

Capitolo XVIII
Perizia tecnica Blasi ed altri. Quesiti a chiarimento - 30.10.90.

A seguito del deposito della 2^a Blasi e delle consulenze di parte di cui sopra si è parlato, questo Ufficio si determinava a richiedere, specie a causa

delle divergenti risposte BC e ILM, chiarimenti a quel collegio (v. ordinanza GI 31.08.90). Il Pubblico Ministero, sempre a seguito del deposito della 2^a Blasi, formulava puntuali richieste al fine di consentire ai periti del nuovo collegio di disporre di materiale utilizzabile per le valutazioni di carattere tecnico; instava perché venissero affidati nuovi accertamenti peritali da condurre, per la loro autonomia dall'oggetto della perizia tecnico scientifica, in "parallelo" con essa; richiedeva l'esame a chiarimenti all'intero collegio Blasi sulle argomentazioni e conclusioni difformi.

Gli accertamenti istruttori avrebbero dovuto concernere i seguenti temi:

1. l'estrattore del Radar Marconi. "La relazione trasmessa dalla Selenia in data 5 febbraio 90 al collegio peritale e a firma di Galati, Giaccari e Pardini, indica una situazione dell'estrattore del radar Marconi differente da quella in precedenza ipotizzata. Da tale circostanza viene dedotta una interpretazione dei plots rilevati il 27 giugno, del tutto diversa da quella indicata dalla stessa Selenia nella relazione in data 8 ottobre 80.

Il punto è di particolare rilievo, giacché nella prima relazione si affermava esplicitamente che "il dato di posizione estratto dal segnale proveniente dal radar primario è affetto da errori di misura la cui origine è individuabile in diversi fattori, quali ... sistemi di trasmissione, ricezione ed estrazione non ideali; di conseguenza, l'associazione al radar di "precisioni di misura" era avvenuta "alla luce di un'analisi teorica e di rilievi sperimentali precedenti l'indagine".

"Va quindi accertato, anche attraverso il sequestro della documentazione concernente l'installazione dei due radar e gli interventi successivi, quale fosse l'effettivo funzionamento del radar Marconi nell'80 e se i fenomeni di "mascheramento" potessero essere presenti già all'epoca del fatto. A tal fine, sarà utile l'identificazione e l'esame del personale che predispose la prima relazione Selenia. Di grande importanza potrebbe essere la acquisizione della documentazione relativa ai "rilievi sperimentali" che si asserisce essere stati fatti antecedentemente al 1980, così come di eventuali registrazioni (sempre coeve al disastro) del Centro di Ciampino, nelle quali siano rilevabili effetti di mascheramenti. Si segnala che tali effetti - secondo quanto indicato nella seconda relazione Selenia - sono statisticamente non irrilevanti e quindi dovrebbero poter essere osservati in ordinarie registrazioni."

2. Il Radar di Marsala. "Le informazioni fornite ai periti da coloro che effettuarono la decodificazione delle registrazioni del Centro di Marsala, presso il Centro di Borgo Piave nel 1980 e 1985, erano parziali, e tali da determinare gravi difficoltà nella interpretazione delle tracce

risultanti. Solo nel 1989 fu decodificata la parte del nastro relativa a ben quattro tipi di tabulato la cui esistenza non era neppure nota.

Va rilevato – così continua il PM – che nelle prime decodificazioni non fu opposto il segreto di Stato, ma semplicemente si tacquero informazioni essenziali. Nè può dirsi che gli inquirenti e i periti furono comunque posti a conoscenza della non completa decodificazione, giacchè nella nota in data 17.10.80 da Stataereo alla Procura della Repubblica di Roma si legge espressamente: “...Informazioni contenute nei nastri delle registrazioni radar da decifrare non sunt coperte da segreto militare. Sunt invece coperte da segreto militare et pertanto debent essere trattate secondo la legge in vigore, prestazioni operative radar cui riferisconsi suddette registrazioni radar, coordinate geografiche relative a posizione stesso radar et parte software sistema Nadge cui catena difensiva appartiene radar in questione”. Di conseguenza lo “sviluppo del tabulato relativo alla parte non classificata”, risultante dal verbale in data 11.11.80, non poteva non concernere tutte le informazioni contenute nei nastri (cart.1, vol.1, fasc.2, f.471 ss). Dal che si desume che il responsabile della decodificazione distinse i dati sulla struttura del sistema e sul software (coperti da segreto), da quelli concernenti la lettura del nastro decodificato, che apparivano integralmente consegnati all’AG e ai periti. Invece furono estratti e resi disponibili solo una parte limitata delle informazioni realmente contenute, senza - ciò che è peggio - di tanto l’AG venisse resa edotta.

È dunque necessario accertare se i dati oggi in possesso degli inquirenti siano effettivamente tutti quelli desumibili dai nastri registrati o se ve ne siano altri, non ancora posti a disposizione.

Attività istruttoria deve essere rivolta anche ad individuare chi abbia materialmente effettuato le operazioni di decodificazione; sul punto si vedano le osservazioni del c.t. di p.c. Miggiano.

È poi necessario verificare se vi sia correlazione necessaria, desumibile dai nastri, tra singole consolle del centro di Marsala e gli interventi effettuati in manuale sulle tracce.”

3) Le modalità di trasmissione dei dati radar in ambito NATO. “E’ necessario acquisire ulteriori informazioni, da fornire ai periti, circa le modalità di trasmissione dei dati acquisiti dai vari siti radar alle centrali operative in ambito NATO e quindi anche al di fuori del territorio nazionale. Dovrà essere accertato se effettivamente tali dati non siano disponibili o se essi siano coperti da segreto militare.

In particolare, anche con riferimento alla traccia circolare che parrebbe risultare dai tracciati di Poggio Ballone ad Est della Corsica, dovrà essere verificato se fossero in volo velivoli per la sorveglianza radar di nazioni alleate. Al fine di evitare incertezze potranno essere svolte

indagini per individuare quali fossero, all'epoca del fatto, i collegamenti tra il sistema di D.A. del nostro Paese e i suddetti velivoli, sempre nei limiti dell'oggetto del procedimento, e quindi se tali informazioni risultino anche da atti in possesso di autorità nazionali.”

4) La documentazione relativa ad altri incidenti di volo per esplosione di ordigni interni o per attacco missilistico. “Al fine di disporre di elementi comparativi certi, è necessario richiedere alle Autorità e agli Stati che ne dispongono, la documentazione relativa ad episodi di disastri aerei sicuramente ascrivibili all'esplosione di bombe e all'impatto con i missili.”

5) Le registrazioni telefoniche. “È opportuno disporre il sequestro delle registrazioni telefoniche del 27.06.80 di Poggio Ballone, Monte Venda e Martina Franca con conseguente trascrizione. È opportuno che il sequestro sia eseguito con accertamento contemporaneo delle linee esistenti nei vari siti e delle loro modalità di funzionamento, sia in relazione ad eventuali collegamenti diretti che a linee non sottoposte a registrazione. Così come è necessario accertare se gli operatori di Marsala avessero a disposizione linee diverse da quelle sottoposte a intercettazione.”

6) Il nastro Synadex. “Il nastro Synadex nr.3 è ritenuto concordemente dai periti come “molto probabilmente diverso” da quello effettivamente utilizzato il 27.06.80. Tale conclusione appare essere condivisa anche da tecnici ITAV. È indispensabile completare gli accertamenti volti ad acclarare tale circostanza. In particolare, dovrà essere verificato se esistono altri nastri Synadex e se vi siano programmi di decodificazione dei dati diversi da quelli forniti ai periti.”

7) Le registrazioni di Marsala. “Dalle trascrizioni delle telefonate registrate nel centro di Marsala risulta che più operatori, identificati o identificabili, negano - poco dopo la perdita del velivolo - di avere avvistato il DC9. Tale circostanza deve essere oggetto di specifica contestazione agli imputati.”

Gli accertamenti peritale sarebbero dovuti consistere in:

1. perizia fonica per la precisa individuazione del fonema GUA, rilevabile dalla registrazione del voice recorder.
2. Perizia acustica, al fine di individuare con certezza l'origine (e quindi la compatibilità con le diverse ipotesi causali prospettate) dei rumori registrati nella parte terminale del nastro voice recorder.
3. Perizia missilistica, giacché le indagini peritali compiute dal collegio Blasi per la identificazione di un missile e di una testata, vengono stimate del tutto insoddisfacenti, sia sotto il profilo metodologico che sotto quello dei risultati.

Ancor prima di affidare un siffatto incarico peritale, suggerisce il PM, è però necessario che vengano richieste alle Autorità competenti le più ampie informazioni disponibili sulle caratteristiche (ivi compresi i materiali di fabbricazione) dei missili in uso nell'anno 1980, anche al fine di valutare se e quali informazioni siano sottoposte a segreto.

A tale proposito, rileva il PM, che gli accertamenti sin qui compiuti – nella parti non contestate e non contestabili – consentono di restringere in maniera notevole l'arco delle possibilità.

Nella ipotesi, da accertare, che l'esplosione possa essere stata causata da un missile, l'ordigno non può che avere avuto le caratteristiche ampiamente descritte nella relazione peritale (autoguida radar o ad infrarossi, ma quest'ultimo caso di tipo avanzato e quindi con possibilità di attacco laterale; testata di guerra contenente TNT e T4; testata di guerra detta "continuous rod"; ecc.)

4. Perizia sulla rotta del MiG23. "E' opportuno disporre perizia al fine di accertare, sulla base della documentazione esistente, la rotta seguita dal MiG23 libico caduto in Calabria e se i dati obiettivi ricavabili dall'esame dei luoghi siano compatibili con la traccia asseritamente riconducibile al MiG, rilevata dal radar di Otranto. In quest'ultima ipotesi, se sia possibile attribuire qualificazione Friendly ad una traccia non tale e come ciò possa avvenire (se attraverso intervento manuale o per errore del sistema o altro)."

Quanto ai chiarimenti da richiedere al collegio Blasi, essi testualmente sono i seguenti:

1. quali ipotesi alternative possano essere prospettate circa i due fori con andamento esterno - interno, osservati sul portellone del bagagliaio anteriore, diverse dall'impatto con i frammenti della testata di un missile. In particolare, se sia stata esaminata l'ipotesi della provenienza dei frammenti dal corpo di un missile e non dalla testata (v. c.t. p.c. Itavia). Inoltre se l'ipotesi della provenienza dei frammenti dalla deformazione di parti del DC9 a seguito dell'impatto con l'acqua e conseguente frattura con proiezione di materiali sia stata verificata attraverso esame delle parti recuperate, anche sotto il profilo delle caratteristiche del materiale di fabbricazione, del posizionamento dei frammenti infissi nel portellone, della presumibile dinamica di impatto con l'acqua.

2. Se la dislocazione del portellone, la posizione dei due fori sullo stesso e la traiettoria interna degli oggetti che li hanno provocati siano compatibili con il punto di presumibile impatto di un missile e con la direzione conseguente dei frammenti (v. c.t. di parte imputata).

3. In base a quali parametri sia stata effettuata la cernita degli oggetti recuperati e per quale ragioni sia stata interrotta la ricerca delle parti mancanti (e in particolare della “scatola nera”).
4. Se le condizioni nelle quali è stata effettuata la prova di sparo comportino significative differenze nei risultati rispetto a quelle esistenti al momento del fatto e se ai fini dell’analisi sia stato considerato solo il parametro “tempo di decadimento” e non anche altri (intensità del segnale e spettro di frequenza); in tale caso, se tali parametri siano significativi ai fini dell’analisi (v. c.t. di parte imputata).
5. Se siano stati effettuati accertamenti al fine di affermare o di escludere che le leghe a base di alluminio, individuate nella composizione di due frammenti, siano utilizzate anche in parti interne dell’aereo.
6. Sulla base di quali elementi sia stato affermato il carattere "amorfo" del carbonio, rilevato su striature osservate sulla parte esterna della fusoliera (v. c.t. di parte imputata).
7. Se la posizione delle striature sulle quali fu rilevato il carbonio sia o meno compatibile con la presumibile direzione della esplosione esterna.
8. Se e quali accertamenti siano stati compiuti al fine di accertare se i tappetini recuperati presentino tracce di esplosione o di combustione e quali possano essere le cause delle tracce di azioni meccaniche violente sugli stessi riscontrate; analoghe considerazioni a proposito dei materiali di coibentazione (v. c.t. di parte imputata).
9. Quale procedimento logico sia stato seguito per affermare che le particelle incombuste di esplosivo, riscontrate su parti interne dell’aereo, possano esservi state portate da frammenti direttamente esposti alle esplosioni (si vedano sul punto le osservazioni critiche dei consulenti di parte imputata).
10. Quale sia la possibile posizione dell’ordigno all’interno del velivolo, tenuto conto dello stato dei vani carrello, della posizione di quello anteriore rispetto alla cabina di pilotaggio, dello stato dei vani bagagli, quello anteriore desumibile dalle condizioni della parte di portello recuperata.
11. Se siano stati valutati gli effetti sulla attendibilità dei dati di Marsala di una ridotta velocità di registrazione (1 ogni 30 secondi), quale risulterebbe dagli accertamenti compiuti dalla Commissione d’inchiesta dell’AM; sulla base di quali elementi si fondi l’affermazione (f.71 della relazione peritale) che non siano determinabili le reali condizioni di cadenza impostate dal sito al momento dell’incidente.
12. Sulla base di quali elementi si sia affermato che la traccia del DC9 è stata cancellata dal TPO contemporaneamente alla traccia definita “di difficile interpretazione” e cioè con quota elevata e bassa velocità (v. c.t. di parte imputata - v. anche quesiti successivi).

13. Come sia possibile che la traccia AJ450, alla quale è attribuita una velocità inferiore ai 50kts, non scada di qualità, pur senza che siano effettuate su di essa operazioni di aggiornamento manuale; se sia stata esaminata la possibilità di una manipolazione della traccia (v. c.t. p.c.)
14. Come sia possibile che nelle registrazioni relative al cielo reale appaiano elementi simulati e in particolare che nel tabulato tratto dalle registrazioni delle attività di intercettazione compaia una traccia di intercettazione simulata alle ore 18.20.59; sulla base di quali elementi tale traccia sia stata ritenuta “inequivocabilmente simulata”. Se sia possibile far apparire come simulate tracce reali e viceversa.
15. Se, ad integrazione delle precisazioni indicate nelle pagg.74ss. della perizia, la traccia 16 sia da ritenersi simulata; se siano da ritenersi simulate le tracce 21, 22 e 23; sulla base di quali elementi le tracce 14 e 15 sono state definite simulate e se esse trovino corrispondenza nel nastro 99.
16. Quali “programmi di riduzione dei dati” diversi da quelli forniti ai periti potrebbero portare alla corrispondenza dei dati rilevati sul nastro 3 Synadex con quelli del nastro 2.
17. Se, al fine di valutare se la Synadex abbia o meno avuto effettivamente luogo, sia stato o meno valutato il contenuto delle telefonate, in particolare circa il trasferimento ad altri siti di tracce in fonetico-manuale (v. c.t. p.c. Miggiano).
18. Per quale ragione l’analisi dei tabulati tracce sia stata ristretta al periodo 18.18/20.15Z.
19. Se siano state sottoposte a valutazione le tracce LJ041, AM202, AM203, AM204, AM205, AM206 e quelle ad esse collegabili.
20. Se risulti dal tabulato tracce che alle ore 18.56Z sia stato interrotto l’invio della traccia del DC9 a Poggio Ballone; in caso positivo, se sia stato accertato chi e per quale ragione abbia condotto tale operazione.
21. Quali metodiche siano state utilizzate per determinare la velocità dell’oggetto percorrente la traiettoria 2, con particolare riferimento alle osservazioni dei c.t. di parte imputata (appendice 3 al capitolo 5) e se i calcoli proposti nella perizia debbano ritenersi corretti.
22. Se siano stati considerati, nella ricostruzione della traiettoria del velivolo estraneo (ipotesi ILM) i punti 12 e 13b (v. c.t. di parte imputata).
23. Quali argomentazioni possono contrastare i rilievi in ordine alle probabilità, statisticamente calcolate, che – nelle condizioni date – due plots non corrispondenti a risposte reali vengano a trovarsi in posizioni significative rispetto alla traccia del DC9 (plots -17 e -12 del radar Marconi) - si veda sul punto l’all.14 alla relazione peritale.
24. Tenuto conto della verosimile distribuzione in quota dei rottami, della verosimile stazionarietà del moto verticale dei medesimi e del meccanismo

di rilevazione dei medesimi da parte del radar, come sia possibile ipotizzare che la traccia radar indicata come 1M possa essere attribuita a rottami (v. c.t. ing. Giuli)

25. Come sia compatibile l'attribuzione della traiettoria 1M ai rottami, in considerazione della sua elevata qualità e degli effetti indotti dal "mascheramento" sulla rilevazione dei rottami (v. c.t. ing. Giuli)

Da sottolineare che in queste richieste il PM solleva il problema dei periti che sono stati costretti ad impiegare ausiliari con particolari cognizioni tecniche, in ambiti in cui essi avrebbero dovuto direttamente operare e rispondere. Su questi ausiliari che oltrepassano i limiti delle loro funzioni dovrà tornarsi più oltre. (v. richieste PM 18.09.90).

Questo Ufficio, in considerazione della gravità del perdurare della spaccatura all'interno del collegio peritale e delle molteplici critiche che venivano dedotte a carico dei lavori peritali al riguardo delle operazioni di recupero e di diverse questioni chimiche, esplosivistiche e radaristiche, il 31 agosto 90 decideva di procedere alla formulazione di chiarimenti al collegio Blasi sui risultati di entrambe le perizie, quella depositata 17.03.89 e l'altra del 26.05.90, citando i periti e le parti per il 19 settembre successivo, udienza nella quale venivano posti i seguenti ventinove quesiti:

1) riferiscano i periti in modo specifico quali siano stati i criteri di scelta nel recupero dei relitti rinvenuti nel fondo del mar Tirreno e le ragioni per cui non è stata redatta, oltre la ripresa video, una descrizione di quelli non recuperati.

2) Le ragioni per cui le ricerche non siano state estese oltre i limiti dell'area indicata in elaborato peritale 89 e comunque se siano state interrotte alla data nello stesso indicata.

3) Se v'era la possibilità di determinare le percentuali approssimative dei volumi delle superfici e dei pesi delle parti recuperate, di quelle rinvenute e non recuperate, di quelle non rinvenute.

4) Le ragioni per cui le ricerche del Flight Data Recorder siano state limitate al percorso indicato in perizia e non siano state estese in altre aree e in particolare all'area circostante quella del ritrovamento della coda, e le ragioni per cui sono state interrotte solo dopo due giorni.

5) Se, avendo individuato il supporto del Flight Data Recorder, ne abbiano esaminato lo stato al fine di individuare le modalità di separazione da esso di detta scatola nera.

6) Le ragioni per cui si è affermato che le particelle incombuste di esplosivo, riscontrate su parti interne dell'aeromobile, possano esservi state portate da frammenti direttamente esposti alla esplosione.

- 7) Se e quali accertamenti siano stati compiuti al fine di determinare se i tappetini ed altri materiali, quale quello di coibentazione, recuperati presentassero tracce di esplosione o di combustione, e quali potessero essere le cause delle tracce di azioni meccaniche violente riscontrate sugli stessi tappetini.
- 8) Se possano essere prospettate ipotesi alternative sui due fori con andamento esterno-interno, constatati sul portellone del bagagliaio anteriore, diverse dall'impatto con i frammenti della testata di un missile; se in particolare sia stata esaminata l'ipotesi della provenienza dei frammenti dal corpo di un missile e non dalla testata; se inoltre l'ipotesi della provenienza dei frammenti dalla deformazione di parti del DC9 a seguito dell'impatto con l'acqua e conseguente frattura con proiezione di materiali sia stata verificata attraverso l'esame delle parti recuperate, anche sotto il profilo delle caratteristiche del materiale di fabbricazione, della posizione dei frammenti infissi nel portellone, e della presumibile dinamica di impatto con l'acqua.
- 9) Se la dislocazione del portellone, la posizione dei due fori sullo stesso e la traiettoria interna degli oggetti che li hanno provocati siano compatibili con il punto di presumibile impatto di un missile e con la direzione conseguente dei frammenti.
- 10) Se la posizione delle striature sulle quali fu rilevato il carbonio, sia o meno compatibile con la presumibile direzione della esplosione esterna.
- 11) In base a quali elementi sia stato affermato il carattere "amorfo" del carbonio, rilevato su striature osservate sulla parte esterna della fusoliera.
- 12) Se siano stati compiuti accertamenti per affermare o escludere che le leghe a base di alluminio, individuate nella composizione dei due frammenti, con numero di reperto 52-1M e 6-4M, siano utilizzate anche in parti interne dell'aeromobile.
- 13) Come possa conciliarsi con l'ipotesi di una esplosione interna il quantitativo e il tipo di frammenti individuati e l'assenza di dati obiettivi su tutte le salme recuperate.
- 14) Quale possa essere, in considerazione dello stato degli interni delle parti recuperate, in particolare dei vani carrello, dei vani bagagli, e della posizione del vano carrello anteriore rispetto alla cabina di pilotaggio, la collocazione dell'ordigno all'interno dell'aeromobile.
- 15) Sulla base di quali elementi si sia affermato che la traccia del DC9 è stata cancellata dal Track Production Officer (TPO) contemporaneamente alla traccia definita "di difficile interpretazione" nei dati radar del sito di Marsala relativi alla sera del 27.06.80.
- 16) Come sia possibile che nelle registrazioni del sito e della data specificati al quesito precedente, relative al cielo reale, appaiano elementi

simulati, e in particolare che nel tabulato tratto dalle registrazioni delle attività di intercettazione “Wintr” compaia una traccia di intercettazione simulata alle ore 18.20.59Z; in particolare sulla base di quali elementi tale traccia sia stata ritenuta “inequivocabilmente simulata”; infine se sia possibile far apparire come simulate tracce reali e viceversa.

17) Quali “programmi di riduzione dei dati” diversi da quelli ad essi forniti potrebbero portare alla corrispondenza dei dati rilevati sul nastro 3 Synadex con quelli del nastro 2, sempre del sito radar di Marsala.

18) Se, al fine di valutare se la Synadex abbia o meno avuto effettivamente luogo, sia stato o meno considerato il contenuto delle telefonate, tra il sito di Marsala ed altri siti, in particolare circa il trasferimento a questi ultimi di tracce in fonetico-manuale del primo.

19) Le ragioni per le quali l’analisi dei tabulati tracce del sito di Marsala sia stata limitata al periodo tra le 18.18 e le 20.15Z sempre del 27.06.80.

20) Se siano state sottoposte a valutazioni le tracce LJ041, AM202, AM203, AM204, AM205, AM206 e quelle ad esse collegabili dei dati radar del sito di Marsala.

21) Come sia possibile che la traccia AJ450, dei dati radar di Marsala, alla quale è attribuita una velocità inferiore ai 50kts, non scada di qualità, pur senza che siano effettuate su di essa operazioni di aggiornamento manuale; quindi, se sia stata presa in considerazione la possibilità di una manipolazione di tale traccia.

22) Se risulti dal tabulato tracce del sito di Marsala che alle ore 18.56Z del 27.06.80 sia stato interrotto l’invio delle tracce del DC9 a Poggio Ballone; in caso positivo, se sia stato accertato chi e per quale ragione abbia condotto tale operazione.

23) Quali metodiche siano state utilizzate per determinare la velocità dell’oggetto percorrente la traiettoria 2, dei dati radar del sito di Fiumicino, e se i calcoli proposti nella perizia debbano ritenersi corretti.

24) Se siano stati considerati, nella ricostruzione della traiettoria del velivolo estraneo, i punti 12 e 13b dei dati radar del sito di Fiumicino.

25) Quali argomentazioni possono contrastare i rilievi in ordine alle probabilità, statisticamente calcolate, che – nelle condizioni date – due plots non corrispondenti a risposte reali, i plots -17 e -12 cioè dei dati radar del sito di Fiumicino, vengano a trovarsi in posizioni significative rispetto alla traccia del DC9.

26) Come sia possibile, tenuto conto della verosimile distribuzione in quota dei rottami, della verosimile stazionarietà del loro moto verticale e del meccanismo di rivelazione dei medesimi da parte del radar, ipotizzare che la traccia radar indicata in perizia come 1M possa essere attribuita a rottami.

27) Come sia compatibile l'attribuzione della traiettoria 1M ai rottami, in considerazione della sua elevata qualità e degli effetti indotti dal "mascheramento" sulla rilevazione dei rottami.

28) Se lo studio commissionato da uno dei membri del collegio al prof. Dalle Mese e concernente "l'analisi e l'interpretazione dei dati radar relativi a tre plots antecedenti l'incidente del velivolo I-Tigi avvenuto il 27 giugno 80" pervenuto al collegio in data 22.05.90, sia stato esaminato prima del deposito del supplemento di indagini; in caso contrario, se sia stato comunque ritenuto utile ai fini dei giudizi peritali.

29) Se, per quanto concerne le prove acustiche relative agli impulsi registrati sul Cockpit Voice Recorder, le condizioni nelle quali è stata effettuata la prova di sparo rispetto a quelle esistenti al momento del fatto comportino significative differenze nei risultati e se ai fini dell'analisi sia stato considerato solo il parametro "tempo di decadimento" e non altri quali l'intensità del segnale e lo spettro di frequenza; in tal caso, se tali parametri siano significativi ai fini dell'analisi.

In esito all'incarico su tali quesiti il perito prof. Carlo Romano veniva esonerato in considerazione del fatto che i quesiti non concernevano direttamente questioni di medicina legale (v. verbale di incarico peritale, 19.09.90).

La relazione veniva depositata alla fine dell'ottobre seguente.

Le risposte appaiono molto articolate e dimostrano nonostante tutto, nonostante in particolare che un altro collegio più numeroso e di carattere internazionale avesse già preso le mosse, intenti di voler raggiungere chiarezza sugli argomenti più contestati e sui quali si era verificata la clamorosa spaccatura del maggio precedente. Ma nonostante ciò solo ad una parte delle domande si dà risposta unitaria. Per le restanti, che sono d'altronde quelle essenziali, il contrasto permane, anzi per più versi la divisione si aggrava, cosicché la spaccatura tra i due gruppi di periti si approfondisce e resta insanabile.

E proprio a causa di questo contrasto, le risposte date dai periti Imbimbo, Lecce e Migliaccio, che hanno sostenuto la tesi di una esplosione esterna al velivolo, confermando quanto affermato nella relazione peritale del 16.03.89, sono riportate con la sigla ILM; mentre quelle date da Blasi e Cerra, che hanno abbracciato la tesi di una esplosione interna, in contrasto con quanto concluso nella prima relazione, sono riportate con la sigla BC. Quelle invece, nelle quali non si fa esplicito riferimento ad uno dei due gruppi di periti (o all'inizio del testo della risposta ovvero nel corso della esposizione) devono intendersi, secondo quanto spiegato nell'elaborato, come fornite da tutto il collegio peritale.

Le risposte sono le seguenti:

Quesito 1.

“Come riferito nella relazione peritale del 16.03.89 le attività di recupero si svolsero in due fasi distinte. Una prima fase si svolse tra il 10.06.87 e il 02.07.87, mentre la seconda fase si svolse tra il 17.04.88 e il 24.05.88.

In base alle riprese televisive compiute in precedenza si decise di dar luogo al recupero secondo una priorità che tenesse conto della presumibile importanza del pezzo per le indagini e delle effettive possibilità operative disponibili dalla organizzazione Ifremer. Si pensi a tale riguardo che è stato necessario per alcuni pezzi mettere a punto una specifica tecnica di recupero che permettesse di raggiungere lo scopo senza arrecare ulteriori danni alle strutture od ai pezzi recuperati. Un recupero di tale entità, alle profondità riscontrate, avveniva per la prima volta al mondo.

I pezzi recuperati, secondo un programma concordato con i tecnici dell’Ifremer, nel corso della prima fase furono i seguenti:

- l’insieme della cabina di pilotaggio (già dalle immagini televisive tale parte dell’aereo apparve subito devastata e l’interesse del collegio era certamente quello di stabilire le cause di quello stato e verificare se vi fossero intrusioni di elementi estranei od altro che potesse fornire una indicazione sull’origine dell’incidente).

Si osservi che nella cabina di pilotaggio sono alloggiati tutti i principali strumenti di navigazione, quelli di controllo dei motori etc.; dai rilievi fotografici effettuati sul fondo del mare e dal successivo recupero si dedusse che lo stato di estrema distruzione della cabina di pilotaggio era dovuto essenzialmente all’impatto con l’acqua, che era avvenuto inizialmente proprio con tale parte del velivolo.

Il recupero di tale parte del velivolo avvenne mediante l’uso di una particolare rete che permise di raccogliere quasi tutto ciò che giaceva sul fondo melmoso del mar Tirreno;

- l’ala destra dell’aereo (appariva dalle immagini televisive danneggiata in modo particolare. Si verificò successivamente che essa si era aperta longitudinalmente e ciò permise di dedurre le modalità di impatto dell’aereo con l’acqua e cioè che questo oltre ad impattare con il muso nella fase iniziale avesse toccato l’acqua anche con la propria ala destra. Il recupero avvenne mediante l’uso di robuste funi metalliche con le quali sul fondo marino si provvide ad imbragare il relitto);

- il reattore sinistro (apparve subito che il reattore, elemento molto importante per stabilire se l’aereo avesse avuto una spinta durante la caduta, aveva impattato con l’acqua mentre il rotore girava a bassa velocità, come accade quando esso si muove per solo effetto ventilante. Il reattore non aveva subito alcuna offesa appariscente dall’esterno, che non fosse

riconducibile appunto all'impatto con l'acqua e fu recuperato con l'uso di idonee funi metalliche. Fu deciso di recuperare anche il reattore destro, ma durante l'iniziale risalita si ruppe uno dei ganci metallici di sollevamento per cui, tenuto conto della indisponibilità in tempi brevi di un gancio di sostituzione, si rinunciò rimandandone il recupero alla successiva campagna);

- alcune parti della fusoliera (nell'economia delle operazioni di recupero si allestirono delle ceste metalliche di adeguata capacità con le quali era possibile con relativa semplicità recuperare parti della fusoliera non troppo grandi, ma significative per lo stato delle loro superfici interne ed esterne);

- il portellone principale anteriore di accesso alla cabina dei passeggeri (il suo recupero si presentava alquanto agevole e quindi si decise di procedere senza indugi, per avere informazioni valide anche per le zone della fusoliera circostanti);

- alcune parti del vano bagagli anteriore (era estremamente importante analizzare elementi strutturali e di rivestimento interno del vano bagagli anteriore, per l'ovvia necessità di verificare la eventualità che l'evento esplosivo avesse avuto origine proprio in tale zona dell'aereo);

- il Cockpit Voice Recorder (dell'importanza di tale reperto è inutile fare cenno; vi era una remota speranza che esso potesse ancora fornire – come in realtà si è almeno parzialmente verificato – quanto registrato all'interno dell'aereo prima durante e dopo l'incidente. Le indicazioni ottenute da tale strumento sono state fra quelle più importanti e preziose, tali che il recupero di tale reperto da solo ha ampiamente giustificato tutta l'operazione di recupero. Si pensi infatti che è stato possibile escludere definitivamente l'ipotesi, sia pure remota, del cedimento strutturale; si è determinato con sufficiente approssimazione l'istante dell'incidente; si è scoperto che a bordo a seguito dell'incidente improvviso si è verificato un black out elettrico; si è determinato che a bordo tutto era regolare fino al momento dell'incidente; è stato possibile effettuare una analisi acustica dei rumori che precedono il black out elettrico; etc.);

- pezzi minuti vari ed alcuni oggetti personali (mediante l'uso delle predette ceste di cui era dotato lo stesso Nautile, il sottomarino impiegato per visualizzare, localizzare i reperti e imbragarli per il sollevamento, era naturale procedere al recupero di quanto possibile, nel corso delle varie successive immersioni effettuate);

- frammenti ossei (sono quelli recuperati sia dal Nautile direttamente, sia quelli recuperati all'interno dei rottami costituenti la cabina di pilotaggio).

Nel periodo intercorrente tra la prima e la seconda fase furono messe a punto ulteriori metodiche di recupero, orientate al prelievo delle parti

grosse, e fu, per esempio, escluso l'impiego di una rete a strascico proposta dall'Ifremer, che avrebbe sicuramente danneggiato e confuso i reperti.

I pezzi recuperati nella seconda fase, concordati sempre con i tecnici dell'Ifremer per tener conto delle loro esigenze tecniche unitamente a quelle dell'inchiesta, furono i seguenti:

- il secondo reattore, cioè quello destro (si ebbe anche in tal caso la conferma della assenza di spinta al momento dell'impatto con l'acqua per il limitato danno arrecato alle pale dei primi stadi del compressore assiale; non si notarono segni di azioni esplosive esterne allo stesso motore. Anche tale motore fu riportato alla luce con la tecnica già collaudata dell'imbragatura mediante robuste corde di acciaio);

- l'ala sinistra con un carrello di atterraggio (l'ala risultava pressoché integra e il suo sollevamento richiese una notevole attività da parte dell'equipaggio del Nautile per imbrigliare un reperto così grande. All'ala si accompagnò nella risalita anche uno dei due carrelli principali di atterraggio. La circostanza che entrambi i pneumatici di detto carrello erano praticamente integri confortava la convinzione che all'interno del vano carrello non poteva esservi stata alcuna esplosione. Parimenti la pratica integrità dell'ala sinistra stava a dimostrare, oltre ad una relativa lontananza dal centro dell'esplosione, anche un relativo ritardo nell'impatto con l'acqua. si confermava la tesi che l'ala sinistra si trovasse al momento del contatto con l'acqua nella zona più alta del velivolo impattante all'inizio con il muso e poi con l'ala destra);

- la coda dell'aereo ed i timoni furono ripescati, non senza qualche difficoltà a causa delle dimensioni del reperto che si presentava tutto intero, per stabilire con certezza la assenza di avarie evidenti agli impennaggi ed ai timoni, elementi essenziali per avvalorare la convinzione, scaturita dalle analisi radar, di relativa stabilità del velivolo praticamente Sino alla fine della sua traiettoria di caduta. Il timone verticale era visibile sul fondo del mare a qualche metro di distanza dal resto del relitto ed apparentemente in buone condizioni. Sembrò verosimile che esso si fosse staccato al momento dell'urto con il fondo del mare, e tale convincimento fece soprassedere al suo recupero, preferendo recuperare quanto qui di seguito descritto);

- parte della fusoliera centrale con il vano bagagli posteriore e parte del vano carrelli principali (era certamente il più grosso pezzo di fusoliera recuperato ed ha contribuito ad evidenziare che nessun evento esplosivo avesse interessato il vano bagagli posteriore, in quanto e le paratie sembravano ancora conservare la originaria configurazione e i bagagli ancora in esso conservati sembravano non essere stati esposti ad alcun evento lacerante; anche lo stato del vano carrelli principali escludeva il

coinvolgimento di questa parte del velivolo ad un fenomeno esplosivo interno);

- l'elettrogeneratore di bordo APU fu recuperato e poteva considerarsi in buone condizioni. Esso è alloggiato all'interno della struttura della coda dell'aereo e insieme con la parte di fusoliera ed il tronco di coda, descritti precedentemente, costituisce un tutt'uno con la parte inferiore-posteriore del velivolo);

- alcuni bagagli (furono recuperate alcune valigie e borse da viaggio, ancora in relativo buono stato di conservazione, dimostranti la non vicinanza ad un evento esplosivo);

- il secondo carrello principale di atterraggio, anche esso con i pneumatici praticamente integri, denunciava la lontananza da un eventuale centro di esplosione);

- il carrello anteriore che con l'assenza di segni e la integrità dell'unico pneumatico rimasto in sede, rispetto ai due normalmente presenti, denunciava la lontananza di tale reperto dall'evento esplosivo; il secondo pneumatico, situato in prossimità di questo reperto, appariva parimenti integro e non fu recuperato;

- pezzi minuti vari. Durante le numerose immersioni del Nautile, utilizzando i cestini di raccolta previsti ai lati dello scafo, furono portati alla luce numerosi pezzi minuti, che furono successivamente individuati e localizzati, quando muniti di part number, sul velivolo;

Al termine delle operazioni di recupero fu effettuata una lunga immersione con il Nautile per verificare lo stato e la quantità dei reperti non recuperati, inviando nello scafo il sig. Lovaglio, capo spedizione della squadra italiana di sorveglianza delle attività dell'Ifremer.

Durante questa immersione furono raccolte quattro cassette video.

Circa le ragioni per le quali non è stata redatta una descrizione dei reperti non recuperati e comunque rinvenuti sul fondo del mar Tirreno, il collegio peritale a suo tempo ha ritenuto la ripresa video un documento ben più obiettivo di qualsiasi descrizione, la quale necessariamente sarebbe stata effettuata ricorrendo ad interpretazioni, tenuto conto che la maggior parte di questi reperti risultava di piccole dimensioni.

La impossibilità di procedere al recupero di queste rimanenti parti fu dovuta essenzialmente allo scadere del termine ultimo di disponibilità della società Ifremer, così come sarà meglio riferito in risposta al quesito nr.2.

Per chiarire ulteriormente i motivi della sola ripresa video si rammentino le modalità con le quali avvenivano le immersioni del Nautile:

- a) il Nautile aveva la possibilità di ospitare a bordo solo tre uomini, dei quali uno soltanto era osservatore;

b) la navigazione subacquea avveniva avvalendosi della guida di un sonar installato sul sommergibile. essa avveniva sostanzialmente al buio e solo in vicinanza di un ostacolo, rilevato dal sonar, venivano accese le luci. Tale modo di operare era ovviamente legato alla necessità di economizzare al massimo le risorse energetiche di bordo;

c) per motivi di sicurezza il Nautilo restava ad una certa distanza dagli oggetti individuati, consentendo così una visione degli stessi, ma certamente non un loro preciso e completo riconoscimento;

d) per motivi di sicurezza l'osservatore a bordo doveva essere persona allenata a lunghe permanenze in condizioni estreme e di idoneità riconosciuta da apposite indagini mediche (si osservi che ciascuna immersione durava non meno di 6-7 ore con permanenze fino a 10-12 ore).

Per i motivi innanzi esposti era praticamente impossibile servirsi a bordo di un osservatore esperto di costruzioni aeronautiche ed in particolare del DC9. D'altra parte un solo osservatore era del tutto insufficiente per un esame completo, come è dimostrato in occasione del lavoro svolto a terra da ben tre tecnici della Douglas per la esatta individuazione dei reperti.

In ogni caso furono lasciate sul fondo del mare delle sonde di posizione atte alla futura eventuale rilocalizzazione dei suddetti reperti.

Tutti i reperti recuperati sono stati identificati (salvo un minimo numero) classificati e localizzati sul velivolo. Il risultato di tutto questo lavoro è raccolto in 14 volumi (all.IV.C.1 della relazione peritale del 16.03.89).

Quesito 2.

È opportuno precisare che la ricerca del DC9 e dei suoi relitti è stata articolata in tre fasi:

- nell'anno 1987 fu esplorata con il sonar l'area di ricerca concordata inizialmente con l'Ifremer e rappresentata nella figura IV.B-4 della relazione peritale del 16.03.89. L'esplorazione coprì oltre la metà dell'area prescelta e fu sospesa solo quando si ebbero chiare indicazioni di avere individuato i relitti dell'aereo; il tempo risparmiato fu poi utilizzato nelle operazioni di recupero che apparvero essere, fin da allora, più complesse del previsto, dato lo stato di frammentazione del velivolo;

- nell'anno 1988, dal 17 febbraio al 2 marzo, fu indicata all'Ifremer una nuova area di esplorazione sonar, zona sconfinante ad Est della precedente area e mostrata nella figura IV.B-6 della relazione del 16.03.89, in questa area fu trovata finalmente la coda dell'aereo. Gli ultimi giorni di attività di ricerca furono impiegati anche per un riesame di tutta le mappe disponibili per evidenziare quelle che potessero fornire anche le minime indicazioni

utili per individuare la posizione del “Flight Data Recorder”. In questa ultima fase, in varie spedizioni, venne inviato il Nautile nelle zone interessanti, anche se molto distanti dalle aree di ritrovamento dei relitti, con esito purtroppo sempre negativo (i segnali risultarono essere relativi ad oggetti estranei all’aereo: bidoni metallici, un verricello ed altro).

Si ricercò persino sulla verticale della posizione del velivolo in corrispondenza dell’ultima battuta radar.

Si rammenti che la tipologia dei fondali nella zona dei recuperi è pressochè piana nel tratto ove furono rinvenuti i motori e le parti centrali dell’aereo, mentre è abbastanza accidentata nel tratto ove fu rinvenuta la coda e ciò rendeva difficili sia i rilievi mediante sonar sia i percorsi del Nautile.

Nel frattempo era scaduto già di qualche giorno il periodo massimo di attività fissato dall’Ifremer, la quale, anche per ragioni di sicurezza legate ai periodici necessari interventi manutentivi e per consentire al personale di riposare dopo il lungo periodo di permanenza in mare, premeva affinché le attività cessassero.

Un successivo programma di ricerche e di eventuali recuperi doveva essere rimandato almeno di una stagione per gli impegni già presi dall’Ifremer con altre organizzazioni, e comunque si sarebbe dovuto procedere ad un nuovo accordo finanziario e quindi ad un nuovo contratto.

Nel frattempo visto che, all’epoca, gli elementi raccolti sembravano concordemente sufficienti per trarre conclusioni e che nel contempo il GI premeva affinché fosse completata l’inchiesta, si decise di soprassedere ad ulteriori attività di ricerca e recupero.

Si rammenti che pure all’epoca il recupero del Flight Data Recorder non venne ritenuto essenziale ai fini dell’indagine, come meglio sarà riferito in risposta al quesito nr.5.

Quesito 3.

Le valutazioni che seguono sono state fatte tenendo conto sia dei recuperi fatti immediatamente dopo l’incidente (tutto materiale galleggiante: cuscini, schienali, bagagli, qualche particolare dell’arredo interno come il carrello portavivande e la bombola di ossigeno, un carrello gommato compreso nelle merci trasportate, carenature varie etc.), sia dei recuperi fatti in fondo al mare nelle campagne Ifremer 1987 e 1988.

Non si è ritenuto possibile fare delle valutazioni sui volumi recuperati in quanto essendo la fusoliera sventrata, molto frammentata ed incompleta, non v’erano riferimenti anche approssimativi per potere fare delle stime volumetriche. Per esempio avendo recuperato del vano portabagagli anteriore solo parte del portello di chiusura e della relativa

struttura di sostegno nonché alcune parti del relativo pavimento, non era possibile procedere ad una valutazione anche se grossolana dei volumi di aereo corrispondenti, senza dover ricorrere a delle assunzioni opinabili.

In conclusione le valutazioni che si espongono nella tabella dell'allegato 3.1, riguardano solo i pesi e le superfici esterne del DC9 e possono essere così riassunte:

- escludendo il carburante ed il carico (passeggeri, equipaggio e bagagli) la percentuale in peso delle parti recuperate è di circa il 75% del totale. Le valutazioni dei pesi originali di alcune parti fondamentali dell'aereo furono fornite a suo tempo dalla Douglas; le modifiche dell'arredo interno fatte dall'Itavia non dovrebbero aver apportato varianti sostanziali.

Le valutazioni sono ovviamente imprecise in quanto al momento del recupero non si poté procedere a pesature dirette per molte ragioni: parte importante dei reperti non era facilmente separabile dalle attrezzature di recupero (in genere funi di acciaio, staffe di aggancio e pallet); il fango era una parte non trascurabile di alcuni reperti (vano portabagagli posteriore e motori); non sempre v'era il tempo necessario per una efficiente pesatura fra il momento dello sbarco della nave ed il momento del ricovero dei reperti nei locali all'uopo destinati che garantivano la dovuta sicurezza, ecc.

- la percentuale in superficie esterna di tutte le parti recuperate è circa il 67% del totale.

Come già detto in risposta al quesito 2, l'unica parte di una certa consistenza che è stata individuata e non recuperata è la parte mobile verticale del timone di direzione che non modifica in maniera apprezzabile le predette stime.

Quesito 4.

Le ricerche del Flight Data Recorder sono state estese in molte zone ed in particolare nell'area circostante a quella di ritrovamento della coda, come è descritto con maggiori dettagli in risposta al quesito nr.2.

Non è esatto affermare che le ricerche del Flight Data Recorder sono state condotte per soli due giorni, poiché in effetti esse sono state condotte durante tutta la campagna di ricerca dei relitti e di recupero degli stessi.

È proprio il desiderio di ritrovarlo che ha spinto il collegio peritale a dedicare altri due giorni di ricerche, tenuto conto della disponibilità da parte dei tecnici dell'Ifremer di altri due giorni di operatività del Nautile, nel rispetto delle condizioni di sicurezza e di operatività dello stesso.

Quesito 5.

Il supporto del Flight Data Recorder è alloggiato nella parte terminale della fusoliera, in prossimità delle sezioni di attacco degli

impennaggi di coda, nella zona non pressurizzata, sul lato sinistro rispetto alla scaletta di accesso posteriore per i passeggeri. Tale supporto è costituito da un telaietto realizzato con una struttura metallica, alquanto semplice, destinato a contenere il Flight Data Recorder in posizione tale da renderne facile lo sganciamento all'atto di un incidente.

Lo scopo di questo collegamento è appunto quello di consentirne una rapida separazione dal velivolo, per renderne più agevole il successivo ritrovamento e per sottrarlo alle azioni meccaniche eventualmente indotte dalle parti circostanti a maggiore inerzia e/o alle azioni del fuoco.

Il Flight Data Recorder è poi colorato in arancione appunto per renderlo più visibile nel corso delle operazioni di ricerca.

Nel caso in esame il violento urto con l'acqua del velivolo, che ha determinato la rottura in più punti del corpo della fusoliera e delle altre parti dell'aereo, ha provocato il distacco del tratto terminale della fusoliera comprensiva degli impennaggi di coda, favorendo pertanto la fuoriuscita dalla propria guida di sostegno della "scatola nera" in questione.

La separazione al momento dell'impatto con l'acqua del velivolo di tale oggetto ne ha reso evidentemente più difficile la ricerca, che, come è noto, non è stata coronata da successo.

È perfettamente plausibile che la traiettoria seguita in fase di affondamento sia stata del tutto diversa dal tronco di coda del velivolo, avendo quest'ultimo elementi strutturali capaci di determinarne una forte deriva dopo una eventuale fase di galleggiamento.

Si ricordi a tale riguardo che esisterebbero testimonianze che lasciano pensare che gli impennaggi di coda abbiano galleggiato per molte ore dopo l'impatto con l'acqua prima di inabissarsi; esiste quindi una grossa distanza tra il punto di recupero degli impennaggi di coda e il punto di possibile inabissamento del Flight Data Recorder.

Queste considerazioni e la piccola dimensione dell'apparecchiatura in oggetto spiegano l'insuccesso dei numerosi tentativi di ricerca della scatola nera in questione.

Dagli elementi desunti dall'analisi del Voice Data Recorder ed in particolare dalla circostanza che all'atto dell'incidente sia stata esclusa l'alimentazione elettrica da tutto il velivolo, è scaturita la convinzione unanime da parte del collegio peritale che probabilmente il Flight Data Recorder avrebbe fornito informazioni relative al volo solo sino al momento dell'interruzione elettrica e quindi solo sino al momento dell'incidente. Sino a quel momento però altre indagini hanno evidenziato che tutto a bordo era regolare e che il volo procedeva pure regolarmente.

Quesito 6.

Risposta dei periti ILM.

È opportuno premettere che, nel caso del DC9, i gas combusti dell'esplosione possono essere giunti fino ad oltre i 4-5 metri dal centro dell'esplosione stessa.

Infatti secondo esperienze riportate nel recente trattato "J. Henrich: The Dynamics of Explosion and Its Use - Elsevier 1979" i gas dell'esplosione di 1kg di TNT arrivano fino a 1.6m dal centro della carica. Dato che nel caso di un missile aria-aria del tipo coinvolto nel caso in esame, si può stimare che la carica sia compresa fra i 5 e i 10kg. di una miscela di TNT-T4, probabilmente nel rapporto 60/40, la predetta distanza aumenta rispettivamente a 2.9 e 3.7m, a pressione atmosferica, e a 3.8 e 4.8m, alla pressione esistente a 25.000 piedi di altezza sul livello del mare. Questi valori, valevoli per onde esplosive sferiche, aumentano sicuramente per le teste di guerra dei missili in cui l'esplosione avviene per superfici approssimativamente cilindriche.

Inoltre una particella d'esplosivo incombusto, raggiunta la predetta distanza limite, non può che comportarsi come un qualsiasi frammento di materiale estraneo ai gas dell'esplosione e proseguirà la sua corsa fino all'impatto sulla superficie del bersaglio o all'esaurimento della sua energia cinetica per l'attrito nell'aria.

In definitiva, se l'esplosione è stata esterna al DC9, è del tutto normale trovare tracce di incombusti all'interno dell'aereo senza dover ricorrere, necessariamente, all'ipotesi del trasporto da parte di frammenti direttamente esposti all'esplosione.

Questa ultima ipotesi, peraltro, è giustificata da analoghi riscontri sperimentali ben noti nella balistica forense. A solo titolo di esempio si cita il caso del cosiddetto "orletto di detersione" che si nota quando proiettili di armi da fuoco portatili attraversano il bersaglio, sia esso costituito da indumenti, dalla cute, ecc. Anche recentissime indagini ("A. Brandone ed altri: La Caratterizzazione del cosiddetto "Orletto di detersione". Actes des IX Journees Internationales Mediterraneenes de Medicine Legale, Isola Capo Rizzuto 1990) hanno dimostrato che detto "orletto" è costituito da tracce di carbone provenienti dalla deflagrazione della carica di lancio del proiettile e depositatesi sullo stesso, e che il bersaglio funge da elemento di "detersione" della superficie esterna del proiettile.

Risposta dei periti BC.

Al riguardo si richiama quanto esplicitato dall'ing.Spoletini, con il quale si concorda totalmente e precisamente: "le tracce di esplosivo trovate sulle superfici esterne di tre bagagli e su un gancio metallico possono essere state depositate o da un frammento, che doveva essere stato in vicinanza dell'esplosivo, oppure con maggiore probabilità trasportate dai

prodotti di detonazione. In tal caso l'esplosione deve essere avvenuta internamente o molto vicino all'aereo. L'ipotesi che il trasferimento dell'esplosivo possa essere attribuibile al passaggio di un frammento sembra essere piuttosto labile. Sarebbe occorso, infatti, un doppio trasferimento della traccia (dalla carica esplosiva alla scheggia e da quest'ultima alla superficie colpita). Si tenga inoltre presente che in tutte le teste di guerra aria-aria, le schegge responsabili dell'effetto letale non sono mai a diretto contatto con l'esplosivo”.

Quesito 7.

L'esame dei tappetini e degli altri materiali di arredo interno del velivolo è stato essenzialmente visivo ed è stato condotto con l'ausilio dei tecnici Douglas e Rarde.

Non esistono su alcuno degli elementi analizzati segni di vicinanza a centri di esplosione e/o di combustione.

Le tracce di azioni meccaniche violente, che consistono in strappi, più o meno ampi, in lacerazioni o sfilacciamenti, sono tutte riconducibili alle inevitabili azioni laceranti comportate dal violento impatto del velivolo in mare (con velocità stimate prossime ai 200m/s).

D'altra parte è rilevante osservare che, a meno di alcuni tratti di tappetino, è stata recuperata in pratica oltre la metà di tutto il tappetino esistente a bordo.

La assenza di azioni evidenti dovute ad esplosione e/o a combustione, costituisce, a parere dei periti ILM un elemento di rilevanza per escludere la possibilità di un'esplosione interna alla fusoliera.

Parimenti sui pochi materiali di coibentazione rinvenuti non si sono notate tracce di vicinanza all'esplosione (perforazioni da frammenti) e/o di combustione (macchie).

Si osservi però che l'energia sviluppata al momento dell'impatto in mare del velivolo ad elevata velocità è di quasi due ordini di grandezza superiore a quella messa in gioco da una carica esterna di esplosivo di 5kg.

Il danno arrecato dalla esplosione, quindi, può essere stato “mascherato” da quello derivante dall'impatto.

Quesito 8.

Risposta dei periti ILM.

È opportuno premettere che i periti “...esprimono il proprio convincimento che il foro B sia stato prodotto da un frammento proveniente da un missile, non necessariamente dalla sua testa di guerra...” (vedere relazione peritale del 26.05.90, fine pag.301-pag.302), sia per la forma del foro stesso che per l'assenza, sui bordi delle superfici di rottura,

di tracce di materiali caratteristici delle teste di guerra (per esempio Fe); assenza che non permette di affermare con certezza che il proiettile che ha generato il foro provenga dalla frammentazione proprio della testa di guerra.

È peraltro ben noto che il corpo di un missile (motore, ali, ecc.) prosegue nella sua corsa anche dopo lo scoppio della testa di guerra e che quindi il bersaglio può essere colpito dal predetto corpo o da suoi frammenti. Si noti che la velocità stimata sul frammento che ha generato il foro b è sull'ordine dei 600m/s cioè molto prossima a quella di un missile in traiettoria di lancio.

È opportuno anche premettere che l'ordine di grandezza della velocità di frammenti, provenienti dalla deformazione di parti del DC9 a seguito dell'impatto con l'acqua e conseguente frattura con proiezione di materiali, è sulle decine di m/s non raggiungendo nei casi limite il centinaio di m/s (valore valido per le leghe di alluminio di cui è costituito il DC9). Questo limite vale se la velocità iniziale dell'elemento che si deforma e quindi del frammento proiettato; è nulla e si riduce di molto, per ragioni dinamiche, se la predetta velocità iniziale è viceversa sull'ordine dei 200m/s, come si è verificato nel caso del DC9 al momento dell'impatto in mare.

Ciò premesso l'ipotesi che a produrre fori, denominati A e B nella relazione peritale del 26.05.90, siano stati eventuali frammenti prodottisi dall'impatto in mare del DC9 è stata vagliata ed esclusa essenzialmente per i seguenti motivi:

- la velocità dei frammenti derivanti da accumulo di energia elastica conseguente all'impatto in mare, che come si è detto non superano di molto i 200 m/s nel caso in esame, non si concilia con le velocità di penetrazione, stimate nelle prove balistiche in almeno 400-600m/s.
- Al contrario dell'altro foro esterno-interno (foro C di fig.8.1), le traiettorie di penetrazione dei fori A e B sono risultate all'incirca ortogonali alla superficie esterna del portello (vedere le rette a) e b) di fig.8.2). I movimenti laterali degli oggetti che hanno provocato i predetti fori, movimenti rilevati negli esami Rarde, sono successivi alla iniziale perforazione e quindi sono stati generati da altre cause, ad esempio dalla particolare forma del frammento stesso.

Le predette traiettorie mal si conciliano con la direzione di impatto in mare del DC9 che è risultata essere approssimativamente ortogonale alla superficie del mare e con inclinazione verso l'ala destra (vedere relazione peritale del 16.03.89 cap.IV.C-7). In particolare non si spiega la componente a) della direzione di penetrazione (fig.8.2.): il frammento

dovrebbe essere entrato in fusoliera dal basso verso l'alto, provenendo quindi da un punto posto al di sotto di qualsiasi altra parte dell'aereo.

Ovviamente si possono ipotizzare traiettorie strane, derivanti da rimbalzi, che però renderebbero ancora meno possibili le alte velocità di penetrazione riscontrate.

- La parte recuperata del portello vano bagagli anteriore e l'intero portellone anteriore principale di accesso alla cabina passeggeri sono stati rinvenuti in fondo al mare ben separati dai rottami della fusoliera e privi di rilevanti deformazioni.

Ciò lascia presumere che essi siano stati separati dalle rispettive strutture di sostegno all'atto stesso dell'impatto in mare, sottraendosi almeno in parte ai processi di deformazione della fusoliera. Appare quindi poco probabile che frammenti dell'ala o d'altra parte del velivolo abbiano potuto intercettare il portello vano bagagli proprio durante la predetta fase espulsiva.

Risposta dei periti BC.

L'ipotesi alternativa sulla causa dei due fori sul portellone, con andamento esterno-interno, è stata indicata, come unica possibile, essere stato l'impatto in acqua.

Si riporta al riguardo quanto asserito dal Rarde al paragrafo 5 pag.36: "Taking all the findings into account, it is felt therefore most likely that the holes A and B were formed in similar circumstances and by similar shapes and sizes of objects as holes C and D ... The above are suggestions only and are based on the result obtained".

Prendendo in considerazione tutti i risultati, si ritiene perciò molto probabile che i fori A e B sono stati provocati in circostanze simili e da oggetti della stessa forma e dimensioni di quelli che hanno formato i fori C e D... . Quelli citati sono solo suggerimenti e sono basati sui risultati ottenuti.

Poichè i fori C e D sono inequivocabilmente derivati da strutture del velivolo, se ne desume, secondo il Rarde, che anche i fori A e B sono scaturiti dalle stesse modalità.

L'ipotesi che i due fori siano stati provocati da frammenti del corpo (e non da schegge della testa di guerra) di un missile, diventa altamente improbabile per le seguenti considerazioni: le teste di guerra missilistiche (generalmente di forma cilindrica), sono congegnate in modo tale da cedere il massimo dell'energia dell'esplosivo alle schegge che provengono tutte dalla superficie laterale del cilindro e non dalle parti di missile confinanti (cosiddetta "focalizzazione"). Questo determina che raramente si possono formare schegge dal corpo del missile e quand'anche ciò avvenisse, la loro

energia cinetica sarebbe modesta se comparata con quella delle schegge della testa.

L'ipotesi che la provenienza dei frammenti dalla deformazione di parti del DC9 a seguito dell'impatto con l'acqua e conseguente frattura con proiezione di materiali sia stata verificata attraverso l'esame delle parti recuperate, anche sotto il profilo delle caratteristiche del materiale di fabbricazione, della posizione dei frammenti infissi nel portellone, e della presumibile dinamica di impatto con l'acqua scaturisce come l'unica possibile non essendovi altre certezze, d'altronde le analisi ed i commenti degli specialisti del Rarde unitamente a quelli dell'ing.Spoletini, non consentono altre ipotesi.

Infine vale la pena ricordare che definire un modello matematico che rappresenti le condizioni reali in cui si è trovato il DC9 all'impatto non è proponibile essendo infinite le varianti che possono essere chiamate ad interagire.

Quesito 9.

Risposta dei periti ILM.

La posizione dei fori e le traiettorie relative, riscontrate sul portello del vano portabagagli anteriore (fig.8.2), sono congruenti con tutte le risultanze dell'indagine e precisamente:

- dalla ricostruzione fatta nella relazione peritale del 26.05.90 (cap.8.3) risulta che il missile è stato lanciato in direzione quasi ortogonale alla traiettoria del DC9 prima dell'incidente e quindi all'asse longitudinale del velivolo.

Sono quindi rispettate le direzioni di penetrazione a (è normale che la traiettoria di un missile aria-aria passi sopra o sotto il bersaglio) e b di fig.8.2.

- Da molti indizi risulterebbe che l'esplosione avrebbe coinvolto la parte compresa fra la cabina di pilotaggio e il bordo di attacco delle ali (mancanza di grossi reperti attribuibili a questa zona come conseguenza del suo coinvolgimento nell'esplosione; impennata verticale del DC9 immediatamente dopo l'incidente, sintomo di una perdita di massa anteriore al baricentro; assenza di chiari segni di esplosione nelle parti dell'aereo situate posteriormente al bordo di attacco delle ali, ecc.).

Risposta dei periti BC.

La dislocazione del portellone e la posizione dei due fori sullo stesso sono compatibili con un'esplosione esterna di una testa di guerra, ma non solo quelle richiamate bensì qualunque posizione di due fori giacenti sullo stesso lato.

La traiettoria interna degli oggetti che li hanno provocati (evidentemente si fa riferimento ai fori C e D del portellone) così come si evince dal quesito, sono invece compatibili con l'impatto sul mare.

Per quanto attiene le traiettorie seguite dagli oggetti che hanno provocato i fori sul portellone, si fa notare che per quelli C e D c'è evidenza che sono stati provocati da parti interne all'aereo. Per quanto attiene invece ai fori A e B, non esistono evidenze per definire cosa o chi li abbia potuti provocare, di certo però non sono compatibili con schegge di teste di guerra missilistiche nè con parti di missile.

Inoltre sia dalla relazione dell'ing.Spoletini che dal rapporto del Rarde è evidenziato che i fori ritrovati sul portellone non possono essere correlati all'azione di un presumibile impatto di un missile (intendendo per impatto che l'intero missile colpisca l'aereo).

Infatti se il missile avesse impattato, le evidenze sarebbero state ben altre in quanto i frammenti dello stesso sarebbero stati scagliati anche all'interno dell'aereo e ne sarebbe rimasta traccia.

Quesito 10.

Risposta dei periti ILM.

Circa l'origine di questi depositi, allo stato delle indagini eseguite, non si può che confermare quanto precisato nella relazione peritale del 26.05.90 alle pagg.310 e seguenti, di possibile diversa origine sulla formazione delle striature in oggetto, che purtroppo non poté essere chiarita dalle indagini Rarde. Per esempio i depositi neri sui vetri dei finestrini non sembrano facilmente essere riconducibili ai fenomeni corrosivi che il Rarde ha ipotizzato su altre parti metalliche del DC9.

A parere di ILM una esplosione dal basso potrebbe aver coinvolto ai fini della formazione delle striature in questione sia il lato destro del velivolo che quello sinistro.

Risposta dei periti BC.

I periti Blasi e Cerra fanno presente che le striature riscontrate su varie parti dell'aeromobile (sia sul lato destro che sinistro dello stesso) sono state dal Rarde caratterizzate a pag.36 parag.5 di "scarsa rilevanza per l'indagine" e ciò viene anche confermato dal fatto che non esiste una direzione preferenziale delle stesse, come ci sarebbe da attendersi se, come è stato da altri ipotizzato, l'esplosione esterna avesse colpito l'aereo sulla parte destra in basso in prossimità del portellone bagagli anteriore.

Quesito 11.

Le più evidenti striature in questione furono rilevate sui seguenti particolari dell'aereo (vedasi relazione di perizia del 16.03.89 paragrafo IV.D-2 pag.348 e seguenti):

- porta anteriore di accesso alla cabina passeggeri;
- portello vano portabagagli anteriore;
- portello destro di chiusura del vano carrelli principali;
- frammenti di finestrini esterni.

Le prime analisi eseguite dal Rarde su richiesta del collegio peritale si servirono di apparecchiature che non permettevano la rilevazione di carbonio che non fosse cristallino; tali analisi dettero assenza di carbonio.

Successivamente su suggerimento formulato da uno dei membri del collegio peritale si adoperarono altre metodologie (EPMA, etc.) che permettevano la rilevazione di carbonio in qualsiasi forma di aggregazione, analisi che indicarono la presenza di modeste percentuali di carbonio, che quindi non potevano che essere di tipo amorfo, come quello residuo di una combustione.

I periti BC si rifanno a quanto già riportato nella relazione peritale del 26.05.90 alla pag.296, nulla potendo aggiungere al riguardo.

Quesito 12.

Risposta dei periti ILM.

I due frammenti in lega leggera, estratti dai cuscini ripescati in mare al momento dell'incidente del DC9 e noti come 52-1M e 6-4M, furono praticamente gli unici tra quelli riesaminati dai tecnici del Rarde ad evidenziare caratteristiche fisiche (gas-wash, rolled edges, etc., vedi pag.17 della rel. Rarde) tali da poter affermare con certezza che essi erano stati prossimi al "cuore" dell'esplosione.

Il Rarde, inconscio dell'importanza di tali reperti ritenne opportuno effettuare, dopo una serie di analisi preliminari, delle analisi non distruttive EPMA, comparative con campioni di lega leggera estratti da componenti del velivolo (nella tab.4 a pag.18 della rel. Rarde sono indicati nr.7 campioni), con l'intento di evidenziare eventuali corrispondenze e quindi avere qualche dato sulla possibile provenienza dei frammenti da parti comunque appartenenti al velivolo. Tale ultima indagine non diede esito positivo, nel senso che non si trovò una corrispondenza completa tra la composizione chimica dei due frammenti in oggetto e quelle dei 7 campioni estratti da vari componenti del velivolo, ma si poté verificare che la composizione chimica del frammento 6-4M rispondeva ai dati di specifica della lega 2014, salvo il tenore di Cu (ne fu trovato il 3,24% contro un minimo di specifica di 3,9%) e quello di Mn (ne fu trovato 0,05% contro un minimo di specifica di 0,4%) e che il frammento 52-1M rispondeva

praticamente ai dati di specifica della lega 7072 ed era prossimo a quelli della lega 7075.

Il Rarde dichiarò, inoltre, che in base alle sue esperienze, era poco probabile che la discrepanza di composizione dei frammenti 6-4M e 52-1M da quella dei vari componenti del velivolo e da quelle di specifica, potesse essere giustificata dal fatto che i due frammenti erano stati esposti al fenomeno esplosivo (pag.17 della rel. Rarde).

Occorre altresì notare che le difficoltà intrinseche di questo tipo di microanalisi ed il fatto che le leghe in oggetto sono composte di “fasi”, di diversa composizione, potrebbe giustificare le rilevate differenze.

A valle di tale risultato, il collegio peritale ritenne opportuno rivolgersi alla casa costruttrice del velivolo, la Mc Donnell-Douglas di Long Beach, California, USA, per avere indicazioni precise su eventuali elementi del velivolo che avessero uguale composizione chimica ai due frammenti in oggetto.

A tale scopo, preliminarmente per via telefonica, vennero chieste informazioni sull’impiego sul DC9 delle leghe leggere in alluminio più comuni (2024, 2014, 7075, etc.). A tale richiesta fu data successivamente risposta scritta con lettera del 23.12.88 (all.12.1). Successivamente in data 04.01.89, fu inviata dal collegio la lettera, che qui si riporta in all.12.1, con la quale si chiedeva la composizione specifica, impiegata nella costruzione del DC9, delle leghe 2014, 7072, 7075 e 2024, nonché se esistevano elementi in lega leggera impiegati comunque nella costruzione del velivolo in questione, che corrispondevano alla composizione dei due frammenti, così come trovate dal Rarde.

A questa lettera la Mc Donnell-Douglas rispondeva con lettera del 20.01.89 (all.12.1), nella quale si affermava che nessuna delle due composizioni chimiche delle leghe, specificate e relative ai frammenti in questione, rientrava nei limiti di variabilità previste per le leghe impiegate nella costruzione del DC9. Comunque si riteneva che la composizione della lega “Unknown n.1” (frammento 6-4M) era molto vicina a quella della lega 2014, usata nei primi DC9, mentre la composizione della lega “Unknown n.2” era, molto probabilmente, vicina a quella della lega 7075 placcata con la lega 7072 (la Douglas ipotizzava che i risultati dell’esame chimico fatto dal Rarde erano stati ottenuti senza rimuovere lo strato di placcatura, come era in realtà avvenuto).

In merito alla specifica domanda del collegio peritale se c’erano parti del velivolo in cui si erano impiegati materiali che rispondevano alla composizione delle due leghe “incognite”, la Mc Donnell-Douglas rispose con il grafico che accompagna la lettera in oggetto (all.12.1). Da tale grafico (che tra l’altro fa riferimento al DC9 serie 30, mentre l’I-Tigi era

della serie 10 modello 15) risulta che la lega 2014 è usata per lo “skin” (rivestimento esterno) della fusoliera e per lo “spar cap” (parte del longherone) del piano di coda orizzontale (che come è noto fu recuperato praticamente indenne), mentre la lega 7075 trova applicazione un po’ dovunque, in particolare per quanto riguarda la fusoliera nella “over wing fuselage frames” (ordinate di fusoliera nella zona di interconnessione ala-fusoliera).

Ulteriori richieste di chiarimento ai tecnici della Mc Donnell-Douglas, fatte a mezzo telefono, hanno portato alla lettera del 16.03.89 (all.12.1), il cui contenuto fu anticipato a mezzo colloquio telefonico nell’immediatezza della consegna della relazione peritale che avvenne proprio il 16.03.89. In tale lettera si dava conferma delle precedenti informazioni, si affermava che era possibile che il 2014, oltre che nel rivestimento esterno della fusoliera e nel longherone del piano orizzontale di coda, poteva essere stato occasionalmente usato in altre parti del velivolo in sostituzione del 7075, in occasione di temporanea mancanza di tale lega, e che se ciò era avvenuto sul DC9 I-Tigi poteva essere accertato solo a valle di lunghissima ricerca manuale, in assenza di registrazioni di dati a mezzo computer nella fase di costruzione del velivolo in questione.

Queste considerazioni, insieme al rinvenimento di due frammenti metallici nei cuscini, identificati come ribattini di sicura provenienza dal rivestimento esterno (punto (g) del paragrafo VI.B-6.1 della relazione peritale del 16.03.89), portarono il collegio peritale a trarre le conclusioni riportate nella predetta prima relazione peritale (vedi par.IV.D-4).

Nel successivo supplemento di perizia, affidato allo stesso collegio peritale, a valle dei risultati della relazione dell’ausiliario ing.Luciano Spoletini (ed in mancanza di ulteriori dati acquisiti sulla composizione chimica di leghe leggere impiegate nella costruzione delle teste di guerra e nei corpi principali dei missili) è stato concluso come riportato alle pagg.306-307 del supplemento di relazione peritale consegnata in data 26.05.90 e che qui si riporta integralmente: “in conclusione, in mancanza di dati certi sulla composizione chimica di leghe d’alluminio utilizzate nel campo missilistico, non si è in grado di stabilire con sufficiente certezza l’appartenenza o meno dei due frammenti citati ad uno dei tre seguenti e possibili elementi strutturali:

- a) struttura della fusoliera dell’aereo (lamiera di rivestimento ed ordinate);
- b) parte in alluminio di una testa di guerra;
- c) corpo del missile realizzato in leghe d’alluminio, con esclusione della testa di guerra.

Di conseguenza, oltre a non poter dedurre elementi certi sulle teste di guerra, restano anche possibili, e conciliabili con i ritrovamenti tecnici, le due ipotesi di esplosione interna od esterna per effetto di un missile.

A sfavore della prima ipotesi c'è però da evidenziare sia la bassa velocità di penetrazione nei cuscini in cui sono stati ritrovati i due reperti, sia la loro possibile provenienza (struttura esterna del velivolo); la bassa velocità mal si concilia, a meno di rimbalzi all'interno del velivolo, con l'ipotesi di esposizione diretta dei due frammenti all'evento esplosivo”.

Quesito 12.

Risposta dei periti BC.

A completamento di quanto dichiarato dagli altri colleghi del collegio si rammenta quanto segue: l'ing. Spoletini (vedi relazione maggio 90 a pag.289) ha precisato al riguardo: “...risulta infatti certo, dalle analisi micrografiche eseguite presso la Rarde, che tali frammenti dovevano essere stati compresi nel volume dell'esplosione e che non sono stati prodotti da onde d'urto o impatti. Da tali affermazioni conseguono le seguenti ipotesi:

- a) i frammenti appartengono all'involucro (contenitore) di una carica (interna all'aereo);
- b) i frammenti appartengono all'aereo e sono stati investiti a breve distanza dai prodotti della detonazione;
- c) i frammenti provengono da materiali, non appartenenti all'aereo, posti a breve distanza da una carica;
- d) i frammenti appartengono a parti in lega di alluminio della presunta testa di guerra.

La prima ipotesi (frammenti appartenenti all'involucro di una carica) sembra alquanto improbabile poichè, essendo i due frammenti costituiti da diverse leghe di alluminio, non sembra verosimile che il contenitore di un'eventuale carica sia costituito da due materiali diversi.

La seconda ipotesi (frammenti appartenenti all'aereo) sembra possibile in quanto alcune parti del DC9 risulta siano costituite da leghe simili. Da tali ipotesi si può, però, soltanto dedurre, come anche affermato dal Rarde, che l'esplosione doveva essere interna e aver interessato parte dell'esterno (molto vicina all'aereo).

Anche accettando, quindi quest'ultima ipotesi, non emerge alcuna traccia atta ad identificare il tipo di testa di guerra eventualmente responsabile dell'esplosione esterna.

La terza ipotesi (frammenti appartenenti a oggetti posti a contatto o a breve distanza da una carica interna), può essere plausibile.

La quarta ipotesi (frammenti provenienti da parti in lega di alluminio della testa di guerra), comunque riportata per completezza di esposizione, sembra essere totalmente improbabile per i seguenti motivi:

- a) le due schegge sono di materiali differenti, dovrebbero provenire quindi da due parti diverse di alluminio;
- b) risulterebbe singolare che le uniche parti rinvenute della testa di guerra sono alcuni frammenti di alluminio, mentre non c'è traccia nè di schegge preformate nè delle relative perforazioni;
- c) le schegge provenienti dal rivestimento della carica di una testa di guerra (spesso in lega di alluminio) non conservano elevata velocità a lungo (non sono infatti considerate nella valutazione dell'effetto letale di una testa di guerra)".

Quesito 13.

Risposta dei periti ILM.

Limitando l'esame al quantitativo ed al tipo di frammenti individuati l'ipotesi di un'esplosione interna non si concilia o mal si concilia con le risultanze relative in quanto:

- fra i frammenti recuperati nei cuscini sono stati trovati 2 ribattini a testa svasata verniciata, provenienti dal rivestimento esterno dell'aereo (vedere punto IV.B-6.1 g della relazione peritale del 16.03.89). L'eventuale energia elastica accumulata nell'impatto in mare avrebbe dovuto proiettare questi ribattini all'esterno della cabina passeggeri e non all'interno.

- I due piccoli frammenti, di due diverse leghe d'alluminio, identificati con le sigle 52-1M e 6-4M e sicuramente associati con un evento esplosivo, hanno profondità di penetrazione nei cuscini limitate e conseguenti velocità troppo basse per essere compatibili con l'esplosione interna e quindi a distanza ravvicinata. Le composizioni chimiche molto vicine, una a quella del rivestimento esterno dell'aereo e l'altra a quella delle ordinate di fusoliera che sostengono il rivestimento, rendono molto difficile spiegarne l'origine in caso di esplosione interna.

- La mancanza di una direzione preferenziale nelle traiettorie delle schegge recuperate dai cuscini e dagli schienali (vedere relazione peritale del 16.03.89 cap.III.M) non si spiega con un'origine interna dell'esplosione. Questa mancanza di una direzione preferenziale viene confermata se si considerano solo i cuscini con un numero di schegge maggiore e cioè quelli più direttamente vicini al centro dell'eventuale esplosione interna.

- Solo tre frammenti fra i circa 1000 recuperati nei cuscini e schienali hanno profondità di penetrazione sui 30cm e quindi velocità dell'ordine delle centinaia di m/s. In caso di esplosione interna si sarebbe dovuto avere un maggior numero di schegge con queste caratteristiche.

Circa l'assenza di dati obiettivi di un'esplosione interna su tutte le salme recuperate, data la non competenza in materia si rimanda a quanto detto nella relazione peritale del 16.03.89, parte V.

Risposta dei periti BC.

Per quanto attiene la prima parte del quesito, i periti Blasi e Cerra al riguardo rinviando a quanto già riportato nella relazione del maggio 90.

Dichiarano inoltre che non essendo esperti del settore non possono che fare riferimento a tutto quanto specialisti ampiamente qualificati (Rarde, Spoletini) hanno ritenuto di esprimere in merito.

Per quanto attiene l'assenza di dati obiettivi su tutte le salme recuperate, pur dichiarandosi ancora non abilitati a dare un parere al riguardo, ricordano che tra i corpi recuperati vi sono stati anche resti umani totalmente dilaniati, parti di cuoio capelluto, ecc., che possono fare pensare anche al fatto che detti resti fossero in prossimità dell'azione esplosiva interna.

Nè d'altro canto risulta che su detti resti siano state effettuate ricerche specifiche.

Quesito 14.

Risposta dei periti ILM.

Per quanto già riferito in risposta ai quesiti 1 e 7, a parere di ILM non esiste alcun riscontro obiettivo che possa far supporre che l'eventuale ordigno esplosivo sia stato messo nei vani portabagagli, anteriore o posteriore, o nei vani carrelli anteriore e posteriore.

Risposta dei periti BC.

I periti Blasi e Cerra a riguardo ribadiscono quanto già scritto nella relazione del maggio 90 alle pagg.381 e 382 della stessa.

Quesito 15.

Premessa.

Prima di dare risposta a questo, come agli altri quesiti relativi all'analisi dei dati radar del sito di Marsala, è necessario fare alcune considerazioni di carattere generale:

- nel primo incarico peritale furono forniti al collegio pochi e frammentari dati ed informazioni sul funzionamento del sistema radar Nadge, cui appartiene il sito di Marsala, e ciò fu giustificato con la presenza di vincoli di segreto militare, anche di tipo non nazionale (NATO). Non fu reso disponibile il nastro nr.3 della Synadex e non si ottenne, per esempio, il tabulato relativo al Console Data Recording dei nastri nr.1 e 2, dei quali peraltro si ignorava l'esistenza.

- nel secondo incarico peritale (supplemento di perizia), pur non essendo previsto un quesito specifico sulla rianalisi dei dati radar di Marsala (implicito invece per il radar di Fiumicino), fu avviata una serie di indagini mirate essenzialmente a riesaminare i dati di Marsala allo scopo di trovare eventuali risposte ai quesiti posti. Ciò fu fatto anche su indicazione dei periti di parte imputata, che sostenevano la presenza sui nastri di informazioni aggiuntive, non rilevate nel corso della prima lettura effettuata nel 1985 presso il BTADA di Borgo Piave. Durante questa fase il supporto fornito dai tecnici dell'AM è stato significativamente più valido ed adeguato rispetto al primo incarico peritale.

Tale supporto si concretizzò, oltre che nella disponibilità di mezzi ed uomini del centro BTADA di Borgo Piave, anche nella messa a disposizione da parte dell'ITAV (Ministero della Difesa) di alcuni esperti del sistema Nadge, ai quali furono posti quesiti e richieste di informazioni che dovevano permettere ai periti d'ufficio e di parte di rendersi conto delle principali caratteristiche del sistema radar in oggetto.

La maggior parte delle conclusioni alle quali sono giunti tutti i periti d'ufficio si basano sulle dichiarazioni fornite dagli esperti Nadge e non su conoscenze acquisite in maniera diretta dai periti stessi. Si osservi peraltro che la consultazione della ingente documentazione ufficiale del sistema Nadge, peraltro aggiornata nel corso degli anni, era riservata agli ufficiali dell'AM autorizzati. È da rilevare, inoltre, che nel corso degli incontri con i tecnici del centro BTADA di Borgo Piave e con quelli ITAV, furono redatti dettagliati verbali proprio per documentare quanto esposto dagli esperti Nadge (vedi all.4 della relazione peritale del 26.05.90).

Risposta al quesito.

Fatte salve le premesse di cui sopra, in merito al quesito in oggetto si possono fare le seguenti considerazioni:

a) gli elementi utilizzati per definire il comportamento del TPO nell'occasione della cessazione della traccia del DC9 e di quella di "difficile interpretazione", così come per tutte le altre operazioni condotte quella sera nel sito, sono stati ricavati dall'analisi dei due tabulati "Track History Recording" e "Console Data Recording" (all. 3 alla relazione peritale del 26.05.90);

b) circa il comportamento del TPO relativamente alla traccia del DC9, i periti hanno affermato, così come risulta dalla relazione peritale del 26.05.90, al par.5.4-pag.80-punto e) dell'analisi della traccia nr.10 (AJ421) relativa al DC9 I-Tigi:

"e) alle ore 19.01.16 il TPO si ripositiona sulla traccia e spegne la spia di low quality e ciò comporta automaticamente la cessazione della traccia".

Tale automatismo è legato alla natura della traccia in questione che in precedenza era stata identificata come “Friendly” (amica);

c) circa il comportamento del TPO relativamente alla traccia “di difficile interpretazione”, i periti ILM hanno affermato, così come risulta dalla relazione peritale del 26.05.90, al par.5.7-2-pag.91-b) analisi della traccia nr.6 (AA450-AJ450):

“...una coincidenza, per altro comune ad altre occasioni, fa sì che il TPO cancelli queste due tracce quasi contemporaneamente: la traccia 6 alle 19.01.094 e la traccia del DC9 alle 19.01.160.”.

C’è da notare che, mentre la cancellazione della traccia del DC9, come già visto al punto precedente, avviene in maniera automatica in conseguenza dello spegnimento della spia di “low quality”, la cancellazione della traccia nr.6 con sigla AJ450, è fatta in maniera più diretta, in conseguenza di considerazioni del TPO sul comportamento della traccia, che risultano non note al collegio peritale.

Quesito 16.

Intendendo come “cielo reale” la situazione reale radar del sito e alla data specificati al quesito precedente, così come risulta dalle registrazioni radar contenute nei due nastri nr.1 e 2, dall’analisi dei tabulati Track History Recording (ottenuti in sede di riletture in data 11.12.89, vedi verbale relativo all’all.4 della relazione peritale del 26.05.90) si può così sintetizzare la situazione delle tracce simulate: tracce simulate così come risultano dai tabulati track history recording in base alla indicazione data in colonna 14 (sim/liv).

Nastro	tempo	tracce n.	simulate codice
1	18.09.10 - 18.09.40 (1)	0	---
1	18.23.34 - 19.04.26 (2)	0	---
1	19.48.49 - 20.06.37	1	AA055
2	19.12.49 - 19.22.39	5	AA002 AA432 - AJ432 AA042 - AJ042 AJ452 AJ012

(1) Nel tabulato non è stata scritta la registrazione delle tracce dalle 18.09.40 alle 18.23.34.

(2) Dalle 19.04.26 alle 19.48.49 il nastro nr.1 è stato rimosso per essere sostituito dal nastro nr.2.

Tale situazione di tracce simulate trova anche riscontro nei tabulati Console Data Recording alla colonna 7 (SIM/LIV), almeno per quanto

riguarda il nastro nr.2 ed il nastro nr.1 fino alle 19.04.26. Anomala è la situazione della traccia AA055 che risulta simulata nel tabulato Track History Recording, mentre non c'è evidenza di ciò nel tabulato Console Data Recording. È da rilevare che tale traccia risulta comunque poco chiara in quanto nelle 20 volte in cui essa compare sul tabulato, risulta sempre fissa nella posizione e con velocità, direzione e quota tutte sempre nulle.

Inoltre, sempre limitatamente al nastro nr.1, appaiono altre segnalazioni discutibili e poco chiare: alle ore 18.31.59 e 19.04.10 nel tabulato console data recording appare una traccia “simulata” corrispondente all’“entry” 777 di cui non è chiaro il significato.

Per quanto riguarda il tabulato Wintr e la traccia di una intercettazione alle 18.20.59Z, si ribadisce quanto espresso nel par.5.5-pag.81 della relazione peritale del 26.05.90, e cioè che dal tabulato in oggetto, così come da quello del Console Data Recording, non emergono evidenze che tale traccia sia simulata o reale, ma gli esperti del sistema Nadge (vedi premessa alla risposta al quesito 15), sulla base delle caratteristiche della traiettoria di intercettazione e degli altri dati rilevabili dal tabulato Wintr, sostengono che tale traccia risulta “essere inequivocabilmente simulata e cioè nessun aereo intercettore si è mai levato in volo a quel momento” (v. verbale del 12.02.90 in all.4 alla relazione peritale del 16.05.90).

Almeno una possibilità di introdurre tracce “simulate” in un nastro sembrerebbe esistere secondo quanto appare dalla discussione che avvenne con i tecnici radar il 23.01.90 (vedi verbale relativo, pag.8) nel caso in cui il sistema sia predisposto in configurazione “Mixed”. Quindi, escludendo una eventuale manipolazione dei dati contenuti sui nastri, sembra che il sistema possa, per errore della macchina e/o degli operatori o a ragione veduta, introdurre tracce simulate. Una indagine in tal senso ed esperimenti reali non sono stati condotti in quanto molto difficoltosi e non sono emersi fatti tali da richiedere un approfondimento specifico.

Quesito 17.

Come risulta dalla relazione peritale del 26.05.90 al cap.4, pagg.57-59, il nastro 3 Synadex, relativo alle registrazioni del radar della Difesa Aerea di Marsala, è venuto in possesso del collegio peritale solo in occasione del mandato per il supplemento di perizia. In occasione dei primi incontri presso il centro BTADA di Borgo Piave (LT) una delle attività è consistita nel cercare di trovare, tramite il confronto dei relativi tabulati, una corrispondenza fra i dati registrati sul nastro Synadex, con quelli sul nastro nr.2, che conteneva i dati relativi all'esecuzione della suddetta esercitazione.

Tale attività purtroppo non ha dato i risultati sperati, nel senso che dopo innumerevoli tentativi fatti dai tecnici e dagli esperti del sistema Nadge, si è dovuto constatare la mancanza di corrispondenza tra i nastri (vedere verbali relativi in all.4 della citata relazione peritale).

Nell'effettuazione di queste prove sono stati usati diversi "programmi di riduzione dati". Il controllo di tali programmi (la loro capacità elaborativa, la versione e data di validità) non è stato reso possibile ai periti, avendo questi demandato tale controllo agli esperti del sistema Nadge, messi a disposizione da parte del Ministero della Difesa, per le ragioni già dette in premessa alla risposta al quesito 15.

Tali esperti hanno ipotizzato che la mancanza di corrispondenza riscontrata tra questi due nastri potrebbe essere imputata alla non adeguatezza dei suddetti "programmi di riduzione dei dati" che nel corso degli anni sono cambiati e per i quali risulta difficoltoso risalire alle più vecchie versioni degli stessi programmi.

A tal proposito i periti ILM nelle loro conclusioni circa l'analisi dei dati radar di Marsala, riportano, dalla relazione peritale del 26.05.90, le seguenti considerazioni sull'argomento:

dal par.5.7-2 pag.87: "i tecnici ITAV (esperti Nadge) a tal proposito sono dell'opinione "che molto probabilmente il nastro 3 (Synadex) non è lo stesso utilizzato la sera del 27.06.80 (vedi verbale del 12.02.90 in all.4)".

Dal par.5.7-2 pagg.94-95: "9. atteso che come affermato anche dai tecnici ITAV, il nastro nr.3, ricevuto dall'AG e presunto essere relativo alla esercitazione Synadex del 27.06.80 svolta a Marsala, contiene dati che sono in disaccordo con quelli registrati sul nastro nr.2, sussistono dubbi sulla autenticità del nastro stesso".

Quesito 18.

Al momento del primo incarico peritale la documentazione avuta dal GI conteneva i nastri di registrazione delle comunicazioni radio del centro di Marsala, ma non ne era stata effettuata nessuna trascrizione scritta. Durante lo svolgimento delle indagini relative, nel corso di tale primo incarico, sia il collegio peritale che i periti di parte, ritennero non necessario richiedere la trascrizione di tali nastri perché non si era a conoscenza del collegamento telefonico esistente tra i vari siti del sistema Nadge e si era altresì convinti che il solo sito che avesse sotto controllo radar il DC9, a mezzo di un sistema di registrazione dei dati automatico, fosse il sito di Marsala.

A completamento delle indagini e consegna della relazione peritale del 16.03.89, anche tali nastri furono riconsegnati alla AG.

In sede di supplemento di indagini affidate al collegio peritale, in mancanza di un quesito specifico sull'analisi dei dati radar di Marsala, non fu ritenuto opportuno richiedere anche tali reperti peritali.

Successivamente il GI Bucarelli ritenne dare uno specifico mandato ad altri periti, specialisti in materia, per la trascrizione di detti nastri. Tale trascrizione non è stata mai consegnata al collegio peritale, per cui non è stato possibile utilizzarla al fine di stabilire se l'esercitazione Synadex abbia o meno effettivamente avuto luogo.

Quesito 19.

Come risulta dalla relazione peritale del 16.03.89 l'analisi dei dati radar di Marsala fu effettuata nell'intervallo orario compreso tra le 18.36.36Z e le 19.22.11Z, indagando quindi per circa 46 minuti a cavallo dell'incidente.

Nell'ambito delle attività svolte nel corso del supplemento di indagini, nonostante non vi fosse una particolare richiesta nei quesiti posti al collegio peritale, si allargarono i detti limiti di tempo ad un periodo compreso tra le 18.09Z e le 20.06Z, indagando quindi per circa 50 minuti prima e per circa 67 minuti dopo l'incidente, senza che risultassero nuovi elementi utili al fine principale dell'indagine: presenza di aerei estranei nella zona dell'incidente. All'epoca non sembravano esistere altri tracciati radar attendibili (i dati di Licola contenevano grossolani ed evidenti errori) e quindi un confronto non sembrava avere motivazioni.

Non vi sono stati motivi particolari per limitare l'indagine ai tempi indicati, se non legati a quanto già espresso nelle premesse alla risposta fornita al quesito nr.15.

Quesito 20.

Le tracce in questione sono rilevabili dai tabulati Track History Recording e Console Data Recording relativi al nastro nr.1, a partire dalle ore 19.50, cioè circa 50 minuti dopo l'incidente.

Il collegio peritale ritenne che, data la notevole distanza temporale dal momento dell'incidente, non fosse significativo analizzare tali tracce, così come le altre presenti sul tabulato ad eguale distanza oraria dall'incidente, al fine di ottenere informazioni utili a stabilirne la causa.

Si evidenzia ancora che, almeno allora, non erano disponibili altri tracciati radar militari significativi e che quindi non v'era alcuna possibilità di confronti e di verifiche che avrebbero potuto giustificare queste analisi.

Quesito 21.

La traccia AJ450 è stata definita dal collegio peritale di “difficile interpretazione”. Dall’analisi del tabulato Track History Recording relativo al nastro nr.1 risulta che su 19 registrazioni di tale traccia tra le ore 18.40.17Z e le 18.59.20Z, solo le prime due e l’ultima riportano indicazioni di velocità (speed) e direzione (heading), le restanti 16 registrazioni danno valori nulli di tali grandezze.

Dall’analisi del comportamento di tale traccia fatta nell’appendice 5.1-pagg.98-103 della relazione peritale del 26.05.90, risulta che, prescindendo dalle informazioni di velocità e direzione riportate o meno sul tabulato, è possibile, ritenendo valide quelle di posizione e quota, calcolare i parametri del moto di tale traccia. Da tale analisi è risultato che il velivolo in un primo tratto è dotato di velocità media spaziale (che tiene in conto anche la variazione di quota) di circa 30-40kts, mentre tale velocità nell’ultimo tratto di visibilità risulta pari a circa 120-140kts.

Durante i 19 minuti di visibilità di tale traccia, così come risulta dalle registrazioni riportate nel tabulato citato, la sua qualità è rimasta intorno a valori molto alti, cioè 6-7 (su 19 registrazioni, 4 volte con qualità 6, 15 volte con qualità 7).

Da quanto esposto, e tenuto conto dell’algoritmo di associazione dei plots alle tracce (che valuta associabili tra loro i plots quando la velocità è compresa tra 50kts e mach=3) la qualità di tale traccia, costantemente pari a 7 nel primo tratto, risulta effettivamente “non spiegabile facilmente”.

C’è però da rilevare che le registrazioni, stante la particolare logica con cui funziona il sistema Nadge, non sono relative a tutti i plots greggi rilevati dal radar, ma solo ad una parte, per cui non si può escludere che la summenzionata correlazione sia stata sempre verificata proprio durante la registrazione dei plots ed invece non verificata quando i plots non venivano registrati.

È da tener anche presente che, in linea teorica, la qualità elevata di questo oggetto potrebbe essere il risultato di un aggiornamento manuale fatto dall’operatore (vedi per es. la tab.5-1 a pagg.96-97 della relazione peritale del 26.05.90 e relativa ad analoga situazione per la traccia del DC9) viceversa dall’analisi del tabulato Console Data Recording risulta che interventi di tale tipo sono stati condotti su questa traccia solo alle ore 18.58.386, 18.58.427 e 18.58.467, cioè solo nell’arco di 8 secondi su una durata complessiva della registrazione di circa 19 minuti.

Circa la possibilità che questo comportamento sia il risultato di manipolazioni effettuate sulla traccia, il collegio peritale dichiara la sua impossibilità, data la premessa fatta al quesito 15, a poter dare una risposta precisa, oltre quella già fornita di traccia di “difficile interpretazione”.

Quesito 22.

Come più volte si è avuto modo di dire nelle risposte agli altri quesiti, il collegio peritale non ritenne di indagare le relazioni esistenti tra il sito di Marsala e gli altri siti in grado di elaborare automaticamente i dati radar, in quanto si ignorava l'esistenza di altre registrazioni utili ad un confronto con quelle di Marsala, a parte quelle fonetico-manuali di Licola.

Si ricordi che nel tabulato della Track History Recording, ottenuto nel 1985 dal nastro n.1, le colonne relative alla trasmissione dei dati fra i vari siti radar, risultarono non corrette a causa di un improprio funzionamento del programma di riduzione dati impiegato. Tale imperfezione fu corretta nella successiva trascrizione del 1989 (v. all.9 della relazione peritale del 26.05.90).

Dall'esame del tabulato Track History Recording relativo al nastro n.1 ottenuto nel 1989, risulta effettivamente che la traccia del DC9 fu dapprima inviata a bassa priorità a due siti collegati a Marsala e successivamente, a partire dalle 18.56.153, non fu più inviata ad uno di tali siti. Nella riunione peritale del 23.01.90 gli esperti Nadge hanno affermato che i due siti con cui Marsala risulta collegata, in base ai dati del tabulato sopra citato, sono Poggio Ballone e Martina Franca. Da una verifica fatta sul tabulato risulta che effettivamente il sito con cui si interruppe l'invio dei dati relativi alla traccia del DC9 fu quello di Poggio Ballone.

Il collegio peritale non ha acquisito altri elementi utili a chiarire queste operazioni di scambio informazioni e quindi ad individuare gli autori della suddetta interruzione di scambio fra Marsala e gli altri siti della DA.

A tal proposito si rimanda alle dichiarazioni degli esperti Nadge fatte nel verbale di riunione del 12.02.90 (v. pag.7).

Quesito 23.

Risposta dei periti ILM.

Le velocità dell'oggetto percorrente la traiettoria 2 del radar Marconi di cui al paragrafo 2.2 del cap.6.2-2 della relazione peritale del 26.05.90, sono state stimate con i seguenti criteri:

- scelta di intervalli fra plot in cui la velocità radiale e/o quella trasversale, rispetto al radar, avesse valori il più possibile omogenei, in modo da poter sostituire alle velocità fra ogni plot ed il successivo, inevitabilmente molto variabili per gli errori di rilevazione inevitabili e tipici del radar, un valore medio più attendibile.
- Rammentando che gli errori nelle stime di velocità medie di intervallo così ricavate sono direttamente proporzionali:

- a) all'errore radar nella misura dell'azimuth e della distanza, rispettivamente per la velocità tangenziale e radiale (nel caso in esame almeno 0.20 gradi e 0.09nm);
- b) all'inverso del tempo intercorrente fra gli estremi dell'intervallo considerato.

I predetti intervalli sono stati scelti in misura sufficientemente ampia e tale che sui corrispondenti valori delle velocità non vi fossero errori di stima tali da togliere ad essi ogni pratico significato.

A titolo di esempio, se per le velocità tangenziali si fossero considerati intervalli di solo 5.5 secondi, pari a quelli intercorrenti fra 2 plots consecutivi del radar Marconi, si sarebbero avuti errori di stima, solo per questo motivo, di circa +/-420knots (in totale 840knots!) sui valori medi della corrispondente velocità.

Ciò premesso, nei conteggi esposti a pag.217 della relazione peritale del 26.05.90, si sono considerati i seguenti intervalli per la traiettoria compresa fra i plot 2b e 19:

velocità tangenziale:	tratto	2b	a	6	:	838	+/-	105	knots
		"	6	a	9b	:	424	+/-	136
		"	9b	a	19	:	39	+/-	42

velocità radiali:	tratto	2b	a	4	:	173	+/-	42	knots
		"	4	a	19	:	0	+/-	5

Componendo le velocità tangenziali e radiali ed i relativi errori con le note formule:

$$V = (Vt^2 + Vr^2)^{1/2} \quad \text{Sigma} = (\text{Sigma}^2 + \text{Sigma}r^2)^{1/2}$$

si ottengono le velocità orizzontali indicate nella predetta relazione e precisamente:

tratto:	2b	a	4	:	V = 855	+/-	113	knots
	4	a	6	:	V = 838	+/-	105	"
	6	a	9b	:	V = 424	+/-	136	"
	9b	a	19	:	V = 39	+/-	42	"

Quesito 23.

Risposta dei periti BC.

La metodologia per il calcolo delle velocità, inclusa quella dell'oggetto percorrente la traiettoria 2, è ampiamente descritta nella relazione del supplemento di perizia del maggio 90 alle pagg.160 e segg..

I calcoli relativi devono ritenersi corretti.

Quesito 24.

Risposta dei periti ILM.

I punti Marconi 12 e 13b sono stati ambedue considerati nella traiettoria 2 come risulta dall'esame di dettaglio fatto nel cap.8.3-2 della relazione peritale del 26.05.90.

Non deve sorprendere che sulla predetta traiettoria il punto 12, che precede temporalmente il 13b di circa 5 secondi, risulti viceversa in posizione radar posticipata di circa 1.6NM.

Come è stato dimostrato nel capitolo 6.2-2 paragrafo 2.1 della predetta relazione, nella zona dell'incidente e considerando il 95% dei casi, il possibile errore tangenziale di un plot può raggiungere circa i +/- 1.16NM. In definitiva la distanza tangenziale fra i due plot consecutivi può essere affetta, per questo motivo, da un errore limite di +/-2,32NM e quando la velocità di spostamento fra i predetti due punti fosse sufficientemente bassa (il che significa che l'azimuth varia poco fra i punti, come accade nel caso in esame) si può verificare addirittura la loro inversione spaziale.

Del resto, rimanendo al caso del DC9, fenomeni simili si sono rilevati fra le coppie di punti Marconi 23-24; 23-26; 28-31; ecc. della traiettoria 1 (vedere fig.6.2-8 pag.264 della predetta relazione), traiettoria che ha dato un ottimo coefficiente di correlazione fra i dati radar e le posizioni "vere" (vedere fine pag.220 di predetta relazione: coefficiente di correlazione per le x uguale a 0.945, essendo 1 il massimo teoricamente possibile) e che non è stata mai posta in discussione.

Risposta dei periti BC.

I punti 12 e 13b trovano collocazione nella traiettoria 2 (DC9), pertanto non si riferiscono a nessun velivolo estraneo.

Quesito 25.

Risposta dei periti ILM.

Una risposta indiretta a questo quesito v'è nell'appendice 6.2-4 e nell'allegato 14 (relazione del prof.Enzo Dalle Mese) della relazione peritale del 26.05.90, nei quali si dimostra che, con elevatissima probabilità, i due plots -17 e -12 sono da considerarsi plots reali e correlabili alla traiettoria 2.

Si deve considerare che, in generale, la probabilità che un plot sia falso è di per sè bassa per cui la decisione se esso è o meno un plot "vero" viene presa verificando la sua eventuale correlazione temporale e spaziale con altri plot vicini in modo da accertarsi se essi costituiscono una traiettoria plausibile.

Nel caso in esame i plots -17 e -12 correlano oltre che fra di loro con i plots 2b, 3, 4, 6, 8b, 9b, 12, 13b e 19 del radar Marconi, più che sufficienti dato il loro numero elevato, per affermare che tutti insieme costituiscono

una traccia e quindi per ritenere plots “veri” i -17 e -12. Si osservi che una tale procedura è stata tacitamente applicata a tutti i plots verificatisi dopo l’incidente (quando non era più presente la risposta del trasponder) e che in questo caso nessuno ha messo in dubbio a priori la “veridicità” di tali plots. Risposta dei periti BC.

La risposta alla domanda è in gran parte contenuta nel supplemento di perizia maggio 90 pag.187 e 188 nonché nell’allegato nr.6. Si può aggiungere però o ribadire quanto segue:

i falsi plots rilevati dal radar Marconi erano tutti (compresi i plots -17 e -12) di alta qualità, non uniformi spazialmente e non stazionari temporalmente. Risulta quindi difficile attribuirli al rumore di sistema i cui falsi plots sono caratterizzati proprio da:

- uniformità spaziale
- stazionarietà temporale
- qualità quasi sempre bassa.

Pertanto i falsi plots -17 e -12 hanno bassa probabilità di essere stati causati dal rumore. Bisogna badare però che il fatto che essi difficilmente siano stati generati da rumore, non implica che a generarli sia stato un oggetto in movimento.

Più in generale, la bassa o bassissima probabilità che un evento sia dovuto ad una fra N cause possibili non può certamente implicare che lo stesso evento sia dovuto ad un’altra sola prefissata causa fra le N.

Per verificare se i due plots -17 e -12 possano essere attribuiti ad un oggetto viaggiante si può procedere come segue:

- anzitutto si osserva che di coppie di falsi plots, che idealmente avrebbero potuto essere generati da un oggetto viaggiante alla velocità di un caccia se ne sono trovate altre (vedi pag. 93) osservando il cielo radar.

Questo non può significare che nel cielo, nelle più disparate posizioni, fossero presenti altri caccia visibili solo per una coppia di plots più o meno distanziati nel tempo;

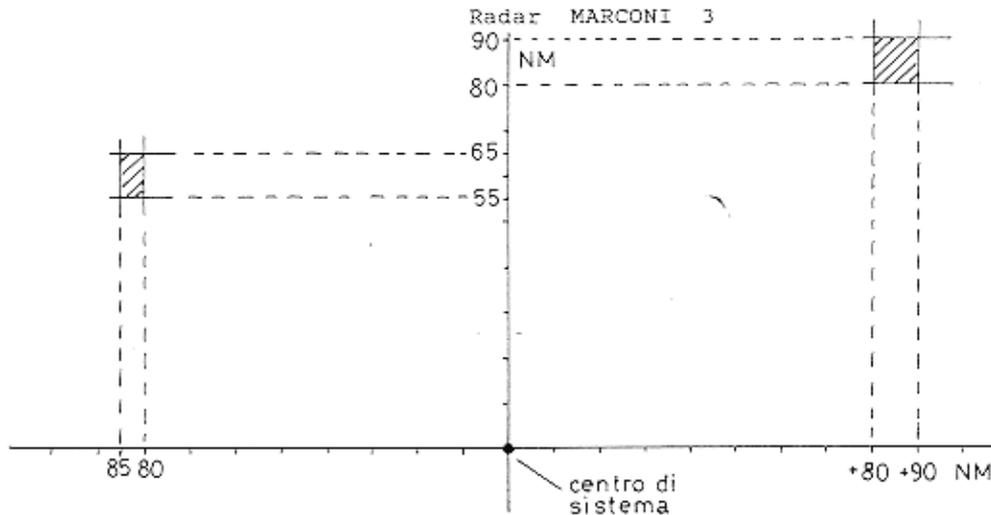
- si può anche osservare che è molto difficile che un aereo sia visibile solo due volte, e da un solo radar e non se ne abbia traccia nè precedente nè posteriore.

Si può osservare ancora che durante le cosiddette “simulazioni” eseguite nel 1985 il radar Selenia vide il caccia intercettore quasi con la stessa percentuale del radar Marconi cioè circa il 19% (vedere supplemento perizia maggio 90 pag.236 e pag.238).

Supponendo ragionevolmente che, all’epoca dell’incidente, i due radar avessero le stesse probabilità di detezione, ci si può chiedere come mai il radar Marconi abbia visto il caccia ed il radar Selenia non ha visto nulla. Calcoliamo la probabilità connessa ad un evento del genere.

Ipotizziamo la presenza, nell'area del disastro e nel tempo a cavallo dell'istante in cui esso avvenne, di un caccia con superficie equivalente radar (R.C.S.) dello stesso ordine di quella di un F104.

ESEMPI DI FALSI PLOTS CORRELABILI



Plots nella zona compresa tra + 80 : + 90 NM Est
e
+ 80 : + 90 NM Nord

Ciclo	Ora
81553	19h 01m 30s
81581	19h 01m 35s
81637	19h 01m 47s

} Velocita' stimata circa 600 nodi

Plots nella zona compresa tra + 80 : + 85 NM Ovest
e
+ 55 : + 65 NM Nord

81519	18h 58m 03s
81770	18h 58m 52s

} Velocita' stimata circa 330 nodi

Pag. 93

Ci si può chiedere qual è la probabilità P che esso sia stato visto, durante un determinato numero K di battute (giri d'antenna) (con k maggiore di 17);

- in due battute (-17 e -12) dal radar Marconi
- in nessuna battuta dal radar Selenia.

Sarà:

- Probabilità P_{SEL} che il radar Selenia non veda il caccia durante le K battute

$$P_{SEL} = (1 - P_{DS})^K$$

essendo P_{DS} la probabilità di detezione radar Selenia

- Probabilità P_{MAR-1} che il radar Marconi veda il caccia per due battute (-17 e -12)

$$P_{MAR-1} = P_{DM}^2$$

essendo P_{DM} la probabilità di detezione radar Marconi

- Probabilità P_{MAR-2} che il radar Marconi non veda il caccia nelle altre K-2 battute (cioè K meno la -17 e la -12):

$$P_{MAR-2} = (1 - P_{DM})^{K-2}$$

La probabilità P che il radar Marconi abbia visto per due volte il caccia ed il radar Selenia nessuna volta è:

$$P = P_{SEL} \cdot P_{MAR-1} \cdot P_{MAR-2}$$

cioè

$$P = (1 - P_{DS})^K \cdot P_{DM}^2 \cdot (1 - P_{DM})^{K-2}$$

supponendo, come anzidetto:

$$P_{DS} = P_{DM} = P_D$$

si ha:

$$P = (1 - P_D)^{2K-2} \cdot P_D^2$$

Poniamo prudenzialmente

$$P_D = 0,15 \quad (15\%)$$

si ottengono i seguenti risultati per diversi valori di K

K	P
18	9 $\cdot 10^{-5}$
20	4,6 $\cdot 10^{-5}$
25	9,2 $\cdot 10^{-6}$
30	1,8 $\cdot 10^{-6}$

Anche da questi risultati emerge che in termini probabilistici è assai poco ragionevole attribuire i plots -12 e -17 ad un aeromobile piuttosto che ad altre cause (come ad es. rumore, disturbi elettromagnetici, riflessioni da oggetti fissi). Tra queste ultime quelle che appaiono più plausibili sono i disturbi elettromagnetici presenti nel campo di frequenza di lavoro del radar Marconi ma non in quello del radar Selenia, ed interferenti sui lobi laterali dell'antenna (si vedano a tal proposito le interferenze che il radar Marconi subiva nelle posizioni d'antenna di circa 86° e 272°). Si rammenta che la frequenza di lavoro del Marconi è di circa 600Mhz (frequenza in cui lavorano anche dei trasmettitori televisivi), mentre quella del Selenia è circa 1,3GHz.

Si fa infine un'ultima osservazione. Tutti i plots mostrati dal radar Marconi dopo l'incidente sono (vedi supplemento perizia maggio 90) da attribuire alla traiettoria 2 (aereo vittima).

Le velocità orizzontali medie degli oggetti percorrenti le due traiettorie sono (vedi supplemento perizia maggio 90 pag.164 e pag.167) rispettivamente:

- traiettoria 1; $v = \sim 110$ nodi
- traiettoria 1; $v = \sim 240$ nodi.

E' pertanto impossibile correlare i plots -17 e -12 (mostranti una presunta velocità orizzontale di circa 610 nodi) con qualunque plot delle suddette traiettorie 1 e 2.

Quesito 26.

Risposta ai quesiti 26 e 27 dei periti ILM.

Una risposta ai quesiti 26 e 27 v'è già nei cap.6.2-3 "traiettoria di gravi in caduta" e 6.2-6 "nuova possibile interpretazione dei dati radar del DC9" della relazione peritale del 26.05.90, in cui si conclude che:

"- solo gravi con K compresi fra 0.1 e 0.5 hanno andamento nel piano orizzontale, paragonabile alla traiettoria "1" ... [ma] ... questi gravi hanno quindi una velocità verticale di caduta decisamente superiore a quella della traiettoria "1". È inoltre poco probabile che gravi di queste dimensioni possano dare costantemente immagini radar così grandi come quelle registrate su questa traiettoria: qualità prevalente 15, e cioè il massimo accettato dal sistema.

Supporre che più gravi provenienti dall'esplosione, in dimensioni e peso disuguali, possano procedere concordemente in un'unica traiettoria del tipo e per il tempo di quella in esame, senza disperdersi nello spazio, è aerodinamicamente impossibile..."

"...si è visto al paragrafo 2 che la traiettoria "1" era rettilinea e con una precisione quasi uguale a quella intrinseca del radar per l'azimuth e vicina per la distanza.

Come si concilia ciò con più frammenti che inevitabilmente devono avere traiettorie differenti e variabili nel tempo per le variazioni inevitabili di assetto e di distanza reciproca?...

- le coppie di punti doppi 8, 9 e 13, in questa ipotesi [ipotesi che la traiettoria "1" sia relativa ai rottami; nde] sono supposti in condizioni di "mascheramento" e quindi le loro posizioni "vere" non devono essere fortemente disallineate in angolo sulle due traiettorie. È realistico questo procedere in concordanza, per circa 30 secondi, fra il DC9 (traiettoria 2) ed i suoi frammenti (traiettoria 1)?...".

Risposte dei periti BC.

Si fanno le seguenti osservazioni preliminari:

- a) i rottami avevano verosimilmente una certa “dispersione” in quota, ma avevano anche una “dispersione” sia in distanza che in angolo.
- b) Il moto verticale dei rottami, ma anche quello orizzontale non era da considerarsi “stazionario” nel senso che i coefficienti dell’equazione che ne descrive il moto erano variabili col tempo.

I rottami infatti, a causa delle loro più varie dimensioni, forme, pesi, verosimilmente cambiavano continuamente assetto.

- c) A causa del meccanismo di rivelazione del radar Marconi, descritto nel supplemento di perizia maggio 89 i rottami, per quanto detto al punto a), non potevano essere considerati come un unico oggetto, ma piuttosto come oggetti singoli, interferenti a causa della loro probabile vicinanza reciproca (minore di 2km).

Si fa notare che (vedi supplemento di perizia maggio 90 pag.198) la superficie equivalente radar (RCS) di ogni singolo rottame può essere notevole ed anche, a causa della spigolosità, superiore a quella dell’aereo da cui proviene.

Quanto sopra premesso, la traiettoria 1M è da considerare come attribuibile ai rottami per i seguenti motivi:

- elevata dispersione dei plots in distanza (non compatibile con la condizione di oggetto singolo). Si veda, per confronto, la ridotta dispersione dei plots della traiettoria 2M unanimamente attribuita ad oggetto singolo. la condizione di più oggetti presenti ed il meccanismo di riflessione “fluttuante” ed indipendente dei vari oggetti e, in generale, variabile da una scansione all’altra, può provocare un’alternanza della condizione di oggetto “dominante” che, a sua volta, provoca una dispersione nella misura della distanza.
- Velocità orizzontale media (circa 110 nodi) paragonabile con quella del vento in quota (circa 100 nodi), quindi velocità relativa (oggetti-aria) pressochè nulla, incompatibile con quella di qualsiasi aereo, neanche immaginando un aereo che compia una irrealistica traiettoria verticale in salita o in discesa.

Quesito 27.

Risposta dei periti BC.

La qualità, per come è definita (cioè numero di scansioni consecutive in cui si ha la condizione di detezione, con saturazione pari a 15), risulta essere elemento poco discriminante; prova ne è il fatto che quasi tutti i plots dopo l’incidente (appartenenti sia alla traiettoria 1M sia alla traiettoria 2M) hanno qualità 15. Infatti per configurazioni con “1” consecutivi la

qualità va dal valore 13 (corrispondente a 7 “1”, vedi fig.1) a 15 (corrispondente alla configurazione da 9 “1” in su).

Occorre osservare che la configurazione con “1” consecutivi è quella più probabile per oggetti o disturbi forti impulsivi (a causa della presenza, sul radar Marconi, dell’integratore), mentre è improbabile per il rumore.

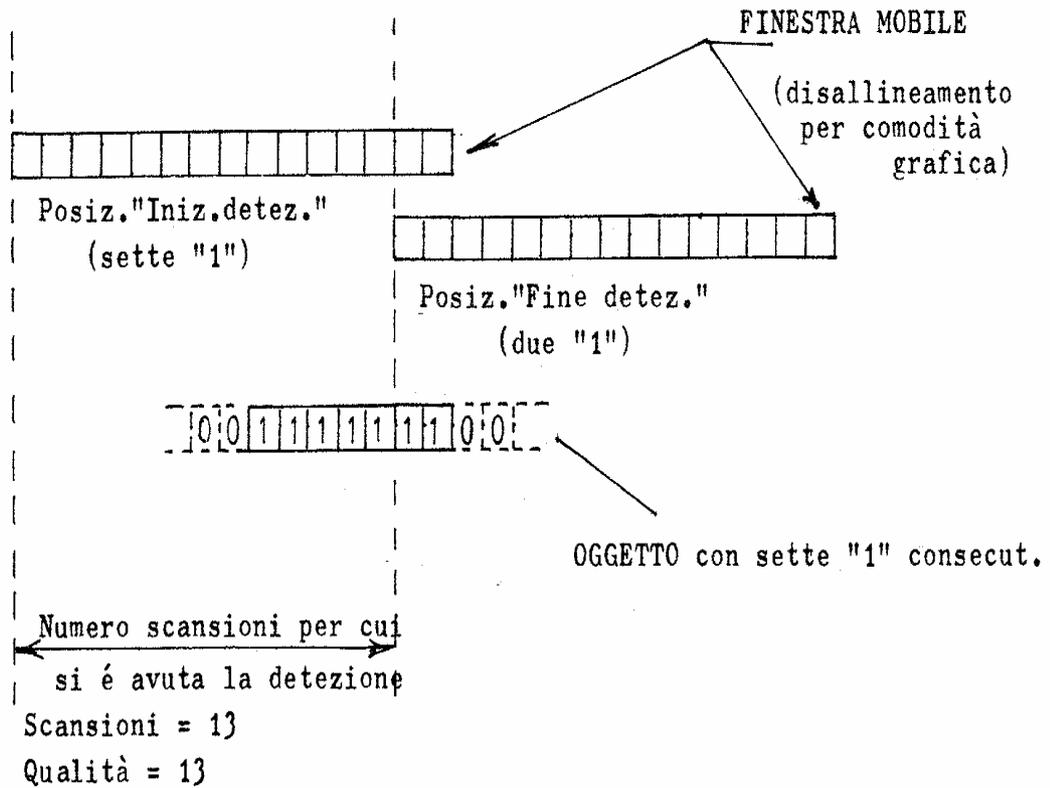
Il meccanismo del mascheramento sia esso parziale (cioè da parte di un oggetto che non dà luogo a “presenza bersaglio”) o totale (cioè da parte di un oggetto che dà luogo a “presenza bersaglio”), in generale non altera la qualità o la altera in minima parte in quanto lascia lunghe sequenze di “1” consecutivi. L’eventuale influenza dipende sia dalla estensione degli “1” (ipotizzati consecutivi) dei singoli oggetti, sia dalla loro posizione relativa. Al fine di esempio si consideri la fig.2. nel caso a) si ha un oggetto che è lungo 16, la cui detezione dura 21 scansioni e la qualità vale 15 (saturazione). Nel caso b), la presenza di un oggetto “b” che dura 5 “1” e non viene quindi rilevato, crea un’ombra larga 5 scansioni. Detta presenza non ha alcuna influenza nè sulla durata della detezione dell’oggetto “a” (ancora 21 scansioni), nè sulla qualità (ancora 15).

Nella fig.3 è riportata il caso di due oggetti “A” e “B” (equivalente al caso della fig.2) ed è stata variata la posizione relativa di “B” rispetto ad “A”.

Rispetto al caso della fig.2 si rileva che viene modificata la durata della detezione (passa a 16, mentre la qualità rimane ovviamente 15). La diversa durata modificherà la stima dell’angolo.

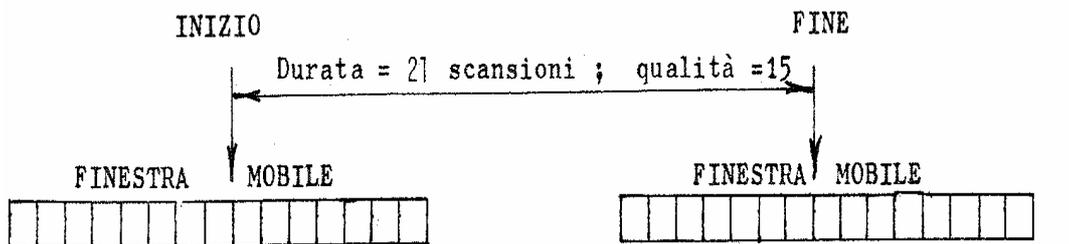
Naturalmente si potrebbero trovare configurazioni con un numero inferiore di “1” per le quali potrebbe scendere anche la qualità (ma difficilmente sotto 13).

In ogni caso si vuole rimarcare il fatto che la qualità, in tutti i casi diversi dal rumore termico, è un parametro pochissimo discriminante ed inoltre che il fenomeno del mascheramento ha quasi sempre influenza sul fenomeno dello spiazzamento angolare dell’oggetto più lontano dal radar, mentre ha pochissima influenza, il più delle volte nulla, sul parametro qualità.



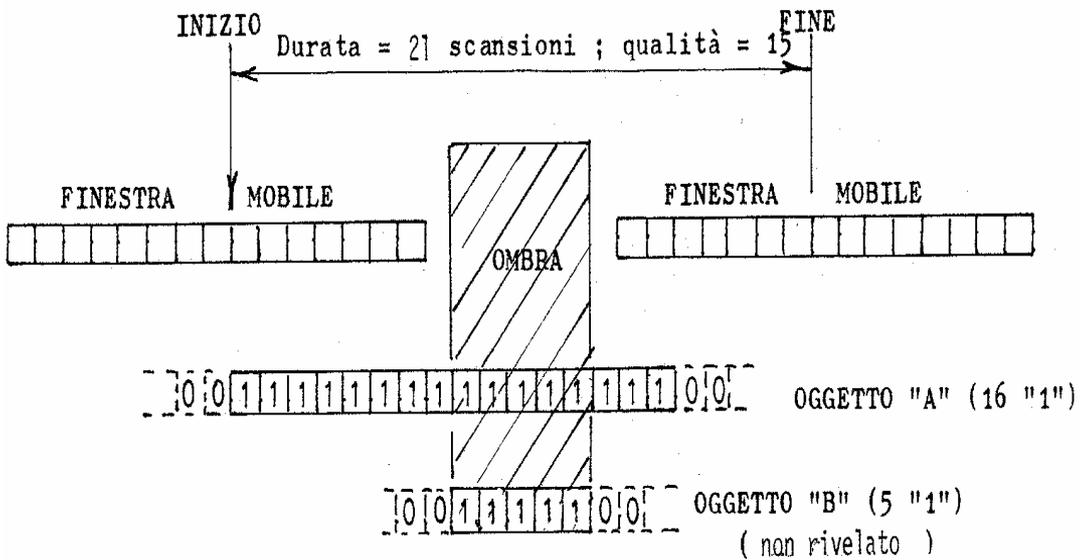
Nota : Inizio detezone : minimo sette "1" su 15
 Fine detezone : minimo due "1" su 15

Fig. 1
 Esempio di qualità 13 con 7 "1" consecutivi



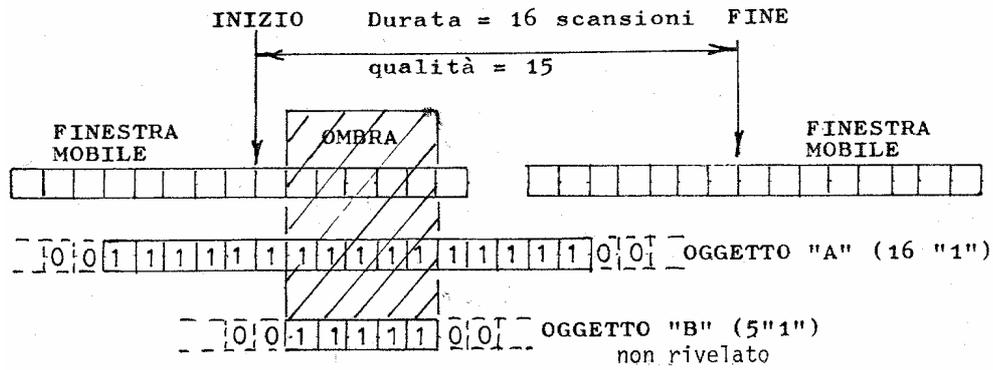
001111111111111100 OGGETTO "A" (16 "1")

Caso a) OGGETTO ISOLATO

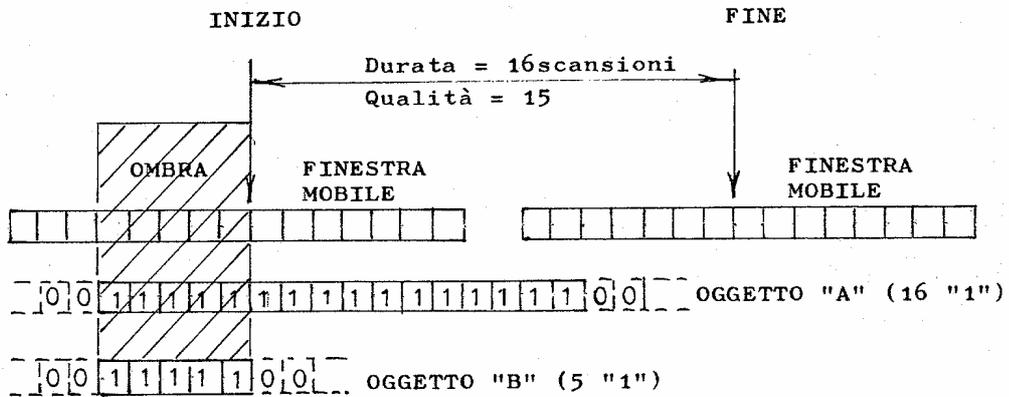


Caso b) OGGETTO CON MASCHERAMENTO

Fig. 2
Effetto del mascheramento



Caso a)



Caso b)

FIG. 3

EFFETTO DEL MASCHERAMENTO SULLA QUALITA'

Quesito 28.

Risposta dei periti ILM.

I primi risultati dell'analisi commissionata al prof. Dalle Mese dell'Università di Pisa, sui tre plot antecedenti l'incidente del DC9, furono esposti verbalmente ai periti ILM durante una riunione tenutasi presso la Università di Roma il 10.04.90 e di cui esiste verbale.

Una prima bozza manoscritta delle risultanze dello studio del prof.Dalle Mese fu portata al collegio peritale in Napoli il 20.04.90 dall'ing.Imbimbo, dopo una visita a Pisa fatta il giorno precedente.

Una seconda bozza, questa volta stampata, fu portata al collegio peritale sempre dall'ing.Imbimbo il 02.05.90.

L'edizione definitiva dello studio in oggetto, datata 05.05.90 fu spedita a cura dell'ing.Imbimbo al collegio peritale, all'attenzione del prof.Migliaccio, il 07.05.90 a mezzo servizio postacelere. Una copia di questa relazione e di altri appunti del prof.Dalle Mese fu portata, a cura dall'ing.Cerra, all'ausiliario ing.Pardini; ciò permise a quest'ultimo ed ai suoi colleghi ausiliari di comunicare le loro osservazioni scritte già il 17.05.90.

Una relazione informale del prof.Dalle Mese su vari argomenti radar interessanti la questione del DC9, e che riassumeva tutto quanto fino ad allora discusso, fu portata al collegio peritale dall'ing.Imbimbo il 22.05.90. Contemporaneamente l'ing.Imbimbo consegnò altre tre copie dello studio del prof.Dalle Mese "analisi e interpretazione dei dati radar relativi ai tre plots antecedenti l'incidente del velivolo I-Tigi avvenuto il 27.06.80" datato 05.05.90 e conforme al documento in bozza già inviato il 07.05.90 dallo stesso ing.Imbimbo, come sopra precisato.

Lo studio in oggetto è stato quindi esaminato dal collegio peritale e dai suoi ausiliari esperti in radar in anticipo rispetto alla consegna della relazione peritale avvenuta il 26.05.90, ed è stato utile ai fini dei giudizi peritali ILM.

Risposta dei periti BC.

Nel premettere innanzitutto che sono state consegnate in vari momenti varie bozze della suindicata relazione, mentre il documento finale sul quale si poteva effettuare un definitivo commento è stato depositato al collegio nella sua interezza nella data già più volte richiamata, gli scriventi si erano riservati di formulare commenti sul documento finale dopo un approfondito esame dello stesso.

I chiarimenti richiesti dal GI rappresentano l'occasione forse più opportuna per formulare un sereno commento su detto studio.

Nel seguito si elencano i punti sui quali non si concorda con le argomentazioni formulate dal prof.Dalle Mese e le motivazioni conseguenti (i numeri tra parentesi indicano le pagine del documento ove sono state riportate).

- 1 - (pag.15)

Non si concorda con l'affermazione che sia "fortemente improbabile che bersagli ai limiti della portata radar si estendano fino a 2 fasci d'antenna". Si sa, infatti, dall'esperienza, che aerei di linea, specialmente in traiettoria

trasversale rispetto al radar, possono avere una estensione angolare fino a tre fasci d'antenna come conseguenza della loro elevata radar cross section in tale geometria.

- 2 - (pag.16 secondo capoverso)

Non si concorda con quanto asserito che “le condizioni di interferenza diventano significative solo per echi di ampiezza elevata”.

Va ribadito infatti, che l'interferenza (mascheramento) si verifica a livello di superamento della prima soglia (“uni” logici all'ingresso della finestra mobile) e quindi essa sussiste anche nei casi in cui l'oggetto interferente non viene rivelato poichè il numero di “uni primari” non raggiunge il valore di soglia secondaria.

- 3 - (pag.19: punto 2)

Non si concorda con la dichiarazione che un aereo tipo caccia nella zona dell'incidente sia fuori portata del radar Selenia in quanto un aereo dello stesso tipo, durante le prove di simulazione del 1985, è stato visto con la stessa probabilità di detezione sia dal radar Marconi che dal Selenia (18%-19%).

- 4 - (pag.19: punto 4)

Non si concorda con l'affermazione che l'errore angolare aggiuntivo del radar Marconi dovuto al blanking, sia stato stimato fino a 0.2 gradi-0,5 gradi.

L'errore angolare del Marconi invece, può essere stimato da mezzo fascio a un fascio d'antenna (cioè da 1 grado a 2 gradi).

Tale fenomeno di “spiazzamento” angolare non è da collegarsi necessariamente a “fatti particolarmente anomali”, ma si verifica ogni volta che due oggetti (aeromobili) si trovano nelle condizioni illustrate nel supplemento di perizia del maggio 90.

- 5 - (pag.21: punto 3.1)

Per quanto già detto nella risposta al quesito nr.25, si può affermare che la mancanza di una qualsiasi rivelazione del radar Selenia è, già da sola, un elemento che rende assai poco probabile l'attribuzione dei plots -17 e -12 (e a maggior ragione del plot “C”) ad un aeromobile.

- 6 - (pag.21 e seguenti)

L'analisi statistica ivi condotta calcola la probabilità che i plots -17 e -12 (ed eventualmente il plot “C”), e specificatamente quelli, siano stati generati dal rumore, avendo assegnato al radar una probabilità di falso allarme $P_{fa} = 1/100.000$.

In realtà qualunque altra coppia (o terna) di plots (correlabile con la velocità di un caccia) fosse ipoteticamente apparsa, al tempo dell'incidente ed in un intorno spaziale ragionevole, sarebbe stata egualmente giudicata come rappresentativa di una potenziale minaccia per il DC9.

Pertanto si sarebbe dovuta calcolare la probabilità che il rumore generasse una qualunque delle possibili numerose coppie di plots che potesse essere rappresentativa di una minaccia.

Il calcolo consequenziale avrebbe portato a valori senz'altro maggiori di quelli indicati (1/1.000.000).

Ciononostante la probabilità che a generare i falsi plots -17 e -12 sia stato il rumore è sempre piccola, ma non tanto trascurabile. da ciò però non si può assolutamente dedurre che essi siano stati generati da un caccia, in quanto tali due possibilità (rumore e caccia) non esauriscono l'insieme di tutte le possibili cause.

Si veda all'uopo anche quanto scritto nella risposta al quesito 25.

- 7 - (pag.25)

L'entità dello "spiazzamento di circa 1-4 celle (pari al massimo a $0,532^\circ$)", per quanto detto al punto 4, è una stima per difetto.

- 8 - (pag. 27: punto 2)

Per quanto detto in precedenza, (vedi anche risposta al quesito 25) l'ipotesi alternativa alla generazione dei due falsi plots da parte del rumore, non può essere individuata solo in un oggetto in movimento, in quanto tale ipotesi non esaurisce tutte quelle possibili.

- 9 - (pag.27: punti 3-4-5-6)

Tutte le conclusioni riportate ai suddetti punti non possono essere accettate in quanto si basano su presupposti sui quali si è ampiamente chiarito in precedenza e che non si condividono.

- 10 - (pag.28 in fondo)

Non si concorda con l'affermazione: "poichè nel suddetto intorno i falsi plots sono determinati esclusivamente dalla causa (c), e cioè dal rumore termico del ricevitore".

Come detto in precedenza il rumore non era la sola possibile causa di falsi plots poichè:

- il radar Marconi ha fornito falsi plots isolati quasi sempre ad elevata qualità e quindi difficilmente attribuibili al rumore;

- l'alta qualità dei plots fa pensare che a generarli fosse un'interferenza.

In conclusione poichè il documento finale depositato agli atti era del tutto simile alle prime bozze distribuite al collegio peritale e conteneva ancora affermazioni non condivisibili su argomenti tali da indirizzare le conclusioni per tutto quanto ampiamente detto sopra, gli scriventi non lo hanno ritenuto utile ai fini dei giudizi peritali da loro espressi.

Per tali considerazioni, quindi, non si è ritenuto in precedenza di dover presentare ulteriori note al riguardo.

Quesito 29.

Risposta dei periti ILM.

Circa le prove di sparo effettuate per valutare la natura degli impulsi registrati sul CVR del DC9, i periti ILM ritengono, così come già affermato nel par.8.1 della relazione peritale del 26.05.90, che tali prove abbiano un significato qualitativo.

Proprio per ottenere ulteriori informazioni e meglio chiarire la possibile origine di tali impulsi, i periti ILM hanno condotto un'analisi approfondita dei segnali originali degli impulsi (registrati su cassette come copia fedele del nastro originale del CVR), analisi che ha portato gli stessi a formulare una precisa e più dettagliata ipotesi sulla natura e la possibile origine di detti impulsi.

Per un'ampia descrizione dei metodi e delle procedure impiegate nel corso di tali analisi, così come sulle conclusioni raggiunte, si rimanda alle pagg.326-341 della rel. peritale del 26.05.90.

Risposta dei periti BC.

Al riguardo si ribadisce quanto già descritto nella relazione del maggio 90, ovvero che le prove erano tese anche a validare quelle del 1989.

Era noto agli scriventi che le condizioni di prova erano diverse da quelle del momento dell'incidente, ma erano comunque le uniche possibili per cercare di ottenere elementi di similitudine.

Nel comparare gli impulsi sono stati presi in esame tutti i parametri sopra richiamati, il che ha permesso di evidenziare la totale differenza tra gli impulsi simulati e quelli del momento dell'incidente. (v. relazione peritale 29.10.90, depositata il 30.10.90).

Come ben si vede i chiarimenti richiesti che avrebbero dovuto portare ad ulteriori motivazioni e potuto ricomporre la spaccatura, l'hanno invece approfondita e resa di certo non più sanabile. Molte delle argomentazioni prospettate da Blasi e Cerra saranno riprese nella perizia Misiti. In quella sede saranno commentate. Qui si deve solo ricordare il rapporto particolare che legava Blasi all'AM nella persona del Sottocapo all'epoca, generale Meloni e di cui si parlerà nella parte dedicata agli inquinamenti peritali, e all'uso improprio di ausiliari con cognizioni superiori a quelle dei periti, come nel caso della relazione Giaccari+2, che peraltro non ha mai giustificato le modifiche delle tarature al radar Marconi asseriti a fondamento di quello studio. Ma anche su tale argomento nella parte dedicata ai commenti.

Come s'è visto, il contrasto emerge al quesito 6, quesito di particolare rilievo perché ricerca le ragioni della veicolazione dell'esplosivo incombusto. Riaffiora ai quesiti 8, 9 e 10 sui fori del portellone di destra, su quelli del portello del vano portabagagli, sulle striature che appaiono sui lati del velivolo. Continua nella maggior parte

dei quesiti, quelli concernenti i più volte descritti 52-1M e 6-4M, su altri frammenti metallici, sui dati radar.

* * * * *