

**TITOLO 2**  
**Le perizie.**

**Capitolo I**  
**La consulenza dei professori Dina e Giusti alla Commissione Stragi.**

Nell'89 è stata compiuta una sorta di consulenza, per incarico della Commissione Stragi, da parte dei professori Dina e Giusti sulla data della morte del pilota. A tal fine furono da quella Commissione esaminati tutti coloro che avevano ispezionato o dissezionato il cadavere, e cioè il dottor Scalise e i professori Zurlo e Rondanelli.

Il primo in quella sede dichiarò di aver effettuato nella sua carriera di medico condotto di Castelsilano poche autopsie, ma decine di ispezioni di cadavere su morti di campagna. Nel suo luogo di origine v'è una forte esperienza di cadaveri e carogne, continuava nelle sue dichiarazioni; l'intera popolazione di Castelsilano è abituata a vedere ammazzare gli animali. "Quando moriva un mulo o un asino si usava buttarli giù dal burrone e i ragazzi andavano ad assistere a questa scena e a vederli dopo tre o quattro giorni in fase di colliquazione, per vedere se il corvo o la volpe l'avesse sventrato. È una popolazione abituata a vedere gli animali in casa, e non solo la popolazione adulta, ma anche i bambini". In base a questa sua esperienza lo giudica dopo averlo spogliato - voleva appropriarsi anche delle mutande del morto - un cadavere "fresco".

Lo Scalise rispose in seguito a tutta una serie di domande d'ordine medico, che saranno poi esaminate da Dina e Giusti nella loro relazione scritta. Aggiunse, in questa deposizione, che diverse persone, tra cui suoi amici, avevano scattato fotografie, ma che tutti i rullini erano stati immediatamente sequestrati - anche in questo caso le fotografie sono sparite. Non si riesce nemmeno a comprendere nè il motivo dei sequestri nè chi via abbia provveduto. Non di certo l'AG anche sotto questo aspetto assente. Con probabilità i Carabinieri o qualcuno del SIOS o del S.I.S.MI già giunto sul luogo. La ragione, una sola, la stessa che determinò la sparizione delle fotografie scattate durante l'autopsia: impedire che si prendesse cognizione del reale stato del cadavere.

Il secondo, Zurlo, confermò di aver redatto, come richiestogli dalla locale Procura la perizia ad horas; di aver corretto l'aggettivo "avanzato", riferito allo stato di putrefazione, in "avanzatissimo"; di aver presentato un supplemento dopo pochi giorni. Dichiarò inoltre che la pelle delle dita era stata richiesta e consegnata ad un "ufficiale dei servizi segreti"; che qualcuno, non appartenente alla Compagnia dei Carabinieri di Crotone, aveva scattato fotografie alle singole parti del cadavere che venivano prelevate con due pinze da Rondanelli e dal suo aiutante; che a Rondanelli, mentre era nel suo studio era pervenuta una telefonata da un ufficiale che gli aveva rivolto domande diverse dai quesiti del magistrato. Rispose quindi a numerose domande di Dina e Giusti sullo stato del cadavere riesumato,

risposte che come quelle di Scalise verranno vagliate dai due consulenti della Commissione nel loro elaborato.

Anche il terzo, Rondanelli, confermò le circostanze dell'autopsia, ribadendo in particolare che i Carabinieri avevano provveduto a portare il fotografo, che aveva scattato circa venti fotografie a mano a mano che i reperti da loro periti “venivano evidenziati tenendoli tra due pinze”; e ribadendo altresì che proprio da questo fotografo gli era stato chiesto se fosse possibile prelevare parti di cute al fine di ricavarne le impronte digitali. Confermò altresì che non era stato possibile procedere a una vera e propria perizia, con analisi dettagliata degli organi e prelievi per esami istologici; che anzi fu proprio detto di non procedere a questi rilievi, ma solo ad una sorta di ricognizione di cadavere, giacchè sia il Procuratore che gli altri “funzionari presenti” dovevano “concludere velocemente anche perché era stato preventivato un collegamento telefonico presso il mio studio con Roma per comunicare i risultati”. Confermò infine di aver redatto la “memoria aggiuntiva” di una pagina e mezza e di averla consegnata alla segreteria della locale Procura. Rispose quindi a una serie di domande d'ordine medico-legale.

Lo scritto della consulenza così conclude “Riteniamo che il problema principale da risolvere concerne l'epoca della morte del pilota libico. Non è peraltro inopportuno spendere qualche parola circa le cause della morte.

In primo luogo però merita un breve commento la indagine medico-legale che è stata condotta.

Al riguardo, si fanno anzitutto rilevare le difficili condizioni ambientali: il dr. Scalise ha fatto la sua ispezione sul costone del monte in un pomeriggio caldo e assolato, circondato dai soccorritori e dai curiosi, dettando subito le sue osservazioni; i professori Zurlo e Rondanelli hanno effettuato l'autopsia in una sala settoria che, a loro parere per essere benevoli, non rispondeva ai requisiti previsti nel Regolamento di Polizia Mortuaria, anch'essi circondati da molte persone, e con ogni probabilità indotti a rispondere ai quesiti con la massima celerità.

Detto questo, però occorre anche porre l'accento su talune omissioni ed imprecisioni che compaiono nel verbale di ispezione cadaverica del dr. Scalise e nella relazione dei professori Zurlo e Rondanelli.

Nel verbale del dr. Scalise non è descritto alcun elemento oggettivo a carattere crono-tanato-diagnostico: non la temperatura del cadavere, non la rigidità, non la comparsa delle ipostasi, non la macchia verde putrefattiva. Si parla solo di “incipiente stato di decomposizione”, il che è una interpretazione e non una descrizione e che comunque il dr. Scalise ha

spiegato successivamente intendendo con quella frase la certezza di una putrefazione rapida poiché il cadavere era stato tutto il giorno al sole, ed in quel periodo la temperatura era elevata.

Anche i dati tanatologici contenuti nella redazione Zurlo-Rondanelli sono quanto mai scarsi: si accenna all'avanzatissimo stato di decomposizione del cadavere, alla necrosi gassosa, ai nidi di larve, allo stato della cute della mani. Otto anni dopo e anche all'udienza del 26 luglio 89 il prof. Rondanelli parla di sfilacciamento dei polmoni, di collasso del fegato, di milza trasformata in un sacchettino contenente liquame, di pancreas e surrenali non più rintracciabili, aggiungendo cioè questi dati che non comparivano nel verbale.

In ambedue le relazioni si nota un grande disordine espositivo e la sequenza abituale della relazione stessa non è rispettata. I termini tecnici spesso non sono impiegati nel significato abituale e gli errori contenuti nella relazione Zurlo-Rondanelli e nelle varie deposizioni sono numerosi. Errori tecnici rilevanti vista l'importanza attribuita al caso sia sul piano giudiziario sia sul piano politico, sono costituiti, per esempio, dalla mancata apertura delle arterie coronarie e dal mancato prelievo di organi per esami istologici e tossicologici.

Tutto ciò premesso, torniamo al nostro problema, attenendoci alle descrizioni e non alle interpretazioni per giungere ad una cronotanodiagnosi possibilmente soddisfacente sul piano tecnico.

Il dr. Scalise, giunto fra i primi sul luogo dell'incidente, si è detto certo che si trattava di cadavere molto recente. Importa ricordare che egli non ha rilevato alcuna caratteristica putrefattiva nella sua ispezione del 20 luglio 80. Ha anche detto che vi era del sangue che cominciava a coagulare, e di aver toccato un piede amputato ed un occhio che era fuori dalla sua orbita e che indubbiamente essi erano freschi e che il cadavere non presentava rigidità.

Numerosi vigili del fuoco, che hanno tratto il cadavere nel burrone, hanno riferito che il paracadute che avvolgeva il cadavere era sporco di sangue, e che il cadavere non presentava rigidità. Il maresciallo Cisaria ha testimoniato della presenza di sangue color vermiglio e dell'assenza di qualsiasi traccia di putrefazione. Il maresciallo Raimondi ha descritto una pozza di sangue, fluida al centro e aggrumata ai bordi. Altri hanno descritto l'assenza di insetti e di cattivo odore del cadavere.

Questi elementi, pur nella loro frammentarietà, nondimeno sono talmente chiari da non consentire dubbi sul fatto che il cadavere osservato era molto recente. Ci sembra estremamente significativa la caratteristica del sangue, che non si era ancora del tutto addensato dopo essere stato versato,

e che aveva sporcato il paracadute (e dunque ancora liquido) nel quale era stato avvolto il cadavere.

Quanto all'assenza di rigidità al momento del recupero del cadavere, essa può spiegarsi col fatto che non si era ancora instaurata, o col fatto che non poteva instaurarsi perché il cadavere era gravemente traumatizzato, o col fatto che era stata vinta nel suo formarsi a causa delle manovre di trasporto. Esaminando però le fotografie relative al sopralluogo, ed in particolare le mani del pilota, ci sembra di poter dire che almeno alle dita delle mani la rigidità era presente. Inoltre, cosa più importante, dalle fotografie del sopralluogo emerge con chiarezza il fatto che si tratta di un cadavere recente.

Gli elementi sopra segnalati consentono dunque di affermare che si tratta di cadavere di persona deceduta da non più di alcune ore.

Inoltre ricordiamo che se si fosse trattato di cadavere di persona deceduta da uno o due giorni, abbandonata in quel luogo, i soccorritori non avrebbero mancato di rilevare i segni della putrefazione che, in quelle condizioni ambientali, sono molto precoci ed evidenti: in particolare lo sviluppo dell'enfisema putrefattivo sarebbe già stato evidente in seconda giornata e avrebbe conferito al cadavere un aspetto gigantesco e un odore molto sgradevole.

Giunti a questo punto della discussione sembrerebbe inutile proseguire: dobbiamo peraltro farlo, poiché i periti Zurlo e Rondanelli hanno dato una interpretazione equivoca dei loro stessi risultati.

Non è questa la sede per proporre una trattazione dei fenomeni cadaverici: essa si trova in qualunque testo, anche elementare di medicina legale a cui si rimanda il lettore che voglia approfondire l'argomento.

Ricordiamo soltanto che le fasi della putrefazione tipica (escludendo pertanto la corificazione che riguarda i cadaveri sepolti in bare di zinco, la saponificazione, che riguarda i cadaveri mantenuti a lungo in acqua, e la mummificazione che si verifica in particolari condizioni ambientali) sono le seguenti: la fase cromatica - la fase enfisematosa - la fase colliquativa - la riduzione scheletrica.

L'andamento e la velocità di tali fasi sono condizionati soprattutto dalla temperatura ambientale. L'esperienza insegna che nei cadaveri lasciati all'aperto in estate, nei nostri climi, la fase cromatica è già evidente entro il primo giorno (macchia verde addominale, seguita dalla sua estensione e dalla formazione del cosiddetto reticolo venoso putrefattivo), mentre già in seconda giornata può essere evidente la fase enfisematosa (formazione di gas negli organi e nelle cavità). La formazione di liquame (fase colliquativa) segue nei giorni immediatamente successivi.

Quanto alla presenza di larve di ditteri, in punti particolari (orifici, ferite) la deposizione dell'uovo si può verificare già in fase agonica e lo sviluppo della larva, se la temperatura è favorevole, avviene già dopo uno o due giorni, e lo sviluppo è molto tumultuoso.

L'andamento della putrefazione negli organi interni segue criteri differenziati. L'encefalo per lo più colliqua rapidamente: d'estate, può assumere un aspetto cremoso in due o tre giorni. Il cuore assume un aspetto a foglia morta, diventa flaccido e brunastro, e le sue pareti si assottigliano. I polmoni perdono liquido e si acquattano nelle docce paravertebrali. Il fegato assume un aspetto a nido d'ape, per la formazione di gas, e un colorito nerastro. La milza colliqua rapidamente. I reni rimpiccioliscono, diventano flaccidi e di colorito roseo rossastro. Pancreas e surreni vanno rapidamente in autolisi.

Se confrontiamo questi dati, che sono quelli della dottrina e dell'esperienza con quelli ricavabili dalla relazione e dalle deposizioni dei professori Zurlo e Rondanelli dobbiamo concludere su questo punto che essi sono perfettamente compatibili con l'indicata epoca della morte e cioè il 18 luglio 80.

Fattori ambientali che hanno accelerato la putrefazione sono rappresentati dalla elevata temperatura e dalla esposizione al sole per molte ore. La tumulazione ha rallentato la putrefazione rispetto all'andamento che essa avrebbe avuto all'aperto. Le vaste ferite, specie dei visceri, l'hanno favorita, mentre la grande perdita di sangue può averla rallentata.

In conclusione anche sotto questo punto di vista non si notano contraddizioni con quanto rilevato il 18 luglio. Non ci sembra quindi giustificata la retrodatazione della morte che è stata affermata in alcune deposizioni e che sarebbe contenuta in una relazione peritale supplementare dei professori Zurlo e Rondanelli.

Poche parole infine sulla natura delle lesioni riportate dal pilota. Si tratta di lesioni di ordine traumatico, riferibili genericamente ad un grande traumatismo. La natura delle lesioni tende ad escludere che esse si siano prodotte per una esplosione del velivolo o per cause diverse da quelle indicate, e cioè per impatto dell'aereo al suolo: l'asportazione della calotta cranica, lo sfondamento del torace, le fratture del bacino e degli arti sono compatibili con il brusco arresto del velivolo al suolo e con l'urto del corpo del pilota contro le strutture solide della cabina dell'aereo e con la successiva proiezione del corpo all'esterno.

In base agli elementi disponibili, si ritiene che la morte del pilota libico dell'aereo MiG23 si sia verificata in occasione e per causa dell'incidente aereo del 18 luglio 80.

La retrodatazione della morte non trova conforto negli elementi di ordine cronotanatodiagnostico". (v. relazione professori Mario Alberto Dina e Giusto Giusti, 24 agosto 89).

La vicenda del cadavere del pilota è certamente una delle più tormentate dell'inchiesta. Su di essa non sono di ausilio né le testimonianze né gli accertamenti tecnici, perché tutti gli atti in forte contrasto tra loro. Sarebbero state sufficienti le fotografie scattate durante l'autopsia - si ricordi che nella ventina scattate ve n'erano una o più dell'intera salma - od anche quelle riprese dai privati accorsi sul luogo il 18 luglio. Di certo non sono valide quelle in atti, in primo luogo perché non risulta chi le abbia fatte, nè in secondo luogo - come ebbe a rilevare uno dei periti al maggiore medico AM precipitatosi a Crotone - quando siano state scattate.

Contraddizioni tra verbale di sopralluogo e testimonianze. Nel sopralluogo si legge di un sasso intriso di sangue misto a materia cerebrale e che non si notano rilevanti quantità o rigagnoli di sostanze ematiche. Il maresciallo Cisaria parla di sangue coagulato di colore vermiglio; il maresciallo Raimondi di un rigagnolo a partire dalla testa, i cui lati esterni erano coagulati, mentre al centro appariva fresco.

Contraddizioni sullo stato della salma, nello stesso medico che procede all'ispezione cadaverica; da un lato attestazione di freschezza e di assenza di rigidità cadaverica; dall'altro l'incipiente stato di decomposizione tanto da consigliare l'immediato seppellimento del cadavere per spapolamento dei visceri addominali, evitandone anche la conservazione in cassa nella camera mortuaria del cimitero. Da un lato questo stato unito allo schiacciamento di tutte le ossa craniche e a fratture varie ed esposte con brandelli di carne in tutte le parti del corpo; dall'altro il desiderio di appropriarsi, da questo corpo così ridotto, delle mutande del morto. Da un lato testi che affermano che il cadavere non emanava cattivo odore e che addirittura, pur essendo rimasto all'aperto per alcune ore, non v'erano tracce di mosche né di altri insetti, dall'altro testi che dichiarano che quel cadavere addirittura non si poteva tenere per il fetore.

È questo uno strano cadavere che nel giro di pochissime ore - raggiunto e visto qualche tempo dopo che la notizia s'era sparsa in paese quando Carabinieri ed altri erano discesi nella forra, ispezionato alle 17.00 (mezz'ora prima del sopralluogo), chiuso in cassa prima di sera - dapprima si presenta fresco e inodoro, poi deve essere immediatamente tumulato per l'incipiente decomposizione e per il fetore.

A questo punto si devono condividere le critiche mosse dalla Relazione della Commissione parlamentare al dottor Scalise. Costui nella



sua ispezione non descrive alcun elemento oggettivo di carattere tanatologico: non la temperatura del cadavere, non la rigidità, non la comparsa delle ipostasi, non la macchia verde putrefattiva. Riferisce soltanto dell'incipiente stato di decomposizione, che a detta dei relatori è una interpretazione e non una descrizione. Frase che comunque lo Scalise spiega asserendo che con essa intendeva la certezza di una putrefazione rapida, poiché il cadavere era stato tutto il giorno al sole ed in quel periodo la temperatura era particolarmente elevata. A dire il vero quel cadavere non era stato tutto il giorno al sole; se era caduto qualche tempo dopo le 11.00 e la visita era avvenuta alle 17.00, era rimasto esposto cinque ore e rotti. Non solo: non si era al solleone né vi è alcuna notizia di giornata particolarmente calda; si trattava di un'ordinaria giornata di luglio in un territorio collinare.

Scalise in definitiva non si è preoccupato di nulla, o qualcuno anche a lui ha suggerito di fare in fretta e di non preoccuparsi di nulla. La causa di morte come l'ora apparente dell'incidente erano evidenti, e non è andato per il sottile. L'unico fatto che lo colpisce - e colpisce anche chi legge e scrive oggi - è lo stato di putrefazione che stranamente comincia a meno di sei ore dalla morte e lo induce ad ordinare la immediata tumulazione di quella salma.

Di essa poi si deve fare autopsia, così come richiesto dall'AM, ma un'autopsia superficiale senza esami dei tessuti e degli organi, come disposto dall'AG e da coloro che la consigliavano. Al punto tale da far ritenere che essa fu fatta solo per acquisire quella documentazione fotografica che fu compiuta non da PG e quindi su disposizione dell'AG, ed immediatamente dopo scomparve.

L'evoluzione della decomposizione di questa salma comunque colpisce non solo Scalise, ma anche Zurlo e Rondanelli. Prima però di affrontare le questioni della perizia, è bene ricordare le vicende della riapertura del loculo, della esposizione nella camera mortuaria, delle operazioni di dissezione. Tutte queste fasi furono caratterizzate dalla emanazione di straordinario fetore della salma, impossibile a sopportarsi anche da parte degli addetti ai lavori. Coloro che provvidero a smurare il loculo furono costretti a fuggire subito dopo la riapertura; la salma fu lasciata nella cassa, aperta, nell'unico vano che fungeva da camera mortuaria nel cimitero di Castelsilano; l'indomani l'odore che tuttora permaneva insopportabile, costrinse all'uso delle maschere.

Ritornando all'evoluzione della decomposizione, si deve ricordare che i periti già nell'immediatezza della compilazione dell'elaborato peritale ebbero un ripensamento, e corressero quell'avanzato, al riguardo dello stato di decomposizione, che già di per sé era segno di straordinarietà, in

avanzatissimo, superlativo, segno più che evidente di una situazione che colpì particolarmente quei periti. E che li indurrà di lì a poche ore addirittura a redigere un supplemento di perizia per retrodatare il tempo della morte.

Molto s'è detto su questo supplemento di perizia. Esso in effetti non è stato rinvenuto negli uffici della Procura ove sarebbe stato depositato. Ma da questo mancato rinvenimento non si può dedurre che esso non sia mai esistito. In primo luogo non v'è alcuna ragione per porre in dubbio la parola dei due periti, che proprio per essere stati nominati tali dovevano godere della fiducia dell'ufficio giudiziario. Non solo: le dichiarazioni provengono da entrambi e sono sostanzialmente concordi. Non si vede per quale ragione tutti e due dovessero sostenere questa tesi e accordarsi in tal senso. S'è criticata la brevità di questo supplemento, ma non v'era motivo perché dovessero scrivere un lungo testo, anche perché a quell'epoca non vi erano contrasti e nessuno aveva sostenuto tesi contrarie. Una pagina e mezza era più che sufficiente per esporre il ripensamento. Ripensamento che non deve assolutamente essere inteso in senso negativo, ma al contrario come segno dell'onestà intellettuale di quei periti. Periti che probabilmente non erano i migliori in senso assoluto, ma godevano della fiducia, come si è detto, di quell'Ufficio che li aveva nominati; in particolare il Rondanelli che aveva proceduto per incarico di quell'AG a diverse riesumazioni, mentre Zurlo era proprio medico-legale. Senza tener conto - anche su questo s'è discusso - che lo smarrimento di un atto, indipendentemente dall'efficienza degli uffici di segreteria e di cancelleria, è sempre possibile in un'inchiesta.

Ma al di là di tutte queste considerazioni, v'è un fatto che sgombra il campo da ogni dubbio e perplessità sull'esistenza di questo supplemento. È certo cioè che se non fosse esistito questo supplemento di perizia, supplemento che con la sua retrodatazione metteva in discussione la data di caduta del MiG, non vi sarebbe stata alcuna necessità di inviare con la massima urgenza a Crotone un ufficiale medico, quell'ufficiale che stava seguendo il caso, per incontrare i due periti ed interrogarli sulla data della morte. Questo il 25 di luglio, quando il 23 i periti avevano avuto già un appuntamento e colloquio telefonico con ufficiale AM del Ministero a Roma - probabilmente lo stesso Simini - cui avevano riferito per filo e per segno le vicende dell'autopsia e alle cui domande precise e specifiche avevano già risposto. Una novità deve aver determinato la missione. E una novità grave, perchè la missione fu disposta con immediatezza ed eseguita con urgenza, addirittura con volo speciale. E la materia dell'incontro era stata così importante e riservata, che colui che lo aveva organizzato, il capitano Inzolia, ha sempre negato l'evento, che solo casualmente, come s'è detto, è stato scoperto.

I periti con l'autopsia avevano accertato quanto già s'è scritto: in particolare, oltre i danni al sistema osseo, avevano accertato che al posto della massa cerebrale era stato rinvenuto solo liquame; che la milza, i polmoni e il fegato presentavano il tipico stato colliquativo in quanto i polmoni si sfilacciavano, il fegato era completamente collassato e la milza ridotta a un sacchetto contenente liquami; che le surrenali e il pancreas erano praticamente scomparsi per necrosi colliquativa; che la pelle delle mani si era sfilata a mo' di guanto, per il fatto che la cute, completamente disidratata, si era incartapecorita e quindi scollata dai tessuti sottocutanei in conseguenza del processo di colliquazione.

A Zurlo e Rondanelli è stata mossa critica da parte della Relazione della Commissione parlamentare per la mancata apertura delle arterie coronarie e il mancato prelievo di organi per esami istologici e tossicologici. Ma v'è da ricordare che in tal senso fu richiesto da chi dispose la perizia e da coloro che davano consigli, che oltretutto imposero anche tempi strettissimi in vista dell'appuntamento - bisognava raggiungere Crotona da Castelsilano - con il Ministero di Roma.

I periti della Commissione parlamentare tentano poi di dare una soluzione alle questioni poste da Zurlo e Rondanelli. E quindi ricordano, come già s'è scritto, le fasi della putrefazione tipica; le condizioni dell'andamento e della velocità di tali fasi; e che l'andamento della putrefazione negli organi interni segue criteri differenziati.

Ma in effetti i professori non sono precisi sugli archi temporali entro cui questi fenomeni si verificano. Solo per l'encefalo affermano che il fenomeno accade d'estate nell'arco di due o tre giorni. Per il resto alcun termine, alcuna condizione. Specificano invece le condizioni che accelerano e quelle che decelerano la putrefazione. Cause di accelerazione ovviamente la elevata temperatura, l'esposizione al sole, le ferite dei visceri; cause di decelerazione la tumulazione, le grandi perdite di sangue. Ma al riguardo del nostro caso si deve ripetere che l'esposizione - almeno quella presunta - non si protrasse per l'intero giorno, bensì per un numero limitato di ore, e comunque quando quel cadavere fu ispezionato era "fresco". Si deve anche dire che quell'area, quel comune, ove il cadavere fu rinvenuto e poi tumulato, nonostante la latitudine non soffre di eccessive temperature; basta ricordare che Castelsilano, nel cui cimitero avvenne la tumulazione, è un comune sito a 915 metri sul mare, quasi a mille metri di altitudine. Il cadavere è rimasto sempre a questa altezza, sia nella fase della tumulazione, che in quella della estumulazione nella notte tra il 22 e il 23 alla sala mortuaria aperta al rigore di quel clima montano.

Quanto all'altra causa di rallentamento, quella della perdita di sangue, essa deve aver operato a pieno, in quanto in quel corpo così ridotto con le lesioni di cui più volte s'è detto, le perdite emorragiche devono essere state gravissime. Quindi presenza e con grande peso, di un'altra causa di decelerazione della putrefazione. Assenza o quasi invece di quelle di accelerazione. Quindi nessun fattore esterno che abbia contribuito alla decomposizione; presenza al contrario di fattori esterni che avrebbero dovuto contribuire alla decelerazione di questi processi.

Nonostante ciò nell'ambito di pochi giorni un passaggio rapidissimo da cadavere fresco a cadavere devastato dalla putrefazione, senza determinanti fattori esterni. A tal punto devastanti da indurre i periti in un primo momento a correggere il loro giudizio sullo stato di decomposizione, quindi re melius perpensa a redigere un supplemento di perizia. Non si dimentichi che questi periti non hanno visto ed esaminato il cadavere di cinque giorni prima; constatano e valutano la situazione quale appare ai loro occhi il giorno della perizia. E in questa occasione accertano l'avanzatissimo stato di putrefazione. Quello che appare straordinario è il passaggio, la trasformazione che subisce quella salma, da un originario stato di "freschezza" a quella situazione di decomposizione.

In effetti in accordo a quanto rileva l'AG di Crotone si deve affermare che i fenomeni putrefattivi non obbediscono a regole precise, ma hanno evoluzione diversa a seconda delle circostanze e delle persone. Cioè la putrefazione resta influenzata da una miriade di circostanze, molte delle quali neppure possono essere oggetto di verifica da parte dei periti. È noto, tanto da essere citato in numerosi testi scientifici, che ogni qual volta si sono riesumate le vittime di fucilazioni, ciascuna salma ha presentato caratteristiche diverse e differente stato di putrefazione.

A questo punto si deve ribadire, sempre in accordo con essa, quanto espresso dalla predetta AG sui limiti delle perizie. Compete al perito di esprimere, in particolare nelle perizie autoptiche, soltanto una ipotesi in gran parte soggettiva, compresa in un arco di tempo tanto più ampio quanto più gravi siano i fenomeni esaminati, riservando al magistrato il giudizio sull'epoca della morte. Questi infatti, a differenza del perito, ha la possibilità di tener conto di altri elementi di prova che non possono essere rilevati sul cadavere, ma che possono consentire, concordemente al parere dei periti od anche in modo difforme, di esprimere il giudizio.

E nel caso emergono aliunde evidenze secondo cui quel velivolo non cadde il 18 luglio, bensì in data antecedente, e non di pochi giorni. E che perciò quel pilota non morì il giorno del rinvenimento ufficiale. A sostegno di questa ipotesi stanno le numerose prove che si sono elencate nelle pagine

precedenti. Contro cui nulla possono le uniche testimonianze - per altro contraddittorie - della Carchidi e di Piccolo, secondo cui un apparecchio scomparve dietro un'altura, s'udì un botto, e si vide del fumo, senza alcun'altra constatazione della effettiva caduta del velivolo.

D'altronde da più d'una di queste prove si rileva, come già s'è visto, che il cadavere fu rimosso nell'immediatezza e per un qualche tempo - di vigilanza o di esami delle parti del relitto - esso non era affatto sul luogo. Se lo si è rimosso, s'è dovuto provvedere anche alla sua conservazione. Che di certo non durò solo alcuni brevi giorni, ma quantomeno il tempo che fu necessario a Clarridge per richiedere, organizzare ed inviare il suo team in Calabria, e a questo team di lavorare sul relitto. Questa conservazione potrebbe aver determinato, una volta riportato il cadavere sul luogo del fatto, quella "freschezza" da tutti riscontrata. E questa freschezza artificiale potrebbe aver determinato la rapidissima decomposizione constatata, oltre che da Scalise, Zurlo e Rondanelli, da tutti coloro che ebbero modo di osservare o comunque contatto anche solo olfattivo con quella salma. Non v'è altra via per spiegare questi fenomeni. E d'altronde questa interpretazione esattamente s'attaglia agli altri elementi di prova.

\* \* \* \* \*

## **Capitolo II**

### **Perizia tecnico scientifica Dalle Mese - Casarosa - Held.**

La perizia tecnico-scientifica conferita nell'ottobre 90 ha avuto per oggetto l'espletamento di indagini tecniche connesse con la caduta del velivolo MiG23, matricola n°6950, battente bandiera libica, il cui relitto fu rinvenuto nei pressi di Castelsilano, all'epoca in provincia di Catanzaro, in data 18 luglio 80.

Su tale evento, all'epoca del suo verificarsi, come già più volte s'è detto, fu effettuata una indagine tecnica a cura di una Commissione militare mista italo-libica presieduta dall'allora colonnello pilota Sandro Ferracuti e, al termine dei lavori durati circa un mese (24 luglio-22 agosto 80), essa avvalorò la tesi presentata dai membri libici che il velivolo, a causa di un malore del pilota durante l'esecuzione di una missione di addestramento, sotto il controllo del pilota automatico, si fosse allontanato dalle coste libiche dirigendo verso quelle italiane, e cadendo poi in corrispondenza della zona di ritrovamento per esaurimento del carburante.

Poiché la data di effettiva caduta di quel velivolo è apparsa sin dai primi passi dell'inchiesta per molteplici ragioni incerta, l'Ufficio ha ritenuto necessario sottoporre la tesi sostenuta dalla Commissione italo-libica ad un attento esame critico.

A tale scopo è stato nominato un collegio peritale, costituito dai prof.ri Carlo Casarosa ed Enzo Dalle Mese, ai quali è stato successivamente aggiunto il prof. Manfred Held, e sono stati ad essi formulati quesiti volti essenzialmente a stabilire la congruenza fra tracce radar registrate presso il sito di Otranto il giorno 18 luglio 80 e l'ipotesi di rotta del velivolo MiG23 formulata dalla Commissione italo-libica ed a verificare l'ipotesi che alcuni fori rinvenuti su diversi frammenti del velivolo potessero derivare da azioni di teste di guerra, dopo aver esaminato le teste di guerra operative nel 1980 ed averne descritto il funzionamento.

I lavori del CP si sono svolti nel periodo ottobre 90-maggio 93 ed al termine di essi questo collegio è pervenuto alla conclusione di non poter considerare congruenti la traiettoria del MiG23 ipotizzata dalla Commissione italo-libica e le tracce radar individuate presso il sito di Otranto, in quanto il velivolo, tenendo conto del carburante disponibile all'inizio della missione e della condotta di volo, non avrebbe avuto autonomia sufficiente a percorrere la tratta ipotizzata da quella Commissione stessa.

Per quanto riguarda l'origine di alcune perforazioni rilevabili su reperti appartenenti al MiG23, il CP ha concluso che alcune di esse sono attribuibili a proiettili di piccolo calibro e bassa velocità, presumibilmente determinate da colpi di pistola od arma di simile calibro, verosimilmente sparati contro i reperti dopo la caduta del velivolo.

Altre perforazioni, invece, possono ritenersi di tipo simile a quelle usualmente causate da azioni di teste di guerra. Poichè sui corrispondenti reperti sono state effettuate prove balistiche presso la Soc. SNIA/BPD di Colleferro, il CP ha ritenuto ragionevole ipotizzare che le perforazioni ed i danneggiamenti in esame siano stati prodotti in quella occasione.

Altre infine, osservabili su fotografie di reperti, potrebbero essere attribuite ad azione di testa di guerra ma, in assenza del reperto e solo sulla base di fotografie, il CP non ha avuto certezza su tale origine e pertanto non ha potuto escludere che le perforazioni stesse potessero essere derivate anche da cause diverse.

Le analisi che hanno condotto a tali conclusioni, sono state esposte dal CP nella perizia che risulta articolata in sei parti.

Nella parte prima è stata analizzata la relazione della Commissione italo-libica, nel seguito indicata come RCIL, e sono state raccolte tutte le informazioni da essa desumibili riguardanti essenzialmente il volo presumibilmente effettuato dal velivolo secondo le ipotesi in essa formulate, le condizioni meteorologiche nell'area interessata dal volo stesso e le ipotesi

sull'incidente formulate dalla Commissione stessa. Sono state anche riportate alcune testimonianze raccolte dall'ufficio in merito all'incidente stesso e sono state descritte le azioni effettuate dalle Autorità in merito al ritrovamento del relitto.

Nella parte seconda è stato effettuato il riconoscimento del tipo di velivolo MiG23 ritrovato, sulla base della documentazione disponibile e delle analisi effettuate sulle parti del relitto ancora disponibili in Italia. Sono state poi riportate le principali caratteristiche del velivolo che il CP ha potuto reperire, necessarie per le successive analisi.

Nella parte terza è stata effettuata una analisi della traiettoria di volo del velivolo e delle varie fasi che la costituiscono e sono stati determinati i probabili punti di spegnimento del motore per esaurimento del carburante ed i probabili punti di impatto, prendendo come riferimento la predetta traiettoria e diverse condizioni iniziali. Le principali analisi sono state effettuate sulla base dei dati ricavati dalla lettura dei parametri di volo registrati dal Flight Data Recorder (FDR).

Nella parte quarta è stata effettuata una analisi delle registrazioni radar disponibili nell'area di interesse del giorno 18 luglio 80. In particolare è stata analizzata in dettaglio la traccia con sigla LJ054 registrata dal radar di Otranto, che più delle altre avrebbe potuto correlare con la ipotizzata traiettoria del MiG23.

Nella parte quinta, è stata svolta una descrizione dettagliata delle caratteristiche e del funzionamento delle teste di guerra con particolare riguardo alle modalità di formazione delle schegge ed alle loro caratteristiche di propagazione. È stata anche effettuata una indagine sui principali tipi di missile aria-aria e relative teste di guerra in uso negli anni 80. È stata inoltre condotta una analisi balistica relativa ai fori rinvenuti su vari frammenti del MiG23. Tale analisi si è basata sia sull'esame dei resti del velivolo ancora disponibili sia sulla documentazione fotografica fornita dall'ufficio e relativa al momento del ritrovamento del relitto.

Nella parte sesta, infine, sulla base delle analisi effettuate nelle parti precedenti, sono state fornite le risposte ai quesiti formulati dall'Ufficio.

Nei successivi capitoli verrà effettuata una sintesi dei principali argomenti e delle principali conclusioni raggiunte al termine di ogni parte costituente il documento.

## **1. Parte I – Descrizione dei fatti.**



La descrizione dei fatti che hanno portato al ritrovamento in data 18 luglio 80 del relitto di un MiG23 libico, n° di matricola 6950, in località Timpa delle Magare presso Castelsilano (CZ), è stata effettuata dal CP sulla base di quanto esposto nella RCIL e sulla base di documentazione disponibile presso l'Ufficio.

Per i motivi di seguito considerati, le uniche informazioni che il CP ha potuto trarre dalla RCIL sono state relative alla descrizione del volo effettuato dal MiG23, alle condizioni meteorologiche presenti lungo la rotta presumibilmente seguita ed alle ipotesi formulate sulla natura dell'incidente.

Le ulteriori informazioni desunte dalla documentazione disponibile presso l'Ufficio hanno riguardato la sequenza dei fatti connessi con il ritrovamento e, principalmente, le informazioni desumibili da testimonianze raccolte sia all'epoca dell'incidente, sia successivamente nel corso dei lavori del CP.

## **2. Descrizione del volo e cause dell'incidente secondo la CIL.**

Dalla RCIL il CP ha rilevato come il velivolo MiG23 in esame facesse parte di una formazione composta da due velivoli monoposto i quali, nell'ambito di una missione denominata Nemer, dovevano servire da bersaglio per una esercitazione di intercettazione di routine (missione Arab). La missione prevedeva una navigazione in alta quota secondo il percorso indicato in fig.1 (allegata alla perizia) ed i velivoli erano privi di armamento e di taniche di carburante esterne.

Il velivolo era decollato alle ore 09.54 locali (07.54Z) dall'aeroporto di Benina (Bengasi) ed era pilotato dal cap. Ezzeden Khalil, nato a Bengasi il 17 marzo 1950, in servizio sulla base di Benina stessa, come riferito dai rappresentanti libici della Commissione.

Dalla documentazione è emerso che la navigazione fino al punto A di fig.1 si era svolta regolarmente alla quota prevista di 10.000m, con ali in configurazione a freccia di 45°. Durante la virata a sinistra sul punto A verso il punto B, il velivolo perdeva 6.500m di quota e, solo dopo sollecitazione del gregario, il pilota riportava il velivolo stesso alla quota di 9.500m. Durante la virata sul punto B, il velivolo perdeva nuovamente quota, scendendo a 7.500m e, successivamente, sempre su sollecitazione del gregario, il pilota si riportava alla quota di 10.000m. Il pilota poi saliva, non richiesto, alla quota di 12.000m, stabilizzandosi ad una velocità di Mach 0.95. In prossimità del punto C, infine, il pilota, anziché assumere una prua

di 305°, come previsto, assumeva una prua di 330° e la manteneva fino alla scomparsa dai radar libici, avvenuta ad una distanza compresa fra 300 e 400km (160÷216NM) da Benina, alle ore 10.50 locali (8.50 TMG).

Il gregario seguiva il leader fino a circa 60km da Benina (32NM) e, successivamente, avendo solo 1400lt di carburante (1120kg), inferiori al minimo previsto di 1660lt, si portava all'atterraggio. Il gregario riferiva poi che il leader, a partire dal punto C, non reagiva né alle sue chiamate, né alle sue manovre tendenti a riportarlo sulla giusta rotta di rientro.

Proseguendo il volo, presumibilmente con il pilota in stato di incoscienza e con l'autopilota inserito, il velivolo, a causa dell'esaurimento del carburante, cadeva al suolo nella località di Timpa delle Magare, presso Castelsilano (CZ), nel punto di coordinate 39°16'30" Lat.N, 16°48'00" Long.E. Nell'urto il velivolo andava completamente distrutto ed il pilota decedeva.

Nella fig.2 (fig.I-4 di perizia ), elaborata dal CP sulla base di quanto esposto nella RCIL e del tracciato radar fornito dai libici, è stata tracciata la rotta che il velivolo avrebbe dovuto percorrere da Benina a Castelsilano. Il punto R indica il punto di rientro del gregario ed il punto S il punto di scomparsa del velivolo dai radar libici.

Il tratto S-I e cioè la fase di volo che va dal punto di scomparsa dai radar al punto I di impatto è una rotta presunta che il CP ha successivamente perfezionato attraverso le successive indagini di seguito discusse.

### **3. Condizioni meteorologiche.**

Per quanto riguarda le condizioni meteorologiche lungo la rotta presumibilmente percorsa dal velivolo, schematizzata come prima approssimazione nella fig.1, ed in particolare sull'andamento dei venti, il CP ha preso come riferimento due differenti condizioni

La prima è stata ricavata dalla RCIL ed è basata sulle analisi effettuate dal Servizio Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica dell'Aeronautica Militare all'epoca dell'incidente; la seconda è stata ricavata da documentazione fornita al CP dai Consulenti di Parti Imputate (CPI), e, per quanto riguarda l'andamento dei venti, è basata sulle analisi teoriche effettuate dal Centro Europeo Previsioni Meteorologiche a Medio Termine (CEPMMT) di Reading (UK).

Con i metodi ampiamente esposti in perizia, il CP ha redatto la mappa dei venti presenti lungo la rotta presunta del velivolo, riportata in fig.3 (fig.I-6 di perizia).

All'inizio delle operazioni peritali, il CP aveva disponibili le sole condizioni di vento desumibili dalla RCIL, riportate alla sinistra della linea tratteggiata di riferimento di fig.3, dalle quali emergeva immediatamente che il velivolo, avvicinandosi alle coste italiane, avrebbe trovato componenti di vento dirette verso Est in riduzione (da circa 45 kts in prossimità del punto S a circa 27 kts in prossimità delle coste italiane).

Di conseguenza, a parere del CP, risultava subito improponibile l'ipotesi formulata nella RCIL che prevedeva il volo sotto controllo automatico a partire approssimativamente dal punto C di figura in quanto, mantenendo il velivolo un angolo di prua costante durante il volo per effetto del controllo automatico, la traiettoria di volo, all'avvicinarsi alle coste italiane, per effetto della riduzione della componente di vento al traverso, avrebbe dovuto deviare verso Ovest rispetto alla predetta linea di riferimento e non verso Est come ipotizzato nella RCIL.

In altre parole, conseguentemente alle ipotesi formulate dalla CIL, secondo l'opinione del CP il velivolo doveva cadere presso Messina e non presso Castelsilano.

Durante operazioni peritali successive, i CPI presentarono il predetto documento redatto dal CEPMMT che riportava differenti condizioni di vento con componenti al traverso in aumento all'avvicinarsi alle coste italiane, riportate alla destra della linea tratteggiata di riferimento di fig.3, e quindi favorevoli ad una deviazione verso Est della traiettoria di volo rispetto alla linea di riferimento stessa.

Nella perizia il CP ha comunque osservato che il Centro di Reading effettua previsioni su larga scala ed a scadenza anche dell'ordine di una decina di giorni e, quindi, a suo parere, ragionevolmente affette da un sensibile grado di incertezza. Oltre a questo, in documenti successivamente prodotti, il CP ha fatto osservare anche come le condizioni di vento presentate dai CPI fossero state ricavate in tempi recenti mediante analisi teoriche delle condizioni di tempo medie presenti sull'area del Mediterraneo all'epoca dell'incidente.

Per quanto esposto il CP ha formulato il parere che le condizioni indicate dal Servizio meteorologico AM potessero essere più accurate di quelle ricavate dal CEPMMT, in quanto basate su osservazioni relative al giorno in cui si è effettuato il volo e limitate alla zona interessata dal volo stesso. D'altra parte, i dati di vento forniti dall'AM erano relativi a quote

fino a 9000m, mentre il volo, per lo meno nella sua parte finale, si è svolto a quote dell'ordine di 11000÷12000m.

Tenendo conto di queste incertezze, il CP ha ritenuto conveniente effettuare le analisi della traiettoria, prendendo come riferimento entrambe le condizioni meteorologiche precedentemente descritte, riservandosi poi di approfondire ulteriormente l'argomento se tali diverse condizioni avessero dovuto portare a risultati finali sensibilmente discordi fra loro. Il CP ha comunque evidenziato che la CIL ha utilizzato, per le proprie analisi e conclusioni i dati meteorologici di provenienza AM, lasciando implicitamente capire come le conclusioni raggiunte fossero non congruenti con i dati tecnici utilizzati per conseguirle.

#### **4. Fatti connessi con il ritrovamento e testimonianze.**

Utilizzando la documentazione disponibile presso l'Ufficio, il CP ha effettuato una sintesi degli avvenimenti accaduti il 18 luglio 80 e nei giorni successivi, dal momento del ritrovamento del relitto alla definitiva sepoltura del corpo del pilota. Come spiegato dal CP in successiva documentazione prodotta, tale analisi ha avuto come unico obiettivo la definizione di un quadro di riferimento degli avvenimenti costruito su documentazione originale risalente al momento dell'incidente.

Maggiore importanza ai fini del lavoro svolto dal CP hanno avuto gli elementi desumibili dalle testimonianze disponibili. Tra esse sono state esaminate con cura quelle rese al momento dell'incidente, ed anche successivamente, dalla Carchidi, dal Piccolo e da un ufficiale del S.I.S.MI, cioè il Masci.

In particolare, per quanto riguarda le prime due, interamente riportate in perizia, il CP ha osservato come esse concordino sufficientemente per quanto riguarda l'orario di avvistamento (intorno alle ore 11 locali) ma non per quanto riguarda la direzione di volo del velivolo. Infatti, con riferimento alla mappa riportata in fig.4 (fig.I-7 di perizia), la Carchidi ha visto il velivolo provenire dalla direzione di Cerenzia Vecchia e quindi, approssimativamente, da Sud-Est mentre il Piccolo ha visto il velivolo provenire lungo il greto del torrente verso la località Ritri (Ditri nella mappa) e quindi, sempre approssimativamente, da Nord-Ovest. Secondo quanto riferito dal Piccolo, in prossimità del costone del fondo Ditri, il velivolo ha virato, evitando l'impatto.

A questo punto, nella ipotesi che entrambe le testimonianze siano attendibili, o i testimoni hanno visto due differenti velivoli oppure, stante la coincidenza degli orari di avvistamento, hanno visto un unico velivolo che può aver percorso una traiettoria del tipo schematizzato nella predetta figura. In questo caso, però, il velivolo sarebbe giunto approssimativamente da Nord ed il pilota avrebbe compiuto le opportune manovre per evitare il costone Ditri, in contrasto con quanto sostenuto nella RCIL.

Il CP ha inoltre evidenziato come nessuno dei due testimoni abbia realmente visto il velivolo impattare con il costone. La Carchidi ha udito uno scoppio seguito da tracce di incendio e da questo ha dedotto che il velivolo prima osservato avesse avuto un incidente. Il Piccolo non parla di scoppio e riferisce di aver visto tracce di fumo in località Colimiti poco dopo aver notato il passaggio del velivolo.

In sintesi, da queste testimonianze, che sono le uniche nelle quali è dichiarato l'avvistamento di un velivolo nei pressi della zona di ritrovamento del relitto, il CP ha potuto trarre le seguenti informazioni:

- a) - Nessuno dei due testimoni ha realmente visto il velivolo impattare con il costone.
- b) - Il velivolo proveniva approssimativamente da Nord, in contrasto con la ricostruzione della traiettoria effettuata dalla CIL.
- c) - Il pilota, almeno nella parte di traiettoria osservata, ha manovrato per evitare gli ostacoli e quindi non era in stato di incoscienza.

Di conseguenza il CP ha rilevato che per concordare con l'ipotesi di traiettoria finale formulata dalla CIL, occorrerebbe avanzare non trascurabili riserve su quanto riferito e più volte confermato dal Piccolo Giuseppe.

Importante anche, a parere del CP, è risultato quanto riferito all'ufficiale del S.I.S.MI. da un testimone oculare, giudicato "attendibile", che si trovava verso le ore 10.30 - 11 del giorno 18 luglio 80 in località "Le Castella", presso il promontorio di Capo Rizzuto (doc.23 di perizia). Da tale testimonianza si può dedurre che in orario compatibile con i successivi avvistamenti nella zona di Castelsilano, un velivolo ha sorvolato la zona di Capo Rizzuto proveniente da Sud e diretto verso l'interno, secondo la rotta schematicamente indicata nella mappa di fig.5 (fig.I-8 di perizia).

Il CP ha osservato che tale velivolo, però, non poteva essere il MiG23 in quanto il teste aveva identificato sotto le ali il numero 41 o 44 mentre il numero di matricola riportato sul MiG era 6950, stampigliato oltretutto sulla coda senza nessun contrassegno sotto le ali. Inoltre, tenendo conto della bassa quota posseduta dal velivolo al momento dell'avvistamento e della quota via via crescente dei rilievi posti sulla direttrice Capo Rizzuto - Castelsilano, il velivolo non avrebbe potuto raggiungere il punto di

ritrovamento del relitto senza effettuare opportune manovre per evitare gli ostacoli in contrasto, quindi, con l'ipotesi di pilota in stato di incoscienza.

Al termine di questa parte delle indagini, il CP, tenendo conto che i quesiti formulati dall'ufficio richiedevano, tra l'altro, di effettuare una verifica di congruenza tra la ipotizzata traiettoria percorsa dal velivolo come risulta dalla documentazione agli atti e le tracce radar, anch'esse disponibili agli atti, ha rilevato come l'esame della RCIL e dell'annessa documentazione abbia fornito ben pochi elementi per effettuare una tale verifica. Infatti il CP ha fatto osservare come nella RCIL sia dato per scontato che il velivolo abbia raggiunto il punto di ritrovamento del relitto, partendo dal punto di scomparsa dai radar libici, ma non sia riportato alcun dato tecnico del velivolo né siano esposte le metodologie eventualmente utilizzate per convalidare il risultato, assumendo come dati di fatto le informazioni fornite dai componenti libici della Commissione.

Sulla base di quanto contenuto nella relazione, il CP non ha ritenuto possibile effettuare una analisi critica della traiettoria per poter rispondere al quesito. D'altra parte, il CP ha evidenziato come l'esame di ulteriore documentazione in possesso dell'Ufficio, il sopralluogo effettuato dal CP e dall'Ufficio sul luogo dell'incidente e l'esame delle testimonianze, abbiano fornito alcune indicazioni contrastanti con quanto riportato nella RCIL. Ha rilevato inoltre come nella RCIL non venga fatta alcuna considerazione su eventuali avvistamenti radar, né venga indicata alcuna traccia avvistata dalla DA nazionale correlabile con le ipotesi di rotta ivi formulate.

Di conseguenza risulta condivisibile la decisione del CP di procedere autonomamente sia ad una analisi della traiettoria, utilizzando proprie metodologie, sia ad una analisi delle registrazioni radar del 18.07.80 per vedere se vi fosse una traccia correlabile con la ipotizzata traiettoria del MiG libico.

Gli unici dati desumibili dalla RCIL e relativa documentazione allegata utilizzati dal CP per le proprie analisi, sono stati:

- a)-il tracciato radar fornito dalle Autorità libiche dal decollo fino al punto di scomparsa dal radar stesso;
- b)-le comunicazioni Bordo/Terra/Bordo (B/T/B) intercorse fra la formazione Nemer e l'Ente di controllo a terra (CGI);
- c)-le condizioni meteorologiche sull'area del Mediterraneo interessata dal volo ed in prossimità delle coste italiane forniti dal Servizio Meteorologico dell'AM;

d)-un rullino fotografico contenente le registrazioni del Flight Data Recorder (FDR), che rappresenta una copia dell'originale prelevato sul relitto e sviluppato dai Tecnici AM;

e)-i diagrammi di taratura per la decodificazione dei dati dell'FDR stesso elaborati sempre da Tecnici AM, sulla base di documentazione fornita dalle Autorità libiche.

## **5. Parte II - Caratteristiche tecniche del velivolo.**

In questa parte della relazione, sono raccolte tutte le informazioni che il collegio ha potuto ottenere sulle caratteristiche aeromeccaniche propulsive ed impiantistiche del velivolo MiG23, la conoscenza delle quali è stata necessaria per effettuare la ricostruzione delle diverse fasi del volo.

Per reperire tali informazioni, il CP ha fatto uso di pubblicazioni tecniche e di documenti depositati presso l'ufficio, citati nel corso dell'esposizione. Ha fatto inoltre uso delle informazioni reperite nel corso di una rogatoria effettuata dall'Ufficio presso la base aerea di Manching (Monaco) e di una visita tecnica effettuata dal CP stesso presso il Flugzeugwerft Dresden di Dresda, durante le quali ha potuto conferire con personale tecnico esperto nell'impiego e nella manutenzione dei velivoli MiG23.

Oltre alle caratteristiche tecniche del velivolo, in questa parte della relazione è stata riportata anche una stima della sua area equivalente radar, ottenuta attraverso opportuna analisi teorica, necessaria per una corretta interpretazione delle tracce radar registrate dal sito di Otranto.

## **6. Identificazione del velivolo e del motore.**

Con la collaborazione di tecnici della ex Germania Orientale, durante operazioni peritali svoltesi presso l'aeroporto di Pratica di Mare dove erano custoditi alcuni relitti del MiG23, il CP identificò il velivolo come appartenente alla serie MS portante il n° di riferimento 573212, stampigliato sulla struttura del relitto del tettuccio.

Per quanto riguarda il motore, indagini storiche effettuate dal CP utilizzando pubblicazioni specialistiche, hanno portato a concludere che le prime serie del MiG23 MS esportate nei Paesi del Medio Oriente fossero equipaggiate con motore Toumansky R-27-300, mentre serie successive,

prodotte circa dopo il 1978, montassero il motore Toumansky R-29. All'epoca dell'incidente, quindi, potevano essere operativi MiG23 MS equipaggiati sia con l'uno che l'altro dei motori a seconda dell'anno di fabbricazione. Un MiG23 libico con matricola n° 6916, quindi molto vicina a quella del velivolo in esame (n° 6950), è riportato in letteratura ed è anche indicato che esso era propulso dal motore R-27.

Inoltre il CP ha fatto osservare come sul manuale di pilotaggio del MiG23 MS equipaggiato con motore R-29, disponibile presso l'Ufficio, fosse indicato che il massimo valore di RPM consentito in volo era dell'ordine del 103%, mentre dall'FDR e dal relativo diagramma di taratura del velivolo in esame, come il CP ha successivamente discusso, si poteva rilevare come il motore avesse funzionato per lunghi periodi a valori del 110% di RPM. Per questi motivi, il collegio è stato propenso a ritenere che il MiG23 MS in oggetto fosse potenziato da un motore Toumansky R-27-300.

D'altra parte, poichè ha ritenuto che un riconoscimento di questo tipo non avesse elevati gradi di certezza, il CP stesso ha riportato in perizia le caratteristiche di entrambi i tipi di motore. Le principali analisi sono poi state effettuate prendendo come riferimento il motore R-27, ma ulteriori controlli su risultati ritenuti critici sono stati effettuati anche sulla base delle caratteristiche del motore R-29.

## **7. Caratteristiche del velivolo.**

Utilizzando la documentazione disponibile presso l'Ufficio, dati reperibili in fonti bibliografiche e informazioni ottenute durante le missioni in Germania, il CP ha potuto determinare le principali caratteristiche del velivolo MiG23 concernenti principalmente:

- a)- caratteristiche geometriche;
- b)- caratteristiche di peso;
- c)- caratteristiche aerodinamiche;
- d)- caratteristiche del sistema di controllo automatico;
- e)- area equivalente radar;

Ai fini delle analisi effettuate in perizia, ha avuto particolare importanza la valutazione delle caratteristiche di cui ai punti da b) ad e).

Per quanto riguarda le caratteristiche di peso, con i metodi esposti in perizia ed usando la documentazione ivi citata, s'è potuto rilevare che il peso operativo del velivolo, intendendo con questa denominazione il peso



del velivolo pronto per la missione (compreso il peso del pilota), con esclusione del peso del carburante e del carico utile (in questo caso l'armamento) potesse essere stimato in 10814kg.

Tenendo conto che dal documento di carico, tratto dalla RCIL, risulta che il velivolo al momento del decollo aveva a bordo 5200lt di carburante, pari a 4160kg, ed era privo di armamento, il CP ha dedotto il peso del velivolo al decollo, pari a 14974kg ed a questo peso ha fatto riferimento nel corso delle analisi tecniche.

Le caratteristiche aerodinamiche sono state principalmente tratte dal materiale tecnico fornito dal BWD di Manching e successivamente elaborato dal CP con metodologie ampiamente discusse in perizia.

Tale elaborazione è stata principalmente volta a valutare alcune principali caratteristiche aerodinamiche del velivolo quali la resistenza al moto e l'efficienza di volo, utilizzate poi per effettuare un controllo incrociato fra quanto rilevabile teoricamente con il loro impiego e quanto desumibile direttamente attraverso la lettura del FDR, traendone informazioni sulla validità delle letture stesse.

Questa metodologia di analisi è stata poi trattata estesamente nella successiva parte terza della relazione.

Per quanto riguarda le caratteristiche di funzionamento e di impiego del sistema di controllo automatico, ha rivestito interesse ai fini delle conclusioni esposte in perizia l'esame effettuato del modo di stabilizzazione della quota barometrica, tenendo conto che è in virtù di tale sistema che il velivolo avrebbe potuto effettuare la lunga tratta a quota costante dalle coste libiche alle coste italiane.

Dal manuale di pilotaggio del velivolo in precedenza citato, s'è potuto rilevare come fosse consentito di inserire la funzione di controllo della quota barometrica solo in volo orizzontale a velocità costante, compresa nel regime subsonico, ed a quote comprese fra 300 e 10000m. Il sistema non stabilizza la quota barometrica a velocità transoniche e supersoniche.

Prima di inserire questa funzione di stabilizzazione, sul manuale è riportato come sia necessario equilibrare il velivolo in volo livellato, successivamente mantenuto dalla funzione di stabilizzazione dell'assetto del sistema di controllo automatico, e non esercitare alcuno sforzo sulla barra di comando.

Successivamente viene riportato che in condizioni di velocità uniforme il massimo errore nel controllo di quota può essere dell'ordine di  $\pm 85$ m, che in condizioni di velocità variabili non è conveniente utilizzare la funzione di stabilizzazione della quota barometrica, in quanto gli errori possono essere troppo elevati e che, applicando uno sforzo di  $1.7 \div 1.9$ Kgp in

senso longitudinale o di 1.0÷1.2Kgp in senso laterale, oppure assumendo un angolo rollio di oltre  $\pm 16^\circ$  o di beccheggio superiore a  $+6^\circ$  o  $-2^\circ$ , la stabilizzazione della quota barometrica viene automaticamente disinserita.

## **8. Caratteristiche del sistema propulsivo.**

Il CP ha ritenuto che, con molta probabilità, il motore del velivolo caduto sulla Sila fosse un Toumasky R-27 ma, nel dubbio, esso ha riportato in perizia le caratteristiche tecniche sia di questo motore sia del motore alternativo che avrebbe potuto essere un Toumasky R-29.

L'esame di pubblicazioni tecniche sul velivolo MiG23 e le informazioni acquisite durante la visita alla base di Manching ha consentito al CP di individuare le prestazioni dei due motori solo in condizioni a punto fisso (velocità di volo = 0) ed al livello del mare. Le variazioni di esse con la quota e la velocità di volo sono state ricavate in funzione delle precedenti, utilizzando formule di normale uso tecnico.

Per quanto riguarda i risultati esposti in perizia, ha rivestito una notevole importanza la determinazione dei valori del consumo specifico del motore SFC (Specific Fuel Consumption) che indica i kg all'ora di carburante consumati per ogni kg di spinta erogato. Tale valore risulta importante perché, per ogni fase di volo di prefissata durata, ricavato il valore di spinta del motore attraverso la lettura del FDR od attraverso la valutazione della resistenza aerodinamica (se il volo si svolge a velocità costante), attraverso di esso è possibile determinare il corrispondente consumo di carburante.

## **9. Area Equivalente Radar.**

Poiché l'obiettivo del CP è stato di valutare la congruenza di tracce radar registrate nel giorno dell'incidente con l'ipotizzata traiettoria percorsa dal MiG, esso ha ritenuto che un parametro importante da definire fosse l'"area equivalente radar" o "sezione equivalente radar", abbreviata generalmente con SER.

La SER di un bersaglio può essere interpretata come l'area geometrica di una superficie metallica che riflette nella direzione del radar una potenza elettromagnetica uguale a quella effettivamente ricevuta dal radar stesso, derivante dal bersaglio.

Poichè la potenza elettromagnetica ricevuta dal radar (eco del bersaglio) determina la sua capacità o meno di rivelare il bersaglio che ha prodotto l'eco in questione, il CP ha evidenziato come la SER di un bersaglio fosse un parametro molto importante per determinare la sua rivelabilità radar.

Poiché in questi ultimi anni sono stati messi a punto programmi da utilizzare su calcolatori potenti che, partendo dalle equazioni integrali che danno il campo elettromagnetico riflesso da un bersaglio, consentono di determinare con notevole precisione la SER di oggetti comunque complessi, come ad es. aeroplani, il CP ha ritenuto opportuno affidare ad una ditta specializzata (la I.D.S., Ingegneria dei Sistemi S.p.A., di Pisa) la valutazione con uno di detti programmi dell'area equivalente di un velivolo MiG23.

I risultati, esposti in perizia, hanno consentito di valutare in 2 mq un valore appropriato di SER per valutazioni di carattere generale.

## **10. Osservazioni conclusive del CP sui contenuti della parte seconda.**

Al termine della parte seconda della perizia, il CP ha posto in evidenza come alcune caratteristiche illustrate non siano determinabili con assoluta certezza, in parte per il lungo tempo trascorso dall'incidente, in parte in quanto sono per loro natura aleatorie.

Tuttavia esso ha osservato come gli eventuali scostamenti dai valori esatti di taluni parametri siano tali da non portare a grosse divergenze nelle conclusioni, che il più delle volte rimangono, all'atto pratico, sostanzialmente invariate, come è stata poi cura del CP di evidenziare nel seguito della relazione.

Il CP ha ritenuto quindi che gli eventuali margini di incertezza sul valore di alcuni parametri non siano stati tali da inficiare la risposta ai quesiti formulati dall'Ufficio.

## **11. Parte III – Analisi della traiettoria di volo.**

Le analisi svolte in questa parte della relazione rivestono un ruolo molto importante nella perizia perchè è attraverso di esse che il collegio ha potuto raggiungere le conclusioni che, nella ipotesi che il velivolo avesse compiuto la missione secondo quanto specificato nella RCIL, esso non

avrebbe avuto sufficiente autonomia per raggiungere il punto di ritrovamento.

In questa parte il CP ha effettuato una ricostruzione delle fasi di volo e della traiettoria percorsa attraverso la lettura dei dati registrati dal FDR e l'esame delle comunicazioni B/T/B, stimando poi il consumo di carburante fino al punto in cui il velivolo fu perso dai radar libici (punto S di fig.re 2 e 4).

Essendo nota dalla documentazione fornita dai libici la quantità di carburante inizialmente presente nei serbatoi, attraverso il predetto dato s'è ricavata la quantità di carburante residua al punto S.

Poichè il volo dal punto S in poi si è svolto a quota e velocità costante, secondo quanto esposto dalla CIL, si è potuto, con le metodologie esposte in perizia, determinare l'autonomia del velivolo e quindi il punto di possibile spegnimento del motore per esaurimento del carburante, valutato rispetto al punto S sulla traiettoria ricostruita.

Ipotizzando poi una planata del velivolo da questo punto, che si trova a circa 12.000m di quota, fino a quota zero, s'è potuto individuare la più probabile zona di impatto del velivolo con la superficie del mare, individuata in corrispondenza del punto I3 di fig.6 (fig.III-19 di perizia).

Nella stessa figura sono anche riportati i punti I1, I2 e I4 che rappresentano le variazioni della zona di impatto al variare delle condizioni di riferimento per quanto riguarda la velocità di volo e la direzione del vento.

Il predetto punto I3 è stato valutato dal CP assumendo le condizioni di vento del giorno dell'incidente rilevate dal servizio meteorologico dell'AM e le velocità di volo che possono desumersi dai dati del FDR decodificati con i diagrammi di taratura forniti dai libici ed utilizzati dalla CIL. Gli altri punti sono stati ottenuti assumendo le stesse condizioni di vento e differenti valori di velocità ottenute con un differente diagramma di taratura elaborato dai CPI (punto I4), assumendo le condizioni di vento proposte dai CPI ed i valori di velocità ricavati dal CP (punto I1) e le condizioni di vento e le condizioni di velocità proposte dai CPI (punto I2). In tutti i casi si può osservare come i punti di impatto, ed in particolare il punto I3 (il più probabile secondo il CP), siano sensibilmente distanti dal punto di ritrovamento.

Le metodologie impiegate dal CP per condurre le analisi ed i conseguenti risultati hanno subito sempre forti contestazioni da parte dei CPI, sia durante le operazioni peritali che si sono svolte in clima di forte contrapposizione fra il CP ed i CPI, sia dopo il deposito della perizia, con

conseguenti repliche del CP, che hanno dato origine ad una notevole mole di documentazione acquisita agli atti.

Allo scopo di inquadrare le problematiche analizzate sia in perizia sia nella successiva documentazione, l'Ufficio ha ritenuto opportuno effettuare una sintetica esposizione della metodologia impiegata dal CP per le sue analisi evidenziando, quando necessario, i punti di maggior contrasto con i CPI.

## **12. Il Flight Data Recorder del MiG23.**

Il FDR del MiG23 effettua la registrazione di alcuni fondamentali parametri di volo (quota, velocità, numero di giri del motore, deflessione dell'equilibratore, fattore di carico longitudinale e verticale, ed altri) attraverso il movimento di pennelli luminosi che impressionano una pellicola fotografica, che può essere anche del tipo di quelle usate normalmente nelle macchine fotografiche, che scorre sotto la fessura illuminata dai pennelli stessi.

Sviluppata la pellicola si hanno disponibili tracce corrispondenti a ciascun parametro registrato, ognuna identificata attraverso opportuna marcatura. La decodifica dei dati viene effettuata rilevando sulla pellicola la distanza di ogni traccia da una linea di riferimento registrata sulla pellicola stessa e riportando tale distanza su appositi diagrammi di taratura, ottenendo così la trasformazione di tale distanza (in mm) in quantità ingegneristiche (la distanza in mm della traccia della velocità dalla linea di zero, riportata sul grafico di taratura, consente di ottenere il valore della velocità in km/h, ecc.).

La CIL recuperò il FDR dal relitto del MiG alcuni giorni dopo il ritrovamento e procedette allo sviluppo della pellicola ivi contenuta. I membri libici della CIL fornirono i punti di taratura per ogni dato registrato ed i membri tecnici della CIL provvidero a tracciare i diagrammi di taratura per la decodifica, riportati in fig.7 (fig.III-7 di perizia). Tali diagrammi furono acquisiti dall'ufficio in data 13.10.90 e consegnati al CP.

Dall'esame della registrazione, la CIL rilevò come il FDR non avesse funzionato per tutto il tempo del volo ma, poco prima del termine dello spezzone di pellicola contenuto, lungo circa 5.57m, il meccanismo di trascinamento della pellicola si fosse inceppato, riprendendo a scorrere successivamente, dopo un tempo imprecisato di arresto.

La CIL ipotizzò che lo sblocco della pellicola fosse avvenuto a causa della trazione effettuata dai rocchetti dentati di trascinamento (come quelli delle macchine fotografiche) che, insieme allo sblocco, avrebbero determinato anche una trazione asimmetrica sulla pellicola, determinandone la rotazione all'interno della guida di scorrimento fino allo sgancio finale dello spezzone. Tale sequenza di eventi sarebbe stata dedotta dalla CIL dall'esame dell'ultima parte della pellicola, riportata in fig.8 (fig.III-2 di perizia), nella quale è visibile l'interruzione della traccia (punto A) e la successiva ripresa in forma distorta.

Il CP acquisì il negativo della pellicola dalla documentazione depositata presso l'Ufficio e rilevò come la parte terminale di esso non corrispondesse a quella del negativo esaminato dalla CIL. Infatti in esso mancava la parte terminale corrispondente all'ipotizzato inceppamento e successiva ripresa in condizioni di trascinamento disassato, come visibile nella predetta fig.8, nella quale è riportata anche l'ultima parte dello spezzone in possesso del CP.

Il CP ha anche effettuato una critica all'ipotesi di inceppamento ed alla successiva modalità di ripresa formulata dalla CIL. Tale critica è stata basata sul fatto che durante la visita al centro operativo di Dresda, si è avuto modo di esaminare in dettaglio i FDR montati sui MiG23, portandone anche uno in Italia, identico a quello montato sul MiG incidentato, depositato presso l'Ufficio.

Durante le operazioni peritali del 29.05.92 tale FDR fu smontato e fu rilevato come il trascinamento della pellicola non avvenisse attraverso rocchetti dentati come ipotizzato dalla CIL ma attraverso rulli ad attrito (infatti le pellicole originali montate sui FDR operativi non hanno i fori di trascinamento come le normali pellicole fotografiche, pur avendone la stessa larghezza) e come per essa fosse impossibile ruotare nel piano di scorrimento, per effetto di guide che impediscono tale possibilità. Il CP ha quindi rilevato come l'ipotesi della CIL non avesse alcun sostegno tecnico. Prelevato il negativo della pellicola, il CP ne fece una copia a contatto e, sulla base di essa, dopo averne verificata l'esatta corrispondenza all'originale, procedette alla decodifica dei dati registrati.

### **13. La decodifica dei dati.**

La decodifica dei dati è stata una operazione molto delicata, dettagliatamente descritta in perizia, che ha dato origine ad innumerevoli contestazioni da parte dei CPI.

Il CP ha effettuato la decodifica con la massima precisione, utilizzando il diagramma di taratura fornito ed utilizzato dalla CIL, e, per la misura delle distanze delle tracce dalla linea di zero, utilizzando un sistema di ingrandimento da tavolo ed un compasso di precisione. Inoltre le letture sono state fatte separatamente da due membri del collegio e sono stati poi confrontati i risultati finali. Nel caso di scostamenti eccessivi delle letture, è stata fatta una analisi accurata delle cause, eliminando così ogni errore accidentale dovuto a errate letture, confusione di tracce, ed altro. I risultati di questa decodifica sono stati riportati nella fig.II-9 di perizia nella quale possono leggersi i valori di quota, velocità, numero di giri del motore e numero di Mach di volo per tutta la durata della registrazione, pari a 76min e 50sec dal decollo.

La lettura maggiormente contestata dai CPI è stata quella della velocità di volo e, in particolare, quella rilevata nella parte di traiettoria dopo il punto S di fig.2 (punto di scomparsa del velivolo dai radar libici) a partire dal quale i valori di quota, velocità e numero di giri del motore rimangono costanti per tutto il resto del volo. In questa fase di volo la CIL ha ammesso che la velocità di volo fosse corrispondente a  $M=0.9-0.95$ , i CPI l'hanno invece valutata corrispondente a  $M=0.85$ , mentre il CP ha rilevato dal FDR come essa fosse corrispondente a  $M=0.69$  e, quindi, sensibilmente più bassa delle precedenti.

I motivi della accesa contestazione sono facilmente individuabili. Infatti, poiché risulta determinabile la quantità di carburante presente nel velivolo in corrispondenza del punto S (ed in questo non c'è sostanziale disaccordo fra CP e CPI), risulta anche determinabile il tempo di funzionamento del motore prima dello spegnimento per esaurimento del carburante stesso. È ovvio come la distanza percorsa in questo intervallo di tempo sia tanto maggiore quanto maggiore è la velocità di volo. Di conseguenza, con le velocità lette dal CP tale distanza sarebbe nettamente inferiore a quella tra il punto S ed il punto di ritrovamento del relitto (Castelsilano); con quelle ipotizzate dalla CIL le due distanze coinciderebbero, con quella letta dai CPI le due distanze non coinciderebbero ma sarebbero comunque tali da non portare ad escludere l'ipotesi di incidente formulata dalla CIL.

I CPI contestarono inizialmente le letture effettuate dal collegio d'Ufficio facendo osservare come il CP stesso fosse inesperto per tali tipi di valutazioni che, invece, richiedono l'opera di personale altamente specializzato.

Durante la rogatoria eseguita a Manching, il CP espose la propria metodologia di lettura del FDR ai tecnici presenti, particolarmente esperti

nella lettura dei FDR dei MiG23, ed illustrò loro i risultati ottenuti affinché ne effettuassero un controllo, utilizzando i loro metodi di decodificazione. La risposta dei tecnici, riportata nei documenti depositati presso l'Ufficio, fu che i valori ricavati dal CP erano corretti.

Tale giudizio fu confermato anche durante la successiva visita del CP al "Flugzeugwerft" di Dresda durante la quale furono anche compiute alcune letture di controllo, insieme ai tecnici tedeschi, utilizzando le apposite attrezzature disponibili presso il "Flugzeugwerft" stesso.

Caduto questo motivo di critica, i CPI attribuirono i predetti scostamenti fra i valori di velocità letti ad imprecisione di tracciatura del diagramma di taratura (effettuata dai tecnici AM) facendo osservare che il diagramma stesso non passava esattamente sopra i punti di taratura, presentando, contestualmente, un nuovo diagramma di taratura per la lettura della velocità da essi elaborato. Con questo nuovo diagramma, riportato in fig.9 (fig.III-10 di perizia), in corrispondenza della fase di volo dopo il predetto punto S, si possono leggere valori di velocità di circa 100km/h superiori a quelli leggibili nel diagramma tracciato dalla CIL.

Per controllare anche questa possibilità il CP ha rilevato i punti di taratura forniti dai libici e ne ha fatto l'interpolazione analitica, ricavando poi i valori di velocità direttamente dal polinomio interpolante. I valori ottenuti sono stati del tutto coincidenti con quelli deducibili dal diagramma a riprova della correttezza di tracciatura del diagramma stesso. Il CP ha fatto inoltre osservare come i CPI, nella loro rielaborazione del diagramma di taratura della velocità, abbiano spostato di circa 0.5mm (rispetto alla linea di zero) i punti di taratura in corrispondenza delle velocità mantenute dopo il punto S rispetto a quelli forniti dai libici ed abbiano poi fatto passare la curva di taratura sotto tali punti di ulteriori 0.5mm, ottenendo così uno spostamento totale di circa 1 mm rispetto allo zero, tale da determinare il predetto incremento di velocità. Hanno poi ampliato la scala delle velocità, deformando il diagramma in modo tale da rendere la lettura meno precisa.

Poiché i CPI non hanno fornito alcuna giustificazione tecnica in merito a tali modifiche del diagramma originario, il CP non ha ritenuto di poter accettare tale diagramma in sostituzione di quello utilizzato dalla CIL e basato esattamente sui punti di taratura forniti dalle Autorità libiche.

È da ritenersi pertanto giustificata la scelta del collegio d'Ufficio di procedere alla ricostruzione delle varie fasi di volo sulla base della sua decodifica dei dati effettuata con i diagrammi di taratura originari.



#### **14. Analisi delle fasi di volo e ricostruzione della traiettoria di volo.**

I dati registrati dal FDR e decodificati sono stati riportati dal CP nelle Tab.III-1 e III-2 di perizia, ricavate prendendo come riferimento le condizioni di vento CEPMMT e AM rispettivamente. Nelle predette tabelle, per ogni minuto di volo, sono stati riportati i valori di velocità, di quota e di distanza percorsa e, sulla base di essi, il CP ha effettuato l'analisi delle varie fasi di volo dal momento del decollo al momento del termine della registrazione avvenuto dopo 76min e 50sec dopo che il velivolo aveva percorso circa 582NM in condizioni di vento CEPMMT o 562NM, in condizioni di vento AM.

L'andamento del volo, come deducibile dai dati registrati dal FDR, è stato dettagliatamente descritto in perizia ed il CP ha evidenziato come il volo del MiG23 possa essere suddiviso in due differenti fasi.

La prima fase, compresa approssimativamente fra  $t=0' \div 21'$ , è caratterizzata da variazione dei parametri che indicano un volo "manovrato", con motore che ha sempre funzionato in condizioni di massima spinta e, per  $t$  compreso fra  $5'30''$  e  $11'40''$ , con A/B (postbruciatore) inserito. La manovra più marcata, e cioè con maggiori variazioni di parametri, avviene per  $t$  compreso fra  $15'$  e  $16'$ , quando il velivolo si trova poco prima del punto A, (fig.1). Tutto questo può ritenersi in accordo con quanto dichiarato dal gregario della formazione Nemer, riportato nella RCIL, e cioè che, in corrispondenza del punto A, il velivolo dal leader ha perso quota durante la manovra di virata, riportandosi poi alla quota iniziale di circa 12000m.

Il CP ha fatto osservare come nella RCIL sia stato affermato che tale perdita di quota fosse stata involontaria e che poteva ritenersi come il primo segnale che il pilota non fosse in perfette condizioni psicofisiche. L'analisi dettagliata di questa manovra, effettuata dal CP, ha consentito invece di osservare come questa manovra non sia stata una semplice perdita di quota, ma una virata a fattore di carico sostenuto, su traiettoria discendente. Le variazioni di fattore di carico durante la manovra e le variazioni di spinta del motore sono state congruenti con le varie fasi della manovra stessa e, pertanto, è condivisibile la conclusione del CP secondo cui tali caratteristiche starebbero ad indicare la presenza di un pilota attento e quindi non in accordo con l'ipotesi di manovra involontaria formulata nella RCIL.

La seconda fase di volo può ritenersi iniziare all'incirca al tempo  $t=27'$ , in corrispondenza del quale si ha un improvviso stabilizzarsi di tutti i parametri di volo che si mantengono costanti fino al termine della registrazione e, cioè, per i successivi 50' di volo. In particolare, non si nota alcuna attività di controllo effettuata attraverso lo stabilizzatore ed alcuna

sensibile variazione del fattore di carico. Questa particolarità è stata fatta osservare dal CP agli specialisti del Flugzeugwerft Dresden, i quali hanno convenuto che una tale assenza di visibili variazioni dei parametri possa ritenersi compatibile con condizioni di volo con autopilota inserito, ma non è usuale che si sia protratta per così lungo tempo tenendo anche conto che oltre i 10.000m di quota non dovrebbe essere operativo il controllo automatico di quota barometrica.

Sulla base dell'analisi delle fasi di volo l'elaborato peritale è passato poi a definire con maggiore precisione la traiettoria percorsa dal velivolo dal momento del decollo al momento dell'impatto.

La traiettoria è stata ricavata integrando i dati desumibili dal FDR (riportati nelle Tab.III-1 e III-2 ed in fig.III-9 di perizia) con le informazioni desumibili dalle comunicazioni B/T/B ed è stato riportato nelle fig.re 10 e 11 elaborate dal CP (Figg.III-13a, III-13b di perizia). Nella fig.10 è riportato un ingrandimento della traiettoria dal decollo fino al punto R di rientro del gregario, mentre nella fig.11 è riportata l'intera traiettoria nella ipotesi che essa si sia prolungata fino a raggiungere le coste italiane, tenendo conto delle condizioni di vento CEPMMT.

Sulla traiettoria percorsa dal velivolo fino all'ingresso in Mediterraneo, il CP ha individuato almeno 4 punti che il velivolo ha sicuramente sorvolato, indicati con FIX1÷FIX4 nella fig.10. Il FIX1 è stato posto dal CP in corrispondenza dell'istante di deselegazione dell'A/B avvenuta a distanza da punto di decollo dell'ordine di 85NM (Tab.III-1 e fig.III-9 di perizia). La distanza fra il FIX1 ed il punto A, indicato come FIX2, è stata stimata dell'ordine di 43NM e, cioè, di circa 130NM dal decollo. Dopo il FIX2, il velivolo ha virato a sinistra per 90° (com. B/T/B) dirigendo verso il punto B, che dista dal punto A circa 50NM. La sua distanza dal punto di decollo è stata quindi stimata dal CP in circa 180NM.

Poco prima del punto A, il velivolo ha effettuato la manovra individuata dal CP come una virata a fattore di carico sostenuto su traiettoria discendente, con raggio di curvatura dell'ordine di 2.2NM e variazione di azimut di circa 270°. Il CP ha stimato probabile che il raccordo fra il ramo di traiettoria orientato per 200° con quello orientato per 90°, sia avvenuto in modo diverso da quanto indicato nella fig.1 (RCIL) e, di conseguenza, anche nella fig.9, elaborata dal CP stesso e derivata dalla precedente. Poichè il punto A è stato comunque sorvolato (com.B/T/B), il CP ha ritenuto che anche un diverso tipo di raccordo fra i due rami della traiettoria, non possa avere avuto sensibili conseguenze sulle successive valutazioni e, pertanto, ha ritenuto accettabile quello indicato in fig.1 e riprodotto in fig.10.

Il velivolo ha poi raggiunto la zona del punto B effettuando una virata a sinistra con perdita di quota, per t compreso fra 21' e 22'. Il CP ha ritenuto accettabile l'ipotesi di traiettoria fino a questo punto ricostruita, tenendo conto che il gregario della formazione Nemer ha riferito che la formazione stessa è rimasta nel tratto BC per circa 5'40" (RCIL). Tale tempo è in accordo con la ricostruzione effettuata dalla quale si deduce che il punto A (130NM dal decollo) è stato sorvolato nell'intorno di t=16' ed il punto B (180NM dal decollo), nell'intorno di t=22'.

Dopo la virata sul punto B, il velivolo ha diretto verso i FIX3 e FIX4 individuati attraverso le comunicazioni B/T/B. Poichè, dopo il punto B, il velivolo ha seguito una rotta di 330° e, successivamente, una rotta di 360° (com.B/T/B), in fig.9 il CP ha riportato una plausibile traiettoria che il velivolo può aver percorso, passando sopra i punti B, FIX3, FIX4. Sulla base dello schema assunto, il FIX4 sarebbe compreso fra 210 e 220NM dal decollo e, di conseguenza, sarebbe stato sorvolato dal velivolo ad un tempo t compreso fra 26' e 27' dal decollo e, cioè, circa 5'÷6' dopo il sorvolo del punto B, in accordo anche in questo caso, con quanto ipotizzato nella RCIL.

Dalla fig.10 emerge che il velivolo, secondo lo schema proposto dal CP, non avrebbe sorvolato il punto C, ma sarebbe passato ad Ovest di esso, spostato di circa 10NM.

Dopo il sorvolo del FIX4, e cioè per t>27', sarebbe iniziata la fase di volo controllato automaticamente che avrebbe portato il velivolo fino al punto S, in corrispondenza del quale i radar libici ne avrebbero persa la traccia. In fig.10 il CP ha riportato, su questo ramo della traiettoria, le posizioni del punto R di rientro del gregario (32NM da Benina) e del predetto punto S (160NM da Benina). Durante il tratto di volo controllato automaticamente, il velivolo avrebbe mantenuto un angolo di prua di 330°, come riportato negli Allegati S1 (...but he kept on flying at heading 330° at 12000m...), S2 (...wich continue flying on heading 330°...) ed S3 (He steered 310° and then 330° heading...) della RCIL.

Il CP ha rilevato come la rotta di 334° rilevata dal radar e riportata nella fig.11 nel tratto fino ad S, sia congruente con una componente di vento al traverso di circa 30kts, in accordo alle condizioni medie di vento presenti lungo il tratto stesso (CEPMMT e AM).

Poichè alla base della ricostruzione dell'incidente effettuata dalla CIL c'è stata l'ipotesi che il velivolo, dopo il punto C (alias FIX4), sia sempre rimasto sotto controllo automatico, il CP ha ritenuto ragionevole ipotizzare che l'angolo di prua di 330° sia rimasto costante, almeno fino al punto di flame-out e, di conseguenza, essendoci dopo il punto S un incremento di componente laterale di vento rispetto al valore compensato di circa 30kts, la

traiettoria si sia spostata verso Est, di quantità proporzionali all'incremento della componente laterale di vento stessa.

Sulla base dell'ipotesi che il volo dopo il punto S si sia svolto a TAS (velocità vera rispetto all'aria) costante, nella fig.11 il CP ha tracciato la plausibile rotta che il velivolo avrebbe dovuto percorrere fino alle coste italiane, nella ipotesi di prua 330°, velocità vera rispetto all'aria (TAS) 403kts (746km/h), condizioni di vento CEPMMT con componente laterale in aumento.

Nella figura si può osservare come, secondo le predette ipotesi, il raggiungimento delle coste italiane da parte del velivolo sarebbe dovuto avvenire in corrispondenza di una zona spostata sensibilmente ad Ovest rispetto alla zona di ritrovamento del relitto del velivolo stesso, rendendo così critica l'ipotesi di incidente formulata dalla CIL.

La maggiore differenza fra quanto esposto nella RCIL e quanto rilevato dal CP, è relativa ai valori di velocità mantenuti dal velivolo nella tratta di volo dopo il punto S.

La Commissione italo-libica ha infatti dichiarato che la velocità di volo nella tratta in esame è stata di circa  $M=0.9$ , pari ad una velocità calibrata di circa 540km/h, (TAS=955km/h) mentre il CP ha rilevato una velocità dell'ordine di  $M=0.7\div 0.8$ , pari ad una velocità calibrata di circa 410÷480km/h (TAS=740÷850km/h) nel tratto compreso fra il FIX4 ed il punto S, e dell'ordine di  $M=0.69$ , pari ad una velocità calibrata di circa 390km/h (732km/h), per il rimanente percorso, fino al termine della registrazione dell'FDR.

La velocità calibrata è quella registrata dal FDR. Attraverso opportuno procedimento che tiene conto della densità dell'aria alle varie quote e dei fenomeni di compressibilità è possibile passare alla velocità vera del velivolo rispetto all'aria (TAS). Per ottenere la velocità rispetto alla terra (Ground Speed) occorre poi considerare l'effetto del vento.

Il CP riporta inoltre che valutazioni dello stesso ordine di quelle effettuate dalla CIL si trovano sia nella documentazione presentata dai CPI, i quali hanno rilevato, nella fase di volo considerata, velocità dell'ordine di  $M=0.85$ , sia in documentazione depositata dallo SMA presso l'Ufficio, nella quale sono indicate velocità dell'ordine di  $M=0.9\div 0.95$  nel tratto compreso fra il punto B e la fine della registrazione.

A questo proposito, il CP ha fatto osservare che per le fasi di volo precedenti a quella in esame, ed in particolare per quelle fino al punto B, non è stata rilevata una tale differenza nelle valutazioni della velocità in quanto esiste un buon accordo fra le valutazioni del CP e quelle effettuate

nei citati documenti per quanto riguarda le lunghezze dei predetti rami della traiettoria ed i relativi tempi di percorrenza.

Il CP ha riportato come esempio che nella RCIL si rileva che il tratto compreso fra la verticale di Haminis ed il punto A, lungo circa 80NM, è stato percorso nel tempo di 8'30", coincidente con quello valutato dal CP stesso. Inoltre, il tratto A÷B di circa 50NM è stato percorso, secondo la RCIL, in circa 5'40" ed in circa 6' secondo i dati del CP. Infine, nel predetto documento SMA, si rileva che dopo circa 22' di volo il velivolo avrebbe percorso circa 195NM mentre dai dati ricavati dal CP si rileva che, allo stesso istante, il velivolo avrebbe percorso circa 180NM.

La non sostanziale differenza fra questi valori di NM percorse è stata attribuita al fatto che in perizia sono state considerate anche le componenti di vento contrario che hanno agito lungo la tratta fino al punto A mentre, nei documenti citati, si tiene conto delle componenti di vento solo nel tratto di traiettoria lungo il quale esse hanno spirato di poppa al velivolo.

Considerando queste fasi di volo, per le quali esiste il predetto sufficiente accordo fra le letture di velocità, il CP ha fatto osservare come, sulla registrazione dell'FDR, le tracce della velocità corrispondenti a valori dell'ordine dei 500km/h, siano sensibilmente più basse, rispetto alla linea di riferimento, delle tracce della velocità registrate dopo il FIX4 ed il punto S. Conseguentemente anche la traccia che indica la deflessione delle superfici orizzontali di coda si sposta verso il basso rispetto alle fasi precedenti, indicando una rotazione nel senso "a cabrare", congruente con una riduzione di velocità.

È pertanto condivisibile la deduzione del CP che la velocità calibrata dopo il FIX4 debba essersi stabilizzata a valori mediamente più bassi rispetto ai precedenti valori di 500km/h, ritenendo così giustificate le letture di velocità dell'ordine dei 400km/h.

Come ulteriore controllo sulla validità della predetta lettura di velocità nel tratto di volo successivo al punto S, il CP ha fatto anche controlli di natura teorica, basati sulla particolarità che la fase di volo è stata caratterizzata da velocità e quota costanti e, cioè, da resistenza aerodinamica eguale alla spinta fornita dal motore.

Utilizzando le caratteristiche aeromeccaniche del velivolo e le caratteristiche tecniche del motore, con la metodologia ampiamente esposta in perizia, il CP ha potuto verificare che il predetto equilibrio, alla quota di 12.000m, può sussistere sia alla predetta velocità calibrata di circa 400km/h ( $M=0.69$ ) sia a velocità superiori, pari a circa  $M=0.9$ .

Per quanto riguarda questo secondo campo di velocità, il CP ha fatto osservare che esso si sarebbe dovuto svolgere in regime transonico il quale,

alla quota di 12km, può ritenersi iniziare per  $M=0.8$  e che, come riportato sul Manuale di Volo, in queste condizioni, il sistema di controllo automatico non avrebbe effettuato la stabilizzazione della quota barometrica che, invece, era operativa, come rilevabile dall'FDR e come riportato nella RCIL.

Se n'è quindi dedotto quindi che la velocità di volo dopo il FIX4 doveva necessariamente appartenere al campo subsonico sia per rendere operativo il sistema di controllo automatico di quota sia, e soprattutto, per le considerazioni in precedenza riportate, ritenendo di conseguenza valido il valore di velocità calibrata di 400km/h pari a  $M=0.69$  (TAS=732km/h).

Come ultima osservazione il collegio ha riportato che le predette condizioni di equilibrio sono verificate solo se si prendono come riferimento le caratteristiche del motore Toumansky R-27 e non quelle del Toumansky R-29, restando così giustificata la sua propensione a ritenere che il MiG23 incidentato fosse propulso da questo tipo di motore.

A questo punto, effettuate tutte le predette analisi e ricostruita la possibile traiettoria che il velivolo potrebbe aver percorso fino alle coste italiane, se le sue caratteristiche di autonomia lo avessero permesso (fig.11), il CP ha proceduto a determinare su questa traiettoria il possibile punto di spegnimento del motore per esaurimento carburante ed il conseguente possibile punto di impatto.

## **15. Determinazione dei punti di possibile spegnimento del motore e di possibile impatto.**

Ricostruite le fasi di volo e la traiettoria che il velivolo avrebbe dovuto percorrere, il CP ha potuto determinare la quantità di carburante presente nei serbatoi in corrispondenza del punto S. La valutazione è stata effettuata suddividendo il volo in opportune tratte e, per ognuna di esse, sono stati rilevati i valori di spinta media erogata dal motore, i valori del consumo specifico (consumo di carburante in kg per ogni kg di spinta erogata dal motore) e, di conseguenza, del consumo medio nella tratta considerata. Con tale metodologia, in dettaglio descritta in perizia, il CP ha ricavato la Tab.III-4 di perizia stessa, dalla quale risulta come il consumo di carburante fino al punto S sia stato dell'ordine di 3438kg.

Poichè all'inizio della missione erano presenti nei serbatoi del velivolo 4160kg di carburante (documento presentato dai libici), ne risulta

che al punto S era presente una quantità residua di circa 720kg. S'è fatto inoltre notare come dal Manuale di Volo del MiG23 risulti che al di sotto di 480kg di carburante residuo non sia più garantito il regolare funzionamento del motore, potendosi ad ogni istante verificare il suo spegnimento per irregolarità di alimentazione. Non potendosi prevedere il momento del verificarsi di questo evento, il CP, per favorire al massimo l'autonomia del velivolo ottenendo così risultati conservativi, ha ipotizzato che il flame-out del motore possa essersi verificato al completo esaurimento del carburante, ad esclusione di circa 80kg che sicuramente rimangono intrappolati nel sistema di alimentazione, come affermato anche dai tecnici di Dresda.

Il calcolo dell'autonomia del velivolo è stata pertanto effettuato dal CP sulla base di una quantità residua di carburante al punto S di circa 640kg. Per tale calcolo è importante la valutazione del consumo specifico del motore che dipende dalle caratteristiche del motore stesso e varia con la quota e la velocità di volo. Noto dalla documentazione disponibile il consumo specifico a quota zero e velocità zero (punto fisso), il CP ne ha valutata la variazione con le condizioni di volo incontrate dal velivolo con la metodologia ampiamente descritta in perizia.

Come già in precedenza evidenziato, Casarosa e gli altri hanno effettuato le loro valutazioni ipotizzando che sul velivolo fosse montato un motore Toumansky R-27, ma hanno poi osservato che se vi fosse stato anche un R-29, non si sarebbero avute sostanziali modifiche nei risultati in quanto i due motori hanno consumi specifici a punto fisso del tutto equivalenti (Cap.II-4 di perizia). A riprova di questo, hanno fatto osservare come in corrispondenza di particolari punti della traiettoria, quali il punto B ed il punto di rientro del gregario R, esista sostanziale accordo sulla quantità di carburante residua nel velivolo calcolata dei periti d'ufficio con quella riportata nei diversi documenti depositati dai CPI presso l'ufficio e calcolata facendo riferimento a differenti tipi di motore ma, tutti, di caratteristiche simili. Inoltre, per controllare il livello di precisione delle valutazioni che hanno portato a determinare la predetta quantità di carburante residua, hanno sempre effettuato una nutrita serie di controlli incrociati, ampiamente discussi in perizia, fra i risultati di esse e quanto riportato in documentazioni che i CPI e lo SMA via via depositavano presso l'Ufficio, ottenendo sempre positivi riscontri.

Tenendo conto della quantità di 640kg di carburante residua al punto S, il CP, con i metodi esposti in perizia, ha effettuato il calcolo di autonomia residua del velivolo pervenendo al risultato che lo spegnimento del motore avrebbe potuto verificarsi ad una distanza di circa 170NM dal punto S

stesso, nella ipotesi di volo a quota costante di 12.000m e di velocità costante pari a  $M=0.69$  (circa 400km/h).

Poichè il punto S dista circa 440NM dal punto di decollo, il punto di spegnimento del motore si sarebbe verificato dopo circa 610NM dal decollo, in corrispondenza del punto F00 indicato in fig.12 (fig.III-17 di perizia). A partire da questo punto, per determinare il successivo punto di impatto con la superficie del mare, il CP ha ipotizzato che il velivolo abbia effettuato una planata di circa 40NM, mantenendo pressochè inalterato l'assetto e la direzione di volo corrispondenti al punto di flame-out, impattando quindi in corrispondenza del punto I della predetta figura, posto a circa 650NM dal punto di decollo.

Nella figura il CP ha riportato anche la traccia radar LJ054 che, come sarà di seguito riportato, sembra essere quella che maggiormente potrebbe avvicinarsi alle caratteristiche di rotta che il MiG avrebbe dovuto seguire durante il suo avvicinamento alle coste italiane ed ha osservato come le posizioni dei punti di flame-out e di impatto calcolate differiscano sensibilmente in distanza ed azimuth da quelle ipotizzate nella RCIL.

Il punto I della figura è stato valutato prendendo come riferimento le condizioni di vento fornite dai CPI e calcolate dal CEPMMT nonché le velocità di volo determinate dal FDR utilizzando il diagramma di taratura elaborato dai membri tecnici della CIL sulla base dei punti forniti dai libici.

Successivamente il CP ha valutato la variazione di questo punto prendendo come riferimento i dati meteorologici misurati dal servizio meteorologico AM il giorno dell'incidente e le velocità di volo quali potrebbero valutarsi utilizzando il diagramma di taratura elaborato dai CPI, ottenendo così i punti I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>, I<sub>4</sub> della già citata fig.6 (fig.III-19 di perizia ) nella quale si ha quindi:

I<sub>1</sub> - Possibile area di impatto determinata prendendo come riferimento le condizioni meteorologiche CEPMMT ed il diagramma di taratura delle velocità fornito dalle Autorità libiche.

I<sub>2</sub> - Come sopra, ma prendendo come riferimento il diagramma di taratura elaborato dai CPI.

I<sub>3</sub> - Possibile area di impatto determinata prendendo come riferimento le condizioni meteorologiche AM ed il diagramma di taratura delle velocità fornito dalle Autorità libiche.

I<sub>4</sub> - Come sopra, ma prendendo come riferimento il diagramma di taratura elaborato dai CPI.

Risulta condivisibile la conclusione formulata dal collegio peritale che, fra questi punti, ha ritenuto come più probabile il punto I<sub>3</sub> in quanto



ricavato in base alle condizioni meteorologiche effettivamente presenti nelle ore dell'incidente e nella zona interessata dal volo e non quelle determinate teoricamente in tempi recenti sulla base delle condizioni medie del giorno dell'incidente sull'intera area del Mediterraneo (CEPMMT).

Risulta anche condivisibile l'ulteriore osservazione che tutte le aree di impatto si trovino a sensibile distanza dal punto di ritrovamento del relitto e come non esista correlazione fra traiettoria e presunta traccia LJ054 del MiG23 rilevata dalla Difesa Aerea.

Questo secondo aspetto è stato in dettaglio esaminato nella successiva quarta parte della perizia.

## **16. Parte IV –Analisi delle rilevazioni radar.**

In questa parte della perizia sono analizzate le rilevazioni radar effettuate dalla Difesa Aerea (DA) nel giorno del ritrovamento del MiG23 per ricercare una possibile conferma oggettiva della caduta dell'aereo il 18 luglio 80 e verificare, dalla presenza di una eventuale traccia radar, le ipotesi di traiettoria e di missione formulate dalla CIL e, ufficialmente, dall'AM nel corso degli anni successivi all'incidente.

Il CP ha evidenziato come il compito si sia dimostrato subito complesso a causa della scarsità dei documenti disponibili, essendo andata distrutta la maggior parte della documentazione ufficiale a causa del lungo tempo trascorso. I pochi elementi che si sono potuti raccogliere hanno consentito tuttavia di pervenire a conclusioni che hanno dato almeno una parziale risposta alle due questioni precedenti.

Il CP ha potuto effettuare la lettura dei tabulati radar disponibili utilizzando sia le informazioni fornite da ufficiali dell'AM attraverso deposizioni rese davanti all'Ufficio, sia quelle derivate dalle numerose discussioni con i CPI durante le operazioni peritali.

Prima di passare alla lettura ed all'interpretazione dei tabulati radar, il CP ha premesso una sintetica descrizione del sistema di Difesa Aerea (DA) nazionale, osservando come essa abbia il compito primario di sorvegliare lo spazio aereo italiano con lo scopo specifico di difesa del territorio nazionale, e quindi di individuare e neutralizzare eventuali minacce aeree. Descrizione che coincide con altre formulate nel corso del presente provvedimento e che comunque è utile riportare per la sua completezza.

La sorveglianza dello spazio aereo comporta un'ampia gamma di attività che il CP ha così sintetizzato:

- a) - l'avvistamento/inizializzazione, consistente nella scoperta di un eco radar relativo ad un velivolo e alla sua rappresentazione grafica con i relativi dati significativi (posizione, quota, velocità, rotta, codice IFF, ecc.);
- b) - il tracciamento, operazione mediante la quale la posizione della traccia avvistata viene aggiornata a mano a mano che la stessa si sposta nello spazio;
- c) - la misura di quota, operazione effettuata con specifico apparato radar (quotometro) che consente di individuare la quota dell'oggetto avvistato;
- d) - il riporto "cross-tell", consistente nello scambio di informazioni fra unità di DA, riferito essenzialmente ai dati di avvistamento, tracciamento e identificazione;
- e) - l'identificazione, che si effettua, preminentemente, attraverso la correlazione fra i dati riportati nei piani di volo relativi ai velivoli che operano nella zona interessata e quelli (posizione, direzione, velocità e quota) concernenti le tracce rivelate. L'identificazione dei velivoli militari, può essere effettuata anche mediante il controllo del codice IFF (risponditore di bordo). Qualora non sia possibile correlare i piani di volo disponibili con gli avvistamenti, o non vi sia un adeguato codice di risposta IFF, la traccia viene classificata sconosciuta (unknown). In tal caso, per procedere alla sua identificazione a vista, vengono impiegati i velivoli intercettori di allarme, qualora la traccia assuma aspetti di pericolosità ai fini della salvaguardia della sovranità dello spazio aereo nazionale.

L'organizzazione operativa della difesa aerea italiana, come già s'è visto, è da tempo integrata in quella della NATO e basata sui Centri operativi di settore (SOC, Sector Operating Center) organicamente e fisicamente inseriti nel comando operativo di regione (ROC, Regional Operating Center), sui centri radar principali (CRC, Control and Report Center, Master), sui centri radar e posti di riporto (CRC, RP, Report Center) e, infine, sulle unità velivoli intercettori e missili teleguidati aria-aria.

Il sistema di DA può operare in modo automatizzato o fonetico-manuale. Il sistema automatizzato (Nadge) consente, di rappresentare/aggiornare la situazione aerea in tempo reale, permette la registrazione automatica su nastro della suddetta situazione, fornisce, mediante l'elaborazione automatica dei dati e la loro rappresentazione visiva, adeguata assistenza alla guida degli intercettori pilotati. Il sistema fonetico-manuale, invece, comporta una serie di operazioni manuali in fase di scoperta, visualizzazione, tracciamento e registrazione delle tracce, risultando così fortemente penalizzato in termini di accuratezza e tempestività.

Il CP ha evidenziato come con entrambi i sistemi sopracitati l'identificazione delle tracce, qualora non avvenga mediante il controllo del codice IFF, sia effettuata dagli operatori (IO, Identification Operator), che confrontano i parametri della traccia con i piani di volo disponibili.

All'epoca dell'incidente, il CRC Master di Licola, il CRC di Siracusa e il RP di Pescara operavano ancora in fonetico-manuale, mentre il CRC di Otranto assolveva la funzione di sorveglianza in automatico e quella di controllo dei velivoli intercettori in fonetico-manuale; tutti i rimanenti centri radar (precisamente quello di Marsala e di Jacotenente) operavano in automatizzato.

Il CP ha evidenziato anche come i CRC non master e i RP avessero ridotte autonomie operative, soprattutto per alcune funzioni, per le quali dovevano fare riferimento al sito CRC master dal quale gerarchicamente erano dipendenti.

I diversi siti radar avevano all'epoca nella denominazione dell'Aeronautica Militare la sigla CRAM (Centro Radar dell'Aeronautica Militare) preceduta da un numero d'ordine che ne individuava la posizione geografica. Essi venivano anche contraddistinti con nominativi di fantasia.

Per quanto riguarda la protezione dell'Italia meridionale, regione che dovrebbe essere stata interessata dal volo del MiG23, essa era demandata sostanzialmente ai due siti radar di Otranto (32° CRAM detto "Volpe") e di Siracusa (34° CRAM detto "Campo").

Dall'esame dei diagrammi di copertura dei radar installati nei siti radar di Otranto e Siracusa il CP ha potuto individuare le distanze di avvistamento di velivoli militari tipici (area equivalente radar di  $2m^2$ ), a diverse quote di avvicinamento. Da tale analisi il CP ha osservato che, a parte eventuali mascheramenti orografici, l'area del punto di impatto del velivolo in esame è in piena visibilità del radar di Otranto, mentre il radar di Siracusa potrebbe essere stato interessato solo ai limiti di portata da una eventuale traccia ad una latitudine di circa 37°.

Essendo il 32° CRAM di Otranto slave di Jacotenente, qualsiasi decisione operativa doveva essere presa da Jacotenente stesso; in altre parole Otranto funzionava come centro di rilevazione e riporto dati per Jacotenente, il quale era in ultima analisi responsabile di qualsiasi azione operativa dovesse essere effettuata sulle tracce rivelate da Otranto. Così come già s'è scritto nella parte relativa ai siti.

Le tracce rivelate da Otranto venivano automaticamente registrate dal calcolatore del centro e potevano successivamente essere rese disponibili su supporto cartaceo con opportuni programmi di lettura.

Dalle registrazioni effettuate si possono ottenere - le procedure sono ancora essenzialmente in atto - due tipi diversi di dati: un elenco di informazioni relative alle tracce avvistate dal sito (Track History Recording) ed un elenco di informazioni relative a tutte le sequenze di azioni che sono state intraprese dagli operatori sulle consolle del sito.

I dati registrati venivano inoltre trasmessi automaticamente ai siti limitrofi, per i quali potevano essere di interesse, in cross-tell. Questo serviva sia a non perdere una traccia che usciva dalla zona di competenza di un centro radar, sia a informare centri limitrofi della situazione di eventuale allarme che si fosse venuta a creare nel sito, in modo che tutto il sistema di difesa avesse una visibilità totale dei potenziali pericoli.

Per seguire l'evoluzione di una specifica traccia, vengono effettuate le operazioni di inizializzazione, identificazione, tracciamento, cancellazione.

L'inizializzazione corrisponde alla dichiarazione di "presenza di una traccia" e può essere automatica o manuale, creata, quest'ultima, per quelle zone a copertura radar che presentano particolari problemi per quanto riguarda disturbi elettromagnetici, propagazione anomala, ritorni da particolari oggetti, intenso traffico civile.

L'inizializzazione automatica è effettuata automaticamente dal sistema. Quando viene ricevuto un plot dal video-estrattore del radar che non correla con nessuna traccia esistente nel sistema, questo viene tenuto in memoria per tentare una correlazione con un plot successivo. Quando due plot hanno correlato fra di loro si ha una "traccia tentativo" che non viene visualizzata all'operatore, ma che rimane interna al sistema. Qualora plot successivi correlino con la "traccia tentativo" in un tempo massimo che va da 5 a 7 giri d'antenna si ha l'inizializzazione di una "traccia sistema", che viene visualizzata sullo schermo dell'operatore e che a tutti gli effetti rappresenta un bersaglio aereo.

L'inizializzazione manuale è effettuata dall'operatore ed avviene in conseguenza di due azioni corrispondenti all'azionamento di due pulsanti sulla consolle; "new track" e "position update". Con una "ball tab" l'operatore si posiziona in un punto dello schermo e con l'attivazione di un tasto "new track" fornisce al computer le coordinate iniziali della traccia in via di inizializzazione. Con un successivo posizionamento della "ball tab" e con l'attivazione del tasto "position update" si forniscono al computer le coordinate aggiornate della traiettoria. A questo punto l'operazione di inizializzazione manuale è completa ed è quindi presente nel sistema una traccia con qualifica manuale, visibile sul display e registrabile.

Ad una traccia inizializzata, e quindi presente nel sistema, viene assegnato automaticamente un codice di classificazione formata da due

lettere e tre cifre ottali. Le due lettere sono caratteristiche del sito radar che ha fatto l'inizializzazione e, per il caso in esame, sono: AJ (sigla caratteristica del CRC di Marsala), AM (sigla caratteristica del CRC di Siracusa), LA (sigla caratteristica del CRC di Otranto, slave di Jacotenente), LJ (sigla caratteristica del CRC di Jacotenente).

Se la traccia è stata inizializzata manualmente le prime due lettere sono AA. Non è vero il viceversa, in quanto la sigla AA viene assegnata anche in altri casi, peraltro molto particolari (tracce che nascono in emergenza, tracce inizializzate al di fuori della zona di competenza del sito), che non hanno interesse per il caso in esame.

Una traccia inizializzata può avere la qualifica manuale o automatica. Tale qualifica può essere cambiata dall'operatore con un opportuno comando della consolle. Una traccia inizializzata manualmente o in automatico nasce con la qualifica corrispondente al modo di inizializzazione. La qualifica manuale o automatica ha importanza per la successiva fase di tracciamento.

La procedura di identificazione di una traccia corrisponde alla assegnazione di un codice che è legato alla potenziale minaccia del bersaglio che ha provocato la traccia. Tale procedura riveste un ruolo essenziale nel sistema di difesa aerea, rappresentandone nel contempo l'aspetto più critico. È infatti sulla base della identificazione effettuata che saranno decise ed intraprese le azioni sulla traccia, ai fini di garantire la difesa del territorio nazionale.

I codici identificativi di una traccia sono:

- |       |          |   |
|-------|----------|---|
| 40    | pending  | traccia in attesa di identificazione;   |
| 42    | unknown  | traccia sconosciuta;  |
| 46    | friendly | traccia amica;  |
| 76,56 | zombie   | traccia non NATO (allocata, cioè su cui sono in corso azioni tattiche, o non allocata); |
| 65    | kilo     | traccia con personalità (VIP) a bordo;  |
| 64    |          | traccia di un intercettore assegnato;   |

L'identificazione di una traccia viene effettuata da un operatore specifico presso il sito radar (IO, Identification Operator). Essa è eseguita di norma in base ai piani di volo noti all'IO, oppure alla risposta IFF del transponder di bordo. Qualora questi dati non siano disponibili, oppure non correlino con la traccia sotto identificazione, vengono prese in considerazione tutte le ulteriori informazioni disponibili, come posizione e traiettoria della traccia, informazioni foniche, ed altre.

Caratteristica essenziale della operazione di identificazione è che essa deve essere certa, cioè basata su elementi ritenuti certi dall'IO. Qualora non

vi fossero elementi sufficienti per poter dare una classificazione certa della traccia, questa viene classificata “unknown” (sconosciuta), ed in questo caso si procede normalmente ad una classificazione a vista, facendo alzare in volo gli intercettori.

La procedura di tracciamento consente di seguire l’evoluzione temporale di una traccia di sistema. La modalità di tracciamento può essere manuale o automatica, a secondo della qualifica della traccia stessa.

Nella modalità di tracciamento manuale è l’operatore che fornisce al computer i dati aggiornati relativi alla traiettoria sotto tracciamento. L’operatore posiziona la “ball tab” sulla nuova posizione e mediante il tasto “position update” fornisce i nuovi dati di posizione al computer che provvede così ad aggiornare e tracciare la traccia. Questa modalità di tracciamento è usata tutte le volte che l’eco radar è troppo debole per consentire una rivelazione automatica, e comunque quando il tracciamento automatico presenta difficoltà

Nella modalità di tracciamento automatico è invece il calcolatore che aggiorna automaticamente i dati della traiettoria, estrapolando il dato futuro di posizione sulla base dei punti precedenti. Se il ritorno radar cade all’interno di una finestra di correlazione determinata dal sistema (un cerchio centrato sul punto previsto e di raggio opportuno), allora la traccia viene aggiornata con i dati relativi all’eco radar, altrimenti il sistema ritiene valida l’extrapolazione fatta ed attende il prossimo ritorno radar per tentare una nuova correlazione. In quest’ultimo caso il dato estrapolato viene considerato di qualità più bassa, in quanto non validato da un eco radar rivelato dal sistema e si continua fino a che non si ottiene una correlazione valida.

È possibile il passaggio da tracciamento manuale ad automatico e viceversa tramite un opportuno comando sulla console. Il passaggio da automatico a manuale si ha di norma in tutte quelle situazioni che non permettono al computer di tracciare in automatico in modo soddisfacente. Tale operazione viene effettuata per tutte le tracce con una scala di priorità che dipende dalla classificazione della traccia. In questa scala l’ultimo gradino è relativo alla traccia classificata friendly.

Durante l’operazione di tracciamento viene continuamente aggiornato un parametro detto qualità della traccia, che tiene conto delle correlazioni fra punto previsto dal sistema ed eco rivelato dal radar. Il massimo valore del parametro qualità è pari a 7, corrispondente alla presenza di un eco radar correlante con la traccia in questione. Tutte le volte che non si ha correlazione il valore del parametro qualità viene diminuito di una unità, per cui ad esempio qualità = 5 significa che per due giri d’antenna non si è avuta

correlazione fra un eco radar e la traccia; alla prima correlazione utile il valore del parametro qualità viene automaticamente riportato a 7. È da notare che nel tracciamento manuale l'operazione di aggiornamento della traccia ("track update") è interpretata dal sistema come dovuta ad una eco vera, per cui il valore del parametro qualità viene automaticamente riportato a 7.

L'operazione di cancellazione di una traccia corrisponde alla cancellazione della stessa dalla memoria del computer. Tale cancellazione viene fatta quando il valore del parametro qualità diventa troppo basso, il che corrisponde ad un elevato numero di giri d'antenna in cui non si ha aggiornamento manuale, oppure in cui l'eco del bersaglio non viene correlato alla traccia, nel tracciamento automatico. In sostanza un basso valore del parametro qualità indica scarsa attendibilità dei dati relativi alla traccia (quali ad esempio posizione, velocità, ecc.) e quindi scarsa attendibilità della traccia stessa.

Quando il valore di qualità scende a 2 si accende automaticamente sulla consolle di pertinenza la segnalazione luminosa di low quality. Quando il parametro qualità arriva a 0 la modalità di tracciamento diventa in ogni caso manuale, la traccia viene passata in carico alla consolle del TPO (Track Production Officer ), sulla cui consolle viene segnalato l'evento con la segnalazione luminosa lost track. e la traccia con classificazione friendly (codice 46) viene automaticamente cancellata dal sistema al successivo passaggio dell'antenna per il Nord.

I siti CRC che operano in modo automatico registrano tutto su nastro magnetico. Con opportuni programmi di lettura (riduzione dei dati) dai nastri registrati è possibile ricavare due tipi diversi di tabulati (altri tabulati pure ricavabili dai nastri non danno informazioni aggiuntive): il tabulato THR (Tracking History Recording) e il tabulato CDR (Consolle Data Recording).

Il tabulato THR, di particolare interesse per le analisi effettuate dal CP, si presenta come una sequenza di righe di stampa, nelle quali per ogni colonna sono riportate le informazioni relative a ciascuna traccia presente nel sistema, ampiamente descritte e commentate in perizia.

## **17. Gli avvistamenti radar.**

Al fine di trovare un possibile riscontro alle ipotesi di traiettoria formulata dalla CIL, il CP ha proceduto ad un esame dettagliato delle rivelazioni radar effettuate dalla DA nazionale il giorno 18.07.80, facendo

osservare come l'unica documentazione disponibile siano stati due tabulati relativi alla traccia LJ054 (doc.25 di perizia ), avvistata dal sito radar di Otranto (il tabulato THR o Track History Recording e il tabulato ATM o Automatic Track Mapping) ed un tabulato del tipo THR, relativo alle tracce registrate dal sito di Marsala, dalle ore 07.00Z alle ore 09.24Z circa.

Il CP ha sottolineato come l'esame dei tracciati radar risulti estremamente importante, in quanto un aereo militare che penetra in territorio italiano volando ad una quota di 12.000m, come ipotizzato dalla CIL per il MiG23, deve necessariamente essere avvistato dai radar della DA. Pertanto, considerata la scarsità della documentazione tecnica disponibile, risulta giustificata la metodologia seguita dal CP che ha ritenuto necessario esaminare anche la documentazione relativa a comunicazioni e le dichiarazioni ufficiali rese dai responsabili della DA agli atti, utili per integrare ed interpretare i suddetti dati. Da tale documentazione appare certo che la DA non ha avvistato il MiG23 il giorno 18.07.80. Questo fatto è confermato in tutti i documenti ufficiali e la questione è stata chiaramente espressa dal generale Tascio di fronte alla Commissione Stragi, che ad una domanda del Presidente della Commissione, durante l'audizione del 26.07.89, ha risposto:

“... Le posso confermare che il velivolo non è stato visto (dalla DA), perchè se lo fosse stato avrebbero mandato in volo degli aeroplani per identificarlo, perchè una DA in tanto esiste in quanto ha a disposizione delle coppie di velivoli pronti al decollo per intercettare tutto ciò che non è identificato. La prova che nessuno è andato in volo ad identificarlo è quella che dimostra che la difesa non ha visto. Che poi a posteriori siano stati riepilogati questi dati, che poi si debba investigare perchè non sia stato visto questo è un altro ragionamento, ma il dato di fatto è che il velivolo non è stato visto dalla DA. Che possa essere un errore, che possa essere una colpa, che possa essere un fatto spiegabile o comunque giustificabile questo è un altro discorso, ma non è stato visto...”.

La consapevolezza di non aver avvistato il MiG23 era ben presente negli organi dell'AM. Infatti le prime spiegazioni ufficiali hanno considerato questo fatto come un punto fermo.

In un primo appunto dello SMA sull'incidente, inoltrato al Gabinetto Difesa (doc.26 di perizia ), è infatti riportato:

“... Il velivolo, che non aveva nessuna autorizzazione per il sorvolo e l'atterraggio in territorio italiano, è penetrato nell'area di responsabilità della Difesa Aerea nazionale senza essere stato avvistato dalle postazioni radar della Sicilia e delle Puglie, interessate alla sorveglianza dello spazio aereo sorvolato e doveva pertanto volare a quota inferiore ai 3000mt... . Il velivolo



non può essere penetrato in territorio nazionale ad una quota superiore ai 3000mt, in quanto il sistema radar della Difesa Aerea lo avrebbe certamente individuato ad una distanza di almeno 100NM...”.

Nelle conclusioni dello stesso documento è stato inoltre riportato:  
“... Circa la presenza del velivolo si possono quindi avanzare due ipotesi:  
(1) il pilota, durante lo svolgimento di una regolare missione di addestramento, per un errore di manovra o per avaria agli strumenti di navigazione, deviava dalla rotta e sconfinava in territorio italiano;  
(2) il pilota stava mettendo in atto un piano di evasione, finito tragicamente per superficialità nella pianificazione del volo.  
Quest’ultima ipotesi appare la più attendibile...”.

In un appunto immediatamente successivo (doc.26 di perizia), in netto contrasto con quanto affermato nel precedente, viene riportato:  
“... Il velivolo, che non aveva nessuna autorizzazione per il sorvolo e l’atterraggio in territorio italiano, è penetrato nell’area di responsabilità della Difesa Aerea Nazionale alla presumibile quota di 12000mt... . Circa la presenza del velivolo si possono quindi avanzare due ipotesi:  
(1) il pilota, durante lo svolgimento di una regolare missione di addestramento, per un malore probabilmente avvertito alla quota di 12000mt o per avaria agli strumenti di bordo, deviava dalla rotta e sconfinava in territorio italiano.  
(2) il pilota stava mettendo in atto un piano di evasione finito tragicamente per superficialità nella pianificazione del volo.  
La prima ipotesi è la più attendibile...”.

Nel foglio SMA-342/6585/614-7 del 24.07.80 in risposta ad interrogazioni dei deputati Accame, Cicciomessere ed altri (doc.27 di perizia), si dichiara: “... La presenza del velivolo MiG-23 libico caduto il 18 luglio u.s. in località limitrofa a Castelsilano, in provincia di Catanzaro, non è stata rilevata dal nostro sistema di Difesa Aerea che, peraltro, al momento dell’incidente, era efficiente ed in normale stato di allerta in tutte le sue componenti.

Il velivolo non è stato avvistato in quanto si è avvicinato al nostro territorio a bassissima quota, dove le capacità dei radar hanno talune limitazioni dovute, tra l’altro, all’orografia circostante e ad anomale propagazioni elettromagnetiche...”.

In una nota informativa allegata al foglio SMA-311/001557/00.1 del 25.07.80 (doc.28 di perizia ) si afferma: “... Alla luce degli elementi di situazione dianzi citati e considerato che il velivolo non è stato avvistato dai

radar della Difesa Aerea, peraltro completamente efficienti prima e dopo l'ora dell'incidente, si ritiene:

a. che il velivolo stesso sia penetrato nel territorio italiano a quota non superiore ai 10000 piedi; ...di poter conseguentemente avanzare due ipotesi sulla presenza del velivolo in argomento nello spazio aereo nazionale: 1. per errore di manovra e/o avaria degli strumenti di navigazione e/o malessere il pilota, durante un normale volo di addestramento, ha deviato dalla rotta prevista sconfinando sul territorio italiano; 2. il pilota stava mettendo in atto un piano di evasione che avrebbe dovuto concludersi su un aeroporto italiano, ma che è finito tragicamente per superficialità nella pianificazione del volo e/o mancanza di cartografia adeguata e/o situazione di emergenza carburante.

Premesso che le Autorità libiche sostengono la prima delle ipotesi appena citate, in aderenza a quanto previsto dalle procedure nazionali vigenti, l'apposita Commissione d'inchiesta all'uopo costituita, si presume possa appurare quale delle due sia quella maggiormente attendibile...".

In una nota per il Signor Direttore del S.I.S.MI. inoltrata dal tenente colonnello Alloro in data 29.07.80 (doc.29 di perizia) si avanza l'ipotesi che l'aereo in questione possa essere stato avvistato da un testimone oculare sopra Capo Rizzuto.

Il CP ha ritenuto utile riportare integralmente quanto riferito nella nota: "... il velivolo in questione, secondo altro testimone oculare attendibile, potrebbe essere stato avvistato la stessa mattina verso le ore 10.30/11.00 in località "Le Castella" sita in prossimità del promontorio di Capo Rizzuto (vedasi cartina in allegato 1).

Infatti il secondo testimone ha riferito confidenzialmente all'ufficiale che: - la mattina del 18.07.80 verso le ore 10.30-11.00 mentre era sulla scogliera di "Le Castella" per fare un bagno in mare vedeva apparire all'improvviso dal promontorio di Capo Rizzuto un aereo che viaggiava a bassa velocità ed a bassa quota, tant'è che ne poteva scorgere i contrassegni sotto le ali costituiti da un cerchio, di cui la fonte non è stata in grado di specificare il colore e da un numero 41 o 44; - l'aereo avvistato proveniva dal mare e si dirigeva verso l'interno; il suo volo era regolare, non mostrava difficoltà nè faceva evoluzioni.

B) Dall'osservazione diretta del luogo dell'incidente e dalle relazioni testimoniali l'ufficiale ha tratto le seguenti considerazioni:

1) è possibile che l'aereo caduto a Castelsilano sia lo stesso di quello avvistato su Capo Rizzuto, in quanto:

- l'ora dell'avvistamento è di poco precedente di quella della caduta;

- la direttrice di volo al momento dell'avvistamento è quasi coincidente con quella del momento precedente la caduta.

In conseguenza, dato per identico l'aereo avvistato dai due diversi testimoni, ne consegue che il pilota del velivolo ha dovuto certamente manovrarlo fino a pochi attimi prima dell'incidente in quanto la direttrice Capo Rizzuto-Castelsilano è costellata di collinette di altezza variabile la cui quota va man mano aumentando mentre dal mare si procede verso l'interno e se l'aereo fosse stato senza governo avrebbe certamente impattato prima...".

La CIL richiedeva il 28.07.80 al 3° Regional Operating Center il plottaggio di tutte le tracce relative al giorno 18.07.80, d'interesse per l'inchiesta. Tali dati venivano forniti prontamente dal 3° ROC con alcuni appunti relativi a possibili correlazioni di tracce con il MiG23 (doc.30 di perizia ).

Il CP ha evidenziato come la CIL non abbia considerato il problema degli avvistamenti radar. Infatti nella RCIL non è stata fatta menzione alcuna di tracce radar correlabili con la ipotetica rotta del MiG23, nè tantomeno sono state formulate ipotesi sul mancato avvistamento della DA o su eventuali errori di identificazione del CRC di Otranto. È pertanto giustificata l'osservazione del CP di aver trovato il fatto sorprendente, considerando che il MiG23 era un velivolo militare di un paese certamente non amico, era penetrato per diverse decine di miglia nel territorio nazionale e che ad una quota di 12000m doveva essere visto dai radar della DA, i quali, come riportato in più documenti, quel giorno erano efficienti.

Il CP ha rilevato come solo successivamente, probabilmente dopo i primi risultati raggiunti dalla CIL, quando venne ipotizzato che il MiG23 avesse volato alla quota di 12000m (circa 40.000 piedi), è stato considerato il problema del mancato avvistamento della DA e sono state avanzate ipotesi su eventuali errori di identificazione.

Il CP ha osservato come l'esistenza di una traccia avvistata da Otranto (quella identificata con la sigla LJ054) sulla radiale 162° che potrebbe correlare con la traiettoria del MiG23 sia stata evidenziata in un appunto a firma del generale Zeno Tascio del 5.09.80 (doc.31 di perizia). In detto appunto è stata avanzata l'ipotesi che l'identificazione "friendly" sia dovuta a considerazioni del tutto personali dell'addetto alla identificazione e quindi potrebbe anche essere errata.

L'ipotesi che il mancato avvistamento del MiG23 possa essere derivato da un errore di identificazione, è stata ripresa in un documento SMA del 18.09.80 (doc.32 di perizia).

Successivamente (doc.33 di perizia), su mandato dello SMA, una Commissione nominata dall'ispettore dell'Itav produceva una relazione tecnica nella quale si affermava che dall'esame delle informazioni radar disponibili "... è emerso che tra gli avvistamenti riportati, nessuno di essi ha avuto una classificazione compatibile con quella che sarebbe stata attribuita al velivolo libico qualora identificato...".

La relazione inoltre ha evidenziato che l'unica correlazione possibile con le presunte posizioni del velivolo libico ricavabili dai dati desumibili dalla RCIL fosse data dalla traccia LJ054, per concludere tuttavia che, "...pur essendoci una buona possibilità di correlazione tra la traccia LJ054 ed il velivolo MiG23, tuttavia essa non possa essere determinata con sufficiente certezza...".

Infine, in una "Nota Tecnica dei periti di parte imputata" del 22.03.91 (doc.34 di perizia), la tesi di un errore di identificazione viene considerata praticamente certa, concludendo che la traccia LJ054 avvistata da Otranto è relativa al MiG23 e che "... l'identificazione "amico" è sicuramente discutibile e verosimilmente errata...".

Da quanto riportato risulta deve perciò condividersi l'osservazione del CP secondo cui nella documentazione relativa all'avvistamento del MiG libico non vi sia stata, nel tempo, uniformità di valutazioni.

Successivamente, effettuata l'analisi della documentazione disponibile, il CP ha sottoposto a controllo le tracce radar registrate dai siti di Otranto e Siracusa, in quanto gli unici in grado di rivelare la presenza del MiG23 percorrente la rotta di avvicinamento alle coste italiane ipotizzata dalla CIL.

Il sito di Marsala, sia per la distanza, sia per la conformazione orografica del territorio, non poteva avvistare tracce correlabili con la ipotetica rotta del MiG23; eventuali tracce di interesse sarebbero potute derivare solo da scambi in cross-tell con i siti radar limitrofi.

Il sito di Siracusa non ha registrato tracce correlabili spazialmente con la ipotetica rotta del MiG23.

Nella fig.13 (fig.IV-3 di perizia) sono state invece riportate le tracce avvistate da Otranto che si sono svolte completamente o che hanno avuto dei rilevamenti compresi nell'intervallo di tempo 9.11Z÷9.22Z dalla quale emerge come l'unica traccia correlabile spazialmente e temporalmente con la ipotetica rotta del MiG23 sia la LJ054, che è stata rilevata dal radar con inizio alle ore 09.12Z e fine alle ore 09.23 Z circa.

Nella fig.14 (fig.IV-4 di perizia) il CP ha riportato la sola traccia LJ054 in cui sono stati indicati alcuni numeri d'ordine delle battute radar ritenuti più significativi e, cioè:

1°: battuta di inizializzazione;

32°: sicuramente ultima battuta in cui il radar ha visto l'aeroplano;

72°: battuta nella quale la traccia viene cancellata.

Un esame globale delle tracce ha consentito al CP di osservare come nella zona del mare Ionio di interesse il traffico potesse essere dichiarato normale, con un numero di tracce non elevato, in cui l'unica traccia anomala per direzione poteva essere proprio la LJ054.

## **18. La traccia LJ054.**

Considerata l'importanza della traccia LJ054, in quanto unica correlabile con l'ipotetica rotta del MiG libico, il CP ne ha fatto un esame dettagliatamente descritto in perizia, basato sia sulle informazioni dirette acquisibili dal tabulato Track History Recording (THR) e dal tabulato Automated Track Mapping (ATM) (doc.25 di perizia) sia su informazioni aggiuntive dedotte dai contenuti dei tabulati stessi.

Sulla base degli elementi acquisiti, il CP ha potuto inizialmente osservare come la traccia sia stata inizializzata in modo automatico dal sistema alle ore 09.12.014Z ed identificata "friendly" dal sito master di Jacotenente in 1 minuto e 34 secondi. È stata poi cancellata alle ore 09.22.573Z, dopo circa 11 minuti di tracciamento.

Successivamente il CP ha potuto evidenziare le seguenti informazioni deducibili dal predetto esame:

a) - la console che ha avuto in carico la traccia è stata prevalentemente la n.3. Dopo un breve periodo iniziale in cui la traccia non era assegnata a nessuna console in particolare (era gestita dal sistema), alla riga 10 viene passata alla console n.3 (quando la Qualità è scesa a due). Questa ha tenuto sempre in carico la traccia salvo un piccolo intervallo (righe 32÷36) in cui viene presa in carico dalla console n.1 (forse il TPO, Track Production Officer), apparentemente con l'unico scopo di cambiare le modalità di tracciamento da automatico a manuale e produrre una serie di aggiornamenti manuali della traccia. Successivamente il controllo è tornato alla console n.3 per tornare infine al sistema (riga 66), che la restituisce alla console n.3 (riga 70), quando la Qualità è scesa nuovamente a 2 e viene fatta definitivamente morire.

b) - La traccia è stata “vista” dal radar solo nella parte iniziale, al massimo fino alla riga 32. Successivamente la traccia è stata mantenuta in vita solo con interventi manuali dell’operatore. Questo significa che tutti i dati dopo la riga 32 hanno scarsa affidabilità, in quanto relativi ad aggiornamenti manuali non confermati da nessuna correlazione automatica del sistema.

c) - La velocità del bersaglio, che era all’inizio pari a circa 520DM/h, ha cominciato a diminuire progressivamente fino al valore di circa 475DM/h (riga 32). I valori successivi, tutti in diminuzione, debbono ritenersi poco attendibili in quanto relativi ad aggiornamenti manuali.

d) - Il primo avvistamento si è verificato ad una distanza di circa 126DM. La distanza è andata poi progressivamente diminuendo fino al valore di circa 97DM (riga 32).

e) - La traccia identificata friendly è stata oggetto di particolare attenzione da parte del sito di Otranto che per ben 5 minuti e 30 secondi circa l’ha mantenuta in vita con aggiornamenti manuali (righi 33÷72). Il fatto è stato giudicato dal CP quanto meno singolare per una traccia identificata friendly.

Dopo tali considerazioni generali il CP ha analizzato in dettaglio alcuni aspetti caratteristici relativi alla identificazione friendly ed alla velocità e posizione del bersaglio.

Per quanto riguarda la identificazione friendly il CP ha osservato come, data l’estrema importanza di tale valutazione, essa debba essere basata su dati ritenuti certi dall’operatore, specialmente per tracce nel basso Ionio, provenienti da Sud, che erano trattate con particolare attenzione dalla DA.

Essendo Otranto slave di Jacotenente, la competenza per la identificazione delle tracce avvistate da Otranto era esclusivamente di Jacotenente. Per Otranto era praticamente impossibile interferire nelle identificazioni fatte da Jacotenente in quanto non era sua competenza e non disponeva delle informazioni necessarie per entrare nel merito delle identificazioni fatte da Jacotenente stesso.

Il CP ha ritenuto pertanto che l’ipotesi che Otranto abbia manifestato telefonicamente dubbi sulla identificazione di Jacotenente (doc.34 di perizia), mantenendo così in vita la traccia per attendere una risposta, sia completamente irrealistica. Il CP ha fatto osservare inoltre che una eventuale conferma sarebbe certamente arrivata nell’arco di pochissimi minuti, non giustificando in alcun modo il mantenimento in vita di una traccia friendly così a lungo.

Nella testimonianza del 13.06.91 rilasciata dal sig. Stellato Mattia (doc.38 di perizia), all’epoca assistente identificatore presso il 31° CRAM di Jacotenente si afferma: “... Non ricordo di aver avuto richieste di

conferme di tracce da parte di Otranto il 18.07.80. Ritengo che una richiesta di conferma della identificazione di una traccia proveniente da Sud, nella zona di mare a sud di Crotona, sarebbe stata considerata con una certa attenzione e penso che un tempo di conferma superiore ai 5 minuti sia lungo.

Ricordo che la mattina del 18.07.80 nella identificazione di un traffico su Reggio Calabria, non avendo informazioni per poter effettuare una corretta identificazione, informavo il C.C. (capo controllore; nde). Dopo aver richiesto le sue informazioni, rispondeva che trattavasi di traffico di esercitazione a rientro e quindi di identificarlo friendly...”.

La risposta fa riferimento al fatto che intorno all’ora di avvistamento della traccia LJ054, era terminata una esercitazione NATO denominata Natinad (doc.33 di perizia), che prevedeva la simulazione di incursori nemici da parte di nostri velivoli, per verificare le capacità operative della nostra DA.

La identificazione friendly quindi avrebbe fatto riferimento ad un nostro velivolo che, dopo aver simulato una incursione nemica o dopo aver simulato l’attacco ad un incursore, rientrava alla base.

Allo stato delle informazioni disponibili, il CP non ha avuto motivo di mettere in discussione la valutazione dell’identificatore.

Tale ipotesi, fra l’altro, è congruente con la testimonianza riportata nel doc.23 di perizia, in cui si afferma di aver visto un aeroplano proveniente da Capo Rizzuto e che si dirigeva verso l’interno.

Il CP ha osservato come l’ipotesi avanzata nel doc.23 di perizia (teste di Capo Rizzuto) che l’aereo in questione fosse il MiG libico non sia sostenibile, in quanto il velivolo libico aveva stampigliato sulla coda il numero di matricola 6950, mentre il velivolo avvistato sopra Capo Rizzuto aveva stampigliato il numero 41 o 44, matricola che potrebbe appartenere ad un velivolo italiano; inoltre l’avvistamento a bassa quota è avvenuto in modo congruente con la traiettoria della traccia LJ054.

È giustificabile pertanto la conclusione del CP che la identificazione friendly della traccia LJ054 non appaia irragionevole allo stato degli atti, e che non sia chiaro il motivo per cui Otranto (autonomamente o su indicazioni di Jacotenente?) abbia voluto mantenere in vita una traccia che apparentemente si sarebbe dovuta cancellare almeno al rigo 54 pur non potendosi escludere la possibilità di un errore di identificazione.

Per quanto riguarda l’andamento della velocità della traccia LJ054, il CP ne ha riportato il grafico nella fig.15 (fig.IV-9 di perizia), ricavato dalla THR, dal quale si può osservare una prima progressiva diminuzione di velocità prima della riga 20 e fino alla riga 23. Alla riga 32 si ha un ulteriore calo di velocità; successivamente si hanno due brusche variazioni sempre in

diminuzione ai rigi 40÷43 e 63. Il CP ha fatto notare che dopo il rigo 32 il bersaglio non è più visto in modo automatico dal radar e quindi i relativi dati sono da considerarsi di scarsa o scarsissima attendibilità, essendo basati su dati di posizione praticamente indicati dall'operatore.

In conclusione il collegio fa osservare come fino al rigo 18 la velocità si sia mantenuta pressochè costante e uguale a circa 520DM/h mentre, a partire dal rigo 19 si sia avuta progressiva diminuzione della velocità fino ad arrivare a circa 476DM/h al rigo 32. La predetta diminuzione corrisponde ad una decelerazione media di  $0.157\text{m/s}^2$ .

Per il CP non è stato possibile stabilire le cause della progressiva diminuzione della velocità. In linea del tutto generale essa è stata attribuita ad uno o più dei seguenti fattori:

- decelerazione volontaria del pilota;
- decelerazione non determinata da manovre del pilota, come ad esempio, per il caso in esame, per esaurimento carburante;
- diminuzione apparente, derivante dagli algoritmi di aggiornamento della velocità. Infatti, poichè la quota della traccia non è nota, nel caso che l'algoritmo di aggiornamento assumesse una quota fittizia costante del bersaglio, ad una diminuzione di quota corrisponderebbe un aggiornamento di velocità fittizio, non rispondente alla situazione reale. Questa eventuale causa è stata comunque considerata dal CP trascurabile rispetto alle altre.

Casarosa, Dalle Mese ed Held fanno comunque notare che la diminuzione di velocità è in accordo con un abbassamento di quota che evidentemente deve avere portato il velivolo fuori della portata radar, impedendone così la rivelazione automatica successivamente al rigo 32.

Per quanto concerne la posizione, infine, dall'esame del tabulato il CP ha potuto trarre le seguenti informazioni:

- a) - la traccia LJ054 è stata inizializzata dal sistema ad una distanza di circa 126DM.
- b) - Vi è un periodo iniziale, fino al rigo 13 corrispondente ad una distanza di circa 112DM, in cui la traccia è scarsamente vista dal radar, quasi certamente a causa della distanza. Il bersaglio infatti sta lentamente penetrando nello spazio di copertura.
- c) - Vi è un periodo, da rigo 14 a rigo 23, corrispondente ad una distanza compresa fra circa 112DM e 102DM, in cui il bersaglio è in piena visibilità radar e durante il quale comincia a diminuire la velocità e presumibilmente anche la quota.
- d) - Vi è un periodo, da rigo 24 a rigo 32, corrispondente ad una distanza compresa fra circa 102DM e 96DM, in cui il bersaglio è scarsamente visto



dal radar. Ciò sta a significare che il bersaglio sta progressivamente uscendo dallo spazio di copertura, sicuramente a causa di un abbassamento di quota.

e) - Successivamente al rigo 32 il bersaglio non è più visto automaticamente dal sistema. Ciò significa che è definitivamente uscito dal volume di copertura a causa della bassa quota raggiunta.

Il CP ha rilevato come la successione di cui ai punti b)÷e) sia del tutto normale per un bersaglio in avvicinamento e che nella fase di cui al punto c) inizi una manovra di abbassamento di quota.

Per acquisire informazioni relative alla quota del velivolo nelle varie fasi ci si è dovuti riferire ai diagrammi di copertura verticale ottenendo i seguenti principali risultati:

- ad una quota di 10.000 piedi il bersaglio risulta mascherato al radar fino ad una distanza di circa 110DM, al di sotto della quale è in piena visibilità radar;

- ad una quota di 5.000 piedi il bersaglio risulta mascherato al radar fino ad una distanza di circa 75DM, al di sotto della quale è in piena visibilità radar.

Per una migliore visualizzazione della situazione il CP ha elaborato la fig.16 a) e 16 b) (fig.IV-15a e IV-15b di perizia) nelle quali sono state riportate le curve di copertura a PD=90% e PD=80% , sovrapposte alla traccia LJ054.

I tre periti hanno quindi concluso:

1. un velivolo di SAR=2mq si sarebbe dovuto avvistare ad una distanza=150DM e sarebbe dovuto entrare in piena visibilità radar a partire da una distanza di circa 140DM.

2. Poichè il velivolo non è più stato rivelato dal radar a partire dalle ore 09.17.294Z, si può ritenere che esso sia uscito dal volume di copertura radar circa alle ore 09.18Z. Tale uscita dal volume di copertura può essere dovuta solo alla bassa quota raggiunta dall'aeromobile.

Ad una distanza di circa 95DM tale quota non poteva essere maggiore di 8.000 piedi. La diminuzione di velocità e quindi di quota è iniziata alle ore 09.15Z circa, per cui se il velivolo avesse volato ad una quota di 40.000 piedi si sarebbe abbassato ad una velocità media =10800 piedi/min, corrispondente a circa 215km/h. A tale velocità, supposta costante al di sotto degli 8.000 piedi, avrebbe impattato con il suolo dopo meno di un minuto e cioè a t~9.19Z, largamente inferiore all'istante di cancellazione della traccia avvenuto a t=9.22.57Z.

3. Il profilo di penetrazione illustrato nei precedenti punti a)÷e) è perfettamente compatibile con un velivolo di 2m<sup>2</sup> che avanza ad una quota di circa 15.000 piedi. Avendo iniziato una manovra di abbassamento, esso si è portato, nell'arco di circa 2 minuti, ad una quota di scarsa visibilità radar,

dovuta essenzialmente ai limiti orografici, e quindi intorno ai 6.000÷7.000 piedi (~2.000m), per poi scomparire definitivamente dalla vista radar.

4. Il profilo di volo precedente è inoltre congruente con la testimonianza di cui al doc.23. Si noti infatti che l'ultimo avvistamento radar si è avuto prima di Capo Rizzuto e che quindi, dopo tale avvistamento e in condizioni di non visibilità radar, il velivolo può aver deviato dalla traiettoria, abbassandosi ulteriormente, ed essere stato così avvistato dal testimone definito "attendibile" dallo stesso SMA.

#### **19. Osservazioni conclusive del CP sui contenuti della Parte IV.**

Il CP ha osservato come le testimonianze e gli elementi agli atti possano portare ad ipotizzare che la mattina del 18.07.80 fossero presenti nel basso Ionio, intorno alle ore 11 locali, almeno due aeroplani: il MiG23 libico e un aereo militare avvistato a bassa quota sopra Capo Rizzuto, caratterizzati dalle seguenti fasi finali del volo:

MiG23 Libico.

- Quota di avvicinamento al territorio italiano: 12.000m (circa 40.000 piedi).
- Direzione: 330°.
- Pilota in stato di incoscienza e quindi aeroplano impossibilitato a manovrare.
- Punto di impatto al suolo: località Timpa delle Magare di coordinate 39°16'30" Nord-16°48'00" Est.
- L'impatto avveniva dopo un volo planato dal mare; la quota sulla costa doveva essere tale da far evitare le varie colline presenti lungo il percorso di planata.

Aereo militare avvistato sopra Capo Rizzuto.

- Quota di avvicinamento al territorio italiano sconosciuta. Comunque sopra Capo Rizzuto avrebbe dovuto essere talmente bassa da consentire la vista dei numeri stampigliati sul velivolo e da far rilevare all'estensore del doc.23 di perizia che sarebbe stato necessario manovrare il velivolo per fargli evitare le colline e portarlo sul punto di impatto del MiG libico.
- Direzione: indicata genericamente da Capo Rizzuto verso l'interno della costa.
- Pilota in grado di manovrare.
- Avvistamento compatibile con le testimonianze di cui ai doc.19÷21, che altrimenti sarebbero in contraddizione fra di loro (almeno uno dei due aerei

avvistati, relativi alle testimonianze contenute nei doc.19÷21, potrebbe essere quello visto da altro testimone sopra Capo Rizzuto).

Sulla base dei risultati delle analisi effettuate, il CP ha dedotto un analogo prospetto per il velivolo che ha prodotto la traccia LJ054

Velivolo relativo alla traccia LJ054.

- Quota di avvicinamento al territorio italiano: non determinata dal radar, ma stimabile in circa 15.000 piedi o inferiore. È comunque estremamente improbabile una quota di avvicinamento di 40.000 piedi.

- Direzione: circa 342°.

- Per portare il velivolo sul punto di impatto del MiG libico è necessaria una manovra da parte del pilota.

Dai precedenti prospetti il CP ha osservato come le caratteristiche della traccia LJ054 non si possano adattare alla parte finale della ipotizzata traiettoria del MiG23. I principali punti di divergenza fra l'ipotizzata traiettoria finale del MiG libico e la traccia LJ054 sono stati così sintetizzati:  
a-È estremamente improbabile che le quote coincidano.

b-Vi è una notevole differenza nella direzione.

c-La traccia LJ054 mediante estrapolazioni non arriva al punto di ritrovamento dei resti del MiG; perchè ciò avvenga è necessario che il pilota abbia manovrato il velivolo, contrariamente a quanto sostenuto nella RCIL, in cui si afferma che il pilota era in stato di incoscienza e quindi impossibilitato a manovrare.

Di conseguenza il CP ha ritenuto molto probabile che la traccia LJ054 non possa considerarsi correlabile con la parte terminale della ipotizzata traiettoria del MiG libico.

Poichè, secondo la testimonianza contenuta nel doc.23, era presente nella zona anche un velivolo militare diverso dal MiG libico, il CP ha riportato il seguente ulteriore scenario possibile:

1. la traccia LJ054 è relativa ad un velivolo militare e l'avvistamento sopra Capo Rizzuto è relativo al MiG libico. Questa ipotesi è molto poco plausibile, in quanto il MiG23, provenendo ad una quota di 12.000 metri doveva apparire sui radar della DA ancor prima di essere visto dal teste. Inoltre, sono presenti le stesse incongruenze riportate nei precedenti punti a)÷c).

2. La traccia LJ054 è relativa ad un velivolo militare così come l'avvistamento sopra Capo Rizzuto. Al CP questa ipotesi sembra la più probabile in quanto è compatibile con l'identificazione "friendly" della traccia LJ054, con il profilo di penetrazione nel territorio italiano del velivolo avvistato sopra Capo Rizzuto, ed inoltre è congruente con la

testimonianza del sig. Piccolo (vedi doc.19÷21) in quanto il velivolo citato nella suddetta testimonianza potrebbe essere lo stesso visto su Capo Rizzuto.

Di conseguenza, il CP ha ritenuto come molto probabile la seguente conclusione:

“È molto improbabile che la traccia LJ054 possa ritenersi correlabile alla parte terminale della ipotizzata traiettoria del MiG libico. La traccia LJ054 potrebbe essere relativa al velivolo avvistato sopra Capo Rizzuto la mattina del 18/7/80”

Il CP ha anche osservato che se la DA non ha identificato il MiG libico questo non significa che i radar non lo abbiano rivelato. Il CP ha ritenuto che si possa affermare con assoluta certezza che un velivolo in arrivo sul territorio italiano ad una quota di 12.000 metri, quale doveva essere quella del MiG, avrebbe dovuto essere stato rivelato dai radar della DA.

Quindi, se gli aerei presenti la mattina di quel giorno erano due e se la conclusione precedente è corretta, non risulterebbe traccia della registrazione di un velivolo con le caratteristiche di rotta del MiG libico nella documentazione depositata presso l'AG, e relativa alla registrazione delle tracce radar presso i siti di Otranto e Siracusa.

## **20. Parte V - Funzionamento delle teste di guerra.**

Una esauriente descrizione del funzionamento delle teste di guerra è contenuta nel doc.22 di perizia “Common Anti-Aircraft Warheads in the Year 1980” e nel doc.42 di perizia “Risposte relative all'incarico peritale del 02.02.92 per il Tribunale di Roma”, redatti dal prof.dr.Manfred Held, membro del CP.

Nel primo documento è stata effettuata una descrizione delle caratteristiche di funzionamento di teste di guerra in uso negli anni 80 e nel secondo sono stati riportati i risultati di un esame effettuato sia sulle parti del relitto del MiG23 ancora disponibili, sia sulle numerose fotografie di particolari del relitto depositate presso l'Ufficio, allo scopo di determinare la natura di visibili perforazioni.

Sulla base dei contenuti dei precedenti documenti, qui solo sintetizzati, il CP ha fornito le risposte al secondo quesito formulato dall'Ufficio.

## **21. Classificazione delle teste di guerra.**

Una testa di guerra – si ripete in parte quanto s'è scritto nel titolo dedicato alla perizia sulla caduta del DC9 - è normalmente costituita da una carica esplosiva circondata da un involucro frammentabile oppure da un involucro di frammenti preformati. La presenza dei frammenti è necessaria per aumentare il raggio d'azione della testa di guerra. Infatti, la detonazione della carica esplosiva, nel giro di alcuni microsecondi, produce circa 1.000 litri di gas altamente compresso (a una pressione di circa 100.000 bar) per ogni chilogrammo di esplosivo. La forza di espansione di tali gas altamente compressi crea una “nube” di gas che spinge l'aria in avanti sotto forma di onda d'urto.

La capacità distruttiva dell'onda esplosiva proveniente da una carica convenzionale ad alto esplosivo diminuisce notevolmente in proporzione alla distanza dal punto di detonazione. D'altro canto, i frammenti assorbono una parte dell'energia derivante dalla carica esplosiva in forma di energia cinetica, che li trasporta per distanze maggiori fino al bersaglio. È per questo motivo che la zona letale non è coperta in maniera uniforme dai frammenti come dall'onda esplosiva in espansione volumetrica, dal momento che i frammenti possono spendere la loro energia unicamente nella direzione del loro cammino in volo.

Una testa a frammentazione è in grado di produrre sia frammenti molto piccoli con un'efficienza di penetrazione relativamente bassa, sia un numero ridotto di frammenti che hanno un effetto penetrante maggiore. La corazzatura e le dimensioni del bersaglio, più la zona di letalità richiesta per la testa di guerra, determinano la grandezza ottimale dei frammenti per una carica di determinate caratteristiche (dimensioni e peso di carica).

I gruppi principali sono: a frammentazione naturale e a formazione di frammenti controllata. Quest'ultimo si può dividere in quattro possibili principali tecnologie, vale a dire scanalature all'esterno o all'interno dell'involucro della carica, indurimento zonale del medesimo, scanalature nella superficie della carica.

Le teste frammentanti si possono classificare a seconda del loro disegno oppure del comportamento teorico delle velocità dei frammenti. Il termine “frammento” in questo contesto copre una vasta gamma di tipi, ma, in questa sede, comprende:

a)-frammenti naturali, che risultano dalla disintegrazione dell'involucro quando la carica detona;

- b)-frammenti preformati, ad esempio palle, cubi, aste che vengono accelerati fino ad alte velocità dalla detonazione della carica;
- c)-proiettili (P) di una testa a proiettili multipli, composti da inserti a forma di piatto;
- d)-particelle prodotte dal getto di una carica cava;
- e)-aste collegate alle estremità appartenenti ad una testa a continuous-rod.

A seconda del disegno dell'involucro, i frammenti possono avere diverse velocità e disegni di distribuzione della velocità. Nel valutare la probabilità di colpire il bersaglio, bisogna conoscere le varie velocità e prenderle in considerazione nell'elaborazione dei calcoli. È per questo motivo che le teste di guerra vengono classificate secondo lo spettro di velocità dei loro frammenti in tre gruppi principali:

1)-Teste monotachiche - Nel gruppo di teste monotachiche, una approssimazione iniziale presume che tutti i frammenti abbiano la stessa velocità. In tale gruppo, la massa dell'involucro è omogenea (vi è un quantitativo identico di esplosivo dietro ciascun elemento dell'involucro di frammentazione) e viene applicato un impulso esplosivo uniforme a ogni punto dell'involucro.

2)-Teste politachiche - Sono generalmente costituite dalle teste di guerra a carica cava. L'effetto di carica cava viene ottenuto ricavando sulla base della medesima una cavità, generalmente conica, di profondità ed angolo di apertura appropriati e rivestendo tale cavità con una fodera (liner) metallica di appropriato spessore.

Sotto l'effetto della detonazione di una carica di alto esplosivo (HE), la fodera (liner) della carica cava viene accelerata verso l'asse di simmetria, e, lungo la linea di collasso, si formano un getto e un residuo (sigaro). Il getto della carica cava costituito dal materiale della fodera presenta un gradiente di velocità dall'estremità al residuo, a causa della quale si allunga e si disintegra in particelle con velocità diverse. Con una fodera di rame, ad esempio, la differenza di velocità fra le particelle individuali è di circa 100m/sec.

Una testa con carica cava multipla produce quindi una gamma di frammenti a velocità varianti tra bassa e alta in pochissimo tempo dopo la detonazione della carica. Tali frammenti "politachici" vengono rallentati nell'aria oppure erosi all'estremità in seguito alla loro elevata velocità nell'atmosfera.

3)-Teste mono-politachiche - Quando un involucro omogeneo viene accelerato dalla detonazione di una carica, tutti gli elementi della sua superficie di massa costante raggiungono pressappoco la stessa velocità. Sotto l'effetto dell'esplosione radiale, l'involucro si divide con fratturazioni

trasversali o radiali in vari pezzi di diverse grandezze (frammenti naturali) in funzione della fragilità, durezza e struttura cristallina del materiale, l'intensità dell'impulso esplosivo e valore della temperatura. Tali frammenti di diverse grandezze sono tuttavia rapidamente rallentati dalla resistenza dell'aria a seconda della loro grandezza, con i frammenti grossi e pesanti che volano davanti a quelli più piccoli. Inizialmente monotachico, l'insieme dei frammenti si trasforma in politachico. A causa della diversa massa e velocità, è diversa anche la capacità di penetrazione delle varie schegge, indipendentemente dalla loro forma. Inoltre la geometria irregolare e la diversa area trasversale dei frammenti aumentano ulteriormente l'intervallo di dispersione della capacità di penetrazione dei medesimi. Il potere di penetrazione di piccoli frammenti si riduce più rapidamente con la distanza rispetto a quelli più grandi.

## **22. Il funzionamento delle teste di guerra in particolare.**

Se la carica viene fatta esplodere in un involucro di materiale omogeneo, l'espansione radiale provoca la rottura dell'involucro in frammenti naturali di varia grandezza, generalmente troppo grandi per produrre un effetto distruttivo sensibile su un determinato bersaglio. Per attaccare un bersaglio con una determinata testa di guerra, esiste una grandezza ottimale di frammenti la quale, oltre a conferire un effetto distruttivo adeguato, determina anche un numero di frammenti sufficientemente alto per garantire una adeguata probabilità di colpire il bersaglio.

Il controllo della frammentazione dell'involucro viene effettuato con diverse tecniche, ampiamente descritte nella citata documentazione, che consistono essenzialmente nel creare nell'involucro stesso delle zone privilegiate per la rottura attraverso scanalature od infragilimenti locali oppure sagomando opportunamente la carica esplosiva. Una ulteriore tecnica è quella di predisporre nella testa di guerra dei frammenti preformati a forma di sfere, cubi, aste, ecc. in opportuno numero e di opportune dimensioni.

Un particolare tipo di testa di guerra a frammenti preformati, utilizzata nei missili aria-aria, è la testa "continuous rod" costituita da una serie di aste situate una accanto all'altra intorno ad una carica omogenea, saldate l'una all'altra alle estremità. La detonazione della carica dà un impulso sufficiente a proiettare le aste verso l'esterno in modo radiale, con le saldature alle

estremità che si piegano fino a formare un anello di aste, che non si divide finché non raggiunge circa l'80% della lunghezza teorica del perimetro. La velocità dell'anello e le aste relativamente pesanti conferiscono un discreto effetto distruttivo, specialmente contro una struttura di tipo aeronautico.

I danni sul bersaglio prodotti da una testa di guerra dipendono dall'azione dei frammenti e dall'effetto dell'esplosione.

Il danneggiamento totale prodotto dai frammenti dipende sia dal danno prodotto dal singolo frammento (perforazioni, danneggiamento di componenti, danneggiamento alla struttura ecc.) sia dal danno cumulativo dovuto al fatto che molti frammenti contemporaneamente colpiscono il bersaglio, provocando un danno totale superiore alla somma dei danni singoli prodotti da ogni frammento. Tali effetti cumulativi possono principalmente essere di tipo meccanico, quando più frammenti colpiscono strutture complesse in rapida successione di tempo, sovrapponendo sollecitazioni meccaniche elevate, di tipo idraulico quando i frammenti penetrano in un liquido generando una successione di onde di pressione o quando i frammenti stessi, per effetto delle elevate temperature dovute all'impatto, generano esplosioni.

L'effetto dell'esplosione della testa può provocare danni solo se il bersaglio si trova ad una distanza molto ridotta dal punto dell'esplosione. Per le teste di guerra destinate ad operare con missili aria-aria, tale tipo di danneggiamento non viene considerato nel progetto della testa stessa. Infatti, per le caratteristiche intrinseche dei sistemi di guida dei missili aria-aria, è molto difficile che la detonazione della testa possa avvenire per impatto con il bersaglio ma è estremamente più probabile che essa possa avvenire a distanze dell'ordine di 10÷15m da esso.

Tenendo conto del peso della carica che caratterizza i missili aria-aria, a queste distanze l'effetto di danneggiamento dovuto all'onda d'urto dell'esplosione è del tutto trascurabile.

### **23. Vettori per teste di guerra aria-aria operativi nel 1980.**

Nel caso delle teste di guerra aria-aria i vettori sono rappresentati esclusivamente da missili teleguidati.

Sino al 1980 i sistemi di guida dei missili aria-aria erano costituiti da due soli tipi: sistemi autocercanti, sensibili agli infrarossi (IR) e sistemi autocercanti con illuminazione radar del bersaglio da parte del velivolo (SAR, Semi Active Radar).



Le teste autocercanti sensibili agli infrarossi sono utilizzate per i missili più piccoli (del tipo Sidewinder) e il loro principio di funzionamento è basato sul rilevamento, attraverso un opportuno sensore, della radiazione IR generata dai gas caldi dei propulsori. Tale sistema ricerca in modo autonomo il bersaglio senza bisogno di assistenza da parte del velivolo lanciatore ed è pertanto conosciuto come “lancia e dimentica”.

Questo sistema di guida fino al 1980 non era idoneo per lanci frontali del missile e nel caso di lancio posteriore era caratterizzato da un angolo di rilevamento limitato.

Le gittate tipiche di missili con sistema di guida IR possono ritenersi dell'ordine di 10÷18km, con velocità dell'ordine di 600m/s. Il diametro massimo del missile è dell'ordine di 127mm.

Le teste autocercanti SAR sono utilizzate su missili del tipo Sparrow. In questo caso il radar del velivolo lanciatore illumina il bersaglio e la radiazione elettromagnetica riflessa dal bersaglio viene rivelata dal radar del sistema di guida del missile, che la utilizza per dirigersi sul bersaglio. Il velivolo lanciatore deve pertanto “illuminare” il bersaglio con il proprio radar durante tutta la fase di avvicinamento del missile.

L'angolo di rilevamento per il lancio è compreso fra  $\pm 30^\circ$ , mentre gli angoli di illuminazione possibili da parte del velivolo lanciatore sono dell'ordine di  $\pm 45^\circ$ . La gittata tipica di missili con sistema di guida SAR è variabile fra 25÷100km, con velocità caratteristica di volo dell'ordine di 600m/s. Il diametro del missile è dell'ordine di 200mm.

Nella fig.17 (Tab.V-1 di perizia) sono riportati i missili aria-aria, con le loro principali caratteristiche. In particolare è evidenziata la data di entrata in servizio, quando conosciuta.

## **24. Analisi delle perforazioni visibili sul relitto del MiG23.**

Il CP ha analizzato le perforazioni visibili sui resti del MiG libico ancora disponibili a Pratica di Mare e su una serie di fotografie effettuate dall'AM e da enti militari americani all'epoca dell'incidente.

Gli esami suddetti sono stati dettagliatamente descritti nel doc.42 di perizia e vengono qui sintetizzati ponendo in evidenza i risultati più significativi ai quali il CP ha fatto riferimento per formulare le risposte ai quesiti posti dall'ufficio e per trarre le conclusioni generali.

Durante un'ispezione sul luogo dell'incidente compiuta dall'Ufficio e dal CP in data 06.11.90, fu rinvenuto il reperto n°I, attualmente conservato

presso l'aeroporto di Pratica di Mare. Il reperto, come visibile nella fig.V-3 di perizia, è costituito essenzialmente da un elemento di lamiera scatolato e, presumibilmente, può identificarsi come un portello.

In esso sono presenti due fori sulla superficie, di cui uno di ingresso e l'altro di uscita, come osservabile in fig.V-4 di perizia. Un terzo foro è presente sul supporto della cerniera, come osservabile in fig.V-3 di perizia e, ingrandito, in fig.V-5 di perizia.

Il CP ha concluso che tali fori sono tipici di perforazioni prodotte da proiettili a bassa velocità. Tenendo conto del diametro dei fori il CP ha ritenuto che essi siano stati prodotti da proiettili di pistola od altra arma di simile calibro.

In doc.44 di perizia sono riportate fotografie scattate da personale militare degli USA nei giorni successivi all'incidente, relative al relitto del MiG23 e ad alcuni componenti interni del velivolo stesso.

Particolare attenzione meritano le fotografie n.73 e 75, riprodotte in fig.V-6 di perizia. Il CP ha osservato come esse rappresentino un componente interno del velivolo ed un ingrandimento della zona del suo involucro che i tecnici USA hanno probabilmente ritenuto opportuno evidenziare.

I tecnici dei Cantieri Aeronautici di Dresda hanno identificato questo componente come un contenitore di benzina (non kerosene) non in uso nei MiG23 di tipo UB, MF, ML, BN, ma che potrebbe essere attribuito ad un velivolo della serie MS. La benzina era necessaria per l'avviamento dei motori di vecchio tipo ma non più utilizzata sui nuovi motori. Anche da questo particolare, pertanto, il CP ha tratto una ulteriore conferma dell'ipotesi che il motore del MiG in esame fosse della serie più antiquata e cioè del tipo R-27.

Nella fotografia ingrandita è visibile una evidente perforazione trasversale ed a sinistra di questa sono chiaramente visibili, in superficie, delle tracce imputabili a possibile impatto di schegge secondarie. Non essendo indicata sulla fotografia nessuna scala, il CP non ha potuto valutare le dimensioni del foro principale. Un effetto come quello visibile nella foto, è tipico delle perforazioni da proiettili ad alta velocità che colpiscono due lastre affiancate, come schematicamente indicato in fig.V-7 di perizia, tratta da doc.42.

Il foro principale è quello prodotto dal proiettile che attraversa le due lastre, mentre i fori o le impronte circostanti, sono dovuti all'impatto dei frammenti secondari, prodotti dall'attraversamento della prima lastra da parte del proiettile. Il componente rappresentato nella predetta figura non è stato ritrovato fra il materiale consegnato dall'AM all'AG ed attualmente

giacente presso l'aeroporto di Pratica di Mare. Il giudizio viene perciò dato solo sulla base di fotografie.

Sui reperti n°194, 195, 196, 197 e 198, giacenti presso l'aeroporto di Pratica di Mare e riportati in fig.V-8 di perizia, sono rilevabili perforazioni e danneggiamenti tipici da impatto di frammenti generati da esplosione di teste di guerra.

Da doc.45 di perizia risulta che su questi reperti nel novembre 84 fu effettuata una prova balistica presso la Soc. SNIA/BPD di Colleferro e, di conseguenza, le predette perforazioni e danneggiamenti debbono logicamente ritenersi causati dalla prova stessa.

È pertanto del tutto condivisibile il rilievo effettuato dal CP sulla inopportunità di questa prova, definita tra l'altro nel doc.45 di tipo "non contrattuale", su reperti che, negli anni successivi al 1980, erano rimasti come uniche ed importanti testimonianze di un evento ancora all'esame dell'AG.

## **25. Parte VI - Risposte ai quesiti.**

La risposta al primo quesito relativo alla congruenza fra tracce radar registrate il giorno 18 luglio e l'ipotesi di rotta dell'aeromobile è stata fatta precedere dal CP da una serie di osservazioni nelle quali vengono sintetizzati i principali elementi in base ai quali il CP stesso ha formulato la risposta.

Tali osservazioni sono:

1) - Assumendo come ipotesi di lavoro la documentazione utilizzata dalla CIL, depositata agli atti, e cioè il tracciato della rotta fino al punto S fornito dalle Autorità libiche con relative comunicazioni B/T/B, le condizioni meteorologiche relative al giorno 18 luglio 80 fornite dal Servizio Meteorologico dell'AM ed i diagrammi di taratura per la decodificazione dei dati dell'FDR elaborati dai tecnici AM sulla base dei dati forniti dalle Autorità libiche, il CP ha ritenuto che vi sia una scarsissima correlazione spaziale fra la traccia radar LJ054 e l'ipotesi di rotta seguita dal velivolo dal punto S al punto di presunto impatto I3. Infatti, in questa ipotesi, dalla fig.6 (fig.III-19 di perizia) si può osservare che la prevista traiettoria risulterebbe spostata di circa 70NM ad Ovest della traccia radar e l'area I3 di previsto impatto di circa 130NM a Sud del punto di ritrovamento del relitto.

Il CP ha riportato inoltre che le approssimazioni certamente insite nelle analisi che hanno portato a questo risultato non possano ritenersi di

entità tale da spostare in modo significativo questo risultato e cioè la distanza e l'azimut dell'area I3 rispetto al punto di ritrovamento.

Per quanto riguarda le condizioni meteorologiche, il CP ha ritenuto che quelle fornite dal Servizio Meteorologico dell'AM e riportate in allegato alla RCIL, siano da ritenersi più attendibili di quelle deducibili dalle previsioni effettuate dal CEPMMT, in quanto, le prime, derivanti da analisi e misure effettuate nella stessa mattina dell'incidente, convalidate anche da immagini da satellite relative alle ore 07.42 GMT del 18 luglio 80, come riportato nella RCIL. Tali informazioni sono state definite dal CP come "dati sperimentali".

Al contrario, i dati CEPMMT sono frutto di una analisi teorica effettuata in tempi recenti, e quindi molto distanti dall'epoca dell'incidente, sulla base di dati medi previsti all'epoca dell'incidente relativamente ad una vasta area del Mediterraneo e pertanto, sempre a parere del CP, debbono interpretarsi come "dati teorici".

Da un punto di vista tecnico, pertanto, il CP ha ritenuto logico dover privilegiare i dati sperimentali rispetto ai dati teorici.

È di conseguenza condivisibile il parere del CP di considerare maggiormente attendibili le analisi che indicano la predetta zona I3 come limite di autonomia del velivolo, ivi compreso lo spazio di planata.

2) - Volendo ottenere una migliore correlazione spaziale fra traiettoria percorsa, traccia radar e punto di ritrovamento del relitto, il CP ha fatto osservare come occorrerebbe assumere, rispetto al caso precedente, una diversa documentazione di riferimento costituita dalle condizioni meteorologiche CEPMMT e dal diagramma di taratura per la decodificazione della velocità elaborato dai CPI.

Infatti, sempre dalla fig.6 (fig.III-19 di perizia) il CP ha fatto osservare come, utilizzando questi dati, si potrebbe ottenere un sensibile spostamento dell'area di impatto verso Nord, che passa dalla posizione I3 del caso precedente alla posizione I2. Tale posizione risulterebbe spostata verso Sud di circa 50NM rispetto al punto di ritrovamento del relitto.

Il CP ha fatto inoltre osservare come, supponendo che i principali dati utilizzati per le analisi (velocità, efficienza aerodinamica, consumi specifici, ed altri) siano stati tutti assunti ai limiti più sfavorevoli dei loro intervalli di tolleranza, in questo caso non si potrebbe escludere la possibilità che il velivolo avesse potuto raggiungere la latitudine del punto di ritrovamento del relitto.

Resterebbe comunque ancora non trascurabile lo spostamento verso Ovest della traiettoria rispetto alla traccia radar LJ054 anche se su di esso

avrebbe potuto influire l'indeterminazione della traiettoria stessa nell'intorno del punto C.

In ogni caso, la presenza di tale spostamento, anche se di entità variabile e dipendente dalla predetta indeterminazione della traiettoria, renderebbe ancora molto bassa la possibilità di correlazione fra la possibile traiettoria percorsa dal velivolo e la traccia radar LJ054.

3) - Il CP ha evidenziato come la parte finale della traiettoria del MiG libico non sia correlabile con la traccia LJ054 anche in base ad alcune caratteristiche della traccia stessa, che sarebbero in contrasto con l'ipotetica traiettoria del MiG, quali:

-la classificazione "friendly";

-l'avvistamento troppo vicino al sito radar per un velivolo che si sta avvicinando a 12.000m di quota;

-la scarsa permanenza sullo schermo radar, che indicherebbe una velocità di abbassamento troppo elevata;

-la necessità di manovra da parte del pilota per portare il velivolo che ha prodotto la traccia LJ054 sul punto di impatto del MiG.

4) - Pertanto, volendo ottenere una accettabile correlazione fra traiettoria percorsa dal velivolo e traccia radar LJ054 e fra punto calcolato d'impatto e punto di ritrovamento del relitto, a parere del CP, occorrerebbe effettuare le analisi accettando le seguenti ipotesi iniziali, ferma restando quella di pilota in stato di incoscienza nella fase finale del volo.

a)- Le condizioni meteorologiche rilevate dal Servizio Meteorologico AM il giorno 18 luglio 80 fra la Libia e le coste meridionali dell'Italia, non dovrebbero ritenersi attendibili. Al loro posto occorrerebbe assumere le condizioni meteorologiche previste dal CEPMMT e fornite dai CPI, sensibilmente diverse dalle precedenti nelle zone vicine alle coste italiane. Il CP ha ricordato poi come le condizioni di vento in prossimità delle coste italiane indicate dal Servizio Meteorologico AM, siano derivate da analisi effettuate nella mattina dell'incidente.

b)- Il diagramma di taratura della velocità tracciato dai tecnici AM appartenenti alla CIL sulla base dei dati forniti dalle Autorità libiche, non dovrebbe ritenersi attendibile. Al suo posto dovrebbe essere utilizzata una rielaborazione del diagramma stesso effettuata dai CPI.

c)- Il tracciato della rotta fra il punto di decollo ed il punto S fornito dalle Autorità libiche non dovrebbe ritenersi attendibile. Al suo posto dovrebbe essere utilizzato un tracciato diverso che passasse più ad Est del punto C, oppure che presentasse un diverso angolo di rotta a partire dal punto C stesso, in modo che la traiettoria dopo il punto S fosse opportunamente spostata verso Est.

d)- Conseguentemente non risulterebbero attendibili le informazioni fornite dal gregario, relative all'angolo di prua di 330° mantenuto dal leader della formazione Nemer all'uscita dalla Libia.

e)- La classificazione "friendly" assegnata alla traccia LJ054 dovrebbe essere errata.

f)- Si sarebbero dovute verificare al momento della registrazione della traccia LJ054, condizioni di propagazione elettromagnetica anomala tali da non rendere visibile il velivolo a partire da distanze superiori, pur essendo nel raggio di visibilità del radar di Otranto, e tali da falsare i dati di posizione relativi alla traccia.

Ammettendo tutte queste ipotesi, alla fine si otterrebbe una traiettoria proveniente da Sud, congruente con la traccia radar LJ054, purchè questa si considerasse spostata ad Ovest di circa 5NM rispetto alla posizione registrata dal radar a causa delle predette anomalie di propagazione.

Il CP ha poi evidenziato come, in questo contesto, non troverebbe una logica spiegazione la testimonianza di Piccolo Giuseppe il quale dichiarò di aver visto il velivolo provenire approssimativamente da Nord. A questo punto occorrerebbe anche, secondo il collegio non ritenere attendibile questa testimonianza.

5) - A parere del CP, la traccia radar LJ054 potrebbe essere compatibile con la traiettoria seguita dal velivolo avvistato dal teste posto in prossimità di Capo Rizzuto. Infatti, tale teste avrebbe dichiarato ad un ufficiale appartenente al S.I.S.MI, che lo ha definito "attendibile", di aver visto un velivolo proveniente dal mare e diretto verso l'interno che volava a bassa quota e bassa velocità, secondo la rotta schematicamente indicata nella già citata fig.5 (fig.I-8 di perizia).

L'orario di questo avvistamento è congruente con l'orario dei successivi avvistamenti effettuati dai testi Carchidi e Piccolo nella zona di Castelsilano. La rotta seguita dal velivolo e le sue caratteristiche di quota e di velocità possono ritenersi congruenti con quanto rilevabile dalla traccia radar LJ054. I numeri 41 o 44 letti sul velivolo e diversi dal numero di matricola 6950 del MiG23 giustificerebbero la classificazione "friendly" della traccia radar LJ054.

Pertanto, per poter considerare la traccia radar LJ054 come appartenente al MiG23 e non al velivolo 41 o 44 avvistato, occorrerebbe non ritenere attendibile anche questa testimonianza o, quanto meno, ammettere che nello stesso intervallo di tempo sulla zona fossero passati due diversi velivoli (il MiG23 ed il velivolo avvistato), dei quali uno non avrebbe lasciato traccia radar, pur essendo, per quota e distanza, nel raggio di visibilità del radar di Otranto.

Sulla base di queste considerazioni deve pertanto condividersi la seguente risposta al primo quesito fornita dal CP:

“Tenendo conto della documentazione disponibile agli atti e delle analisi effettuate, il CP ritiene di non poter considerare congruenti la traiettoria del MiG23 ipotizzata nella RCIL e la traccia radar LJ054 per i seguenti principali motivi:

a) - A parere del CP il velivolo MiG23, tenendo conto del carburante imbarcato e delle caratteristiche della missione effettuata (quota, velocità, uso dell’A/B, manovre ecc.), non risulta avere avuto la sufficiente autonomia per coprire la tratta Benina - Castelsilano.

Infatti, tra le possibili zone di fine-volo riportate in fig.III-19 (fig.6 di questo documento) il CP ritiene che la più congruente con la documentazione disponibile presso l’AG sia la I3, ottenuta con l’ormai più volte citata metodologia ed utilizzando le condizioni di vento presenti nella zona la mattina dell’incidente.

b) - A parere del CP la traiettoria seguita dal velivolo secondo le ipotesi formulate dalla CIL (tracciato radar fornito dalle Autorità libiche, comunicazioni B/T/B, pilota in stato di incoscienza) si sarebbe trovata spostata ad Ovest della traccia LJ054 anche nelle ipotesi più favorevoli di maggiori velocità di volo e condizioni meteorologiche CEPMMT (punto I2 di fig.6).

c) - A parere del CP la traccia radar LJ054 può risultare congruente come direzione, velocità di volo rilevata, quota, classificazione friendly con la traiettoria percorsa da un velivolo diverso dal MiG23, osservato dal teste posto in prossimità di Capo Rizzuto.

d) - Le caratteristiche della traiettoria di volo del MiG23 poco prima dell’impatto ipotizzate dalla CIL ( velivolo proveniente da Sud, pilota in stato di incoscienza, motore spento) non corrispondono a quanto osservato dal teste Piccolo (velivolo proveniente da Nord, manovra per evitare il costone, rumore del motore “normale”).

Il CP ritiene di dover evidenziare ancora una volta che per ottenere una possibile congruenza fra traiettoria presumibilmente percorsa dal velivolo, traccia radar LJ054 e punto di ritrovamento dei resti, occorrerebbe operare sulla base di documentazione diversa da quella utilizzata dalla CIL e depositata agli atti presso l’AG, ipotizzare condizioni di propagazione elettromagnetica anomala tali da alterare significativamente i dati relativi alle rivelazioni radar e trascurare importanti testimonianze sull’evento.

Prendere come riferimento una documentazione non in accordo con quella utilizzata dalla CIL, sempre a parere del CP, starebbe ad indicare che

il velivolo dovrebbe aver effettuato una missione di tipo diverso da quella ipotizzata nella RCIL, che il CP ha invece accettato come ipotesi di lavoro, come anche richiesto nel quesito posto dall'AG”.

Per quanto riguarda gli ulteriori quesiti, il CP ha osservato che essi possono suddividersi in due gruppi.

Al primo gruppo appartengono i quesiti di carattere generale sul funzionamento delle teste di guerra e cioè;

“...1) - quali tipi di teste di guerra fossero operativi nel 1980 e su quali vettori potessero essere caricate; 2) - quale sia il funzionamento di una testa di guerra con particolare riguardo a: forma e dimensione delle schegge, traiettoria delle schegge, modalità di danneggiamento o distruzione del bersaglio, distanza massima di scoppio; 3) - ogni altro dato che possa far comprendere il funzionamento, il tipo di danneggiamento e le tracce che possono essere lasciate dalle teste di guerra; ...”.

Per una prima risposta a tali quesiti il CP ha rimandato a quanto esposto nei Cap.2÷5 della Parte V della perizia, sinteticamente riportato nel precedente Cap.6, nei quali è stata effettuata una sintesi dei documenti presentati dal prof.Held.

Nella Tab.V-1 di perizia, tratta dalla predetta documentazione, sono poi riportate le teste di guerra aria-aria operative negli anni 80 ed i relativi vettori.

Al secondo gruppo appartengono i quesiti specificamente riferiti al caso in esame, e cioè:

“...compia il Collegio una analisi balistica relativa ai fori rinvenuti su diversi frammenti del MiG23; 5) - compia, infine, una valutazione dell'ipotesi che tali fori possano derivare da azioni di teste di guerra”.

A tali quesiti il CP ha dato la seguente risposta:

“I soli reperti che hanno mostrato sicure perforazioni attribuibili ad azioni di proiettili, sono quelli riportati in fig.V-3 e V-8.

“Le perforazioni di cui alla fig.V-3 sono attribuibili a proiettili di piccolo calibro e bassa velocità e, presumibilmente, sono stati determinati da colpi di pistola od arma di simile calibro verosimilmente sparati contro il reperto, dopo la caduta del velivolo.

Le perforazioni ed i danneggiamenti dei componenti riportati in fig.V-8 possono ritenersi di tipo simile a quelli usualmente causati da azioni di teste di guerra.

Poichè sui predetti componenti sono state effettuate prove balistiche presso la Soc. SNIA/BPD di Colleferro, è ragionevole ipotizzare che le



perforazioni ed i danneggiamenti in esame siano stati prodotti in quella occasione.

La perforazione visibile sul reperto di fig.V-6, a causa delle sue caratteristiche discusse nella precedente Parte V, potrebbe essere attribuita ad azione di testa di guerra ma, in assenza del reperto e solo sulla base di fotografie, il CP non può avere alcuna certezza su tale origine e pertanto non può escludere che la predetta perforazione possa derivare anche da cause diverse, connesse con l'impatto al suolo del velivolo".

Per completezza di indagine, a conclusione della relazione e dopo aver risposto ai quesiti posti dall'ufficio, il CP ha anche ritenuto opportuno porre in evidenza i contenuti di alcuni documenti esaminati che potrebbero avvalorare l'ipotesi che il MiG23 avrebbe potuto aver raggiunto il punto di impatto presso Castelsilano nel corso dell'effettuazione di una missione di tipo diverso da quella ipotizzata nella RCIL.

Il contenuto di tali documenti può essere così sintetizzato.

1) Il tenente colonnello Mahmud El Tuhami, Presidente della parte libica della CIL, dichiarò che il velivolo libico n°06950 era stato messo a punto per un volo di esercitazione di navigazione aerea in alta quota. Questo non concorda con l'abbigliamento del pilota ritrovato fra i resti del velivolo e con le risultanze di esami effettuati nei laboratori dell'AM su un regolatore di ossigeno ritrovato fra i resti del MiG libico (vedi il paragrafo 3.5 della Parte II e il doc.39) che inducono invece ad ipotizzare una missione a bassa quota (inferiore a 10.000m). Tra l'altro il rapporto dei laboratori AM è stato riportato nella RCIL (All.P) togliendo ogni considerazione relativa alla ipotesi di una missione a bassa quota, formulata dai responsabili delle analisi.

2) Da una serie di testimonianze rese da piloti della società ALI che negli anni 80 operavano come istruttori di volo in Libia, emerge che il giorno venerdì presso le comunità musulmane è considerato giorno festivo e, di conseguenza, presso le basi libiche generalmente non si effettua attività di volo di "routine". Poichè il giorno 18 luglio 80 era proprio un venerdì, si può pensare che, con molta probabilità, la missione del MiG in esame non fosse una missione di addestramento di routine.

3) Le conclusioni di questa relazione fanno escludere che la traccia LJ054 possa essere associata alla presumibile traiettoria percorsa dal MiG libico. Di conseguenza risulta che i radar della DA non hanno rivelato il velivolo incursore. Il fatto che il MiG23 abbia potuto avvicinarsi alle coste italiane senza essere stato avvistato dai radar della DA può essere spiegato solo se il velivolo si fosse avvicinato a quota molto bassa, come tra l'altro correttamente ipotizzato dall'AM stessa nei primi documenti ufficiali subito

dopo il ritrovamento dei resti, in contrasto con l'ipotesi di volo livellato a 12.000m, ipotizzato dalla CIL.

4) In una nota approntata per una riunione al Ministero Difesa del 29.07.80, l'AM sollevava forti dubbi sulla tesi del malore del pilota, sostenuta dai libici e fatta propria dalla CIL. I dubbi si basavano sulle seguenti osservazioni:

- vi erano forti perplessità sul fatto che un MiG23 fosse potuto arrivare fino alle coste italiane dopo aver completato un circuito a sud di Benina e senza serbatoi supplementari;
- era inspiegabile il mancato allertamento dei radar;
- erano inspiegabili alcuni fatti riferiti dai libici, come ad esempio il rientro alla base del gregario o la mancata intercettazione.

Sulla base delle precedenti osservazioni si deve concordare con l'opinione del CP che possa avere una qualche consistenza l'ipotesi che il MiG23 abbia potuto effettuare una missione di tipo diverso da quella ipotizzata nella RCIL.

Questa perizia, di cui si condividono le argomentazioni, con i suoi esiti costituisce un fondamento basilare per la ricostruzione della vicenda del MiG23.

In primo luogo essa accerta che quel velivolo non aveva assolutamente autonomia per raggiungere la Calabria dal supposto punto di partenza in Libia.

In secondo luogo essa accerta che, quand'anche per assurdo si fosse aderito all'ipotesi formulata sulla traiettoria della Commissione italo-libica, tale traiettoria mai si sarebbe potuta correlare alla traccia LJ054, giacchè spostata ad Ovest anche nelle ipotesi più favorevoli di maggiore velocità di volo e condizioni meteorologiche CEP MMT; traccia congruente invece, per direzione, velocità, quota e classificazione con il velivolo visto da teste sulla spiaggia di Capo Rizzuto.

In terzo luogo essa accerta, sui fori che appaiono su diversi frammenti del velivolo, che a parte quelli cagionati da militari di vigilanza con armi di piccolo calibro, altri, quelli che si rilevano sui reperti sottoposti a prove balistiche alla SNIA-BPD di Colleferro, in effetti presentano danni del tipo di quelli causati da teste di guerra; così come quello che appare sul reperto di cui a fig.V-6 - sono le foto nn.73-75 scattate dagli Americani la cui attenzione fu particolarmente richiamata da questo reperto, che poi non sarà più rinvenuto - potrebbe essere attribuito ad eguale causa, cioè azione di testa di guerra.

Queste conclusioni sgombrano il campo a quelle ipotesi sostenute da parti interessate - e su cui continueranno a battersi per anni con energie degne di miglior causa consulenti di parte che presuppongono un carico di carburante inimmaginabile per un velivolo di quell'Aeronautica basato sulla costa mediterranea e per una breve esercitazione (il gregario avrebbe portato un terzo del carburante presupposto) - sulla "fattibilità" del volo supporto Benina-Castelsilano. Ma non solo: rafforzano le ipotesi di messinscena e aprono prospettive nuove sulla causa di caduta di quel MiG.

Innanzitutto si può supporre che il velivolo che ha prodotto la traccia radar LJ054, volutamente abbia seguito quella traiettoria per costruire quella traccia che poi s'è tentato di attribuire al MiG, e altrettanto volutamente si sia portato a bassa quota sempre per simulare la supposta traiettoria del MiG ed imprimere nella memoria di qualche teste oculare il fatto. Così come è avvenuto. Ma la simulazione non è riuscita, perchè ne sono stati notati i numeri di stormo, ben diversi da quelli del MiG; così come ne è stata notata la capacità di manovra, che nella messinscena non era prevista.

In secondo luogo, quanto ai fori rilevati sui frammenti del MiG, le conclusioni peritali servono per dare consistenza ad indizi già emersi. Dapprima al riguardo dei danni sui reperti della prova di Colleferro con testa di guerra. S'è già detto che di quella prova non v'era alcuna necessità e che essa fu condotta con modalità tali da escludere qualsiasi serio intento di studio scientifico. L'intento, con più probabilità, fu quello di nascondere i danni esistenti ovvero confondere i danni della prova con quelli preesistenti - d'altra parte v'era già un progetto S.I.S.MI/SIOS/A di affondamento al largo di quei pezzi per perderne qualsiasi memoria.

Quindi, al riguardo dei danni sul reperto di cui alle predette fotografie 73-75, si deve sottolineare che quel reperto aveva già attirato l'attenzione degli Americani. In esso si nota chiaramente un foro passante ed improntature come da schegge. Ma quel reperto attrasse anche l'attenzione del prof.Held che in un resoconto datato 18 maggio 92 sulla sua missione a Pratica di Mare dell'8 e 9 precedenti al riguardo delle fotografie provenienti dagli Stati Uniti, così si esprimeva "Esaminando le fotografie ... solo una di queste è stata interessante per me. Sulla foto 75 è stata ripresa evidentemente una perforazione trasversale; a sinistra di questa perforazione sono visibili in superficie delle tracce dell'impatto di schegge secondarie. Non essendo stata indicata nessuna scala, è impossibile valutare la grandezza del foro. Un risultato come questo è tipico per le perforazioni delle paratie sulla seconda lastra di mira".

Così come illustrato dalle figure seguenti:



~~CONTROL~~

NON CLASSIFICATO

~~SECRET~~

74

TYPE 12  
TIWC 2.13.6104.0300.00  
UNIT 76 A 11  
DATE 5.5.76  
OCD

~~SECRET~~

Il reperto che è riprodotto dalle fotografie 73-75 della numerazione



statunitense, riportate come s'è detto, in fig.V-6 della perizia è un componente interno del velivolo, identificato da tecnici di Dresda in un contenitore di benzina, necessario per l'avviamento di motori di vecchio tipo. Di tale reperto non s'è trovata più traccia.

Su di esso, a completamento di quanto già scritto da Held, il collegio afferma che un effetto come quello visibile nella foto è tipico delle perforazioni da proiettili ad alta velocità che colpiscono due lastre affiancate come indicato nella figura sopra riportata. Il foro principale è quello prodotto dal proiettile che attraverso le due lastre, mentre i fori o le improntature circostanti sono dovuti all'impatto dei frammenti secondari, prodotti dall'attraversamento della prima lastra da parte del proiettile.

Il collegio correttamente non va oltre sull'origine delle perforazioni. Ma di queste perforazioni si deve tener conto in un quadro più vasto per trarne le dovute conclusioni. Vi sono testimonianze di persone - che peraltro si sono rivelate credibili anche nelle restanti dichiarazioni - che hanno visto il velivolo "foracchiato" e che hanno specificato che questi fori erano sui 18-20 millimetri - quindi ben diversi da quelli di piccolo calibro, cagionati, come detto, con tutta sicurezza da militari di vigilanza. Vi sono le fotografie agli atti, nelle quali con evidenza si notano più fori, precisi a contorni netti in zone senza rilevanti ammaccature, che stanno a significare gragnuole di proiettili ad alta velocità. V'è la "cancellazione" di Colleferro, che non può non stimarsi volontaria. Sono tutti elementi che inducono a ritenere che il

velivolo fu abbattuto, e da altri velivoli che possono aver usato sia mitraglie che missili.

Abbattimento a seguito di inseguimento, come sembrerebbero indicare quei testi di cui si è riferito.

\* \* \* \* \*

**Capitolo III**  
**Consulenze di parti imputate e risposte del collegio**  
**Casarosa – Dalle Mese – Held.**

**1. Consulenza di parte imputata Dell'Oro-Di Natale, 22.02.91.**



In quello stesso febbraio, per la precisione il successivo 19, viene presentato un “Promemoria dei periti di parte imputata” dal titolo “Documentazione agli atti dell’incivolo del MiG23 Libico matricola 6950 analisi validità e completezza dati disponibili” elaborato dall’ing. Dell’Oro Giorgio e dal sig. Di Natale Franco; documento redatto non come i precedenti, sulle perizie e loro seguiti già depositati, bensì nei confronti della perizia in corso, cioè quella affidata al nuovo Collegio, Casarosa - Dalle Mese - Held, denominato tecnico-scientifico. L’intento infatti di questo promemoria è “quello di poter contribuire, con considerazioni di solo ordine tecnico, ad una migliore comprensione della validità delle ipotesi e dati iniziali disponibili agli atti, allo stato attuale, nonché di suggerire l’acquisizione di ulteriori dati comunque ritenuti indispensabili per una ricostruzione precisa della rotta percorsa.” L’iniziativa è stata presa a seguito delle “perplexità” rivelatesi, presso il Collegio peritale, nella interpretazione di documentazione in atti. Gli estensori, affermano di se stessi, sono dotati di esperienza derivante da “...un’attività pluriennale nello specifico settore aeronautico ed in particolare sia in quello operativo sia in quello di sperimentazione e collaudo di velivoli militari di classe analoga a quello oggetto della perizia.”

Ecco nuovamente una precisa affermazione sulla superiorità del bagaglio culturale, come essi stessi lo chiamano, degli esperti dell’AM, utilizzati dagli imputati ai loro fini di parte.

La documentazione in atti, quella principale, era, come rammentano i consulenti:

-“Relazione Tecnico Formale, della Commissione (nominata il 24.07.80) di inchiesta italo-libica, del 23.09.80;

-“Relazione dell’Ispettorato delle Telecomunicazioni e Assistenza al Volo (ITAV) dell’Aeronautica Militare del 15.10.88.

Sulla prima Relazione, i consulenti rammentano che il compito di questo documento era quello di “stabilire le cause che hanno determinato l’incidente in aderenza alla normativa nazionale applicabile”, ovvero individuare le cause dell’incidente.

I libici, sin dai primi momenti, ammisero la perdita del velivolo e chiesero di far parte della Commissione di inchiesta. Pertanto la Commissione, usufruendo anche delle informazioni dei libici, aveva proceduto all’acquisizione di elementi e informazioni, sempre, ovviamente, al fine di stabilire i motivi che avevano determinato la caduta del velivolo. Doveva però precisarsi che ove fosse stata messa in dubbio la provenienza libica del velivolo, nonché la autenticità della pellicola trovata, dal personale AM, all’interno del Flight Recorder (FR), di cui il velivolo in questione era

dotato, ne sarebbe conseguito che tutte le informazioni disponibili, fornite appunto dai libici stessi (dichiarazione del gregario, plotting del radar libico, dichiarazione dell'Ufficio Operazioni libico, tarature dei parametri registrati dal FR ed altre) avrebbero perso di qualsiasi validità. In merito al contributo fornito alla Commissione di indagine da parte di tecnici libici era necessario inoltre osservare che, trattandosi di un velivolo militare di fabbricazione russa, caduto in un paese NATO (siamo nel 1980), il loro contributo è stato limitato, per ovvî motivi di segretezza ai dati da loro ritenuti rilasciabili, ossia al fornire:

-il minimo di elementi utili;

-elementi qualitativi e vaghi, laddove non strettamente necessario, soprattutto per quegli aspetti che potevano costituire informazioni di carattere militare di particolare interesse per i servizi "intelligence" NATO oltre a quelle ormai già derivabili dall'osservazione dei componenti rinvenuti tra i rottami del velivolo, non sarebbero stati affatto utilizzabili. Le informazioni di fonte libica, per ragioni di segretezza limitate alle sole informazioni rilasciabili, pur se all'epoca sufficienti per lo scopo della Commissione Tecnico Formale, dovranno quindi essere adeguatamente valutate nel caso di approfondimenti di altri aspetti dell'accaduto, non richiesti al documento redatto dalla citata Commissione.

Sulla seconda relazione, quella cioè dell'Ispettorato delle Telecomunicazioni e Assistenza al Volo dell'Aeronautica Militare, i consulenti affermano che con tale documento si tentò di verificare se, tra le tracce registrate dal radar di Otranto il 18.07.80, ve ne fosse una riconducibile alla traiettoria del MiG 23. La Commissione dell'Itav non escluse completamente la possibilità che la traccia rilevata non fosse correlabile a quella del MiG23 in questione caduto sulle montagne della Sila. Da tale relazione emergeva, elemento nuovo ed utile alle indagini, la documentazione sulla traccia rilevata dal radar di Otranto e contraddistinta dalla sigla LJ054 che per orario, posizione, rotta e velocità potrebbe corrispondere al velivolo in argomento.

I consulenti procedevano poi all'analisi della validità e completezza dei dati/informazioni tecniche desumibili dalla documentazione agli atti.

Così premettevano, per rispondere alla domanda se un velivolo come il MiG23, nelle condizioni di contorno, in particolari condizioni meteorologiche, e con gli elementi tecnici dichiarati nella documentazione agli atti, potesse raggiungere o meno il punto ove è stato rinvenuto, partendo dalla Libia, e se la traccia rilevata dal radar di Otranto potesse essere riconducibile, nelle fase finale, al percorso effettuato dal MiG stesso, è

necessario, prima di ogni cosa, valutare la validità, la precisione e la completezza degli elementi disponibili per una simile verifica di congruenza.

I fattori fondamentali, per una tale verifica, sono quelli di: -rotta; -velocità al suolo; -combustibile disponibile; -peso all'inizio della tratta considerata; -efficienza aerodinamica e consumo specifico del motore; -caratteristiche di funzionamento dell'autopilota.

Nelle tabelle riportate negli allegati da "A" a "D" è presentata in dettaglio la valutazione delle validità e precisione degli elementi fino ad oggi disponibili agli atti, corredata, negli annessi, da ulteriori delucidazioni.

Per ovvie ragioni, legate agli aspetti della tutela del segreto, le dichiarazioni e le informazioni rilasciate dai libici, non possono essere considerate precise totalmente per quei dati dai quali si potrebbe desumere la posizione dell'antenna radar, le prestazioni di copertura e di frequenza di aggiornamento del rilevamento. Pertanto le rotte, le distanze e le velocità deducibili dalle informazioni rilasciate sono qualitative con una precisione medio/bassa. Lo testimonia il fatto che il plottaggio della traccia, seppur coerente nel suo insieme, in alcuni punti non è pienamente rispondente ai dialoghi Terra Bordo Terra (TBT) ed alle dichiarazioni del gregario.

La ricostruzione della velocità al suolo, partendo dai dati del FR, è soggetta a numerosi errori e all'influenza di fattori quali la temperatura ambiente (T.A.) la intensità e direzione del vento (W.D.) attualmente parziali, non sufficienti e comunque solo stimabili. In particolare, date le caratteristiche del F.R. installato, la forma delle tarature, molto piatte nella zona di interesse, e le poche informazioni fornite dai libici relativamente agli errori sullo zero e di isteresi, si può stimare un margine di errore possibile fino al 10% sulla quota e fino al 20-30% sulla velocità indicata, nonché un ulteriore 5% sulla velocità vera (T.A.S.), come per esempio si ha per T.A. di 20°C superiori a quella standard. Le correzioni dovute almeno all'influenza delle condizioni ambientali (temperature e vento) possono essere comunque introdotte richiedendo:

-al Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica (C.N.M.C.A.) presso l'Itav - Roma (EUR);

-al Centro Europeo Previsioni a media Scadenza (E.C.M.W.F.) Reading UK;

-Servizio Meteorologico Federale (Taglischer Wetterbericht Francoforte GE);

-Berliner Wetterkarte Università di Berlino;

i sondaggi meteorologici delle zone limitrofe dai quali sono poi derivabili, con metodi standard di fisica dell'atmosfera, le condizioni ambientali succitate nella trancia di quota percorsa dal MiG23 a quell'ora della giornata.”

Le informazioni rilasciate dai libici relativamente alle condizioni di peso al parcheggio e combustibile imbarcato sono incomplete. "E' infatti dichiarato il solo combustibile imbarcato, precisano i consulenti, ma non il peso totale del velivolo e l'esperienza insegna che, a parità di configurazione vi possono essere variazioni, dovute ad allestimenti interni non identici, anche nell'ordine di 100kg da velivolo a velivolo. Il combustibile che si ritiene disponibile per l'ultima tratta del volo è quello dichiarato dal gregario che non risulta abbia effettuato esattamente lo stesso profilo di volo ed essendo gregario avrebbe dovuto consumare più del leader."

Le informazioni di consumo specifico del motore in possesso del Collegio d'Ufficio sono riferite a condizioni di quota, temperatura ambiente, velocità e regime motore macroscopicamente diverse da quelle applicabili al MiG nella tratta di volo stabilizzata e cioè senza attività volontaria.

L'errore che si può commettere usando valori inappropriati, può essere in termini di distanza percorsa anche del 15%.

Le informazioni relative alle caratteristiche di efficienza aerodinamica non sono disponibili.

L'adozione di valori di efficienza aerodinamica di velivoli della stessa classe può essere utile, ma non sufficientemente precisa ai fini del calcolo della distanza massima percorribile.

I dubbi relativi all'influenza dell'autopilota sul volo e nella fase di planata verso il punto di impatto non possono essere del tutto sciolti senza conoscere nel dettaglio se e come agisce l'autopilota e in quale punto della catena del comando longitudinale è rilevato il parametro della deflessione dell'elevatore (delta e), registrato sul F.R.

In considerazione di tale grado di insufficienza nelle informazioni a disposizione, i consulenti saggiamente suggeriscono di interpellare o meglio visitare quegli enti occidentali che dispongono di quel tipo di velivolo. MiG23 di provenienza egiziana - accertata l'applicabilità delle informazioni alla versione libica oggetto d'indagine - sono presenti, informano i predetti consulenti, presso il poligono statunitense di Nellis (Nevada) sulla base di Tonapah, e sono impiegati a scopo di addestramento.

Il consiglio sarà seguito dai periti d'Ufficio, che si recheranno però nella base di Dresda il 26.02.92 della Germania Federale, ove dopo la caduta del muro erano stati trasferiti dalla DDR esemplari di MiG23. Ma su questo infra.

Queste infine le conclusioni. I consulenti di parte imputata stimano che la verifica di congruenza richiesta dall'AG non possa essere effettuata con sufficiente precisione per la incompletezza delle informazioni sui dati

fondamentali, di interesse del nuovo mandato, “quali: le condizioni meteorologiche lungo il percorso alle alte quote, le caratteristiche aerodinamiche del velivolo, il consumo specifico del motore nonché il funzionamento dell’autopilota stesso. Mentre la ricostruzione del volo fatta dalla Commissione di inchiesta Tecnico Formale è compatibile con gli elementi resi disponibili allora, una precisa e puntuale verifica di tale congruenza, ai fini del mandato del Collegio d’Ufficio, appare possibile solo attraverso l’acquisizione di altri dati di riferimento alcuni dei quali ora disponibili.”

Seguono allegati ed annessi di rilevante utilità per tutti coloro che all’epoca e in seguito saranno impegnati nelle tematiche relative al velivolo precipitato nell’agro di Castelsilano. Un allegato A con tabella n.1 di riepilogo/analisi degli elementi disponibili ed influenti sulla rotta, che conclude affermando che risulta, fermo restando le probabili ragioni di segretezza, evidente la medio-bassa precisione dei dati di rotta deducibili dal tracciato radar e dalle dichiarazioni libiche. Un allegato B con tabella n.2 di riepilogo/analisi degli elementi disponibili ed influenti sulla velocità al suolo, che conclude affermando che per poter verificare la congruità tra la velocità al suolo del velivolo e quanto rilevato dal radar di Otranto, occorre correggere questi dati, oltre che dagli errori di lettura e sullo zero, per gli effetti della temperatura della velocità del vento nella direzione della rotta percorsa. Un allegato C con tabella n.3 di riepilogo/analisi degli elementi disponibili ausiliari ai fini della ricostruzione. Un allegato D con tabella n.4 di riepilogo/analisi degli elementi disponibili ed importanti sul consumo specifico motore peso velivolo e combustibile a bordo, che si conclude rinnovando l’invito a raggiungere e visitare la base di Tonapah di cui sopra.”

Da ultimo gli annessi:

1. tracciato del radar libico; 2. documenti tecnici del velivolo; 3. relazione Ufficio OPS e Capo OPS di Benina; 4. tarature dei parametri registrati sul F.R.; 5. dati dal F.R.; 6. esame funzioni autopilota; 7. traccia del radar di Otranto;

tutti da tener presenti nelle valutazioni complessive e finali, in particolar modo quelli sui parametri registrati sul F.R., sui dati dal F.R., sulle funzioni dell’autopilota.

**2. Consulenze di parte imputata Brindisino – Di Natale - Ludovisi del 5.07.93 e 15.06.94 e risposte del collegio Casarosa – Dalle Mese – Held del 14.12.93 e 21.03.95.**

## **2.1. Premessa.**

In data 05.07.93 i consulenti di parte imputata (nel seguito CPI) depositarono il documento “Note critiche dei Consulenti di Parte Imputata alla perizia tecnico-scientifica relativa al MiG23 MM 6590 delle forze aeree libiche, precipitato in Sila il 18.07.80” nel quale formulavano critiche e richiedevano chiarimenti su quanto esposto nella perizia tecnico-scientifica. Per brevità di esposizione, nel seguito tale documento sarà indicato con [1].

In data 14.12.93 il collegio peritale (nel seguito CP) depositò il documento “Risposte del Collegio peritale ai rilievi effettuati dai Consulenti di Parte Inquisita” nel quale venivano riportati i commenti del CP su quanto scritto dai CPI nel predetto documento. Per brevità di esposizione, nel seguito tale documento sarà indicato con [2].

In data 15.06.94 i CPI depositarono un ulteriore documento di risposta a quanto esposto dal CP nel predetto documento del 14.12.93. Per brevità di esposizione, nel seguito tale documento sarà indicato con [3].

In data 21.03.95, infine, il CP depositò il documento “Osservazioni del Collegio Peritale sui contenuti del documento presentato all’AG dai Consulenti di Parte Inquisita in data 15 giugno 94” in risposta al precedente dei CPI. Per brevità di esposizione, nel seguito tale documento sarà indicato con [4].

Allo scopo di seguire al meglio i contenuti dei predetti documenti, la sintesi di essi viene compiuta trattando singolarmente i differenti argomenti e riportando tutte le argomentazioni ad essi afferenti, contenute in ognuno dei documenti stessi.

Le osservazioni iniziali dei CPI sono essenzialmente contenute in nove annessi al documento [1] (Annessi A÷I) ciascuno dei quali contiene le osservazioni ad uno o più argomenti trattati nella perizia tecnico-scientifica (nel seguito indicata come PTS).

Nel suo documento di risposta [2], il CP ha organizzato la materia in altrettanti annessi in ognuno dei quali ha effettuato le proprie osservazioni sui contenuti dei corrispondenti annessi del documento dei CPI.

In questo documento, pertanto, in accordo al predetto schema generale di esposizione, verrà effettuata la sintesi dei contenuti di ogni annesso dei predetti documenti [1] [2], ivi comprese anche le successive osservazioni ad essi afferenti contenute nella successiva documentazione[3], [4] prodotta sia dai CPI che dal CP.

## 2.2. Annesso A.

Nell'Annesso A di [1] i CPI hanno formulato osservazioni critiche sui contenuti della PTS relativi principalmente ai compiti assegnati alla Commissione italo-libica (CIL), alla mancanza di dati tecnici del velivolo lamentata dal CP, all'uso effettuato nella PTS del tracciato radar libico e, infine, all'assunzione delle condizioni meteorologiche.

Per quanto riguarda i compiti assegnati alla CIL, i CPI si sono riferiti in particolar modo alle osservazioni effettuate dal CP nella PTS secondo le quali la RCIL non avrebbe contenuto alcuna verifica delle informazioni fornite dai rappresentanti libici, alcun dato tecnico del velivolo, alcun accenno alle metodologie utilizzate per raggiungere le conclusioni esposte.

A questo proposito i CPI hanno osservato come la Commissione fosse stata nominata in accordo a normativa internazionale che prevede la partecipazione di membri della Nazione proprietaria del velivolo quando l'incidente accade fuori dai confini nazionali e, di conseguenza, come i membri libici, all'interno della RCIL, avessero pari dignità dei membri italiani.

Hanno riportato poi come i dati di fatto fossero noti alla Nazione proprietaria del velivolo e non esistesse alcuna condizione al contorno atta a far dubitare della loro autenticità o fornire differenti evidenze rispetto al tipo di missione dichiarata dai libici.

Per questi motivi essi hanno ritenuto corretto che la CIL non avere effettuato alcuna verifica delle informazioni fornite dai rappresentanti libici.

Per quanto concerne il secondo motivo di critica, i CPI hanno osservato come all'epoca fosse molto difficile reperire i dati tecnici del velivolo MiG23 in quanto coperti da segreto militare.

Relativamente a queste osservazioni, il CP, nella sua replica contenuta nell'Annesso A di [2], ha fatto notare come nella PTS non sia contenuta alcuna critica all'operato della CIL, ma siano solo evidenziati i dati di fatto riportati nei precedenti punti che hanno costretto il CP stesso a reperire da altre fonti i dati tecnici del velivolo e quant'altro necessario alle proprie analisi, senza alcun commento in merito.

Essendo in argomento, il CP non ha potuto esimersi dall'osservare che, in effetti, si sarebbe aspettato di reperire nella RCIL un maggior numero di dettagli tecnici relativi al velivolo ed alla sua missione ed ha rilevato come sia difficilmente giustificabile la mancanza di ogni verifica su basi tecniche dell'ipotesi formulata.

A parere del CP, i membri italiani e libici della CIL, e cioè l'intera CIL in modo collegiale, doveva addurre opportune giustificazioni tecniche per sostenere l'ipotesi formulata, limitandosi, eventualmente, a stime di massima senza entrare in calcoli di dettaglio per non violare alcun segreto militare.

Risulta pertanto giustificabile l'opinione espressa dal CP che, in assenza di ogni verifica, il documento redatto è da considerarsi non come perizia tecnica, ma come presa d'atto di quanto affermato da alcuni membri della Commissione.

Il terzo motivo di critica dei CPI ai contenuti della PTS è relativo all'uso fatto dal CP del tracciato radar fornito dai libici che, sia dai CPI che dal CP, è stato definito "grossolano".

Sulla base di questa definizione di "grossolanità", i CPI hanno dichiarato di non capire perchè il CP abbia preso come dato certo la rotta o prua di uscita del MiG dalla Libia.

Hanno criticato poi l'affermazione del CP quando esso ha anticipato di voler effettuare una più precisa ricostruzione della traiettoria sulla base dei risultati delle letture del Flight Data Recorder (FDR) e sull'analisi delle comunicazioni Bordo/Terra/Bordo (B/T/B) contenute nella RCIL.

Essi hanno osservato come sia stata usata una terminologia impropria e non suffragata da alcun dato tecnico, in quanto, a loro parere, non sarebbe possibile effettuare una più precisa ricostruzione della traiettoria poiché l'FDR non registra i dati di angolo di prua e nelle comunicazioni B/T/B essi sono riportati in forma indicativa.

Hanno concluso poi affermando che ogni tentativo di ricostruzione del percorso effettuato dal CP debba ritenersi approssimativo e che sarebbe stato più logico assumere "un ventaglio" di possibili rotte di uscita dalla Libia.

A queste obiezioni il CP ha replicato facendo osservare che la sua definizione di "grossolano" è basata sul fatto che esso è visibilmente tracciato "a mano" su scala ridotta, per cui da esso non possono trarsi alcuni dettagli come ad esempio gli andamenti della traiettoria durante i cambiamenti di rotta o gli stessi andamenti del volo fino al FIX 1 e nell'intorno del punto C, riportati nello schema di fig.III 13 a) della PTS.

Il CP ha comunque rilevato come sia necessario acquisire dal tracciato, tenendo pure conto della sua grossolanità, almeno i seguenti dati "certi", se si vuole dar credito a quanto comunicato dalle Autorità libiche relativamente alla missione del MiG23:



a) - il punto di decollo; b) - le posizioni e relative distanze dei punti A, B, C; c) - le rotte seguite per l'avvicinamento a detti punti; d) - la rotta di uscita dal territorio libico; e) - la posizione dell'ultimo rilevamento radar.

In caso contrario, il CP ha fatto ulteriormente osservare, verrebbero messi in dubbio gli elementi fondamentali della missione supposta e quindi l'intera ipotesi formulata nella RCIL.

Per quanto riguarda l'opportunità di considerare un "ventaglio" di possibili rotte di uscita, il CP ha innanzi tutto evidenziato il motivo principale di questa osservazione derivante dall'esame dello schema di fig.III-13 b) della perizia, dal quale discende che con la rotta di uscita fornita dai libici, nelle condizioni di volo ipotizzate nella RCIL (autopilota inserito, pilota in stato di incoscienza), la traiettoria di volo del MiG risulterebbe spostata notevolmente ad Ovest della traccia radar LJ054 e del punto di impatto (circa 50NM), pur nelle condizioni di vento più favorevoli.

Il CP ha evidenziato di aver invece assunto questo dato come certo in quanto, come calcolato nella PTS, esso risulta congruente con l'angolo di prua mantenuto dal velivolo in uscita dalla Libia, con la velocità di volo e con la componente di vento al traverso.

Pertanto il CP non ha ritenuto di dover modificare questo dato, come non ha ritenuto di dover modificare le posizioni dei punti A, B, C e le loro distanze relative nè ha ritenuto di mettere in dubbio il fatto che il velivolo sia decollato da Benina ed abbia realmente sorvolato tali punti o, quanto meno, come nel caso del punto C, sia passato nelle immediate vicinanze.

È pertanto condivisibile l'opinione del collegio d'ufficio che una qualunque modifica di questi o di altri dati porterebbe a modificare il tipo di missione rispetto a quanto dichiarato nella RCIL, potendo in questo modo ottenere qualunque risultato finale, e che i risultati esposti nella PTS debbano ritenersi validi solo se il velivolo ha effettuato il tipo di percorso ipotizzato nella RCIL. Se si modifica il percorso (o i dati disponibili presso l'AG in base ai quali il CP ha effettuato le analisi) è evidente che può modificarsi il risultato finale.

Per quanto riguarda l'osservazione dei CPI secondo cui il CP avrebbe usato una terminologia impropria e non suffragata da nessun dato tecnico, lì ove dichiara di voler effettuare una più precisa ricostruzione del percorso di volo in quanto non è possibile avere certezze sugli angoli di prua mantenuti dal velivolo, il CP ha risposto che in Meccanica del Volo, quando si parla di "traiettoria percorsa dal velivolo", generalmente ci si riferisce alla variazione rispetto al tempo, o ad altra variabile, di tutti i parametri che definiscono lo stato del velivolo.

Pertanto, ad esempio, l'esame dell'FDR consente di avere una più precisa definizione della traiettoria del velivolo per quanto riguarda l'andamento nel tempo delle variabili quota e velocità.

Il CP ha dichiarato con forza di aver quindi utilizzato una terminologia propria (definizione di traiettoria del velivolo) suffragata da ben precisi dati tecnici (dati leggibili sull'FDR).

In ogni caso, anche volendo dare alla definizione di traiettoria di volo il significato più restrittivo di "percorso effettuato dal velivolo rispetto ad un riferimento terrestre", il CP non ha ritenuto impossibile effettuare una più precisa ricostruzione della traiettoria di volo e, cioè, una migliore e più documentata interpretazione della fasi di volo del MiG23 rispetto a quanto effettuato nella RCIL, attraverso un controllo incrociato fra quanto desumibile dall'FDR in termini di tempi di percorrenza di determinate tratte e quote di volo, dal tracciato radar in termini di posizione dei punti A, B, C, e dalle comunicazioni B/T/B che consentono di definire importanti FIX.

D'altra parte il CP ha evidenziato come questo controllo incrociato sia stato in realtà effettuato nel Cap.3 della Parte II della perizia e come esso abbia consentito di effettuare, appunto, una più precisa ricostruzione delle varie fasi di volo.

Su questo argomento i CPI hanno prodotto ulteriori osservazioni nel loro documento [3], facendo principalmente osservare come il CP, nell'ambito della ricostruzione del percorso del MiG, abbia modificato alcuni parametri, come ad esempio la forma della traiettoria nell'intorno del punto C, ma non altri, come l'angolo di prua di uscita dal territorio libico e, da dati così costruiti, abbia fatto discendere la conclusione che il velivolo non avrebbe potuto raggiungere le coste italiane, evento non escludibile, invece, sulla base dei dati aerodinamici e di autonomia del velivolo.

Tale interpretazione dei fatti è stata basata dai CPI sull'analisi dei due seguenti passi della PTS: "Resta ancora non trascurabile lo spostamento verso Ovest della traiettoria rispetto alla traccia radar LJ054 anche se su di esso può influire l'indeterminazione della traiettoria stessa nell'intorno del punto C, ricostruita dal CP come indicato in fig.III-13-a), sulla base della traccia radar e delle comunicazioni B/T/B fornite dalle autorità libiche".

"Ipotizzando che i principali dati utilizzati per le analisi (velocità, efficienza aerodinamica, consumi specifici ecc.) siano stati assunti ai limiti più sfavorevoli dei loro intervalli di tolleranza, in questo caso non si potrebbe escludere che il velivolo avesse potuto raggiungere la latitudine del punto di ritrovamento del relitto."

Sulla base di questi due passi citati, i CPI hanno quindi dedotto quanto in precedenza esposto e, cioè, che il tracciato radar fornito dalle

Autorità libiche abbia concorso a far escludere al CP la congruenza della traiettoria finale del MiG23 con la traccia radar LJ054, possibile dal punto di vista di prestazioni del velivolo.

Il CP, nella sua replica contenuta nel doc.[4], ha ritenuto tale interpretazione profondamente errata in quanto l'esclusione della congruenza fra traiettoria finale e traccia radar LJ054 è principalmente derivata da considerazioni relative all'autonomia del velivolo.

Il CP ha fatto osservare come i due passi precedenti siano inseriti in un contesto nel quale il CP stesso si era proposto di verificare quali avrebbero dovuto essere le modifiche da apportare ai dati iniziali in possesso dell'AG ed utilizzati dalla Commissione italo-libica (CIL) per ottenere la congruenza fra traiettoria percorsa e traccia radar.

Il CP evidenzia infatti come al termine della pag.VI-6 della PTS, immediatamente prima dei due passi citati, si possa leggere la seguente premessa:

“2) - Volendo ottenere una migliore correlazione spaziale fra traiettoria percorsa, traccia radar e punto di ritrovamento del relitto occorre assumere, rispetto al caso precedente - basato su documentazione CIL; n.d.CP-, una diversa documentazione di riferimento costituita dalle condizioni meteorologiche CEPMMT e dal diagramma di taratura per la decodificazione della velocità elaborato dai CPI.

Sempre dalla fig.III-19 si può osservare che, utilizzando questi dati, si può ottenere un sensibile spostamento dell'area di impatto verso Nord, che passa dalla posizione I3 del caso precedente alla posizione I2.

Tale posizione risulta spostata verso Sud di circa 50NM rispetto al punto di ritrovamento del relitto.”

Seguono poi, in ordine inverso, i due passi in precedenza riportati e, successivamente, la seguente conclusione: “La presenza di tale spostamento, anche se di entità variabile e dipendente dalla predetta indeterminazione della traiettoria, rende ancora molto bassa la correlazione fra la possibile traiettoria percorsa dal velivolo e la traccia radar LJ054”.

In altre parole, con tali considerazioni, il CP ha inteso dimostrare che la scelta delle condizioni meteorologiche CEPMMT, più favorevoli all'autonomia del velivolo, e la modifica del diagramma di taratura delle velocità secondo quanto suggerito dai CPI non sono ancora sufficienti a portare il velivolo sul punto di impatto con traiettoria congruente con la traccia radar.

Per ottenere questo occorrerebbe recuperare ancora 50NM di autonomia (possibile con le ipotesi di cui al secondo passo citato) e

modificare il tracciato radar fornito dalle Autorità libiche, come riportato nel successivo punto 4) della PTS (pag.VI-7).

Il CP ha ritenuto che il senso di questa considerazione sia sensibilmente diverso da quello riportato dai CPI e desunto dall'esame dei due passi citati, avulsi dal contesto.

Per quanto riguarda le modifiche dei dati iniziali, il CP ha confermato di aver provveduto ad adeguare quelli che presentavano visibili contraddizioni e di aver mantenuto validi quelli che tali contraddizioni non avevano, come ampiamente esposto nella documentazione presentata.

Il CP ha ritenuto pertanto di dover confermare le seguenti conclusioni generali riportate alla pag.VI-10 della PTS:

“Il CP ritiene di dover evidenziare ancora una volta che per ottenere una possibile congruenza fra traiettoria presumibilmente percorsa dal velivolo, traccia radar LJ054 e punto di ritrovamento dei resti, occorrerebbe operare sulla base di documentazione diversa da quella utilizzata dalla CIL e depositata agli atti presso l'AG, ipotizzare condizioni di propagazione elettromagnetica anomala tali da alterare significativamente i dati relativi alle rivelazioni radar e trascurare importanti testimonianze sull'evento.

Prendere come riferimento una documentazione non in accordo con quella utilizzata dalla CIL, sempre a parere del CP, starebbe ad indicare che il velivolo dovrebbe aver effettuato una missione di tipo diverso da quella ipotizzata nella RCIL, che il CP ha invece accettato come ipotesi di lavoro, come anche richiesto nel quesito posto dall'AG.”

Parimenti estese ed articolate sono state le osservazioni dei CPI e le relative risposte del CP per quanto riguarda il problema dell'assunzione delle condizioni meteorologiche lungo la rotta seguita dal MiG23.

Nella PTS il CP ha effettuato l'analisi del volo del MiG23 prendendo come riferimento sia le condizioni meteorologiche valutate dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica il giorno dell'incidente, sia le condizioni fornite dal centro meteorologico CEPMMT di Reading (UK) più favorevoli, queste ultime, ad una maggiore distanza percorribile dal velivolo e ad un maggior spostamento verso Est della traiettoria di volo (verso il punto di ritrovamento).

Al termine delle analisi, il CP ha poi espresso il parere di ritenere più attendibili i risultati ottenuti utilizzando le condizioni meteorologiche AM.

Le analisi che hanno condotto a questa conclusione sono state giudicate dai CPI come frutto di conoscenze parziali e, a volte, imprecise.

Essi hanno sostenuto, infatti, che le informazioni meteorologiche AM sono state fornite fino alla quota di 9000m mentre il volo si è svolto per la maggior parte a quote superiori, fino a 12000m. Hanno ritenuto pertanto

l'approccio del CP metodologicamente errato in quanto ha considerato le predette condizioni valide fino ai 12000m ed hanno considerato la ricostruzione del percorso del MiG sul Mediterraneo con i dati meteorologici deducibili dalla RCIL arbitraria e non rispondente alla realtà dei fatti, come deducibile dai dati CEPMMT.

A proposito di questi ultimi i CPI hanno dichiarato che tali dati non sono "previsioni" ma si sono basati su una interpolazione effettuata recentemente con un modello matematico non disponibile nel 1980 prendendo come riferimento i dati medi presenti nell'area del Mediterraneo all'epoca dell'incidente.

La risposta del CP a queste obiezioni è stata estesa e molto articolata.

Essi hanno fatto osservare come fin dalle prime operazioni peritali sia apparso chiaro che, nella ipotesi di rotta di uscita dalla Libia ipotizzata nella RCIL e di volo con autopilota inserito e pilota in stato di incoscienza, le condizioni di vento AM, per i motivi esposti nel par. 4.3 della Parte I della PTS, avrebbero portato il velivolo a sorvolare la punta estrema della Calabria e non l'altopiano della Sila (fig.III-19 della perizia).

Tale constatazione rendeva subito poco credibile l'ipotesi della CIL anche se il velivolo avesse avuto sufficiente autonomia, sia pure con le cautele del caso, dovute al fatto che le condizioni meteorologiche in esame erano relative alla quota di 9000m mentre il volo, approssimativamente dal punto R in poi, si era svolto a circa 12000m di quota.

La possibile differenza di condizioni fra i due valori di quota non era stata comunque ritenuta tale da modificare nella sostanza questo risultato di massima.

Durante successive operazioni peritali, i CPI sostennero che i predetti dati meteorologici non erano da ritenersi applicabili, in quanto validi fino a 9000m, e fornirono all'AG le condizioni meteorologiche sull'area interessata previste dal CEPMMT.

Le condizioni meteorologiche proposte erano più favorevoli all'ipotesi formulata nella RCIL in quanto davano componenti di vento in poppa al velivolo e componenti al traverso (in direzione approssimativamente Ovest-Est) in aumento all'avvicinarsi alle coste italiane, favorendo quindi l'autonomia del velivolo stesso e la deviazione verso Est della sua traiettoria e, quindi, il suo avvicinamento alla traccia radar LJ054 ed al punto di impatto.

Tenendo conto di quanto esposto, il CP ha evidenziato come ad un certo punto dei suoi lavori abbia avuto disponibili due documenti che davano condizioni meteorologiche sostanzialmente diverse, delle quali una derivante da misure effettuate dai laboratori AM nell'immediatezza dell'incidente ed

acquisite agli atti nell'ambito della RCIL e l'altra consegnata all'AG dai CPI, derivante da analisi teoriche effettuate in tempi recenti dal CEPMMT sulla base dei rilievi sull'area del Mediterraneo effettuati nel 1980.

Risulta quindi del tutto condivisibile la metodologia utilizzata dal CP che ha ritenuto più razionale ed intellettualmente onesto effettuare le analisi, prendendo come riferimento entrambe le condizioni, riservandosi poi di effettuare una discussione più approfondita qualora i risultati ottenuti avessero sostanzialmente differito fra loro.

Congruentemente a questa ipotesi di lavoro, il CP ha determinato la possibile posizione del punto di impatto, prendendo inizialmente come riferimento le condizioni CEPMMT, più favorevoli alla ipotesi della CIL (punto I<sub>1</sub> di fig.II-19 della perizia) e, successivamente, ha determinato la possibile variazione di tale posizione, prendendo come riferimento le condizioni AM (punto I<sub>3</sub> della predetta figura).

L'Ufficio ritiene pertanto non condivisibile l'affermazione dei CPI che hanno ritenuto tale approccio metodologicamente errato.

Il CP ha poi evidenziato come la posizione I<sub>3</sub> fosse ancora affetta dall'errore dovuto dall'aver considerato le condizioni meteorologiche di 9000m per un volo che, a partire dal punto R, e cioè, approssimativamente, da circa il 39<sup>mo</sup> minuto di volo, si è svolto a circa 12000m di quota.

Il problema che il CP si è posto è stato quindi di verificare se la presenza di tale errore possa aver alterato significativamente la posizione del predetto punto, tenendo conto che l'errore stesso può essere dovuto principalmente alle seguenti due cause:

- a) - Variazioni di condizioni di vento nell'intervallo 9000÷12000m.
- b) - Variazione di temperatura dalle condizioni standard assunte dal CP alle condizioni reali (ISA + 7°÷8° C come indicato dai CPI nel loro documento);

A questo proposito il CP ha innanzi tutto osservato come le pur sensibili differenze fra le condizioni meteorologiche CEPMMT ed AM non avessero portato variazioni nelle posizioni dei previsti punti di impatto I<sub>1</sub> e I<sub>3</sub> tali da modificare il giudizio sui risultati finali.

A maggior ragione, quindi, il CP ha ritenuto che dovessero considerarsi inessenziali, ai fini dei risultati finali, le differenze di condizioni meteorologiche fra 9000 e 12000m, le quali, al più, avrebbero potuto avvicinare od allontanare di qualche miglio nautico (NM) il punto I<sub>3</sub> al punto I<sub>1</sub>, tenendo anche conto che le condizioni meteorologiche AM davano, in prossimità delle coste italiane, intensità di vento da NW di pari intensità alle quote di 5500m e 9000m e quindi, non essendo segnalati jet-

stream o fenomeni di wind-shear, erano da aspettarsi non determinanti variazioni fra 9000 e 12000m.

Il CP ha osservato poi come le analisi effettuate dai CPI sugli effetti della variazione di temperatura, riportate nella Nota di pag.A/11 del documento [1], fossero anch'esse inessenziali per la determinazione del punto di caduta in quanto essi stessi hanno sostenuto che le condizioni di temperatura effettive avrebbero determinato, alla quota di 12000m, un incremento di velocità di 10kts rispetto a quanto previsto dal CP.

Tenendo conto che il volo a 12000m può ritenersi iniziato approssimativamente in corrispondenza del punto R che, secondo quanto indicato nella fig.III-11 e tenendo conto delle valutazioni di autonomia oraria effettuate nel Cap.4.2 della Parte III della PTS dista circa 39 min di volo dal punto di flame-out, il CP ha dedotto che l'errore sul punto di flame-out, e quindi sulla posizione di I<sub>3</sub>, introdotto da un errore di 10kts sulla velocità, può essere stato di circa 6.5NM, assolutamente inessenziale ai fini del risultato finale.

Per tutto quanto riportato deve pertanto accertarsi il parere del CP secondo cui la procedura impiegata per la stima dell'influenza delle condizioni meteorologiche sulla posizione del punto di impatto sia metodologicamente corretta, in quanto basata su valutazioni critiche derivanti da analisi di sensibilità e, soprattutto, intellettualmente onesta in quanto non privilegia alcuna delle due condizioni meteorologiche contrastanti, delle quali una depositata presso l'AG e l'altra fornita dai CPI a sostegno della loro ipotesi.

Il CP ha riportato poi di aver fornito il proprio parere all'AG ritenendo la posizione I<sub>3</sub> ( $\pm$  qualche NM per quanto in precedenza riportato) più attendibile in quanto i dati AM debbono ritenersi "sperimentali", derivanti cioè da misure effettuate il giorno dell'incidente, mentre i dati CEPMMT sono stati ricavati teoricamente in data recente attraverso modelli matematici basati su condizioni realmente presenti sul Mediterraneo l'asserito giorno dell'incidente (18 luglio 80), come specificato dai CPI, e quindi affetti da maggiori incertezze.

L'Ufficio ritiene quindi che restino valide le riserve su di essi formulate dal CP nella PTS.

Ad ulteriore chiarimento di questo punto, il CP ha effettuato le osservazioni che seguono, prendendo in considerazione una zona dell'Italia meridionale posta nell'intorno delle coordinate 39°Lat.N, 16°30'Long.E.

In corrispondenza di questo punto della griglia, alla quota di 9000m tra le ore 06.00Z e 12.00Z, le previsioni teoriche CEPMMT danno venti da SW (240°÷249°) con intensità variabile tra 34 e 29kts rispettivamente.

Le condizioni rilevate da AM nella mattinata del giorno 18 luglio sull'Italia meridionale ed a 9000m di quota danno invece vento da NW di intensità 40÷50kts.

Come il CP ha evidenziato esiste quindi una sensibile differenza, specialmente per quanto riguarda la direzione di provenienza del vento, anche prendendo come riferimento la stessa quota e la stessa posizione.

Di conseguenza, il criterio di scelta non può essere basato sul fatto che i dati AM sono relativi ai 9000m di quota mentre quelli CEPMMT possono essere estesi anche a 12000m, ma deve essere un criterio che deve portare a rifiutare “in toto” i dati AM a favore di quelli CEPMMT.

Il CP ha poi concluso che il parere sulla posizione I<sub>3</sub> è ovviamente suscettibile di analisi critica da parte dei CPI, ma non giudicando l'approccio metodologicamente errato, le ipotesi errate ed inapplicabili ed i risultati conseguiti arbitrari e non rispondenti alla realtà, ma adducendo, se possibile, validi motivi tecnici idonei a giustificare la scelta delle condizioni CEPMMT invece di quelle AM.

Questo argomento è stato successivamente ripreso dai CPI nel loro documento [3] nel quale essi evidenziano che le condizioni meteorologiche AM indicavano come i venti, inizialmente molto deboli da SW, si sarebbero disposti “durante la mattinata” in direzione W-SW con intensità di 30÷40kts a 300mbar (9000m) e che i dati di Reading indicano che alle ore 12Z del giorno dell'incidente tale disposizione non si era ancora verificata.

Il CP, nella sua replica contenuta nel doc.[4], fa ancora presente come nel punto di controllo assunto (prossimità delle coste italiane) le condizioni CEPMMT debbono ritenersi diverse dalle condizioni AM anche alle ore 12Z (14 locali), quando “la mattinata” era sicuramente trascorsa!

Il CP evidenzia comunque il fatto fondamentale che le differenze fra le due condizioni meteorologiche non inducono nei risultati modifiche tali da alterare le conclusioni raggiunte nella PTS.

### **2.3. Annesso B.**

L'Annesso B al doc.[1] è interamente dedicato alla critica dei CPI alle metodologie utilizzate dal CP per identificare il tipo di motore montato sul MiG23 (R-27 o R-29) e per valutarne le fondamentali caratteristiche.

Per quanto riguarda l'identificazione del motore, il CP ha ritenuto probabile che esso fosse il Toumansky R-27 sulla base di indagini bibliografiche che hanno fatto appurare come un velivolo MiG23 libico



avente numero di matricola molto vicino a quello del MiG incidentato risultasse propulso da un turbogetto R-27, da alcune caratteristiche costruttive del compressore visibili in fotografie dell'R-27 che sembravano coincidere con quelle visibili nelle fotografie scattate all'epoca dell'incidente e, infine, dal fatto che il max.n° di giri leggibile sul FDR non coincideva con quello dell'R-29.

In ogni caso il CP, rendendosi conto che tali argomentazioni non assicuravano alcuna certezza sull'identificazione del motore, ha effettuato tutte le analisi prendendo come riferimento entrambi i tipi di motore.

I CPI hanno criticato i metodi usati dal CP per identificare il tipo di motore facendo rilevare, in estrema sintesi, che velivoli con numeri di matricola anche consecutivi possono avere differenti tipi di motorizzazione, che le caratteristiche costruttive visibili nella predetta figura erano relative al lato turbina e non al lato compressore e che la non coincidenza del max. n° di giri letto sul FDR non coincideva con quello dell'R-29 a causa di alcune imprecisioni nelle letture.

Nella sua replica contenuta nell'Annesso B di [2] il CP ha concordato con i CPI sulle incertezze presenti nell'identificazione del motore ed ha ricordato come, per questo motivo, abbia ritenuto conveniente effettuare le analisi con entrambi i tipi di motore e discutere successivamente i risultati.

Le prime analisi del CP sono state effettuate prendendo come riferimento il motore R-27 principalmente perchè tale scelta consentiva di avere un riscontro congruente con quanto registrato sull'FDR, operando secondo le ipotesi formulate nella PTS. Successivamente il CP ha evidenziato come nel par.4.3 della Parte II della PTS avesse fatto rilevare che, nel caso che il motore fosse stato in effetti un R-29, non ci sarebbe stata sostanziale modifica nei risultati, in quanto la spinta che deve erogare il motore, dovendo essere opportunamente rapportata alla resistenza del velivolo nelle varie fasi di volo, è indipendente dal motore mentre i consumi specifici (consumo per unità di spinta) sono pressochè identici per i due tipi di motore (perizia-Cap.4-Parte II).

Il CP ha riportato inoltre come tale affermazione potesse essere avvalorata dal fatto che in corrispondenza di alcuni punti di riferimento della traiettoria, quali il punto B ed il punto R (fig.III-19 della PTS ), vi era sostanziale accordo sulla quantità di carburante residua nel velivolo (e quindi su quella consumata) calcolata dal CP con quella calcolata dai CPI e dal gruppo di esperti AM che hanno fatto riferimento a differenti tipi di motore, tra i quali l'R-29, ma, tutti, di caratteristiche simili.

Stando così le cose, il CP ha riportato, infine, di aver perso ogni interesse relativamente al problema della identificazione del tipo di motore

presente sul velivolo. Lo stabilire se esso sia stato un R-27 od un R-29 è stato ritenuto un problema puramente “accademico” la cui soluzione avrebbe portato ad una più precisa identificazione del velivolo nel suo complesso, senza alcun effetto sui risultati ottenuti.

Il CP ha concluso poi che se l’Ufficio attraverso proprie indagini od i CPI attraverso canali militari fossero riusciti a stabilire con certezza che il motore montato sul MiG23 fosse stato un R-29, esso non avrebbe avuto alcuna difficoltà ad accettare questo risultato in quanto privo di ogni effetto sui risultati finali.

Risulta pertanto condivisibile la conclusione del CP che ha ritenuto irrilevanti ai fini dei risultati finali le osservazioni formulate dai CPI volte a sostenere l’ipotesi che il motore montato sul velivolo fosse un R-29, ipotesi del resto già considerata dal CP stesso nella PTS.

La seconda parte dell’Annesso B di [1] è dedicata alla critica dei CPI nei riguardi del metodo con il quale il CP ha valutato le caratteristiche di spinta e di consumo specifico del motore.

Tale metodo, come dettagliatamente esposto dal CP nella PTS, è essenzialmente basato su formule reperibili in letteratura e comunemente utilizzate a livello di progetto preliminare dei velivoli, le quali consentono di ricavare le caratteristiche di spinta e di consumo specifico al variare della quota e della velocità, note quelle a punto fisso (spinta max. e consumo specifico a quota zero e velocità zero).

I CPI hanno osservato come queste formule non siano usuali ma assolutamente empiriche, non tenendo esse conto dei molteplici parametri, oltre quelli considerati, dai quali le caratteristiche considerate possono dipendere (variazioni del ciclo termodinamico, regolazione della temperatura in turbina, rapporto di espansione variabile, ecc.).

Hanno poi affermato che le formule utilizzate dal CP potrebbero fornire valori veritieri solo se applicate a particolari condizioni di volo. In caso contrario hanno ironicamente affermato che esse renderebbero felici le ditte costruttrici dei motori che, per ricavare i predetti parametri per tutte le condizioni di volo, spendono ingente parte del loro tempo.

A sostegno di tali affermazioni i CPI hanno allegato una serie di grafici nei quali viene effettuato il confronto fra i reali valori di spinta e consumo specifico di un motore J-79 ed un motore R-29 ad assegnati valori di quota con quelli calcolati secondo il metodo del CP, osservando come i risultati siano coincidenti solo per particolari valori del n° di Mach.

Il CP, nella sua replica contenuta nell’Annesso B di [2], ha rilevato come tali considerazioni siano da considerarsi di una estrema banalità in quanto esso stesso aveva chiarito nella PTS che queste formule sono

usualmente impiegate a livello di progetto preliminare sia dei motori che dei velivoli e quindi, necessariamente, per loro stessa definizione, forniscono valori approssimati.

Commentando i dati riportati nei predetti diagrammi, il CP ha osservato come per quanto riguarda il valore di spinta durante il volo manovrato per il quale la formula è stata usata, che si svolge tra  $M=0.8$  e  $M=1$ , i valori calcolati dal CP sono approssimati per eccesso rispetto a quelli considerati dai CPI di quantità variabili tra l'8% ed il 2%, mentre l'ordine di approssimazione dello SFC valutato con la formula del CP è in eccesso di circa il 7% per ogni valore del n° di M, alla quota di 12000m.

Per quanto riguarda l'ironia su queste approssimazioni fatta dai CPI quando hanno affermato che, se le formule proposte dal CP dessero valori esatti (cosa che comunque non è stata mai scritta nella PTS), esse farebbero la felicità dei costruttori dei motori, il CP ha fatto osservare come essa sia stata del tutto ingiustificata ed abbia servito solo a dimostrare che i CPI, probabilmente, non hanno sufficiente esperienza progettuale e di ricerca in campo aeronautico.

Mantenendo lo stesso tono ironico, il CP ha invece osservato che i valori delle suddette approssimazioni, accettando pure come "esatti" i dati assunti come riferimento dai CPI, a causa della loro bontà, avrebbero fatto impazzire di gioia ogni tecnico esperto nei precedenti campi professionali.

A maggior riprova di questo, il CP ha eseguito un calcolo di verifica determinando la variazione della distanza del punto di spegnimento del motore dal punto di decollo, assumendo i dati forniti dai CPI invece di quelli assunti nella PTS e derivanti dai calcoli effettuati dal CP con le predette formule.

I risultati di questo controllo, ampiamente esposti e discussi nell'Annesso B di [2], hanno dimostrato che, con i dati presentati dai CPI, lo spegnimento del motore si sarebbe verificato a 613NM dal decollo contro le 598NM previste nella PTS.

Il valore calcolato dal CP risulta quindi approssimato per difetto dell'ordine del 2.5% rispetto a quello calcolabile con i dati dei CPI.

Il CP ha ribadito come tale differenza sia assolutamente priva di influenza sui risultati presentati nella PTS restando quindi dimostrato quantitativamente come differenti tipi di motore, purchè caratterizzati da valori simili dello SFC, non abbiano sostanziale influenza sulle caratteristiche di autonomia del velivolo e come la metodologia seguita dal CP per valutare le caratteristiche del motore, sia pure approssimata, sia stata adeguata agli scopi previsti.

Nell'ultima parte dell'Annesso B di [1] i CPI hanno criticato infine l'affermazione del CP secondo cui nel tratto di escursione finale della manetta di controllo della spinta del motore, ci sia corrispondenza approssimativamente lineare fra spinta e valore del n° di giri del motore (leggibile sul FDR), ritenendo questa approssimazione non corretta e tale da aver determinato una sovrastima della spinta erogata dal motore.

A questo proposito il CP ha rilevato come per effettuare il calcolo di autonomia dei velivoli sia necessario conoscere la spinta erogata dal motore nelle condizioni di volo considerate ed il consumo di carburante ad essa associato.

Ha poi ricordato come la missione ipotizzata per il MiG23 possa ritenersi composta da due fasi distinte, delle quali la prima fino al punto R è caratterizzata da condizioni di volo prevalentemente non stazionarie mentre la successiva è caratterizzata da condizioni di volo pressochè costanti.

Poichè in corrispondenza del punto R (fig.III-19 della PTS ) esiste la comunicazione del gregario che informa gli organi di controllo di avere a bordo 1120kg di carburante il CP ha affermato che, a rigore di logica, il calcolo di autonomia del velivolo del leader poteva essere effettuato a partire da questo punto, ipotizzando disponibile una simile quantità di carburante. Dopo il punto R il volo si è svolto in condizioni stazionarie, e cioè con spinta erogata dal motore eguale alla resistenza aerodinamica del velivolo, rendendo quindi necessaria la conoscenza del solo consumo specifico per la valutazione dell'autonomia, essendo nota la spinta per altra via.

Poichè la conoscenza della quantità di carburante disponibile al punto R è di fondamentale importanza per le successive analisi di autonomia, il CP ha ritenuto conveniente effettuare una stima dei consumi anche durante la fase di volo precedente il punto stesso, per effettuare un opportuno controllo su quanto dichiarato dal gregario.

Poichè le condizioni di volo prima del punto R sono state prevalentemente non stazionarie (spinta erogata dal motore diversa dalla resistenza aerodinamica del velivolo) il CP ha evidenziato come sia stato necessario mettere a punto il predetto metodo che consentisse di valutare, oltre che lo SFC, anche la spinta nelle volute condizioni di volo.

Per quanto riguarda il metodo di valutazione della spinta a partire dai dati dell'FDR criticato dai CPI, il CP ha controllato che, ipotizzando i valori di spinta massima a SL che caratterizzano il motore R-27 ed applicando la predetta metodologia alle condizioni stazionarie, si otteneva una buona corrispondenza fra spinta calcolata e resistenza aerodinamica del velivolo.

Poichè la predetta rispondenza fra spinta dedotta dall’FDR e condizioni di volo del velivolo è un dato di fatto, il CP ha solo aggiunto che se il motore fosse stato effettivamente un R-27, tale risultato potrebbe essere giustificato; in caso contrario la metodologia dovrebbe essere considerata di tipo “empirico”, valida solo per il caso in esame.

Il CP ha inoltre ricordato che la validità del metodo è stata provata anche da quanto in precedenza esposto e, cioè, dal fatto che in corrispondenza dei punti B ed R del tracciato (fig.III-19 della PTS) esiste sostanziale accordo sulla quantità di combustibile residuo nel velivolo valutata dal CP, dai CPI e da tecnici AM, utilizzando differenti metodologie e differenti tipi di motore.

Per quanto esposto il CP ha ritenuto le osservazioni critiche effettuate dai CPI nell’Annesso B assolutamente irrilevanti nei confronti dei risultati finali presentati nella perizia.

Il CP ha voluto comunque mettere in evidenza che il sostanziale incremento di autonomia chilometrica ipotizzato dai CPI nei riguardi di quello calcolato dal CP stesso, è essenzialmente da attribuirsi al diverso valore della velocità rilevata dopo il punto R.

Le inevitabili approssimazioni insite nelle metodologie impiegate dal CP nelle sue analisi non possono ritenersi tali da determinare altrettante significative variazioni dei risultati.

I motivi tecnici che sono alla base della predetta diversa valutazione della velocità, sono state esposte nella PTS alla quale il CP ha rimandato, non avendo niente da aggiungere o modificare.

Tutto quanto trattato nell’Annesso B di [1] e nel corrispondente Annesso B di [2] non è stato più ripreso nella successiva documentazione prodotta (documenti [3], [4]).

## **2.4. Annesso C.**

In questo Annesso i CPI criticano quanto affermato dal CP in merito al sistema di condizionamento e pressurizzazione del velivolo ed all’equipaggiamento del pilota trovato sulla Sila.

La descrizione dei predetti sistemi e le specifiche sull’equipaggiamento del pilota sono state esposte dal CP nel par.3.5 della Parte II della PTS ed alcune considerazioni in merito sono state fatte nella Parte VI dello stesso documento, dopo che il CP stesso aveva formulato le risposte ai quesiti posti dall’Ufficio.

Infatti, come affermato dal CP, tali considerazioni non avevano alcuna attinenza con i risultati presentati ed erano portate a conoscenza dell'Ufficio solo per dovere di informazione.

In sintesi si può riportare che il CP, nel corso delle sue indagini tecniche, aveva rilevato dal Manuale di Volo del velivolo come per voli a quote superiori ad 11000m il pilota dovesse indossare il casco di protezione con la maschera per l'ossigeno e la tuta protettiva per alta quota.

Da questo il CP aveva dedotto che quote superiori a 11000m erano da ritenersi appartenenti alle condizioni di volo "ad alta quota" e pertanto l'equipaggiamento del pilota trovato sulla Sila, essendo costituito da casco aperto e tuta normale, non era congruente con il volo effettuato (quote superiori ai predetti 11000m) che, del resto, come affermato dai rappresentanti libici nella CIL e come riportato nella RCIL, era stato pianificato appunto come "esercitazione di navigazione aerea in alta quota".

I CPI hanno criticato tutto questo facendo rilevare che la definizione di alta quota per quote superiori agli 11000m non esiste sul Manuale di Volo e che l'abbigliamento del pilota trovato sulla Sila era congruente con un volo al di sotto di 11000m come pianificato e riportato negli allegati S1 e S2 della RCIL e, pertanto, tutto questo non poteva che rafforzare l'ipotesi che il volo al di sopra degli 11000m non era stato effettuato intenzionalmente da parte del pilota.

Tenendo conto che tali osservazioni non possono avere alcuna ripercussione sui risultati presentati nella PTS il CP ha preso atto di quanto affermato dai CPI, facendo solo rilevare che la definizione di "alta quota" da essi adottata è una logica conseguenza di quanto esposto nel Manuale di Volo e facendo rilevare all'ufficio che, a questo punto, non c'è accordo fra quanto dichiarato nella RCIL e quanto riportato nei predetti allegati.

Gli argomenti trattati sono stati discussi negli Allegati C di doc.[1] e doc.[2] e non sono stati più ripresi nei successivi doc.[3] e doc.[4].

## **2.5. Annesso D.**

In questo Annesso, i CPI hanno riportato le loro osservazioni sul contenuto del Cap.3 della Parte II della perizia, riguardante le analisi fatte dal CP sulle varie fasi di volo del MiG23.

Le osservazioni sono articolate in cinque paragrafi, ciascuno dei quali è riferito ad una particolare fase di volo, e, cioè:

1- fine fase di decollo e deselezione A/B alla CAS di 580km/h.

- 2- Salita a military.
- 3- Virata sul punto A.
- 4- Ricostruzione della traiettoria di volo sul territorio libico.
- 5- Dopo il 27° minuto di volo.

In questa sintesi viene mantenuta la stessa suddivisione in paragrafi riportando per ognuno di essi le argomentazioni ad essi relative contenute anche nella successiva documentazione prodotta.

1 - Fine fase di decollo e deselezionazione A/B alla CAS di 580km/h.

All'inizio del paragrafo i CPI hanno fatto rilevare come durante le analisi effettuate il CP, riferendosi ai valori di velocità letti sul FDR, abbia erroneamente indicato tali valori come velocità CAS (Calibrated Air Speed) – la velocità CAS è la velocità IAS corretta dagli errori derivanti dal misuratore (presa statica) - mentre, in realtà, essi sono valori di velocità IAS (Indicated Air Speed).

Il CP, nella sua replica di doc.[2], ha evidenziato come alla pag.3.9 della PTS abbia riportato: “Dall’FDR sono stati letti, per ogni minuto di volo, i dati di quota e di velocità interpretata, quest’ultima, come velocità calibrata (CAS)”, essendosi sentito in dovere di fare questa precisazione, perchè tale problema fu a lungo dibattuto con i CPI, nell’ambito delle prime operazioni peritali.

Era infatti a tutti noto come i metodi per ricavare la velocità vera (TAS) dalla velocità indicata sullo strumento di bordo, si applichino alla CAS, ottenibile dalla IAS con una correzione che compensi l’errore di presa statica, ma diagrammi di taratura che consentono di effettuare questa correzione non erano noti.

Il CP ha ricordato come i CPI, attraverso un loro documento (doc.7 della PTS - estensore ing. Dell’Oro), a seguito delle predette discussioni, avessero proposto di utilizzare direttamente la IAS letta sull’FDR per ricavare la TAS, considerandola così come CAS, pur con la consapevolezza di effettuare, in questo modo, un errore, comunque trascurabile ai fini dei risultati finali.

Il CP, ritenendo ragionevole questa considerazione, ha adottato questa metodologia, del resto adottata anche dai CPI nei successivi documenti da loro elaborati, ed ha ritenuto grottesco che i CPI abbiano criticato un metodo di analisi da loro stessi proposto ed utilizzato, tenendo anche conto che non è detto che l’errore di presa statica determini un errore in difetto nella valutazione della velocità, come in seguito sostenuto dai CPI stessi; l’errore potrebbe essere anche in eccesso.

La successiva osservazione dei CPI ha riguardato il problema della velocità di spegnimento dell'A/B (post-bruciatore) dopo il decollo che, dal Manuale di Volo, risulta essere di 600km/h.

Poichè dal FDR si rileva che tale operazione è stata effettuata alla velocità di 580km/h, essi hanno sostenuto che era necessario modificare il diagramma di taratura in modo da leggere esattamente 600km/h al momento dello spegnimento.

Il CP ha replicato in doc.[2] facendo rilevare come dal manuale dell'FDR si legga che, nel campo di velocità fra 500 e 700km/h, i massimi errori nella misura della velocità possono essere dell'ordine di  $\pm 25$ km/h, rappresentando questo l'errore accidentale presente nelle misure dell'FDR nel campo di velocità dichiarato.

Ciò significa che, ad una velocità misurata dall'FDR di 580km/h, in realtà possono corrispondere velocità effettive del velivolo comprese nell'intervallo 555÷605km/h.

Pertanto, se il pilota del MiG23 ha disinserito l'A/B quando sull'indicatore di velocità ha letto 600km/h, l'FDR può aver ben registrato 580km/h, in quanto tale valore è affetto da un errore in difetto di 20km/h, compatibile con il massimo ammissibile di -25km/h.

Ciò significa che la lettura di 580km/h effettuata dal CP è congruente con quanto riportato sul manuale di volo e, pertanto, deve ritenersi corretta, entro i predetti limiti di tolleranza.

Il CP ha fatto poi osservare come il metodo di lettura proposto dai CPI, come ogni esperto di metrologia potrebbe confermare, sia concettualmente errato, perchè, attraverso la modifica del diagramma di taratura, trasformerebbe un errore accidentale presente sulla sola misura "580" in errore sistematico su tutto il campo di misura considerato.

Tale procedura è lecita solo per quanto riguarda la valutazione del punto di zero e non comporta la modifica dei punti di taratura, ma lo spostamento della linea di riferimento rispetto alla quale fare la valutazione.

Il CP ha osservato infine come, oltretutto, non vi sia stata nessuna garanzia che il pilota abbia deselezionato l'A/B esattamente alla velocità di 600km/h.

In conclusione, da tutto quanto esposto, il CP ha ritenuto che le osservazioni critiche formulate dai CPI nel capitolo considerato, siano inaccettabili in quanto basate su inesatta conoscenza dei fatti (IAS=CAS) e su metodologie inapplicabili in quanto concettualmente non corrette.

Tali argomenti non sono stati più trattati nei successivi documenti [3] e [4].



2 - Salita a military.

In questo paragrafo, i CPI hanno criticato l'osservazione fatta alla pag.II-20 della PTS, nella quale il CP aveva rilevato come la traiettoria tra il decollo e l'inserimento su rotta 200°, riportata nella fig.III-13 a) della PTS con un punto interrogativo, dovesse ritenersi affetta da incertezza perchè non v'era congruenza fra tracciato radar e comunicazioni B/T/B, per i motivi ampiamente discussi nella predetta pagina della PTS.

I CPI hanno rilevato che nei passi della PTS "... ci sono una serie di inesattezze che nascono dall'equivoco che l'inizio delle trascrizioni delle comunicazioni B/T/B avvenga immediatamente dopo il decollo".

Il CP ha osservato, nella sua replica di doc.[2], come l'equivoco al quale i CPI si sono riferiti non era assolutamente presente nella loro mente nè poteva emergere in qualche modo da quanto scritto.

In breve, il CP ha scritto che, ad un certo istante, un componente della formazione Nemer ha comunicato al GCI che la sua altezza era 9.5km e la sua prua 095°. Ora, se si esclude la fase immediatamente successiva al decollo durante la quale il velivolo può aver assunto la predetta prua ma, certamente, non poteva avere una quota di 9.5km (e quindi è da scartare), da nessun altro punto del tracciato radar prima del punto A risulta che il velivolo abbia potuto assumere la predetta prua. Questa è l'incongruenza rilevata dal CP.

Il CP ha riportato poi come non vi sia stato alcun dubbio che la predetta comunicazione fosse avvenuta durante il volo manovrato, come rilevato dai CPI, e che, pertanto, il velivolo potesse aver volato a diversi angoli di prua, ma che non si potesse negare che variazioni sensibili di angolo di prua (da 90° a 200° od oltre) avrebbero dovuto essere associate a manovre di virata ad ampio raggio (basso valore di fattore di carico sull'FDR) e quindi visibili al radar.

Il CP ha ipotizzato che queste manovre non avessero prodotto sostanziali modifiche al tracciato radar e, di conseguenza, i suoi estensori, tenendo anche conto della scala ridotta, avessero "rettificato" il tracciato stesso. Resta comunque il fatto che la traiettoria del velivolo, almeno fino nell'intorno del punto di inserzione su rotta 200°, non può ritenersi precisamente definita.

Il CP, in conclusione, ha dichiarato di non aver capito il senso di questa critica, che, in finale, ha portato i CPI a formulare la identica ipotesi del CP stesso.

Tali argomenti non sono stati più trattati nei successivi documenti [3] e [4].

### 3 - Virata sul punto A.

L'analisi dettagliata di questa manovra ha portato il CP ad ipotizzare che essa sia stata volontariamente effettuata dal pilota in quanto è stato possibile rilevare un andamento dei parametri di controllo del velivolo congruente con le varie fasi della manovra.

I CPI hanno criticato questa osservazione in quanto, a loro avviso, non è apparso plausibile l'utilizzo del motore a military nei primi 40sec della manovra, che ha permesso al velivolo di arrivare fino a  $M=1$ ; sarebbe stato più logico, sempre a loro avviso, rilevare una riduzione del motore coincidente con l'inizio dell'affondata.

Nella sua replica il CP ha fatto osservare che se il pilota avesse voluto raggiungere rapidamente elevati valori di  $M$ , avrebbe potuto benissimo iniziare l'affondata con il motore, senza così incrementare troppo la pendenza della traiettoria e ridurlo successivamente, con incremento della pendenza della traiettoria stessa, come in realtà sembra essersi verificato dall'esame del FDR.

Anche i CPI hanno riconosciuto poi coerente la seconda fase della manovra rilevando, comunque, che essa non era stata pianificata.

Su questo il CP ha concordato facendo in ogni caso rilevare come manovra non pianificata non debba significare manovra involontaria.

Una ulteriore imprecisione è stata rilevata dai CPI alla pag.III-29 della PTS, nei riguardi della frase "...riportandosi alla quota iniziale di 12000m".

Essi hanno rilevato che la quota iniziale era 9000m, come, del resto, riportato dal CP stesso in un precedente passo della PTS.

Il CP ha concordato con i CPI dichiarando che il valore 12000m debba ritenersi errore di trascrizione, proponendo di modificare la frase in "...riportandosi alla quota iniziale", in quanto il valore di quota iniziale era stato precedentemente definito (9000m).

Il CP ha conseguentemente osservato come non debbano considerarsi le motivazioni addotte dai CPI per interpretare questo "aumento" di quota effettuato dal CP stesso rispetto a sue valutazioni precedenti.

Tale argomento non è stato più trattato nei successivi documenti [3] e [4].

### 4 - Ricostruzione della traiettoria sul territorio libico.

Riguardo a tale fase di volo, osservabile sulla mappa riportata in fig.III-13 a) della PTS, i CPI hanno effettuato diverse osservazioni.

Nella prima di esse i CPI hanno scritto di aver avuto difficoltà a verificare la ricostruzione di questa fase di volo effettuata dal CP, in quanto

lo schema della predetta figura non è una carta nautica e non è tracciato in base ad una scala precisa.

Un loro tentativo di individuare una scala ha portato a definire un valore di  $10 \text{ Mn}=27.1\text{mm}$  e, su questa base, hanno rilevato che i FIX3 e FIX4, posti dal CP a circa  $215\text{Mn}$ , si troverebbero, in effetti, oltre  $220\text{Mn}$  e si chiedono come questo sia giustificabile.

La spiegazione fornita dal CP è stata molto ovvia, in quanto esso ha rilevato come lo schema di fig.III-13 a) fosse palesemente un disegno “quotato”, non in scala (anche se, ovviamente, è stato cercato di mantenere opportune proporzioni, ma senza particolari esigenze di precisione) come chiaramente deducibile dal cartiglio posto in alto a destra del disegno e dal non essere stata riportata sul disegno alcuna indicazione in merito.

Eseguire misure dirette su un disegno quotato sottoposto, tra l’altro, ad operazioni di riproduzione cianografica prima e di riproduzioni attraverso fotocopiatura dopo, è stato ritenuto dal CP un assurdo tecnico. Nei disegni quotati, per ogni esigenza, fanno fede le quote riportate che, in questo caso, sono state rilevate, ovviamente, su carta nautica.

La differenza rilevata dai CPI in corrispondenza dei FIX3 e FIX4, rispetto a quanto riportato dal CP nello schema, è derivato dal fatto che essi hanno quotato la parte di traiettoria dal decollo al FIX1 alla quale il CP ha dichiarato di non aver dato invece importanza, in quanto ritenuta non precisamente definita, per i motivi esposti nella PTS e riportati anche nel precedente paragrafo.

Ad ulteriore riprova di questo, il CP ha riportato l’ulteriore considerazione che nella mappa riportata nell’All.C della RCIL, dalla quale deriva lo schema di fig.III-13 a), si vede chiaramente che la traiettoria curva dopo il decollo è stata tracciata con lo stesso raggio di curvatura usato per i cerchi che evidenziano i punti A, B, C nella mappa stessa e, pertanto, può non avere avuto alcuna attinenza con la traiettoria effettivamente percorsa dal velivolo, da utilizzarsi, quindi, solo come indicazione schematica.

Il CP si è chiesto che senso può avere avuto quotarla con precisione.

In questa tratta di volo, il primo riferimento certo che il CP ha ritenuto di individuare, è stato quello relativo alla deselezionazione dell’A/B (FIX1 di fig.III-13 a della PTS ).

Dalle comunicazioni B/T/B è stato rilevato che essa è avvenuta a circa  $43\text{NM}$  ( $80\text{km}$ ) dal punto A e, dalle registrazioni dell’FDR, dopo circa  $11'30''$  dal decollo e quindi, tenendo conto delle velocità mantenute dal velivolo in questo intervallo di tempo, a circa  $85\text{NM}$  dal punto del decollo stesso.

Nella fig.III-13 a) la quotatura del FIX1 ha rispettato queste esigenze.

Il CP ha evidenziato quindi come la quotatura della traiettoria precedente sia stata solo indicativa e sia servita solo a valutare come la distanza di FIX1 dal punto di decollo potesse essere stimata in 85NM, probabilmente su diversa traiettoria rispetto a quella indicata, come il punto interrogativo riportato sullo schema ha inteso evidenziare.

In questo modo il CP ha giustificato quanto rilevato dai CPI e da essi attribuito a imprecisioni nella scala, peraltro inesistente, e ad impiego di mezzi non adeguati (i disegni quotati, utilizzati in tutti i campi dell'ingegneria) al rigore scientifico connesso con il compito assegnato, come da essi successivamente dichiarato.

Forse lo schema sarebbe risultato più chiaro, e di questo il CP ne ha fatto ammenda, se la traiettoria fino al FIX1 non fosse stata assolutamente quotata.

La seconda osservazione dei CPI si è riferita alla ricostruzione della traiettoria nell'intorno del punto C (fig.III-13 a) della PTS ), relativamente alla quale essi hanno messo in evidenza quello che a loro parere è sembrato un ulteriore errore del CP, tale da mettere in evidenza una non completa conoscenza del CP stesso della fraseologia utilizzata nei colloqui B/T/B. Essi hanno osservato come il CP abbia interpretato la comunicazione del GCI (controllore a terra):

“Ok, continue, for Madrasat Thalath one o' clock, distance 40km”  
come un ordine di variazione di rotta impartito alla formazione Nemer. Ed infatti, immediatamente dopo il punto FIX3 di fig.III-13 a) di perizia (a cui è associata la suddetta comunicazione) essi hanno fatto notare come il CP abbia ipotizzato una traiettoria secondo la rotta 30°”

Il CP, a solo scopo informativo, ha innanzi tutto replicato di avere una sufficiente conoscenza della fraseologia utilizzata nei colloqui B/T/B: prova ne sia che il FIX3 è stato posizionato proprio nel modo suggerito dai CPI nel passo successivo a quello riportato e, cioè, a 40km dal punto C e su rilevamento “one o' clock (30° rispetto alla traiettoria seguita dal velivolo in direzione 360°).

Inoltre ha fatto osservare come le variazioni di rotta introdotte nell'intorno del punto C, non siano derivate assolutamente dall'interpretazione della comunicazione B/T/B ad esso attribuita con estrema sicurezza dai CPI: l'accostata per 30° dopo il FIX3, seguita da una ulteriore accostata per 360° in corrispondenza del FIX4, è stata introdotta per rendere congruente la precedente comunicazione B/T/B, con quella data successivamente:

“Altitude 10 km, for Madrasat Thalath one o' clock, 30km”

Infatti, il CP ha fatto osservare che se dopo un opportuno intervallo di tempo dalla prima comunicazione, il GCI ha individuato il velivolo sullo stesso rilevamento e ad una minore distanza, una possibile interpretazione è che, dopo la prima comunicazione, il velivolo abbia accostato verso il punto C e, successivamente, si sia riportato sulla rotta 360°.

Questa è una plausibile forma di traiettoria, percorrendo la quale il velivolo può aver ridotto la sua distanza dal punto C, mantenendo, dopo la seconda accostata, l'iniziale rilevamento.

La traiettoria così ricostruita, è risultata congruente con l'ulteriore comunicazione del GCI, che ha informato la formazione Nemer di essere in corrispondenza del punto C, e di averlo alla sua destra.

Il CP ha fatto quindi rilevare che, in ogni caso, secondo quanto rilevato dal GCI, la formazione non sarebbe passata sul punto C ma lo avrebbe lasciato a destra, come risulta dallo schema della fig. III-13 a) e come osservato anche dai CPI stessi in doc.11 allegato alla PTS.

Come ultima osservazione, i CPI hanno ritenuto la ricostruzione del percorso sulla Libia effettuata dal CP piuttosto imprecisa ed affetta da errori di varia natura (imprecisione sulle letture, inadeguatezza della carta geografica utilizzata, errato od impreciso utilizzo delle comunicazioni B/T/B) e tale da condurre ad una evidente incongruenza quando viene modificato il presunto tracciato radar nell'intorno del punto C mentre viene poi mantenuto fisso il valore dell'angolo di rotta di uscita dalla Libia.

Nella sua replica, il CP ha fatto presente come, per quanto esposto nei punti precedenti, non siano presenti gli errori segnalati dai CPI e, per quanto riguarda le modifiche effettuate sul tracciato radar, peraltro già discusse nell'ambito delle repliche ai contenuti dell'Annesso A, ha fatto ulteriori precisazioni ricordando come, secondo quanto richiesto dall'AG, la risposta al quesito doveva essere data sulla base degli atti processuali, sulle indagini da effettuare sulle tracce radar (disponibili o acquisibili nel corso dei lavori) e sulle ipotesi di rotta quali risultavano agli atti.

Il CP ha riportato di aver effettuato una analisi critica di tutto questo materiale, procedendo ad opportuni aggiustamenti quando i controlli evidenziavano alcune incongruenze e, nello stesso tempo, fornivano elementi per appianarle. Tali aggiustamenti, non sono stati mai, comunque, tali da lasciar prevedere sostanziali modifiche dei risultati finali.

In questa ottica il CP ha ritenuto di dover modificare la traiettoria nell'intorno del punto C per renderla congruente con le comunicazioni B/T/B, ma non ha ritenuto di dover modificare la rotta di uscita perchè essa non presentava alcuna forma di incongruenza.

Infatti, tenendo conto della prua mantenuta dal velivolo, della velocità di volo, delle condizioni meteorologiche, si ottiene la rotta di uscita schematizzata nel tracciato radar: non vi era quindi nessun valido motivo per modificarla.

Analogamente il CP non ha modificato tutti gli altri dati iniziali, che non offrivano motivi oggettivi di critica.

L'Ufficio concorda quindi con l'approccio al problema effettuato dal CP che è stato di creare una banca dati il più possibile oggettiva e, sulla base di essa, effettuare le richieste analisi, ottenendo risultati con essa congruenti.

Il CP ha inoltre riportato come dalle discussioni effettuate durante le operazioni peritali e dalla documentazione presentata dai CPI, abbia tratto l'impressione che l'approccio al problema tenuto dai CPI stessi, sia stato di natura diversa.

Al CP è sembrato, infatti, che essi siano partiti dal presupposto che l'ipotesi formulata dalla CIL, che il CP doveva invece verificare, fosse da ritenersi esatta e, di conseguenza, fossero da modificare tutti i dati iniziali non congruenti con essa (condizioni meteorologiche, diagramma di taratura della velocità, rotta di uscita, ecc.).

In questa ipotesi il CP ha ritenuto evidente che la posizione del CP sia stata sempre in contrapposizione a quella dei CPI, essendo le due metodologie profondamente diverse nel senso in precedenza indicato.

Il CP ha dichiarato di non rifiutare certo una serena discussione su queste due forme di approccio al problema, ma ha ritenuto che la via seguita dai CPI, tesa spasmodicamente a ricercare l'"errore" negli elaborati del CP stesso, non sia quella più utile al chiarimento delle posizioni.

Sulla modifica di alcuni parametri del tracciato radar i CPI hanno prodotto ulteriori osservazioni in doc.[3] che sono state discusse nell'ambito della sintesi dei contenuti relativi all'Annesso A.

Sui precedenti primi due punti non sono state effettuate ulteriori osservazioni nei documenti [3] e [4].

5 - Dopo il 27° minuto di volo.

I CPI hanno osservato come nell'esame della fase di volo susseguente il 27° minuto il CP abbia voluto dimostrare come il velivolo si sia stabilizzato a bassi valori di velocità, indicati come velocità di 2° regime – si indicano come velocità di 2° regime le velocità inferiori alla velocità di efficienza massima del velivolo, mentre si indicano con velocità di 1° regime quelle ad essa superiori. In generale si può dire che le basse velocità di volo appartengono al 2° regime, mentre le altre appartengono al 1° regime ?, attraverso quattro elementi tecnici e, cioè, la posizione dello stabilizzatore, il

modo di stabilizzazione barometrico del sistema autopilota, la funzione autothrottle – cioè il controllo automatico della velocità effettuato attraverso variazioni di spinta del motore ? ed il punto di equilibrio raggiungibile con il turbogetto R-27.

In questa sede non è stato trattato quest'ultimo punto in quanto già discusso nel capitolo relativo all'Annesso B.

Per quanto riguarda il primo punto, i CPI hanno contestato quanto affermato dal CP nella PTS e, cioè, che gli spostamenti dell'equilibratore leggibili sul FDR, ma non quantificabili per mancanza del relativo diagramma di taratura, possano ritenersi congruenti con gli andamenti delle velocità in quanto a bassi valori di velocità corrispondono rotazioni dell'equilibratore nella zona “a cabrare”.

I CPI hanno affermato che, in mancanza dei dati aeromeccanici del velivolo, non si possa effettuare una correlazione fra valore di velocità e posizione dell'equilibratore e quindi l'analisi dell'andamento del parametro “deflessione dello stabilizzatore” permetta solo di affermare che la fase del volo dopo il 27° minuto è stata effettuata a velocità più basse di quelle tenute nelle fasi precedenti ma non fornisca indicazioni sui valori delle medesime.

Nella sua replica a questo punto contenuta in doc.[2] il CP ha innanzi tutto precisato che non era stata sua intenzione dimostrare le condizioni di bassa velocità mantenute dal velivolo attraverso gli elementi tecnici citati dai CPI.

La bassa velocità di volo emerge come dato di fatto dalle analisi dei dati di quota e di velocità rilevabili dal FDR.

Durante tali analisi, il CP non ha potuto fare a meno di rilevare che quanto andava valutando sulla base dei predetti dati, non era in disaccordo con quanto rilevabile da altri dati desumibili sia dal Manuale di Volo, sia dall'FDR stesso.

In particolare, per quanto riguarda la posizione dello stabilizzatore, il CP ha rilevato dall'FDR, in modo estremamente qualitativo, non essendo disponibile il necessario diagramma di taratura, che esso risultava ruotato “abbondantemente” nel settore “a cabrare”.

Il CP ha riportato nella PTS che questo non era in contrasto con l'ipotesi di bassa velocità, e quindi di elevata incidenza, che egli andava rilevando nelle analisi.

È altrettanto evidente, per i motivi addotti dai CPI nelle loro note e sui quali il CP ha concordato, che non possa ritenersi vero il contrario e, cioè, che dalla posizione dello stabilizzatore si possa ricavare la velocità, in

mancanza degli specifici dati del velivolo, necessari per questo tipo di valutazione.

Poichè il CP non ha mai sostenuto questo, non ha ritenuto di effettuare alcun commento sulle osservazioni effettuate dai CPI in questo primo punto.

Per quanto riguarda il secondo punto e, cioè, il sistema di stabilizzazione della quota, il CP ha fatto notare come dal Manuale di Volo si rilevi che esso non stabilizza la quota barometrica a velocità transoniche e supersoniche (perizia- par.3.4 della Parte II).

Secondo i CPI, tale informazione può interpretarsi nel senso che la stabilizzazione può essere fatta anche a velocità transoniche e supersoniche, ma con minori livelli di precisione.

Il CP ha poi fatto notare (pag.II-32 della perizia) che nell'intervallo di tempo  $t=26' \div 52'$  in cui la velocità è transonica, non c'è un preciso controllo di quota del velivolo che varia tra 10.5 e 12km. Dopo  $t=52'$  la velocità diviene subsonica e la quota si stabilizza a 12km.

Pertanto, al CP sono sembrate congruenti le letture di velocità con le caratteristiche di funzionamento del sistema di controllo di quota.

L'osservazione dei CPI non ha fatto altro che rafforzare nel CP questa convinzione.

Più complesse ed articolate sono state le considerazioni dei CPI e le conseguenti risposte del CP in merito al funzionamento del sistema autothrottle.

Il CP nella PTS ha discusso il problema connesso con il volo a bassa velocità effettuato dal velivolo nella fase finale del suo volo (volo in 2° regime) e, in particolare, ha riportato i risultati dei suoi colloqui avuti con i tecnici di Dresda, tra i quali un pilota di MiG23, durante i quali è stato dibattuto il problema del controllo della velocità del velivolo in condizioni di 2° regime e con controllo automatico della quota inserito.

Il CP ha affrontato questo problema perchè, in mancanza di particolari sistemi di controllo automatico della velocità, il volo in 2° regime con controllo automatico della quota potrebbe determinare una instabilità di velocità che invece non appare dalle registrazioni del FDR.

I tecnici di Dresda hanno escluso che il velivolo sia soggetto a tale fenomeno, dal che il CP ha dedotto che sul velivolo erano certamente presenti i predetti sistemi di controllo automatico della velocità (autothrottle).

Sulla base di queste osservazioni, in questa parte del loro documento i CPI hanno inteso dimostrare che le condizioni di volo in 2° regime (bassa velocità) ipotizzate dal CP per tutta la durata della fase di volo in esame, non



sono da ritenersi congruenti con la mancanza di visibili interventi del sistema di controllo, attraverso l'azionamento dei dispositivi di comando, rilevabile dal FDR.

A sostegno di questa ipotesi, i CPI hanno affermato che il volo in 2° regime, essendo, a loro dire, di tipo instabile, avrebbe dovuto richiedere continui e sensibili interventi del sistema di controllo stesso, non necessari, invece, nel volo in 1° regime, e cioè a velocità più elevate quali quelle da loro valutate, in quanto autonomamente stabile.

Hanno criticato di conseguenza l'osservazione fatta dal CP che ha ritenuto modeste le variazioni di peso del velivolo in questa fase di volo e, di conseguenza, ha ritenuto altrettanto modeste le variazioni di velocità e/o spinta del motore per equilibrarle e, quindi, non apprezzabili sulle registrazioni dell'FDR.

Il CP nella sua risposta ha fortemente contestato le osservazioni dei CPI relative alle caratteristiche di instabilità del volo in 2° regime, dimostrando con una lunga trattazione e con risultati di prove di simulazione come il volo in 2° regime sia stabile quanto quello in 1° regime e come siano conseguentemente errate da un punto di vista della teoria del volo le osservazioni dei CPI relative alle modalità di funzionamento del sistema di controllo quando essi hanno affermato che sul FDR non erano rilevabili i suoi interventi in quanto il volo si svolgeva in 1° regime e, pertanto, il velivolo era autonomamente stabile in quota e velocità.

In doc.[3] i CPI non hanno replicato a queste osservazioni, ma hanno invece evidenziato come in un calcolo effettuato dal CP atto a dimostrare che le variazioni dei parametri di controllo del velivolo non erano visibili nel FDR a causa della loro modesta entità fosse presente un errore numerico.

Il CP, nel suo doc.[4], ha preso atto di questo ed ha effettuato le necessarie correzioni verificando come tale errore non avesse avuto alcuna influenza sulle predette conclusioni, confermando quindi che le osservazioni critiche avanzate dal CPI relativamente alla fase di volo dopo il 27° minuto non abbiano avuto alcuna consistenza tecnica.

## **2.6. Annesso E.**

L'Annesso E del doc.[1] è interamente dedicato a considerazioni dei CPI relative alla durata ed all'assemblaggio della pellicola del FDR, alla parte finale di essa, alle modalità di lettura del FDR e, infine, alla velocità letta.

Per quanto riguarda il primo punto, i CPI hanno fatto osservare come alcuni spezzoni della pellicola riportati nella PTS (tutti a tempi successivi a 29'30" di volo) non fossero in corretta sequenza e, di conseguenza, secondo la loro opinione, questo fatto avrebbe potuto determinare una lettura temporale di dati, riferiti in particolare a quota e velocità, errati nella sequenza, potendosi così correlare, ad esempio, valori di velocità a valori di vento non corretti e così via.

A questo proposito il CP, nella sua replica di doc.[2], ha fatto osservare come la quotatura dei tempi sia stata effettuata sulla pellicola fotografica, mediante inserzione di opportune marcature su fascette di nastro adesivo trasparente applicato sulla pellicola stessa.

Successivamente tale quotatura è stata riportata sulle copie a contatto che, ovviamente, hanno delle zone di sovrapposizione di tempi nella parte iniziale e finale di ogni spezzone ricavato.

La riproduzione della quotatura è risultata agevole per quelle fasi di volo dove la variazione di posizione delle tracce forniva precisi punti di riferimento. È risultata meno facile nel tratto di volo dove i parametri si stabilizzavano a valori costanti ed i predetti punti di riferimento non erano più presenti.

Il CP non ha escluso, quindi, che nella fase di volo alla quale si sono riferiti i CPI, fossero presenti alcune imprecisioni nella quotatura dei tempi. Alcune di queste erano già state rilevate anche dal CP e segnalate sulle copie.

Per quanto riguarda quelle segnalate dai CPI, il CP ha ritenuto che basarsi sulla separazione di tracce non è molto sicuro perchè alcune "impastature di tracce" derivano proprio dall'operazione di riproduzione su carta fotografica e successiva fotocopiatura per il necessario inserimento nella PTS. Su questa possibilità il CP aveva messo in guardia nella PTS. Questo non toglie che qualche errore, oltre a quelli rilevati dal CP stesso, possa essere comunque presente.

Il CP non ha ritenuto necessario effettuare precisi controlli in merito perchè tali errori possono essere presenti solo nella fase dove tutti i parametri di volo sono quasi costanti (fase di volo alla quale i CPI si riferiscono) e, quindi, il loro valore è poco influenzato dal tempo. Anzi, da un certo punto in poi, è praticamente inutile effettuare letture in quanto esse sono sempre eguali e, di conseguenza, possono essere associate a qualunque valore di tempo.

La corretta sequenza temporale è comunque controllabile sulla pellicola fotografica, alla quale il CP ha sempre fatto ricorso nei casi dubbi che potessero avere una sia pur minima influenza sui risultati.

Questo argomento non è stato più trattato nelle successive documentazioni [3] e [4].

Per quanto riguarda il secondo punto relativo alle considerazioni sulla parte finale, i CPI hanno fatto osservare come la pellicola in possesso del CP termini in modo diverso da quella in possesso della Commissione italo-libica e quindi ne concludono che una possibile asimmetria della parte finale, non nota al CP, avrebbe potuto determinare una asimmetria di trascinamento, anche in mancanza dei rulli dentati.

Hanno rilevato poi come il FDR possa regolarmente funzionare anche con pellicole forate di normale uso fotografico.

Per quanto riguarda il bloccaggio della pellicola alla sua fine, ipotizzato dalla Commissione italo-libica, hanno affermato che esso potrebbe essersi verificato a causa della forma finale della coda e di come potrebbe essere stata inserita nella bobina. In ogni caso hanno fatto osservare come, nelle condizioni di volo normali, la pellicola non raggiunga mai la sua fine in quanto la sua lunghezza è generalmente superiore al necessario. Il blocco finale deve pertanto intendersi come evento anomalo.

Per quanto concerne la possibilità di inceppamento e rotazione della pellicola nel suo piano di scorrimento, nel suo documento di risposta il CP ha replicato di non aver niente da aggiungere a quanto specificato in perizia e derivante da prove effettuate sull'esemplare di FDR del MiG23, disponibile presso l'Ufficio, prove che hanno escluso tale possibilità per la particolare conformazione del sistema di trascinamento e delle guide di scorrimento.

Per il resto il CP ha ricordato di aver ipotizzato nella PTS che la pellicola in possesso dell'AG fosse una copia effettuata dall'originale su pellicola fotografica Kodak. Questo non toglie che l'FDR possa funzionare regolarmente anche con normali pellicole fotografiche Kodak o di altra natura, munite degli usuali fori di trascinamento, come hanno sostenuto i CPI nel loro documento.

Anche questo argomento non è stato più discusso nella successiva documentazione.

Per quanto riguarda le modalità di lettura del FDR, i CPI hanno inizialmente osservato come il CP non avesse affatto considerato gli scopi principali per i quali l'FDR in questione è utilizzato, che sono essenzialmente di natura manutentiva ed addestrativa e, in via subordinata, come fonte di informazione in caso di incivolo.

Hanno poi riportato come il CP non avesse considerato l'errore sullo zero nella registrazione dei giri del motore prima dell'avviamento del motore

e come fosse necessario effettuare due controlli sullo zero della velocità, dei quali il primo con i cablaggi scollegati ed il secondo con i cablaggi collegati.

Il controllo dello zero dovrebbe poi esser fatto prima dell'avviamento del motore e dopo, in quanto la sonda che misura la velocità potrebbe essere influenzata dal flusso generato dall'aspirazione del compressore.

Hanno rilevato come il CP, invece, avesse eseguito la propria rilevazione dell'errore di zero del parametro velocità solo con il motore in moto, prima del decollo.

Nel suo documento di risposta [2] il CP ha dichiarato di non essere intenzionato ad effettuare ulteriori considerazioni su questo argomento.

Infatti sia nella PTS sia nei capitoli di questo documento in precedenza sintetizzati, il CP ha ritenuto di aver spiegato a sufficienza i motivi che hanno sempre spinto i CPI a forzare le letture di velocità sull'FDR verso valori più elevati di quelli letti dal CP.

Il CP ha ricordato come le modalità di lettura dei dati dell'FDR erano state ampiamente discusse nel par.2.2 della Parte III della PTS e come era stato verificato che le differenti letture di velocità effettuate dal CP stesso e dai CPI fossero derivate essenzialmente da un diverso diagramma di taratura utilizzato dai CPI stessi, ricavato modificando quello originale in possesso dell'Ufficio.

Le ragioni addotte dai CPI per giustificare tale modifica, non sono state ritenute sufficientemente convincenti dal CP, essendo basate, tra l'altro, su un metodo concettualmente errato, come esposto nella discussione relativa ai contenuti dell'Annesso D.

L'unico punto sul quale il CP ha fermato la sua attenzione, è stato quello riguardante la critica che i CPI hanno fatto al metodo con cui nella PTS è stato valutato lo zero della velocità.

Il CP ha valutato lo zero di velocità con velivolo fermo sulla pista, poco prima del decollo e, cioè, dopo che lo strumento di misura aveva funzionato durante il rullaggio.

Questa procedura è stata ritenuta corretta dal CP, perchè ha certamente consentito di recuperare eventuali errori sullo zero "meccanico" ed è una procedura sistematicamente seguita in ogni tipo di misura, ogni qualvolta questo sia possibile. In altre parole il CP ha affermato che quando si debba effettuare una misura, si azzerano gli strumenti; poi, se questo è possibile, si eseguono alcune misure di prova e si controlla nuovamente l'azzeramento degli strumenti. In questo modo si eliminano variazioni di zero dovute ad "assestamento" della strumentazione, specialmente se di natura meccanica, come l'FDR.

Il CP ha ricordato come i CPI abbiano affermato che la lettura dello zero vada effettuata prima dell'avviamento del motore, e quindi nella parte iniziale della registrazione appena questo è possibile, e prima della salita del numero dei giri del motore.

L'osservazione dei CPI è priva di ogni senso perchè il valore dello zero di velocità in questa zona, è "esattamente" eguale a quello rilevato dal CP negli istanti precedenti il decollo (t compreso fra -1' e 0').

Il CP ha dichiarato quindi di non aver capito il senso di queste critiche. Se esse vogliono indicare che lo zero andava letto prima dell'avviamento del motore e non prima del decollo, come ha fatto il CP, esse sono completamente oziose perchè i due valori sono esattamente eguali. In caso contrario il CP ha richiesto che i CPI esplicitino meglio il loro pensiero.

Tale argomento non è stato più trattato nella successiva documentazione, anche se i CPI, come sarà di seguito esposto, hanno nuovamente affrontato il problema della lettura del parametro velocità dal FDR nel loro documento [3].

I CPI, infine, hanno nuovamente fatto osservare come il CP abbia assunto le velocità lette sul FDR come velocità CAS e non velocità IAS, senza addurre alcuna valida motivazione.

Il CP ha rimandato a quanto in precedenza affermato (Annesso D), ricordando solo che questa metodologia di lettura è stata suggerita dai CPI e da loro stessi utilizzata nelle analisi (a meno che essi non avessero posseduto, all'insaputa del CP, i diagrammi di taratura che consentono di passare dalla IAS alla CAS).

Nel successivo doc.[3] redatto dai CPI, essi hanno nuovamente affrontato il problema dei differenti valori di velocità ottenuti dalle proprie letture del FDR rispetto a quelli ottenuti dal CP, affermando che questo è dipeso dal fatto che essi stessi hanno effettuato le letture prendendo come riferimento la distanza minima fra le linee di riferimento mentre il CP ha preso come riferimento la distanza fra la parte superiore della traccia del parametro di velocità e la parte interna della linea di riferimento, (distanza  $d_1$  nella PTS) oppure l'equivalente distanza  $d_2$  fra la parte interna della traccia e la parte esterna della linea di riferimento. Hanno poi posto il problema di quale delle due metodologie sia la più corretta.

Il CP, nel suo documento di risposta [4], ha riportato come tale problema sia stato ampiamente discusso in tutti i documenti presentati e non ha quindi ritenuto necessario riportare ulteriori e ripetitive considerazioni. Ha solo ricordato ed ha insistito sul fatto che egli non ha modificato il diagramma di taratura delle velocità e le modalità di lettura in quanto, tra gli

altri motivi, i valori di velocità ottenuti erano congruenti con quelli che il velivolo avrebbe dovuto avere in opportuni punti di controllo della traiettoria, come ampiamente esposto nella predetta documentazione.

## **2.7. Annesso F.**

In questo Annesso i CPI hanno preso in considerazione il capitolo della PTS relativo alla determinazione del probabile punto di spegnimento del motore e hanno formulato le loro osservazioni critiche sulla stima della quantità di combustibile residua ai punti R ed S del tracciato, all'analisi dei risultati effettuata dal CP e, infine, al calcolo delle autonomie a partire dalle condizioni iniziali sul punto S trovando in tali argomenti, a loro dire, tali e tanti errori che, di fatto, da soli dimostrerebbero l'incongruenza delle assunzioni del CP.

Per quanto riguarda la quantità residua di carburante al punto R, i CPI hanno rilevato un sostanziale accordo con quanto valutato dal CP anche se è risultata differente la distanza percorsa, essendo di 324NM quella valutata dai CPI e di 314NM quella valutata dal CP.

I calcoli effettuati dai CPI hanno poi consentito di affermare come il velivolo sia arrivato sul punto S dopo 49' di volo e 806kg di carburante consumabile, mentre quelli effettuati dal CP hanno consentito di stabilire che il velivolo sarebbe arrivato sul punto S dopo 57' di volo e con 642kg di carburante consumabile.

A questo proposito, il CP ha fatto osservare come non possa esservi accordo fra quanto rilevato dal CP stesso e dai CPI a causa della diversa velocità ipotizzata dopo il punto R, come già fatto più volte osservare sia nella PTS sia nei precedenti punti del doc.[2].

Il secondo punto relativo all'analisi dei risultati ha dato origine ad una discussione molto più complessa. Per meglio comprendere il contenuto di essa, è opportuno ricordare come a perizia quasi conclusa, lo Stato Maggiore dell'Aeronautica (SMA) avesse fornito all'ufficio alcune tabelle, contenute nel doc.46 allegato alla PTS, nelle quali erano riportate le caratteristiche di consumo di carburante del MiG23 in diverse condizioni di volo.

Allo scopo di verificare sia i dati delle tabelle, sia i risultati delle proprie analisi, il CP ha effettuato una verifica di consumo, applicando la propria metodologia utilizzata per la valutazione delle autonomie del MiG23 a due condizioni di volo delle quali una in campo subsonico ( $M=0.7$ ) ed una

in campo transonico ( $M=0.85$ ) ad opportuni valori di peso e di quota, considerati nelle tabelle stesse.

La verifica in campo subsonico ha fornito un valore di consumo chilometrico pari a 1.99kg/km calcolato dal CP, contro 1.96kg/km riportato nelle tabelle del doc.46 .

La verifica in campo transonico, ha fornito un valore di 1.69kg/km calcolato dal CP, contro 1.62kg/km delle tabelle.

I CPI, nelle loro osservazioni critiche, si sono dimostrati stupiti della precisione di questi risultati ed hanno effettuato un controllo dei calcoli effettuati dal CP ottenendo dei risultati a loro dire sorprendenti.

Essi, infatti, hanno concordato con i valori calcolati dal CP per l'autonomia in campo subsonico ma, per il caso di volo in transonico, essi hanno rilevato che da parte del CP è stato effettuato un errore nella lettura del parametro  $D/pS$  sulle curve di fig.II-12 della PTS che non risulta essere 0.022, come letto dal CP, ma 0.026.

Di conseguenza, il consumo calcolabile con questo nuovo valore risulta di 2.0kg/km, sovrastimato, quindi, del 23% rispetto a quello delle tabelle. I CPI hanno poi osservato che tale errore debba ritenersi sorprendente, considerato il livello tecnico-scientifico che una perizia di siffatta specie avrebbe dovuto esigere.

Il CP, nella sua replica di doc.[2], ha riportato di aver effettuato un controllo della predetta lettura e di aver rilevato che, in effetti, il valore 0.022 avrebbe potuto ritenersi sottostimato e quindi il valore 0.026 letto dai CPI ed il conseguente consumo chilometrico specifico di 2.0kg/km, avrebbero potuto ritenersi valori più precisi.

Il CP ha ritenuto quindi opportuno indagare a fondo per cercare di comprendere l'origine della differenza fra il consumo chilometrico specifico di 2.0kg/km valutabile secondo il metodo utilizzato dal CP stesso, valore tra l'altro congruente con quanto riportato nel Manuale di Volo del MiG23, ed il consumo chilometrico specifico di 1.62kg/km rilevabile dalla tab.5 di doc.42 della PTS, per le stesse condizioni di volo.

Il CP ha rilevato come i risultati di questa indagine siano stati ancora più sorprendenti di quelli rilevati dai CPI in quanto, attraverso di essi, esso ha potuto dimostrare come l'errore del 23% non era presente nelle analisi da esso stesso effettuate ma si trovava nei dati della predetta tabella fornita all'ufficio dallo SMA.

Dalle analisi effettuate dal CP è emerso infatti che, assumendo per veri i valori di consumo chilometrico specifico di 1.62kg/km riportati in tabella, ne deriverebbe una efficienza aerodinamica del velivolo nelle condizioni di volo considerate pari a circa 8.7 contro il valore di 6.5

riportato nei manuali del MiG23 e, pertanto, del tutto sbagliato. Di conseguenza risulta parimenti del tutto sbagliato il valore di consumo chilometrico specifico di 1.62kg/km riportato in tabella.

Poichè a queste obiezioni i CPI non hanno più replicato nei loro successivi documenti, l'Ufficio ha ritenuto corretto quanto affermato dal CP e, di conseguenza, ha ritenuto corrette le stime di autonomia del velivolo da esso effettuate.

Per quanto riguarda il terzo ed ultimo punto relativo al calcolo delle autonomie a partire dalle condizioni iniziali sul punto S i CPI, dai dati della PTS, hanno rilevato un "consumo chilometrico" di 2.49kg/km ed hanno paragonato questo dato al consumo di 2.0kg/km riportato sul Manuale di Volo del MiG23, relativo al volo di crociera alla velocità di massima autonomia chilometrica e nelle condizioni specificate nel Manuale stesso, rilevando che esso è "di gran lunga superiore".

Hanno paragonato poi lo stesso valore di 2.49kg/km ai dati riportati nella tabella 5 del doc.46 allegato alla PTS dai quali essi hanno rilevato un consumo chilometrico compreso fra 2 e 2.1kg/km per volo alla quota di 12000m, al peso di 12000kg ed a  $M=0.7$ , trovandolo ancora superiore.

Il CP, nella sua replica di doc.[2] ha fatto innanzi tutto osservare come questa metodologia di confronto non sia stata corretta. Infatti questo collegio ha fatto osservare come il dato riportato sul Manuale di Volo è un dato di consumo chilometrico medio utilizzabile per la previsione dell'autonomia in volo di crociera del velivolo mentre i dati riportati nella tab.5 (che per n° di  $M=0.8$  possono ritenersi corretti, come in precedenza verificato) sono dati di consumo chilometrico istantaneo (consumo chilometrico specifico) e, cioè, valutati nelle esatte condizioni di peso, di quota e di n° di  $M$  specificati in tabella.

Il CP ha fatto poi osservare come il consumo chilometrico medio valutabile dai dati della PTS per la fase di volo successiva al punto S, non sia stato di 2.49kg/km, come ipotizzato dai CPI. Infatti, secondo i dati utilizzati in PTS, il punto di flame-out si trovava a circa 610NM dal decollo, mentre il punto S si trovava a circa 440NM dal decollo. La distanza relativa fra i due punti è valutabile in circa 170NM, pari a 315km. Il consumo di carburante associato a questa tratta è di 642kg. Il consumo medio chilometrico è, pertanto, 2.038kg/km che risulta in ottimo accordo con i 2.0kg/km indicati sul Manuale di Volo, pur considerando che il valore ricavato dal CP tiene conto di componenti di vento a favore.

Il CP ha fatto infine osservare come il valore di 2.49kg/km rilevato dai CPI sia probabilmente da attribuirsi ad una loro non corretta valutazione in quanto alla tratta in esame essi attribuiscono un consumo di 669kg,



mentre, in realtà, quello effettivo è stato di 642kg ed inoltre come i risultati presentati nella PTS non siano paragonabili a nessun valore riportato in tabella 5 del doc.46, perchè essi sono riferiti a combinazioni di peso, di quota e di n° di M non previsti nella tabella stessa. Essendo consumi chilometrici “istantanei”, essi dipendono dalle particolari condizioni assunte e quindi il confronto ha senso se queste condizioni sono “identiche” per i casi considerati. Per questo motivo il CP ha ricordato come, nei suoi controlli, non abbia preso come riferimento le condizioni di volo del MiG23, ma quelle “esatte” di tabella.

Anche questo argomento non è stato più dibattuto nei successivi documenti presentati dai CPI.

L'Ufficio non può quindi che concordare con quanto affermato dal CP sulla inesistenza dei tanti errori che i CPI avevano dichiarato di aver individuato nell'ambito degli argomenti trattati, tali da dimostrare l'incongruenza delle assunzioni del CP.

## **2.8. Annesso G.**

Nel Cap.6 della Parte III della PTS il CP ha verificato che la massima autonomia chilometrica del MiG23, seguendo un opportuno profilo di volo, potrebbe stimarsi in circa 973NM, considerando un completo consumo di carburante.

Ha anche verificato come modifiche al profilo di missione di massima autonomia, possano determinare sensibili variazioni di autonomia stessa; ad esempio, l'accensione dell'A/B per sei minuti, come effettuato nel caso in esame, può aver determinato una perdita di autonomia di circa 200NM.

Il CP ha poi rilevato come la dipendenza dell'autonomia dalle caratteristiche di missione fosse stata anche confermata da fonte russa che stimava tale autonomia variabile tra 560 e 745NM, a seconda delle caratteristiche di missione stesse.

Il CP ha ritenuto che la differenza fra la precedente massima autonomia calcolata di 973NM e quella comunicata dalla fonte russa, potesse essere attribuita al fatto che le 745NM possono essere relative ad autonomia “operativa”, che prevede un opportuno residuo di carburante nei serbatoi.

I CPI, nelle loro osservazioni a tali argomentazioni contenute nell'Annesso G di doc. [1], hanno ritenuto che i predetti dati di autonomia di

560÷745NM debbano stimarsi conservativi rispetto alla distanza percorribile in caso di completo esaurimento di carburante e che, pertanto, la distanza calcolata dal CP di 650NM non debba ritenersi paragonabile con le precedenti, a meno di non assumere come valore plausibile la media di esse.

Il CP, nella sua replica di doc.[2], ha evidenziato come l'autonomia massima di 745NM debba ritenersi conservativa, rispetto a quella teoricamente conseguibile con completo esaurimento di carburante, come correttamente interpretato dai CPI.

Ha proseguito poi osservando come i CPI abbiano dimostrato, invece, di non aver correttamente interpretato il passo successivo, quando hanno affermato che la distanza di 650NM percorsa dal MiG23 in esame, non sia paragonabile con i dati di fonte russa riportati.

Il CP, pur ammettendo che i ragionamenti effettuati possono ritenersi molto qualitativi, ha fatto invece osservare come la distanza di 650NM senza riserva finale di carburante da esso calcolata, potrebbe essere compatibile con la distanza dell'ordine di 560NM con riserva di carburante indicata dalla fonte russa, tenendo anche conto che durante il volo del MiG23 è stato utilizzato l'A/B che ha determinato un consumo di circa 950kg.

Pur insistendo sul fatto che i ragionamenti sono molto qualitativi, il CP ha quindi ritenuto che la distanza da esso calcolata di 650NM, contrariamente a quanto asserito dai CPI, non possa ritenersi in disaccordo con i dati forniti dalla fonte russa.

Tale argomento non è stato più discusso nei successivi documenti.

## **2.9. Annesso H.**

L'Annesso H contiene osservazioni critiche avanzate dai CPI sulla parte II, paragrafo 5 ("Area equivalente radar") e sulla parte IV ("Analisi delle rivelazioni radar") di [1]. Le osservazioni sono sostanzialmente inerenti alla analisi della traccia radar LJ054 ed alle necessarie premesse che hanno accompagnato tale analisi. Esso è pertanto suddiviso in due parti intitolate rispettivamente "Area equivalente radar" e "Analisi delle rivelazioni radar".

Nella prima parte il CPI esprime alcune considerazioni del tutto generali sul concetto di SER (Superficie Equivalente Radar), e sulla affidabilità dei risultati ottenuti usando dati statistici ed inoltre dati che a detta del CPI sono il più delle volte non reali.

In particolare viene criticato il fatto che in 30 mesi di perizia il CP non abbia mai sollevato la problematica relativa alla determinazione del tipo di “inlets” (a “Y” oppure a “S”) e di radome (opaco oppure trasparente) del MiG23.

Sebbene non sia chiaramente indicato, lo scopo di tutta questa prima parte potrebbe essere riassunto nel periodo finale: “Pertanto si ritiene che variabili “casuali” non possano condurre a conclusioni altamente probabili, in quanto queste sarebbero comunque basate su dati “teorici” spesso non coincidenti con i dati “pratici/reali”, dalla quale si dovrebbe evincere che tutta l’analisi sulla traccia LJ054 svolta in perizia è affetta da un vizio iniziale, relativo all’uso di variabili casuali, che non portano a conclusioni altamente probabili e di dati teorici e non pratici/reali.

Il CP nella sua replica fa notare che in realtà la teoria della probabilità rappresenta proprio la disciplina di base per la analisi e la progettazione di apparati radar e quindi rappresenta lo strumento universalmente adottato per tale scopo.

Per quanto riguarda l’uso di dati teorici, viene notato dal CP che proprio per la mancanza di dati misurati, si è ricorso a simulazioni affidate ad una ditta (la IDS S.p.A. di Pisa), leader nel settore della modellizzazione elettromagnetica.

Tale incarico è stato dato dopo 12 mesi dall’inizio della perizia, e l’analisi è stata svolta considerando le quattro combinazioni possibili, derivate dalla non conoscenza del tipo di “inlets” e di “radome”; ragion per cui diventava inutile disquisire del problema nei vari incontri collegiali. Il CP afferma inoltre che tale discussione non avrebbe portato a nulla di fatto in ogni caso, perchè il CPI non ha mai fornito in tutti gli incontri dati tecnici relativi al MiG23, e quindi presumibilmente non lo avrebbe fatto neanche in questo caso.

L’Ufficio rileva che in effetti nel documento [2] nessuna informazione viene fornita dal CPI, riguardo alla problematica relativa al tipo di “inlets e di “radome”, per cui deve ritenersi esaustiva e corretta l’analisi svolta dalla IDS S.p.A. e fatta propria dal CP.

Inoltre sono da condividersi le osservazioni del CP relative all’uso di strumenti di calcolo della probabilità nell’analisi della traccia LJ054, per cui l’analisi successiva ha un sicuro valore scientifico, pur con le limitazioni che l’uso della teoria della probabilità introduce.

Nella seconda parte vengono effettuate dal CPI undici osservazioni puntuali ad altrettante affermazioni contenute in [1] ed una valutazione conclusiva globale (punto 12). La maggior parte di tali osservazioni appaiono più di forma che di sostanza, relative ad affermazioni di tipo

generale contenute in [1], peraltro chiarite nella risposta del CP, come la n. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9.

Più in particolare l'osservazione n.1 si riferisce ad una inesattezza relativa alla dichiarazione della presenza nel sistema di DA di unità missili teleguidate aria-aria, definito "grossolano errore". Nella risposta il CP osserva che il testo sotto accusa è stato ripreso dall'All.D1 alla relazione sull'inchiesta affidata al capo SMA dal ministro della Difesa il 17.03.89, concludendo quindi che il "grossolano errore" non è attribuibile al CP.

L'osservazione n.2 si riferisce alle modalità con cui viene effettuata la identificazione di un aereo e risulta di rilevanza nulla.

L'osservazione n.3 si riferisce ad una affermazione relativa alla piena visibilità radar di un bersaglio sulla zona dell'incidente, peraltro ulteriormente ed esaurientemente chiarita nella risposta del CP.

L'osservazione n.4 chiarisce che contrariamente a quanto affermato in perizia, i dati ottenibili dai nastri magnetici registrati presso un centro radar non sono due ma molto più numerosi.

L'Ufficio tuttavia osserva che, come messo in evidenza nella replica del CP, nella osservazione del CPI non sono indicati quali tabulati era possibile ottenere dai nastri di registrazione. Tale informazione, fondamentale per capire cosa era stato registrato nei nastri sequestrati a Marsala, è stata acquisita da questo ufficio molti anni dopo per altre vie (sequestri, testimonianze, ulteriori perizie).

L'osservazione n.5 disquisisce sulla interpretazione dell'aggettivo "particolare" usato in [1] per indicare l'attenzione usata dall'operatore nel tracciamento manuale di una traccia e non appare di rilevanza alcuna.

L'osservazione n.6 dichiara inesatta una affermazione che nella perizia il CP aveva ripreso dal verbale di interrogatorio di un ufficiale dell'AM.

L'osservazione n.7 prospetta critiche ad una tabella usata in [1], peraltro basate su un evidente errore di stampa; tale tabella ed il suo uso sono comunque ulteriormente chiariti nella risposta del CP.

L'osservazione n.9 contiene una precisazione relativa al tempo in cui la traccia LJ054 è stata mantenuta in vita, pur condividendo quanto detto dal CP e cioè che tale azione appare singolare.

Le altre osservazioni n.8, 10 e 11 appaiono più centrate su aspetti tecnici fondamentali della perizia.

L'osservazione n.8 affronta il problema della inizializzazione della traccia LJ054 e della valutazione della distanza di primo avvistamento. Per quanto riguarda il problema della inizializzazione manuale o automatica della traccia LJ054, dopo una lunga dissertazione il CPI raggiunge le stesse

conclusioni del CP e cioè che la traccia LJ054 è stata inizializzata automaticamente dal sistema radar.

Vi è poi una lunga critica sulla definizione di “distanza di primo avvistamento” e sul valore che essa dovrebbe avere per la traccia LJ054. Dopo una serie di calcoli il CPI raggiunge la conclusione che essa è compresa fra 134DM e 138DM (cioè in media 136DM), con la possibilità di essere “maggiorata di un valore proporzionale alla discontinuità di rilevamento delle eco radar”, non escludendo che essa possa essere dell’ordine di 140DM.

Nella replica il CP con calcoli autonomi giunge alla conclusione che la distanza di primo avvistamento è dell’ordine di 133DM, in perfetta sintonia con quanto affermato dal CPI; deve quindi concludersi che su questo importante parametro non si hanno particolari discordanze fra il CP ed il CPI e che quindi possa assumersi intorno a 135DM il suo valore stimato.

A giudizio dell’Ufficio l’obiettivo di maggior rilievo è quello della definizione di tale parametro; da quanto detto dal CPI non emerge chiaramente che cosa esso intenda per distanza di prima rivelazione radar, limitandosi quei consulenti ad affermare genericamente che essa rappresenta “la distanza a cui il radar per la prima volta rileva il plot”. Più chiara è la definizione data dal CP, anche in risposta alla osservazione 11: la distanza di prima rivelazione radar è quella distanza a cui la probabilità di rivelazione è pari a 80% od anche minore. Sempre nella risposta all’osservazione 11 si afferma anche che, come si evince dai diagrammi di copertura radar, tale distanza per un velivolo in avvicinamento alla quota di 40.000 piedi è maggiore di 160DM, valore indubbiamente molto maggiore di quello prima calcolato.

Secondo questo GI vi è una sorta di confusione nella replica del CPI fra distanza di primo avvistamento radar e distanza di piena visibilità radar, ribadita molto chiaramente dalla risposta del CP. Infatti la distanza di piena visibilità radar è quella, secondo il CP, a cui il bersaglio viene rivelato con una probabilità di rivelazione pari a 90% o maggiore (il radar praticamente vede sempre il bersaglio) e questa corrisponde, sempre dai diagrammi di copertura, ad un valore di circa 140DM. Dall’esame del tabulato della traccia LJ054 il CP deduce che il velivolo che ha prodotto quella traccia entra in visibilità radar (distanza di primo avvistamento) a circa 135DM ed in piena visibilità radar a circa 112DM. Questi valori sono molto diversi dai corrispondenti valori (160DM e 140DM) relativi ad un velivolo militare con un profilo di penetrazione nel territorio italiano analogo a quello del MiG23.

L'osservazione n.10 affronta il problema della identificazione friendly relativa alla traccia LJ054, che non è congruente con l'ipotesi che detta traccia possa rappresentare il MiG23. È da notare che tale identificazione è stata sicuramente data da Jacotenente che era il sito master di Otranto. La conclusione del CPI, espressa nelle osservazioni conclusive, è che tale identificazione è "verosimilmente errata". Il CPI inoltre dichiara che è "più che plausibile che l'operatore di Otranto si sia attivato per esprimere dubbi se non altro per curiosità di conoscere l'identità di una traccia che viaggiava fuori aerovia, senza IFF ma che era stata identificata friendly": tale fatto avrebbe reso necessario il mantenimento in vita della traccia LJ054 per un tempo tanto lungo da apparire singolare sia al CP che al CPI, al fine di attendere la relativa risposta da Jacotenente.

Nella risposta il CP viceversa accetta la spiegazione fornita dalla testimonianza di personale dell'AM secondo cui la traccia LJ054 sarebbe stata associata ad un velivolo militare di rientro da una esercitazione, concludendo quindi che non ci fu nessun errore da parte dell'identificatore in accordo con tutti gli altri fatti che tenderebbero ad escludere che la LJ054 sia la traccia relativa al MiG23.

In effetti appare all'Ufficio poco verosimile che un sito slave come Otranto interferisca su una identificazione di una traccia compiuta dal sito master e basata su informazioni che il sito slave non poteva avere; rimane quindi senza spiegazione la "singolarità" di comportamento dell'operatore di Otranto che mantiene in vita troppo a lungo una traccia friendly. Inoltre non sembra che la identificazione friendly possa configurare una anomalia, in quanto completamente plausibile appare la spiegazione fornita da testi dell'AM che hanno affermato che tale traccia era relativa ad un velivolo in rientro dopo la esercitazione Natinad. In effetti il quadro complessivo che risulta dalle testimonianze, dai documenti ufficiali e dall'esame del tracciato della LJ054 è congruente; in questo quadro la traccia LJ054 è associata ad un velivolo militare di rientro da una esercitazione e non al MiG23.

L'osservazione n.11 è tesa a confutare le conclusioni raggiunte dal CP in perizia, e cioè che il profilo di penetrazione del velivolo associato alla traccia LJ054 non è congruente con quello del MiG23 in avvicinamento alla quota di 40.000 piedi, ma che viceversa esso è perfettamente compatibile con quello di un velivolo militare in avvicinamento alla quota di 15.000 piedi. La base di tale contestazione è data dal fatto che, secondo il CPI, nella analisi del CP è stato assunto un dato iniziale errato, cioè la distanza di prima rivelazione radar.

È già stato discusso il problema relativo alla distanza di prima rivelazione radar; questo ufficio ritiene che sia stata fatta da parte del CPI

una confusione fra distanza di prima rivelazione radar e distanza di piena visibilità radar, per cui le contestazioni contenute nell'osservazione 11 non possono essere accolte.

Nelle osservazioni conclusive (punto n.12) il CPI ribadisce senza altri elementi di approfondimento che “non è lecito escludere l'ipotesi che il MiG23 libico possa essere stato avvistato dal radar di Otranto e che alla traccia LJ054 sia stata attribuita una identificazione verosimilmente errata”.

In base a quanto già affermato in precedenza questo Ufficio non può condividere le precedenti conclusioni. Osserva infine che in tutte le precedenti note critiche relative alla problematica connessa con la traccia LJ054, 1: non viene compiuta un'analisi critica completa ed articolata al complesso delle argomentazioni sviluppate dal CP in [1], e 2: non viene svolta un'analisi tecnica alternativa per corroborare le tesi sostenute dal CPI.

## **2.10. Annesso I.**

L'Annesso I concerne essenzialmente le osservazioni dei CPI sulle risposte ai quesiti e sulle conclusioni riportate dal CP nella PTS.

Il CP ha fatto precedere le risposte ai quesiti da alcune osservazioni preliminari che sono state criticate dai CPI, i quali hanno affermato di non ritenere suffragate da elementi tecnico-scientifici probanti le ricostruzioni delle traiettorie presumibilmente percorse dal MiG23, sintetizzate nelle predette osservazioni preliminari.

Le critiche alle osservazioni preliminari avanzate dai CPI, possono sintetizzarsi nei seguenti principali punti:

1 - I dati meteorologici AM utilizzati in perizia per ricavare la posizione del punto di impatto I<sub>3</sub>, non sono applicabili perchè limitati alla quota di 9000m. Debbono applicarsi, invece, i dati CEPMMT perchè si estendono fino alla quota di 12000m.

2 - Non sono appropriate le metodologie di lettura dell'FDR applicate dal CP.

3 - Improprie sono le interpretazioni del CP delle caratteristiche di volo in 2° regime e del funzionamento del sistema autopilota nei modi “altitude hold” ed “auto-throttle” per giustificare il volo nelle predette condizioni di 2° regime.

4 - Non è adeguato l'utilizzo, da parte del CP, del tracciato radar fornito dalle autorità libiche come non sono adeguati i mezzi di rappresentazione grafica al rigore scientifico connesso con il compito assegnato. A maggior

riprova di questa inadeguatezza i CPI hanno rilevato come nella fig.III-19 della PTS e nelle successive si possa osservare come, all'altezza del 32° parallelo, il velivolo passi sulla sinistra del 20° meridiano, laddove, nell'allegato C della relazione della Commissione italo-libica (fig.I-1 della PTS) questo attraversamento avviene ben a destra del meridiano stesso.

5 – I valori relativi al consumo chilometrico del velivolo sono sovrastimati dal CP (fino al 20%), in quanto non dedotti da dati sperimentali (quali?), ma calcolati in base a formule empiriche, di validità ben limitata.

A tali obiezioni il CP ha puntualmente risposto.

“Punto 1 - I CPI tentano di camuffare questo problema, cercando di dimostrare che i dati AM non sono “applicabili” perchè limitati a 9000m mentre i dati CEPMMT, più favorevoli alla loro ipotesi, sono applicabili in quanto estesi fino a 12000m.

Il problema non è assolutamente questo.

Il CP ha dimostrato che estendere i dati AM fino a 12000m, non comporta sostanziali modifiche nei risultati.

Il problema è che anche fino a 9000m i dati AM sono completamente diversi dai dati CEPMMT, valutati sulle stesse aree.

Pertanto essi non debbono ritenersi “inapplicabili” solo perchè limitati ai 9000m, e quindi ritenere i dati CEPMMT come una sorta di complemento ai dati AM mancanti, ma essi non debbono usarsi perchè completamente diversi dai dati CEPMMT stessi.

A questo punto i CPI debbono dimostrare perchè i dati CEPMMT debbono ritenersi corretti, mentre i dati AM debbono ritenersi, non “inapplicabili”, ma sbagliati.

I motivi per i quali il CP ha ritenuto più accettabili i dati AM rispetto ai dati CEPMMT, sono stati ampiamente dibattuti sia in perizia, sia in questo documento (doc.[2]).ed il CP ritiene di non avere niente da aggiungere.

Punto 2 - Il CP non può accettare le modifiche al diagramma di taratura e le modalità di lettura proposte dai CPI, sulla base di considerazioni metodologicamente errate, come abbondantemente discusso sia in perizia, sia nel par.5.1 di questo documento (doc.[2]).

Pertanto, a parere del CP, sono le metodologie utilizzate dai CPI ad essere non appropriate.

Punto 3 - I CPI hanno tentato di dimostrare come la velocità di volo di  $M=0.7$  del MiG23, valutata dal CP ed appartenente alle condizioni di volo di 2° regime, non possa ritenersi congruente con le caratteristiche di instabilità da loro attribuite al volo in 2° regime e con l'assenza di attività di controllo rilevabile dall'FDR.



Il CP, nei par. 5.5.1, 5.5.2 e 5.5.3 di questo documento (doc.[2]), ha dimostrato come le considerazioni svolte dai CPI per sostenere questa loro ipotesi siano in palese contrasto con le leggi della Meccanica del Volo.

Verifiche analitiche effettuate dal CP confermano poi, contrariamente a quanto sostenuto dai CPI, che attività di controllo per compensare la variazione di peso del velivolo dopo il punto S, non possono essere visibili sull’FDR, a causa del loro esiguo valore.

Punto 4 - Il CP conferma che i “disegni quotati” sono mezzi di rappresentazione grafica adeguati ed utilizzati in ogni branca dell’Ingegneria.

Occorre solo interpretarli in modo giusto!

Per quanto riguarda il rilievo che, in corrispondenza del 32° parallelo, la traiettoria riportata dal CP passa a sinistra del 20° meridiano mentre dalla mappa elaborata dalla CIL deriva che, in corrispondenza dello stesso punto, la traiettoria passa a destra del 20° meridiano, il CP rileva che questa osservazione è una ulteriore riprova del fatto che, probabilmente, i CPI hanno letto troppo affrettatamente la PTS ed hanno attribuito con eccessiva sicurezza ad errori del CP quello che invece deriva da loro incomprensioni del testo o dimenticanze.

In questo particolare caso, essi hanno “dimenticato” che la CIL ha ipotizzato che il velivolo avesse sorvolato il punto C, mentre il CP ha rilevato, attraverso l’esame delle comunicazioni B/T/B, che il velivolo, in realtà, è passato sul FIX4, posto a sinistra del punto C.

Il conseguente spostamento verso sinistra della parte di traiettoria successiva al FIX4, dipende da questo motivo e non da errori del CP o da inadeguatezza dei mezzi grafici.

Tale spostamento non è infatti presente nella mappa di fig.I-4, dove anche il CP ha ipotizzato il passaggio del velivolo sopra il punto C.

Punto 5 - L’affermazione dei CPI che i metodi usati dal CP per la valutazione dei consumi chilometrici forniscono una sovrastima del 20% è priva di ogni fondamento per i due principali motivi in precedenza discussi, che possono essere così sintetizzati:

1 - i CPI rilevano tale approssimazione nelle condizioni di volo transonico mentre i metodi del CP sono stati applicati alla stima dei consumi in condizioni di volo subsonico per le quali, per ammissione stessa dei CPI, essa non è presente.

2 - Nelle condizioni di volo transonico debbono ritenersi imprecisi non i risultati ottenibili con i metodi del CP, ma i dati riportati in tab.5 di doc.46, con i quali è stato effettuato il confronto, come dimostrato nel par.7.1 di questo documento.”

Il CP ha poi concluso: “Poichè le osservazioni critiche avanzate dai CPI alle ipotesi formulate dal CP sulle traiettorie presumibilmente percorse dal MiG23, non sono basate su sostanziali fondamenti tecnici, il CP conferma la validità delle ipotesi stesse”.

Le successive osservazioni critiche dei CPI hanno riguardato la risposta al quesito e sono nuovamente tornati sul problema che parte del materiale usato dal CP per raggiungere la conclusioni, come ad esempio i dati meteorologici, debba ritenersi “non applicabile”.

Nella sua replica il CP ha ribadito che, se si prescelgono le condizioni meteorologiche CEPMMT, occorre ritenere sbagliate quelle AM, perchè profondamente diverse da quelle CEPMMT, rilevate alle stesse quote e nella stessa posizione geografica. Il CP ha ritenuto poi che i CPI, in questo caso, dovrebbero dimostrare, con plausibili motivazioni tecniche, perchè le condizioni AM rilevate il giorno dell'incidente siano da ritenersi sbagliate (e non “inapplicabili”) ed invece siano da ritenersi corrette quelle CEPMMT.

Le ultime osservazioni critiche dei CPI hanno riguardato le considerazioni svolte dal CP sulla missione del MiG libico, riportate alla fine della PTS, dopo aver risposto al quesito.

In questo paragrafo della perizia il CP ha ritenuto opportuno evidenziare il contenuto di alcuni documenti, che potrebbe far ritenere non completamente infondata l'ipotesi che il MiG23 avesse potuto compiere una missione di tipo diverso da quello ipotizzato nella RCIL.

Le considerazioni riportate sono valutazioni soggettive che il CP ha tratto dall'esame dei predetti documenti e che ha ritenuto opportuno evidenziare all'ufficio, pur non avendo esse alcuna attinenza con le risposte formulate dal CP.

I CPI hanno rilevato come queste considerazioni non siano tecnicamente dimostrabili ed il CP ha preso atto come l'opinione dei CPI sui documenti discussi possa essere diversa da quella del CP stesso.

## **2.11. Conclusioni.**

Per tutto quanto esposto, l'Ufficio concorda con le conclusioni finali tratte dal CP, il quale, avendo esaminato in dettaglio tutte le critiche formulate, non ha trovato in esse elementi tali da far modificare, neppure in parte, quanto affermato in perizia.

Infatti, in linea di massima, si può osservare che alcune di tali critiche hanno riguardato aspetti marginali del problema; altre sono state basate su

non corrette interpretazioni di quanto scritto in perizia; altre ancora si sono basate su non corrette interpretazioni di ben noti fenomeni aeromeccanici che si originano sui velivoli; altre, infine, si sono basate su confronti fra caratteristiche aeromeccaniche del MiG23 determinate in perizia con quelle fornite all'ufficio dallo SMA, ricavate in modo non specificato, che risultano in contrasto con le caratteristiche aerodinamiche del velivolo stesso.

L'Ufficio ha rilevato come nel documento dei CPI non siano stati approfonditi i veri problemi che sono alla base della divergenza fra le ipotesi formulate in perizia e quelle sostenute dai CPI stessi, derivante essenzialmente dalla diversa stima della velocità di volo del MiG23 nel tratto di rotta compreso fra il punto R ed il punto di flame-out e dalla incongruenza fra traccia radar LJ054 e condizioni di volo ipotizzate nella RCIL per il velivolo, entrambe riscontrate in perizia.

L'Ufficio ha avuto la sensazione che tutto il lavoro di critica dei CPI sia stato focalizzato ad effettuare una "azione di disturbo" basata sulla spasmodica ricerca di errori, approssimazioni, imprecisioni o quant'altro potesse rivelarsi utile a screditare globalmente la perizia, magari anche attraverso "forzature", senza poi discutere se quanto rilevato potesse avere influenza determinante sui risultati finali.

L'esame della documentazione presentata dai CPI non consente pertanto di trarre alcun utile spunto per una revisione critica di quanto discusso e presentato in perizia, le cui conclusioni risultano pertanto confermate.

### **3. Memoria dell'imputato Melillo del 02.08.93 e risposta del collegio Casarosa-Dalle Mese-Held del 14.12.93.**

#### **3.1 Premessa.**

In data 3 agosto 93 dal generale S.A. Corrado Melillo è stato depositato un documento contenente osservazioni e commenti alla perizia tecnico-scientifica elaborata dal collegio peritale (nel seguito CP) relativa alla caduta del MiG23 sui monti della Sila. In questo documento il generale Melillo affronta tre principali tematiche. La prima di esse è relativa alla data di caduta del MiG23 ed all'uso fatto in perizia delle testimonianze relative all'avvistamento del velivolo sia all'altezza di Capo Rizzuto, sia in prossimità del punto di ritrovamento del relitto. La seconda concerne alcune osservazioni critiche avanzate dall'imputato sui contenuti della perizia, con particolare riguardo all'influenza sui risultati finali delle approssimazioni

inevitabilmente presenti in ogni analisi effettuata. La terza tematica, infine, riguarda alcune osservazioni sulla interpretazione della traccia radar LJ054 effettuata in perizia.

### **3.2 Sulla data di caduta del MiG23 e sull'uso fatto in perizia delle testimonianze disponibili.**

Per quanto riguarda la data di caduta del MiG23, il generale Melillo, dopo aver brevemente ricordato come il 3° Reparto, del quale all'epoca egli era responsabile, non ebbe alcun ruolo nelle indagini relative all'incidente, pone in evidenza alcuni aspetti trattati in perizia relativi allo stato del cadavere del pilota al momento del ritrovamento e ad alcuni commenti su testimonianze relative alla caduta del MiG23 che, a suo parere, non sarebbero rientrati nei quesiti posti e non avrebbero trovato poi un loro logico collegamento nel contesto della perizia. In particolare egli fa riferimento al passo di perizia nel quale si afferma che il dott. Scalise, al momento del ritrovamento del cadavere del pilota, rilevò “un incipiente stata di decomposizione, tanto da consigliare l'immediato seppellimento del cadavere” e lamenta come questo fatto non sia stato poi approfondito nel seguito della perizia stessa. Afferma che se così fosse stato fatto, si sarebbe appurato che il dott. Scalise avrebbe poi affermato in Commissione Stragi che vide il cadavere insanguinato “con il sangue che ancora colava”. Rileva poi come parimenti non abbia avuto alcun seguito di discussione l'affermazione riportata in perizia che venne constatata la scarsa presenza di sangue nella zona dell'incidente, in contrasto con la predetta affermazione del dott. Scalise.

Successivamente il generale Melillo ha osservato come in perizia non siano state tenute nel debito conto le testimonianze della sig.ra Carchidi e del sig. Piccolo, liquidate da parte del CP con l'affermazione che nessuno dei due ha realmente visto il velivolo impattare contro il costone, mentre sia stato dato notevole peso al testimone di Capo Rizzuto, ed esprime rammarico che questo sia accaduto perchè, a suo parere, “...la perizia si è tinta di ombre che potevano essere evitate a lustro della chiarezza”.

Ha concluso, infine, questa parte delle sue note affermando che vi sono chiari fatti ed elementi che confermano la caduta del MiG23 in data 18 luglio 80, a meno di non dare peso a fantastiche ricostruzioni suggerite da articoli di stampa secondo i quali sarebbe ipotizzabile che il relitto sarebbe stato portato successivamente in quella zona con dei mezzi terrestri. A

questo proposito fa osservare come sarebbe stato impossibile trasportare il relitto in zona impervia e, soprattutto, sarebbe stato impossibile ricostruire l'esatta posizione dei relitti congruente con la dinamica dell'impatto.

A questi rilievi il CP ha replicato nelle sue note di risposta facendo osservare quanto di seguito esposto.

Per quanto riguarda l'osservazione che alcuni fatti connessi con il ritrovamento del cadavere non rientrassero nei quesiti posti, il CP ha giustamente evidenziato che essi sono stati riportati in perizia allo scopo di individuare, il più oggettivamente possibile, quanto in realtà avvenuto dal momento dell'individuazione del relitto alla sua riconsegna alle Autorità libiche.

Il CP ha fatto osservare che le analisi che era tenuto ad effettuare si sarebbero svolte a circa dieci anni dall'evento e dopo che sull'evento stesso erano state formulate le più disparate ipotesi, alcune delle quali accennate anche nel documento dello stesso Melillo. Di conseguenza, il CP ha stimato necessario, appare con chiarezza, inquadrare il proprio lavoro sulla base di un esame di documenti ufficiali stilati nell'immediatezza dell'evento che dessero un quadro il più possibile oggettivo del fatto, non inquinato da successive ipotesi o supposizioni. Le informazioni riportate in perizia non debbono quindi ritenersi a favore o contro l'ipotesi di caduta del velivolo il 18 luglio 80, ma solo dati oggettivi derivanti dall'esame di documentazione ufficiale. Di conseguenza l'Ufficio non può che concordare con l'osservazione del CP che ogni ipotesi non debba trovarsi in disaccordo con essi.

Per quanto concerne la presenza di sangue sul luogo dell'incidente, il CP ha replicato evidenziando come il dott. Scalise avesse affermato che il cadavere era pieno di sangue e che alle ore 14.00 del giorno dell'incidente ancora colava nel corso della sua deposizione presso la Commissione Stragi, resa circa nove anni dopo l'evento.

Il CP ha riportato come nel rapporto dei Carabinieri relativo al sopralluogo effettuato il giorno dell'incidente, si legga invece: "Giace supino (il cadavere - ndCP -) su una pietraia in forte pendenza, con la testa in direzione monte, con le cinghie del paracadute legate al corpo. A circa un metro si trovano i resti di quello che appare un seggiolino. Poco più in alto si nota un sasso intriso di sangue, misto a materia cerebrale. Non si notano rilevanti quantità o rigagnoli di sostanze ematiche".

In merito alle testimonianze della Carchidi e del Piccolo il CP ha opportunamente replicato di non aver approfondito i significati di tali testimonianze perchè questo non rientrava nel compito ad esso assegnato dall'AG che riguardava, essenzialmente, la verifica della congruenza fra

ipotesi di traiettoria percorsa dal velivolo e traccia radar LJ054. E' stato invece esaminato e discusso quanto riferito dal teste di Capo Rizzuto perchè direttamente collegabile all'interpretazione della predetta traccia.

Allo scopo di liberare il campo da ogni possibile ombra che tale modo di procedere potesse aver indotto e sollecitato dalle osservazioni del generale Melillo, il CP ha ritenuto opportuno effettuare alcune semplici osservazioni sulle testimonianze della sig. Carchidi e del sig. Piccolo riportate in perizia e sul loro possibile impatto su tutta la vicenda MiG. Il CP ha rilevato come su di esse non si potessero fare molte congetture: il velivolo visto dai due testimoni, praticamente nello stesso istante, o era il MiG, o era un velivolo diverso dal MiG.

Il CP, nella perizia, ha dato rilievo al fatto che nessuno dei due testimoni ha visto effettivamente il velivolo impattare contro il costone e questo, non per liquidare il problema in modo semplicistico, come sostenuto dal generale Melillo, ma perchè egli ha ritenuto che a questa particolarità dovesse attribuirsi un significato ben preciso. Infatti, se i due testimoni avessero visto il velivolo impattare contro il costone, non ci sarebbero dubbi in merito: il velivolo visto sarebbe stato il MiG23. Questo però, in accordo alle testimonianze rese, avrebbe significato che il velivolo proveniva da Nord, aveva il motore in funzione ed il pilota era in grado di manovrare. Tutto questo sarebbe stato quindi in netto contrasto con quanto sostenuto nella relazione della Commissione italo-libica e cioè velivolo proveniente da Sud, motore spento, pilota in stato di incoscienza. Il CP ha ritenuto quindi evidente che se il velivolo visto dai due testimoni fosse stato il MiG, esso avrebbe effettuato una missione diversa da quella ipotizzata dalla Commissione italo-libica.

Il fatto che i due testimoni non abbiano visto il velivolo impattare contro il costone, rende possibile formulare l'ipotesi alternativa che il velivolo da loro visto non fosse il MiG. Di conseguenza, in questo caso, sulla base di queste testimonianze, non si potrebbe fare alcuna ipotesi sul tipo di missione effettuata dal MiG, ma si dovrebbe concludere che, in quel giorno, ci fu una simulazione di incidente. E questa ipotesi, sulla quale il CP non si è sentito autorizzato a formulare alcun parere, sarebbe stata molto più inquietante della precedente.

Una terza ipotesi che i due testimoni abbiano visto due velivoli distinti, dei quali uno il MiG, è stata ritenuta dal CP priva di fondamento perchè, in questo caso, si sarebbe in presenza di un inequivocabile scenario di intercettazione del MiG da parte di un altro velivolo e di questo dovrebbe esservi traccia nella documentazione trasmessa dallo SMA all'AG.

Di conseguenza, a parere del CP, un attento esame delle testimonianze della Carchidi e del Piccolo, avrebbe gettato molte più ombre sulla vicenda MiG che non una loro semplice citazione al solo scopo di definire gli eventi, come effettuato in perizia e per i motivi in essa esposti.

Per quanto riguarda la testimonianza di Capo Rizzuto il CP ha affermato di non aver assolutamente dato al testimone in questione l'importanza che il generale Melillo ha creduto di ravvisare nella perizia. Ha sottolineato che la conclusione che la traccia LJ054 non appartenesse al MiG23 è stata presa sulla base di un'analisi scientifica e tecnica dei dati radar limitandosi ad osservare come questa conclusione fosse coerente con tutti i fatti noti, anche con la predetta testimonianza, che, altrimenti, in un quadro di riferimento diverso, il CP stesso non avrebbe saputo interpretare.

Il CP ha considerato poi le osservazioni del generale Melillo volte a controbattere ipotesi formulate in articoli di stampa, secondo i quali i rottami del velivolo sarebbero stati trasportati in quella zona con mezzi terrestri. Le osservazioni si basano sul fatto che un trasporto di questo genere non avrebbe potuto esser fatto a causa dell'impervietà della zona e che ogni pezzo del relitto avrebbe dovuto essere collocato secondo la logica della dinamica dell'impatto. Il CP ha rilevato come tutto questo non corrisponda alla realtà dei fatti osservando come dalla copiosa documentazione fotografica in atti, emerga che i rottami del velivolo furono trovati ai piedi di un costone lungo il quale essi erano rotolati, presumibilmente dopo che il velivolo aveva impattato contro il costone stesso, che si erge quasi in verticale, approssimativamente da quota 400m a quota 600m. La posizione dei relitti è, pertanto, del tutto caotica e non correlabile alla dinamica dell'impatto, ma al successivo rotolamento lungo il costone. Inoltre, la sommità del costone è facilmente raggiungibile attraverso una strada asfaltata che giunge quasi sulla verticale del punto di ritrovamento dei relitti, come può agevolmente osservarsi nella fotografia posta in Cartella 2, pellicola 9, agli atti.

Con questo il CP ha dichiarato di non aver voluto assolutamente sostenere la validità dell'ipotesi alla quale si è riferito il generale Melillo, ma ha voluto solo far osservare che le considerazioni addotte dal generale per confutare tale tesi, in realtà, deporrebbero a favore di essa, se qualcuno avesse interesse a sostenerla. Di conseguenza, per quanto riguarda gli argomenti addotti dall'imputato per sostenere l'ipotesi di caduta del MiG23 in data 18 luglio, l'Ufficio concorda con le affermazioni del CP e che, cioè, tali argomenti siano in contrasto con i fondamentali dati di fatto evidenziati.

### **3.3 Su alcune osservazioni critiche avanzate ai contenuti della perizia e relative risposte del CP.**

In questa parte del documento il generale Melillo discute il problema del possibile effetto sui risultati finali delle approssimazioni inevitabilmente presenti nei dati presi come riferimento dal CP.

In particolare, l'imputato si sofferma sulle possibili approssimazioni presenti nei dati relativi alla quantità di carburante inizialmente presente nei serbatoi del velivolo, alla quantità residua al momento del flame-out, alle caratteristiche meteorologiche, alle letture del Flight Data Recorder e, infine, alla distanza percorsa dal velivolo stesso.

#### **3.3.1. Quantità di carburante inizialmente presente nei serbatoi.**

La prima osservazione critica del generale Melillo riguarda la quantità di carburante presente nel velivolo al momento dell'inizio della missione, assunta dal CP pari a 4160kg e definita come quantità imbarcata sul velivolo. Melillo ha dichiarato di non aver compreso da dove sia stato preso il predetto dato osservando che tale quantità sia da ritenersi limitativa, non trascurando l'ipotesi di una cattiva interpretazione del dato fornito dai libici potendosi ritenere la quantità di 4160kg come quantità "imbarcata" all'atto del rifornimento, in aggiunta a quantità preesistente nei serbatoi. La quantità totale avrebbe potuto essere di 4308kg se non addirittura di 4415kg previsti per le missioni di intercettazione. Il generale Melillo osserva poi come il CP abbia dato per certo lo spegnimento del motore con un residuo di 320kg di carburante a bordo e come abbia riportato che in alta quota non sia garantito il regolare afflusso di carburante al motore quando esso funziona al 100% dei giri ed è presente a bordo una quantità di carburante inferiore a 420kg. Egli afferma che queste certezze sono ingiustificate e, quanto riportato sui manuali, deve intendersi solo come avviso al pilota in modo che possa intervenire se rileva anomalie di funzionamento del motore. Conclude poi che assumendo una maggiore quantità di carburante nei serbatoi al momento dell'inizio della missione ed una minore quantità al momento del flame-out, potrebbero essere modificate le conclusioni della perizia in quanto il velivolo avrebbe potuto percorrere almeno altre 50NM che lo avrebbero portato nelle vicinanze del punto di caduta.

Il CP, nella sua replica, ha dichiarato di non avere assolutamente i dubbi esposti. Per quanto riguarda la quantità di 5200lt di carburante



(4160kg) il CP ha riportato che essa è stata tratta dal documento “Aircraft Flight Status and Maintenance Record” fornito dai libici che indica tale quantità come “Total in Tanks” e quindi non vi è alcun dubbio che questa sia la quantità totale presente nei serbatoi all'inizio della missione.

Il CP riporta che l'espressione “carburante imbarcato” non è stata tratta da documenti libici, ma è stata usata dal CP stesso per indicare la quantità totale di carburante e non quella “imbarcata” in aggiunta a quantità preesistente. Il CP ritiene, pertanto, che le argomentazioni addotte dal generale Melillo per sostenere l'ipotesi di una maggiore quantità di carburante presente sul velivolo all'inizio della missione, non abbiano consistenza, in quanto in contrasto con la inequivocabile documentazione ufficiale.

L'Ufficio concorda poi con l'osservazione del CP che se si entra in questo particolare modo di ragionare, si può allora modificare qualunque dato iniziale, ottenendo qualsivoglia risultato finale.

Per quanto riguarda la quantità di carburante residua al momento del flame-out, il CP ha fatto osservare di aver riportato in perizia che lo spegnimento del motore è molto probabile quando il carburante scende sotto i 320kg, secondo quanto indicato dai tecnici di Dresda ma, poichè tale evenienza è da ritenersi di natura statistica, il CP ha ricordato come abbia ritenuto opportuno utilizzare, come residuo di carburante, una quantità di 80kg, che è quanto può rimanere intrappolato nel sistema di alimentazione nell'ipotesi di flame-out per completo esaurimento di carburante. Tale dato è stato indicato, sulla base delle rispettive esperienze, sia dai tecnici di Dresda, sia dai consulenti di parte inquisita (tecnici AM).

Il CP ha fatto anche osservare come anche forti errori nella stima di questa quantità non possano comunque portare a sensibili errori sulla distanza percorsa dal velivolo. Infatti, secondo quanto specificato in perizia, durante la fase finale del volo si può ipotizzare un consumo medio del velivolo di circa 2.0kg/km: di conseguenza, anche un errore del  $\pm 25\%$  sulla predetta quantità di carburante può portare, al massimo, ad un errore di circa  $\pm 5\text{NM}$  sulla distanza percorsa dal velivolo, del tutto trascurabile ai fini dei risultati finali.

Pertanto si deve concordare con il CP nel non ritenere accettabile l'ipotesi formulata dal generale Melillo che approssimazioni sulla quantità di carburante iniziale e finale presente nei serbatoi del velivolo avrebbero potuto portare ad incrementi sulla distanza percorsa dal velivolo stesso dell'ordine delle 50NM, tali da avvicinare sensibilmente il velivolo alle coste italiane.

### **3.3.2. Approssimazioni sui dati meteorologici.**

Nel suo documento il generale Melillo ha ritenuto che i dati meteorologici forniti dal CEPMMT inglese non fossero del tutto attendibili. Su questo il CP si è mostrato pienamente d'accordo, come specificato in perizia. A questo proposito il CP ha fatto osservare come, nelle proprie analisi, abbia utilizzato sia i dati CEPMMT, sia i dati forniti dal Servizio Meteorologico dell'AM.

Sempre come specificato in perizia, i dati AM debbono ritenersi sfavorevoli all'ipotesi di rotta seguita dal velivolo formulata dalla CIL, mentre i dati CEPMMT debbono ritenersi molto favorevoli ad essa. Pertanto, se nella valutazione del punto di impatto del velivolo calcolata con i dati CEPMMT deve ritenersi presente una approssimazione, questa non può che essere favorevole ad una maggiore autonomia del velivolo. E' infatti poco probabile che si siano verificate condizioni più favorevoli di quelle CEPMMT. Al più le condizioni saranno state di natura intermedia fra quelle AM, sfavorevoli, e quelle CEPMMT, favorevoli.

In questa ipotesi, pertanto, il previsto punto di impatto del velivolo può ritenersi compreso fra le posizioni I1 e I3 indicate in fig.III-19 di perizia. Il CP ha fatto osservare come tale possibile variazione non abbia nessun effetto sul risultato finale.

### **3.3.3. Approssimazioni sulle letture del Flight Data Recorder (FDR).**

In questa parte del documento, il generale Melillo ha affrontato il problema delle approssimazioni insite nelle letture dei dati del FDR. Tale problema è stato approfonditamente discusso sia nella perizia, sia nelle osservazioni dei consulenti di parte, sia nelle risposte ad esse formulate dal CP e quanto riportato dall'imputato non fornisce alcun nuovo spunto di discussione. Il generale Melillo si limita genericamente ad osservare che nelle letture dei dati del FDR, ed in particolare nella lettura dei dati di velocità, possono essere presenti minimi errori che, sommandosi, possono determinare un'area di incertezza che non può essere sottovalutata, tenendo anche conto di quanto da egli stesso in precedenza affermato riguardo alla quantità di carburante presente nei serbatoi che potrebbe far ritenere una quantità superiore a quella dichiarata in perizia.

Per quanto concerne le osservazioni sulla quantità di carburante presente nei serbatoi, il CP ha in precedenza evidenziato come le osservazioni del generale Melillo non abbiano alcun significato in quanto contrastanti con la inequivocabile documentazione ufficiale.

Il CP ha poi osservato come il dato ricavabile dalle letture del FDR che può influenzare in modo determinante l'autonomia del velivolo, sia certamente il valore della velocità di volo, come più volte discusso in perizia. Allo scopo di verificare se una approssimazione nella stima della velocità di volo dai dati dell'FDR possa aver influenzato in modo determinante le caratteristiche di autonomia del velivolo, il CP ha valutato il valore di velocità che il velivolo avrebbe dovuto mantenere per compiere la missione ipotizzata dalla Commissione italo-libica ed ha paragonato tale valore a quello leggibile sull'FDR. A tale scopo il CP ha suddiviso il volo del MiG in due fasi, delle quali la prima, dal decollo fino al punto C (fig.I-4 di perizia), può ritenersi percorsa a velocità variabile mentre la seconda, dopo il punto C e fino al punto di flame-out, può ritenersi percorsa a velocità praticamente costante.

Il CP ha osservato poi come dai dati riportati in perizia e dalle note tecniche trasmesse all'AG sia dai consulenti di parte inquisita sia da gruppi di lavoro costituiti da tecnici AM, si rilevi che il velivolo avrebbe sorvolato il punto C dopo circa 25÷27min. di volo dal decollo. Tenendo conto che dall'FDR risulta che il flame-out può essere avvenuto dopo circa 77÷80min. di volo, come indicato anche nella relazione della Commissione italo-libica, il CP ha ritenuto che la distanza fra il punto C ed il punto di flame-out dovrebbe essere stata percorsa in un tempo compreso fra 50 e 55min.

Supponendo che il MiG23 avesse effettivamente compiuto la missione ipotizzata nella predetta Relazione e che, di conseguenza, la traiettoria finale del volo coincidesse con la traccia LJ054, la distanza del punto C dal punto di flame-out individuabile sulla traccia stessa sarebbe stata di circa 490NM. La velocità media rispetto al suolo (GSP) dovrebbe essere stata, pertanto, dell'ordine di 534÷588kts.

Assumendo tali valori di GSP e tenendo conto delle componenti medie di vento presenti nella zona attraversata (condizioni CEPMMT), il CP ha ricavato i seguenti dati di riferimento:

$$\text{GSP} = 534 \div 588 \text{ Kts}$$

$$\text{TAS} = 509 \div 563 \text{ Kts (velocità vera rispetto all'aria)}$$

$$\text{M} = 0.88 \div 0.98$$

Dall'FDR, durante la fase di volo successiva al punto C, si ottengono, invece, i seguenti dati, riportati anche in perizia:

$$\text{GSP} = 440 \text{ kts}$$

$$\begin{aligned} \text{TAS} &= 415 \text{ kts} \\ \text{M} &= 0.72 \end{aligned}$$

Il CP ha concluso quindi che il MiG23, per raggiungere le coste italiane in tempi compatibili con quelli rilevabili sull'FDR, avrebbe dovuto volare, tra il punto C ed il punto di flame-out, a circa  $M=0.93$  (valore medio) che corrisponde a quanto indicato nella RCIL. Dalle letture dell'FDR si rileva invece che il MiG23, nel tratto considerato, ha volato ad un valore medio di  $M=0.72$ . Il CP ha osservato quindi come tale differenza non può essere certamente imputata ai minimi errori insiti nella misura o nella lettura dei dati dell'FDR ipotizzati dal generale Melillo, ma alle ben diverse cause ampiamente discusse in perizia e che costui non ha minimamente tenuto in conto nelle sue considerazioni.

### **3.3.4. Approssimazioni sulla distanza percorsa dal velivolo.**

In questa parte del documento, il generale Melillo, ha esaminato il complesso dei dati di base che sono stati utilizzati nella perizia per raggiungere le conclusioni relative alla distanza percorsa dal MiG23 osservando come tutti, nessuno escluso, abbiano il loro, seppur piccolo, intorno di incertezza.

Andando a confrontare le differenze fra la distanza di 750NM che il velivolo avrebbe dovuto percorrere per raggiungere il punto di impatto e le distanze calcolate in perizia secondo le differenti ipotesi di condizioni meteorologiche e velocità, il generale Melillo ha osservato come esse oscillino in percentuale dal 13% al 7%. Aggiungendo alle distanze calcolate la quantità di 50NM derivante da un maggiore contenuto di carburante nei serbatoi (come sintetizzato nel precedente punto 3.1) tali differenze praticamente si annullerebbero. Il generale Melillo conclude quindi che, poichè in perizia sono stati accettati come in buon accordo dati che differiscono fra loro dell'ordine del 10%, a maggior ragione dovrebbe essere accettata la distanza di 750NM che differisce da quella calcolata per valori percentuali ancora minori.

A questo proposito il CP ha replicato che, generalmente parlando, l'osservazione del generale Melillo (escludendo l'osservazione sulla maggior quantità di carburante priva di ogni valore in quanto in contrasto con la documentazione ufficiale) potrebbe ritenersi certamente corretta ma essa non può applicarsi, così come formulata, al caso in esame. Infatti, considerando la traiettoria percorsa dal velivolo schematizzata in fig.III-19 di perizia e, su

di essa, considerando il punto R di rientro del gregario, posto a circa 309NM dal decollo, il CP ha osservato come tutte le analisi effettuate sia dal CP stesso come dai consulenti di parte inquisita e dai tecnici AM, abbiano rilevato un residuo di carburante nei serbatoi del velivolo compreso fra 1230kg e 1270kg. Questo dato è anche in accordo con quanto dichiarato dal gregario che stimava, al punto R, una quantità residua di 1120kg (1200lt), tenendo conto che, secondo quanto ammesso dai consulenti di parte inquisita, dai tecnici AM e dal generale Melillo stesso, normalmente il gregario consuma più del leader della formazione (in questo caso circa il 10% in più).

Il CP ha osservato quindi che, in corrispondenza del punto R, essendoci accordo fra i risultati di diverse analisi effettuate con differenti metodologie, debbano ritenersi “azzerate” tutte le eventuali approssimazioni, ed in particolare, quelle relative ai consumi di carburante. L'effetto delle approssimazioni che ha portato alla divergenza dei risultati ottenuti dal CP rispetto a quelli ottenuti dai consulenti di parte inquisita, dai tecnici AM od ipotizzati nella relazione della Commissione italo-libica, deve pertanto essersi manifestato dopo il punto R. Ora, la distanza del punto R dal punto di ritrovamento del relitto è circa 440NM mentre la distanza del punto I1 (fig. III-19 di perizia) dal punto R è, invece, circa 340NM. Il CP ha quindi concluso che essa risulta in difetto di circa il 23% rispetto alla distanza del punto di ritrovamento dal punto R. Se poi si prende come riferimento il punto di impatto stimato I3 di fig.III-19 di perizia, che il CP ha ritenuto più plausibile, tale approssimazione in difetto sale al 26%. Pertanto il CP ha rilevato come le approssimazioni insite nei calcoli non dovrebbero avere dato cumulativamente un errore del 13%, come ipotizzato dal generale Melillo, ma del  $23\% \div 26\%$ , poichè esse avrebbero dovuto influenzare solo la parte di traiettoria successiva al punto R, per i motivi esposti.

E tutto questo senza tener conto dell'errore di longitudine dei punti I1 e/o I3 rispetto alla traccia radar LJ054 che corrisponde ad uno spostamento relativo di circa 70NM, completamente trascurato dal generale Melillo nelle sue osservazioni.

Il CP ha osservato anche come controlli effettuati sia in perizia, sia nel documento “Risposte del Collegio Peritale ai rilievi effettuati dai Consulenti di Parte Inquisita” abbiano consentito di verificare che le eventuali approssimazioni presenti nella stima dello spazio percorso dal velivolo dopo il punto R, possano ritenersi dell'ordine di “qualche %”, decisamente inferiori ai valori dell'ordine del  $23\% \div 26\%$  in precedenza indicati. A questo proposito, il CP ha evidenziato anche il seguente punto. Il generale Melillo, portando ad esempio l'episodio del MiG cecoslovacco che,

nel 1989, attraversò la Germania ed il Belgio senza pilota a bordo (si era lanciato) e con l'autopilota inserito (episodio noto anche al CP), ha osservato che, al momento del flame-out per esaurimento carburante, il velivolo entrò in “assetto inusuale” e precipitò al suolo con traiettoria quasi verticale.

Anche il CP è convinto che, a seguito dello spegnimento del motore, la più probabile traiettoria di volo del velivolo possa essere stata di questo tipo, come anche ipotizzato dai tecnici di Dresda.

In perizia, allo scopo di considerare il caso più favorevole ad una maggiore autonomia, il CP ha ipotizzato che il velivolo, dopo il flame-out, si sia stabilizzato su una traiettoria di discesa non eccessivamente inclinata (corrispondente ad una efficienza aerodinamica di circa 6), percorrendo così ulteriori 40NM verso le coste italiane. Il CP ha rilevato come tale tipo di traiettoria non sia certamente impossibile da percorrersi ma, altrettanto certamente, sia da ritenersi poco probabile e quindi estremamente favorevole ad una maggiore distanza percorribile dal velivolo, tale da annullare ogni eventuale approssimazione in difetto, insita nelle valutazioni dello spazio percorso fino al punto di flame-out.

Non può pertanto non condividersi la conclusione del CP che eventuali approssimazioni insite sia nei dati assunti, sia nella loro elaborazione, non possono ritenersi tali da mettere in discussione i risultati conseguiti ed esposti in perizia.

### **3.4. Sulla interpretazione della traccia radar LJ054.**

Quanto alla traccia LJ054 di essa si deve dire, è stata inizializzata in modo automatico dal sistema alle ore 09.12.01Z ed identificata “friendly” dal sito master Jacotenente in 1’34”. E’ stata cancellata alle ore 09.22.57Z, dopo circa 11’ di tracciamento. Essa è stata “vista” dal radar solo nella parte iniziale. Successivamente è stata mantenuta in vita solo con interventi manuali dell’operatore; il che sta a significare che nell’ultima parte presenta poca affidabilità. Infatti non ne viene determinata con esattezza la quota, e la velocità appare credibile solo nella parte iniziale ove diminuisce progressivamente da 520NM a 475NM; i valori successivi, tutti in ulteriore diminuzione, invece non appaiono attendibili proprio perchè relativi ad aggiornamenti manuali effettuati dagli operatori del sito di Otranto.

Le caratteristiche della traccia LJ054 non si adattano alla parte finale della ipotizzata traiettoria del MiG23. I principali punti di divergenza fra questa traiettoria e la traccia LJ054 sono in sintesi i seguenti: a. è

estremamente improbabile che le quote coincidano – 40.000 piedi per il MiG contro una quota stimabile di circa 15.000 piedi per la LJ054-; b. vi è una notevole differenza nella direzione – 330° per il MiG contro 342° per la LJ054-; c. la traccia LJ054 mediante estrapolazione non arriva al punto di ritrovamento dei resti del MiG; perchè ciò fosse avvenuto sarebbe stato necessario che il pilota avesse manovrato il velivolo, contrariamente a quanto sostenuto nella relazione italo-libico, in cui si afferma che il pilota era in stato di incoscienza in quella parte del velivolo e quindi incapace di manovrare.

Sulla base di queste considerazioni il collegio d'Ufficio ritenne che la traccia LJ054 non fosse correlabile alla parte terminale della ipotizzata traiettoria del MiG libico. D'altra parte poichè da testimonianza è emerso che era presente nella zona anche un velivolo militare sicuramente diverso dal MiG libico, quella traccia LJ054 potrebbe essere relativa a quel velivolo militare così come avvistato sopra Capo Rizzuto. Tale ipotesi di certo è la più probabile in quanto è compatibile con: 1. l'identificazione Friendly della traccia LJ054; 2. con il profilo di penetrazione nel territorio italiano del velivolo avvistato sopra Capo Rizzuto; 3. la testimonianza del Piccolo, giacchè il velivolo da lui indicato potrebbe essere lo stesso visto su Capo Rizzuto; 4. la quota della LJ054; 5. la direzione della LJ054.

In base a tale considerazione il CPU conclude che “La traccia LJ054, diversa dal MiG libico, poteva essere relativa al velivolo avvistato sopra Capo Rizzuto la mattina del 18.07.80”. Quindi, se gli aerei presenti la mattina di quel giorno erano due e se la conclusione precedente è corretta, non risulterebbe traccia della registrazione di un velivolo con le caratteristiche di rotta del MiG libico nella documentazione agli atti e relativa alla registrazione delle tracce radar presso i siti di Otranto e Siracusa.

Ma non v'è alcun motivo di stimare tale conclusioni non corrette, ragion per cui vengono fatte proprie dell'inquirente.

\* \* \* \* \*