dal manuale, viene fatto un volo di collaudo per accertare la completa rispondenza ai requisiti di funzionalità e sicurezza.

3) Nel caso di malfunzionamento o difetti constatati nelle operazioni a terra (punto 1) o durante le operazioni di volo, tale evenienza viene immediatamente trascritta sui libretti caratteristici del velivolo e l'ufficiale tecnico decide sulle azioni correttive da intraprendere nelle attività operative.

Qualora si debba procedere ad eliminare il difetto mediante sostituzione di un accessorio, viene anche stabilito quale collaudo successivo debba attestare la completa idoneità all'impiego del velivolo (semplice rilievo, prove funzionali, prove in volo).

Sui libretti caratteristici tali operazioni sono registrate e controfirmate.

4) Le modifiche che si rende necessario introdurre durante la vita del velivolo, sono oggetto di P.T. (prescrizione tecnica) emessa dall'autorità militare. Queste possono essere "azioni urgenti" o "immediate" od "azioni normali". In ogni caso indicano quando devono essere tassativamente introdotte nella vita di ciascun velivolo e prescrivono anche i collaudi da effettuare.

5) I velivoli sono poi soggetti a revisioni periodiche comportanti un esame più approfondito rispetto all'ispezione delle 200 ore. Tale revisione viene svolta normalmente presso il costruttore, in quanto comporta estese operazioni di smontaggio e rimontaggio.

Tenendo conto del quadro generale prima riassunto, il Collegio, come riportato in dettaglio nel capitolo 6, ha verificato tutte le operazioni di ispezione/manutenzione condotte sul velivolo MB 326E MM54386, prendendo in particolare considerazione tutte quelle svolte nell'ultimo anno ed evidenziando tutto ciò che poteva correlarsi con l'evento di cui è indagine.

Quesito

c) si descriva il volo dell'aeromobile dal decollo alla caduta evidenziando il momento (tempo/luogo) in cui questo si è discostato da dal piano di volo programmato.

Risposta:

La descrizione del volo è contenuta nel capitolo 3 della relazione.

In sintesi il velivolo è decollato dalla base di Villafranca alle ore 8.48 Z per una missione COE (cooperazione esercito) consistente nel sorvolare a bassa quota (500 ft) ed alta velocità (310 KTS) una postazione missilistica sita tra le località Castelnuovo e Legnago.

Mentre il pilota si accingeva ad effettuare il secondo passaggio su tale base e precisamente nel tratto di volo da Camposano verso Trecenta, si manifestava all'improvviso un repentino calo di spinta che il Collegio ha stimato avvenuto alle 9.17 Z circa nei pressi della località Rangona.

Il pilota ha reagito virando verso destra impegnandosi nel contempo a guadagnare quanta più quota possibile.

La fase successiva del volo, dopo il primo inconveniente, è descritta in dettaglio nel paragrafo 3.3.2.

La ricostruzione del volo sul cielo di Bologna è riportata nel capitolo 12, mentre nei successivi capitoli 13, 14, 15 vengono discussi ed interpretati da parte del Collegio tutti gli eventi verificatisi in questa parte del volo.

Quesito

d) si evidenzi se dall'esame del fascicolo personale del S.Ten. Viviani Bruno emergano circostanze che possano essere in relazione con l'accaduto qui in esame.

1) Esame del fascicolo S.Ten. Viviani Bruno.

Estratto dal fascicolo personale del s.ten. Viviani Bruno.

Nato il 1/3/66 a Varese, fu arruolato in qualità di allievo ufficiale di complemento GARAT (Genio Aeronautico ruolo Assistenti Tecnici) assumendo la ferma di leva il 7/1/87.

Dimesso dal corso GARAT a seguito concorso e assegnato all'Accademia Aeronautica quale allievo ufficiale di complemento e promosso aviere scelto in data 1/7/87.

Nominato Pilota di aeroplano il 30/7/87, stessa data promosso sergente.

Trasferito alla 61^a Aerobrigata Aerea di Lecce per inizio secondo periodo di istruzione il 21/2/88.

Trasferito al Comando della 60^a Brigata Amendola e nominato Pilota Militare su velivolo G91 il 21/4/89.

Trasferito al 3° Stormo di Villafranca il 4/10/89.

Ha frequentato il corso di abilitazione elicotteri presso il 72° Stormo di Frosinone con esito favorevole dal 25/5/89 al 28/9/89.

Sottotenente di complemento con anzianità di grado il 13/4/89.

Scheda anagrafica

Figlio di fu Pierluigi e di Dicastano Rita.

Sottoposto a visita medica di leva con la classe 1966.

Titolo di studio: perito industriale.

Sufficiente conoscenza della lingua inglese.

Malattie dell'infanzia: morbillo, rosolia, pertosse, orecchioni varicella.

Ammesso al corso con la nomina di sottotenente di complemento dell'Arma Aeronautica ruolo naviganti in qualità di allievo ufficiale pilota di complemento.

Firma in data 2 aprile 1987 l'atto di arruolamento volontario che lo obbliga ad una ferma di anni dodici.

Visita medica

-il 16/2/87 sottoposto a visita medica per ammissione al corso di allievo ufficiale di complemento e dichiarato idoneo;

-il 3/2/88 sottoposto a visita medica presso Istituto Medico Legale di Napoli per controllo ordinario e dichiarato idoneo al servizio militare ed al pilotaggio di aviogetti;

-il 3/2/89 sottoposto a visita medica di controllo presso l'Istituto Medico Legale di Napoli e dichiarato idoneo al servizio militare ed al pilotaggio;

-il 2/8/89 presso il 72 Gruppo S.L.O. Servizio Sanitario di Stato sottoposto a visita medica semestrale con esito favorevole e idoneo al servizio militare ed al pilotaggio;

-il giorno 1/2/90 sottoposto a visita medica legale ordinario presso l'Istituto Medico Legale per l'AMI di Milano e dichiarato idoneo al servizio militare ed al pilotaggio;

Curriculum Vitae relativo al periodo trascorso in Accademia dal 30 marzo 87 al 4 novembre 87 redatto dal comandante del 101 Corso AVPC Ten.Col.Pilota Piero Mantovani.

Vincitore del concorso per l'ammissione al 101 Corso AVPC e classificato

V. Mantovani *AM* *J* *EL* *ms* *Q*

45° su 75 convocati.

Ha superato la selezione al volo presso il 70 Stormo di Latina ottenendo la votazione di 21.69 su 30 e classificandosi 20° su 51 allievi.

Ha superato il corso tecnico-professionale ottenendo ottimi risultati.

Alla luce delle valutazioni ottenute, ha conseguito la media di 24.476 su 30, risultando 15° su 47 allievi in forza.

Nel periodo di frequenza del corso non ha manifestato evidenti segni di insofferenza, dimostrando un sufficiente senso del dovere, non incorrendo mai in gravi infrazioni.

Rapporto informativo del periodo di corso in Accademia dal 2/4/87 al 23/9/87 redatto dal comandante dei corsi vari Ten.Col.P.C. Mario Bonato Distinto e disinvolto in uniforme, l'allievo Viviani ha sempre goduto di ottima salute.

Dotato di energia e di un sentito amor proprio, si dimostra interessato a tutto ciò che riguarda la professione futura ed il volo in genere.

Dal carattere deciso e puntiglioso si è ben inserito all'interno del corso mostrandosi amichevole verso i colleghi e rispettoso verso i superiori.

Nonostante l'impegno profuso, i risultati scolastici appaiono inferiori alle aspettative, mentre ha evidenziato una buona forza di volontà che gli ha permesso di superare la selezione al volo con soddisfacenti risultati.

Giudizio complessivo del revisore Col. AArn Pil. Augusto Perchinaia

Allievo disinvolto ed energico, appare molto interessato alle attività inerenti la carriera intrapresa.

Nelle varie attività ha profuso notevole impegno, senza tuttavia conseguire risultati apprezzabili.

Ha superato la selezione al volo con buon profitto, grazie al notevole impegno profuso.

Rapporto informativo dal 24/9/87 al 21 /2/88 compilato per trasferimento dal comandante del 101 corso Ten.Col.Pil. Piero Mantovani

Distinto e disinvolto in uniforme, l'allievo ha evidenziato una personalità non ben strutturata che in alcune circostanze lo ha portato a sconfinare nella polemica con i superiori ed a perdere il controllo.

Non ha mostrato di voler prendere iniziative volentieri e si è un po'estraniato dalla vita del corso.

Nello studio non è andato oltre risultati sufficienti.

Nel campo professionale ha superato le varie fasi di selezione con sufficienza.

Giudizio complessivo del revisore Col. AArn Pil. Antonio D'Ambrosio
concordo: allievo dalla personalità ancora in via di formazione, ha assunto
talvolta atteggiamenti polemici.

Sufficiente l'impegno profuso ed i risultati ottenuti nelle varie attività.
Corsi

Ha frequentato i corsi basici di sopravvivenza in montagna presso il
distaccamento A.M. di Torrazza del Cimone con esiti favorevoli.

Punizioni

11/5/87 a diporto con la divisa in disordine 1 turno di consegna

7/7/87 si intratteneva alzato ben oltre l'orario del silenzio

11/11/87 in occasione di un evento sociale a cui partecipava il corso
chiedeva una particolare autorizzazione al proprio comandante di corso.

Al mancato accoglimento della stessa assumeva alla presenza di ospiti
civili un contegno estremamente ingiurioso nei confronti dello stesso,
evidenziando una mancanza di autocontrollo e scarso senso della disciplina
militare.

2) Valutazioni

Il fascicolo personale del S.Ten.Pil. Bruno Viviani si riferisce
soprattutto al periodo che va dall'ammissione al corso di Allievo Ufficiale
di Complemento alla nomina a Sottotenente Pilota.

Per quanto riguarda la parte relativa agli impegni scolastici si può
considerare soddisfacente, anche se per alcuni giudizi dei suoi superiori
avrebbe potuto fare meglio.

Il comportamento militare e la disciplina, soprattutto in seguito ad una
grave mancanza di comportamento nei confronti di un suo superiore, gli sono
costati un giudizio finale piuttosto modesto.

Buono il giudizio relativo sull'attitudine al volo, avendo superato
facilmente i vari corsi di addestramento fino al raggiungimento del
brevetto di pilota militare.

Pertanto, a giudizio degli scriventi, dall'esame al fascicolo personale non
risultano emerse circostanze che possano in qualche modo essere poste in
relazione con l'accaduto.

Quesito

e) in ordine al fattore "manutenzione" si esprima giudizio sulle seguenti
problematiche:

- se nello specifico della effettiva manutenzione-collaudi-controlli

dell'aeromobile precipitato, è dato rinvenire manchevolezze-negligenze-imperizie.

- se la manutenzione-collaudi-controlli effettivamente apprestati per l'aeromobile precipitato risultino conformi ai programmi previsti per tale tipo di aeroplano, e simili, (serie MB326) disposti dall'Aeronautica Militare.

- se gli "standard" di manutenzione-collaudi-controlli previsti dall'Aeronautica Militare per un tale tipo di aeromobile siano conformi a quelli il cui rispetto, secondo le attuali conoscenze delle discipline aeronautiche, è considerato oggi indispensabile per la garanzia della sicurezza di volo.

Risposta:

- Il Collegio negli accertamenti svolti sulle documentazioni esaminate e agli atti, come pure presso la base di Istrana con gli specialisti dell'Aeronautica Militare, non ha riscontrato manchevolezze o negligenze o imperizie.

- Il Collegio ha accertato che gli interventi di manutenzione-collaudi-controlli apprestati per l'aeromobile precipitato sono avvenuti nel rispetto delle procedure e dei programmi previsti per tale tipo di velivolo, disposti dall'Aeronautica Militare.

- Il Collegio ritiene di potersi esprimere affermativamente sull'adeguatezza degli standard di manutenzione-collaudi-controlli previsti dall'Aeronautica Militare.

Tali standard sono conformi a quelli utilizzati dalle altre Aeronautiche Militari ed adeguati a garantire la sicurezza.

Quesito

f) si esprima giudizio sulla validità o meno, alla luce dei principi generalmente adottati dalla Aviazione Civile e da quella Militare (evidenziando eventuali difformità tra le stesse), della procedura adottata nel caso in esame allorquando si è manifestata l'emergenza, precisandosi a chi competevano le decisioni via via adottate e da chi in concreto furono prese, il tutto con particolare riferimento:

- alla decisione di dirigersi verso l'aeroporto di Bologna e non verso aree meno densamente popolate;

- alle modalità di approccio all'aeroporto di Bologna per l'operazione di

Handwritten signature

Handwritten signature

Handwritten signature

Handwritten signature

Handwritten signature

atterraggio, e se modalità diverse da quella adottata per tempi e modi avrebbero permesso l'atterraggio e quindi evitato il disastro;

- alla decisione dell'abbandono dell'aeromobile, e a tale riguardo si dica se questo avvenne quando lo stesso era ormai ingovernabile.

Inoltre si dica se dopo l'abbandono vi sia stato mutamento di rotta dell'aeroplano, se questo poteva essere impedito da specifico accorgimento del pilota prima dell'abbandono, ed infine quale fosse il presumibile punto d'impatto qualora non vi fosse stato mutamento di rotta.

Risposta:

I principi adottati sia dall'Aviazione Civile che da quella Militare non differiscono in linea sostanziale dal requisito di procedere ad un atterraggio immediato, nell'aeroporto più vicino, ogniqualvolta si manifesti un'avaria che riduca la efficienza della macchina al disotto di livelli adeguati.

E' evidente che le procedure di emergenza possano differire, come è il caso di constatata grave avaria con ingovernabilità del mezzo ove, per il velivolo militare è possibile il lancio dell'equipaggio, mentre per aeromobili dell'Aviazione Civile non resta che l'atterraggio di fortuna, sempre che sia rimasta una minima governabilità del velivolo.

Per quanto concerne la procedura adottata nel caso in esame, allorquando si è manifestata l'emergenza, il Collegio esprime la seguente opinione

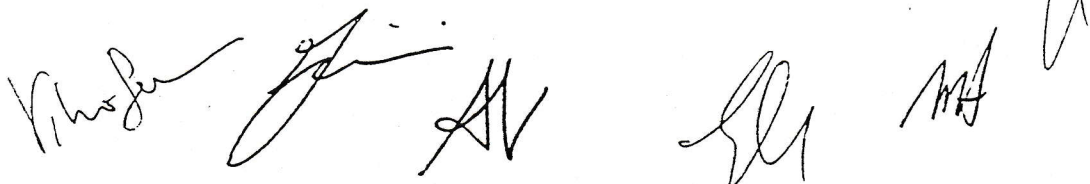
- sino a che il motore erogava sufficiente spinta per mantenere il volo a quota adeguata per raggiungere l'aeroporto più vicino, non era prescritto nelle procedure di emergenza di doversi obbligatoriamente eiettare e non vi era motivo ragionevole per doverlo fare.

- ben diverso avrebbe dovuto essere il caso se al pilota fosse stata manifesta una presenza di fuoco, situazione per la quale le procedure prescrivono tassativamente il lancio.

- se il pilota avesse avuto conoscenza di un importante perdita di combustibile in atto, la valutazione della possibilità di proseguire il volo o di manovre diverse avrebbe potuto essere oggetto anche di adeguato consulto con la torre mobile di Villafranca.

- la concentrazione sulla gestione dell'emergenza ha presumibilmente impedito al pilota e al personale SOR di Villafranca di aver consapevolezza dell'eccessivo consumo di combustibile in atto; occorre poi avere la possibilità di correlare l'elevato consumo con una perdita di carburante

BAUE
Mancolo



nei tempi estremamente limitati dell'emergenza.

- le decisioni adottate sono state prese dal pilota che si consultava con la base: a bordo comunque le decisioni - in uno stato di emergenza - sono prese unicamente sempre dal pilota, sia esso su un velivolo militare o civile.

In particolare il Collegio ritiene che:

- la decisione di dirigersi sull'aeroporto di Bologna non è da considerarsi errata in principio essendo tale aeroporto quello più vicino con pista adeguata all'atterraggio forzato.

Diversa avrebbe potuto essere la decisione nel caso di conoscenza della perdita di combustibile in atto. BAUG

Diversa doveva assolutamente essere la decisione se il fuoco era manifesto o segnalato, come del resto prescritto dalle procedure.

- Le modalità di approccio all'aeroporto di Bologna per l'atterraggio sono state conformi alle procedure prescritte atte a garantire il successo pieno della manovra, anche con il motore in avaria e un atterraggio forzato.

- La decisione di abbandonare l'aeromobile è avvenuta con il velivolo effettivamente non governabile. DA DIMOSTRARE

- Il Collegio ritiene che tale decisione avrebbe anche potuto essere anticipata di qualche secondo, e che comunque al momento di tale decisione la traiettoria poi effettivamente seguita dal velivolo sino all'impatto non era prevedibile da parte del pilota.

Dopo l'abbandono vi è stato in effetti un mutamento di rotta dell'aeroplano. Il Collegio tuttavia, stante l'evidente degrado dei comandi di volo in quel momento, non reputa che la rotta potesse essere influenzata significativamente da accorgimenti specifici, non ravvisabili da parte del pilota prima dell'abbandono.

- Infine il Collegio esprime perplessità valutativa sulla definizione del possibile punto d'impatto qualora non vi fosse stato il mutamento di rotta prima menzionato, per le seguenti ragioni:

- il velivolo era in regime di pre-stallo;
- l'aereo in condizioni di volo non governato;
- il velivolo percorreva una traiettoria a curvatura variabile.

Richiesta *Al* *Fin* *EL* *MS*

Quesito

g) si descriva il carburante, l'olio motore e l'olio idraulico utilizzati per l'aeromobile MB326 E precisando l'eventuale presenza di fattori inquinanti.

Risposta:

La risposta a tale quesito è contenuta nella relazione del Dott. Morselli (all.23). In sintesi, dall'analisi di tali fluidi, non sono risultati al Collegio elementi che possano essere messi in relazione con quanto avvenuto.

Quesito:

h) si indichino le cause della caduta dell'aeromobile e, qualora risulti escluso fattore causale esclusivo ESTERNO allo stesso, ci si esprima sulla riconducibilità dell'avaria ad alcuna delle problematiche sub c).

Risposta:

La caduta dell'aeromobile è da porsi, secondo le risultanze delle indagini svolte dal Collegio, in relazione al fuoco sviluppatosi prevalentemente all'esterno del velivolo, alimentato dal combustibile perduto dall'impianto di alimentazione del motore. Detto fuoco ha provocato inizialmente una instabilità del velivolo difficilmente controllabile da parte del pilota, un degrado del comando poi una successiva perdita dello stesso per effetto del fuoco sviluppatosi anche all'interno del troncone posteriore della fusoliera.

Il Collegio ha potuto identificare nella parte di alta pressione dell'impianto di alimentazione del combustibile l'origine della perdita, ma non ha potuto procedere ad una più precisa localizzazione della perdita anche a causa dei limiti di indagine concessi.

Non si sono fin qui evidenziate carenze nella normativa e nell'esecuzione delle operazioni di ispezione-manutenzione-controllo correlabili con l'origine dell'anomalia.

Mario Saetta

Attilio F. J. J. J.

Marcello Schiavini

Julio Nalle

Luigi Neri