

### **Consulenza radaristica Giubbolini - 13.12.97.**

A seguito della perizia radaristica veniva depositato il 13 dicembre un documento redatto dal consulente di parte imputata Giubbolini dal titolo “Commenti alla Perizia Radaristica Dalle Mese, Donali, Tiberio”, e con data 28 novembre 97. Completata quindi prima della deposito da parte di quel collegio radaristico della risposta ai quesiti aggiuntivi del 28 luglio 97. Documento di forte critica ai risultati di quel collegio, in particolare su seguenti argomenti:

- A. Analisi della rotta del DC9 visto dai radar civili;
- B. Natura ed evoluzione delle tracce classificate nella perizia come PR1, PR2, PR3, PR4, PR5, PR6, PR7, PR8, PR9, PR10, PR11, PR12, con estensione dell’analisi ad altre tracce simili rilevabili dallo scenario;
- C. Possibilità per il radar Marconi di dare echi spuri sui lobi laterali dell’antenna;
- D. Echi sdoppiati associati sia alla traccia del DC9 sia ad altre tracce presenti nello scenario prima e dopo l’incidente;
- E. Natura ed evoluzione della traccia LG461 e rapporti spazio-temporali della stessa con il DC9.

Tali argomenti vengono posti a base delle conclusioni della perizia che sinteticamente sono:

“1) Il DC9 Itavia presenta lungo la sua rotta una serie di irregolarità che prese singolarmente non potrebbero essere considerate particolarmente significative. Tuttavia la loro concomitanza appare rilevante e tale da rendere plausibile la presenza di un velivolo nascosto.

2) Sono state individuate alcune traiettorie di soli primari che disegnano uno scenario attorno al volo del DC9 più complesso di quanto non emergesse dalla perizia Misiti. Tali traiettorie o alcune di esse tra cui PR6 e PR7, delle quali non è possibile sapere la località di decollo né tanto meno la destinazione, sarebbero naturalmente spiegate se si ammette l’eventuale presenza di una portaerei di navigazione. L’ipotesi che tali tracce, come ancora PR1, PR2 e PR3, provengano da rivelazioni effettuate su lobi laterali d’antenna come ipotizzato nella relazione Misiti non trova riscontro tecnico scientifico.

3) Il CP si è posto il problema di individuare l’evidenza di un eventuale inserimento di un velivolo nella scia del DC9. Da un approfondito esame dei tracciati radar risulta evidente che gli unici dati che chiaramente possono essere riconducibili a tale evento, sono rilevabili nell’area fra Bologna e Siena, nel tratto iniziale della traiettoria del DC9. Il CP ritiene che tale evento sia possibile per i seguenti motivi: lo scenario particolarmente complesso per la compresenza di quattro velivoli molto vicini fra loro è certamente favorevole ad una operazione di inserimento mascherato; è stata individuata la traccia LG461 parzialmente associata al codice SIF3 che proviene da Ovest e non corrisponde nella parte finale ad altre tracce presenti; tale traccia è presente con continuità e cessa in prossimità della traiettoria del DC9 Itavia”.

Il consulente di parte vuole invece dimostrare attraverso l’analisi degli elementi da A) ad E) come le presunte irregolarità lungo la rotta del DC9 costituiscano fenomeni

di tipo del tutto normale, che non evidenziano nè presi singolarmente nè nel loro complesso la presenza di un velivolo nascosto.

Per quanto attiene alle tracce da PR1 e da PR12 viene ampiamente dimostrato, secondo il consulente, la loro natura di echi spuri dovuti a risposte sui lobi laterali, “rilevando nello scenario ed analizzando anche altre situazioni che riferenziamo fin d’ora come tracce PR13a, PR13b, PR13c, PR14a, PR14b, PR14c, PR15a, PR15b e PR15c, arrivando alla conclusione tecnica che l’antenna del radar Marconi aveva dei problemi di sensibilità fuori norma, più alta di quella attesa sui lobi laterali vicini, esattamente a  $-43.35^\circ$  (a destra rispetto al centro fascio), a  $-27.07^\circ$ , a  $13.19^\circ$ , a  $25.31^\circ$  e infine a  $39.78^\circ$ . In tali direzioni le tracce o meglio i falsi allarmi sopra menzionati, relativi a sette differenti tracce reali, per un totale di 118 plots correlano con un’accuratezza di  $0.19^\circ$  r.m.s.

Per quanto attiene al fenomeno degli echi spuri sdoppiati (split-plots) di cui tre si verificano lungo la traiettoria del DC9, si fa un censimento nello scenario di altre situazioni simili, identificandone un certo numero fra le quali una molto significativa, ovverosia il volo A1141, che percorre una rotta analoga circa 47 minuti dopo, per il quale si manifesta lo stesso fenomeno all’incirca nella stessa posizione (a meno di 3 miglia di distanza). Per la suddetta situazione e per altre situazioni simili si analizza il fenomeno in grande dettaglio per evidenziarne i possibili meccanismi.

Infine e per quanto attiene alla traccia LG461 ipotizzata come il possibile velivolo che si immette nella scia del DC9 allo scopo di ottenerne il mascheramento radar si arriva al risultato, basato sulle evidenze radar, che la LG461 arriva nel possibile punto di incontro con molto anticipo rispetto al DC9 ovvero quando il DC9 si trova almeno 9 miglia dietro il suddetto punto e di conseguenza l’inserimento non risulta possibile. Per finire viene effettuata un’indagine sul codice SSR (1000) attribuito al volo LG461 verificando come il codice 1000 sia normale nell’area di controllo di Milano nella quale il volo viene localizzato”.

Il consulente in primo luogo si propone di commentare i risultati delle analisi già compiute dai precedenti collegi sul comportamento del DC9 durante la rotta. In effetti si premura di prendere in considerazione la Dalle Mese-Donali-Tiberio in quella tabella già nota ove sono evidenziate le irregolarità più significative delle registrazioni radar, che a giudizio di quei periti “possono rafforzare l’ipotesi della presenza di un secondo aereo che voli nella scia del DC9. Queste irregolarità possono essere essenzialmente sintetizzate in:

- mancate correlazioni tra primario e secondario;
- errate demodulazioni di codici SSR;
- mancate validazioni di codici SSR;
- elevate fluttuazioni nel rilevamento angolare;
- presenza contemporanea di plots primari affiancati a plots combinati (split-plot).

Il consulente sulla base di quanto rilevato dal collegio peritale su questa tabella li ove afferma che “l’evento m) alle 18.40.09, confermato sia pure per un solo plot dall’evento n) alle 18.42.29, identifica chiaramente una traiettoria di un secondo velivolo, parallela al DC9” e quindi alla luce di ciò che “anche i precedenti eventi possono contribuire a rafforzare l’ipotesi della presenza di un secondo aereo che vola nella scia del DC9, asserisce che l’ipotesi di questa presenza si basa sostanzialmente sugli eventi m) ed n).

Il consulente si propone perciò di dimostrare che i detti due eventi non sono da imputarsi alla presenza di un secondo velivolo bensì a fenomeni dell’allungamento di

ritorno dovuti sia al malfunzionamento del radar Marconi (problemi di non linearità) che a percorsi multipli dovuti all'orografia del terreno. A conferma la ripetizione di fenomeni analoghi in altri periodi di tempo e in corrispondenza di altri voli nella stessa zona in cui si verificano per il DC9.

Venendo a mancare m) ed n), asserisce il consulente, perdono automaticamente di rilevanza anche tutti gli altri eventi di cui alla tabella.

Passa poi alla analisi specifica delle irregolarità rilevate. Molte di queste irregolarità sono legate al radar secondario e si riferiscono a mancate rivelazioni dei codici SSR, a loro errate associazioni o a mancate correlazioni del secondario con il primario. Irregolarità di questo tipo nel radar secondario, precisa il consulente, sono solitamente riconducibili a problemi di "fruit", interferenza dovuta alla presenza di più interrogatori di SSR (come nel caso in esame ove sono presenti due radar) che si concretizza con la rivelazione di un bersaglio in posizione diversa da quella reale (in quanto il segnale SSR ricevuto da un interrogatore è la risposta ad un altro interrogatore) – ma questo fenomeno dovrebbe rivelarsi di continuo e per tutti i velivoli, giacché sempre sono presenti due radar interrogatori; nde – o a problemi di "garbling", interferenza causata da due o più risposte che si sovrappongono in tempo, originata da bersagli entro il fascio di antenna a distanza inferiore a 3.7km (massima distanza che dà luogo a "garbling", legata alla durata della risposta SSR, pari a 24.65µs, come spiegato in perizia).

Di seguito il consulente intende dimostrare, definita una serie di grandezze e posta una serie di equazioni, che per un bersaglio militare pari a mq.2 non potrebbe esservi interferenza per distanze tra tale velivolo ed un secondo superiori a m.20 – in effetti tale affermazione sembra essere in contrasto con quanto detto prima, cioè che comunque vi fosse possibilità di "garbling" da bersagli entro il fascio di antenna; di più, allo stato nessuno ha affermato che il secondo velivolo ipotizzato fosse o dovesse essere un velivolo militare e per di più con  $\sigma$  pari a mq.2; nde -. Ma il consulente comunque arriva alla affermazione: "dalle considerazioni sopra esposte si può quindi concludere che anche nell'ipotesi delle presenza di un secondo velivolo in prossimità del DC9, esso non avrebbe provocato interferenze sulle risposte SSR. Salvo a contraddirsi quando subito dopo afferma che:

"le irregolarità rilevate sulle risposte SSR dai radar di Fiumicino sono quindi da attribuire a fenomeno diversi quali ad esempio:

- elevata distanza dal radar (superiori alle 100Nmi nella maggior parte dei casi);
- "fruit" dovuti alla presenza di almeno due interrogatori SSR;
- presenza di altri velivoli a distanze inferiori ai 3.7km dal DC9, che possono causare problemi di "garbling" (ad esempio il volo A1133 che nella parte iniziale, fino circa alle 18.26.13, si mantiene a distanze del DC9 inferiori a 3.7km); - qui ammette esplicitamente la possibilità del "garbling"; nde -;
- risposte ad interrogazioni effettuate dai lobi laterali (problema rilevato più volte per il radar 3 con risposte "backlobe" tra le 18.51.08 e le 18.52.51).

Analogamente, continua il consulente, le mancate risposte SSR sono con maggior probabilità da attribuire a fenomeni del tipo (per altro ben descritti in perizia):

- perdite sul canale di trasmissione che, come evidenziato in perizia, limitano la probabilità di rilevare l'interrogazione al 90%;
- trasponder impossibilitato a rispondere o perché sta rispondendo o perché ha appena risposto ad un'altra interrogazione o perché silenziato dalla ricezione di un impulso P<sub>2</sub>.

L'altro problema evidenziato, dichiara infine il Giubbolini, più volte nella nota tabella riguarda gli errori angolari nella determinazione della posizione del DC9. Tale problema è stato abbondantemente analizzato nella perizia Misiti ed in perizie precedenti dove è stato dimostrato che fluttuazioni nel rilevamento angolare possono dipendere dall'assetto dell'aereo e che comunque esse appaiono statisticamente di scarsa significatività; infatti altri aerei di assetto sufficientemente vicino a quello del DC9, quali ad esempio A0225 e A5350 presentano comportamenti analoghi a quelli del DC9.

Da notare comunque che tutti i fenomeni evidenziati nella tabella sono molto comuni, come facilmente verificabile andando ad analizzare il comportamento di altri aerei su rotte diverse da quella del DC9 successivo.

Tornando ad una analisi più puntuale della tabella si può osservare quanto segue:

- come considerazione generale si può affermare che, come dimostrato precedentemente, le irregolarità registrate sulle risposte SSR non sono sicuramente imputabili alla presenza di un secondo aereo;
- va osservato inoltre che molte delle irregolarità riportate in tabella sono state registrate da un solo estrattore su quattro.

Si ricorda a tal proposito che a Fiumicino, continua il Giubbolini, erano presenti due radar, ognuno dotato di una coppia di estrattori: è evidente che comportamenti diversi tra le due coppie di estrattori (1 e 3 per il radar Marconi, 2 e 4 per il radar Selenia) sono normali in quanto i due radar hanno caratteristiche diverse, ma è altrettanto evidente che la rilevazione di irregolarità da parte di un solo estrattore su 4 fa presupporre un comportamento anomalo dell'estrattore stesso – il problema dovrebbe porsi però più correttamente, proprio per quanto detto sopra al riguardo dei soli estrattori del Marconi e non è mostrata alcuna ragione per dire che l'uno abbia un comportamento anomalo piuttosto che l'altro, e comunque nulla è detto per dimostrare l'anomalia dell'uno; nde.

Il Giubbolini procede poi alla analisi specifica degli eventi segnalati dalla già menzionata tabella della perizia radaristica:

“punto a) – ore 18.24.42.

Si tratta di una doppia risposta SSR senza codice rivelata dagli estrattori 2 e 4 del radar Selenia; come già detto doppie risposte SSR non sono comunque imputabili ad un eventuale secondo aereo.

Da notare che tali irregolarità avvengono a distanze superiori alle 120NM ed in concomitanza dell'apparire del volo A1136 in visibilità del radar di Fiumicino, all'interno di uno scenario abbastanza denso per la presenza ravvicinata di almeno altri due aerei, l'A1133, vicinissimo al DC9 e l'A4200. La presenza dell'impulso SPI può essere proprio giustificata dalla comprensibile difficoltà dell'operatore di riconoscere un aereo in un contesto piuttosto confuso.

punto c) – ore 18.24.59.

Si tratta della mancata rivelazione, per varie battute, della risposta SSR da parte di entrambi i radar. Inoltre agli istanti 18.25.06 e 18.25.11 si hanno errate decodifiche del codice SSR di modo A del DC9 (che viene demodulato come 1036 e 1032).

Entrambi i fenomeni rientrano nella norma e comunque non sono certamente attribuibili ad un eventuale secondo aereo.

La situazione relativa ai punti a) e c) è descritta in Figura 2.2-3 che mostra le rotte dei voli A1133 e A1136 nell'intervallo di tempo compreso tra le 18.24.16 e le 18.25.56, come registrate dall'estrattore 3 del radar Marconi.

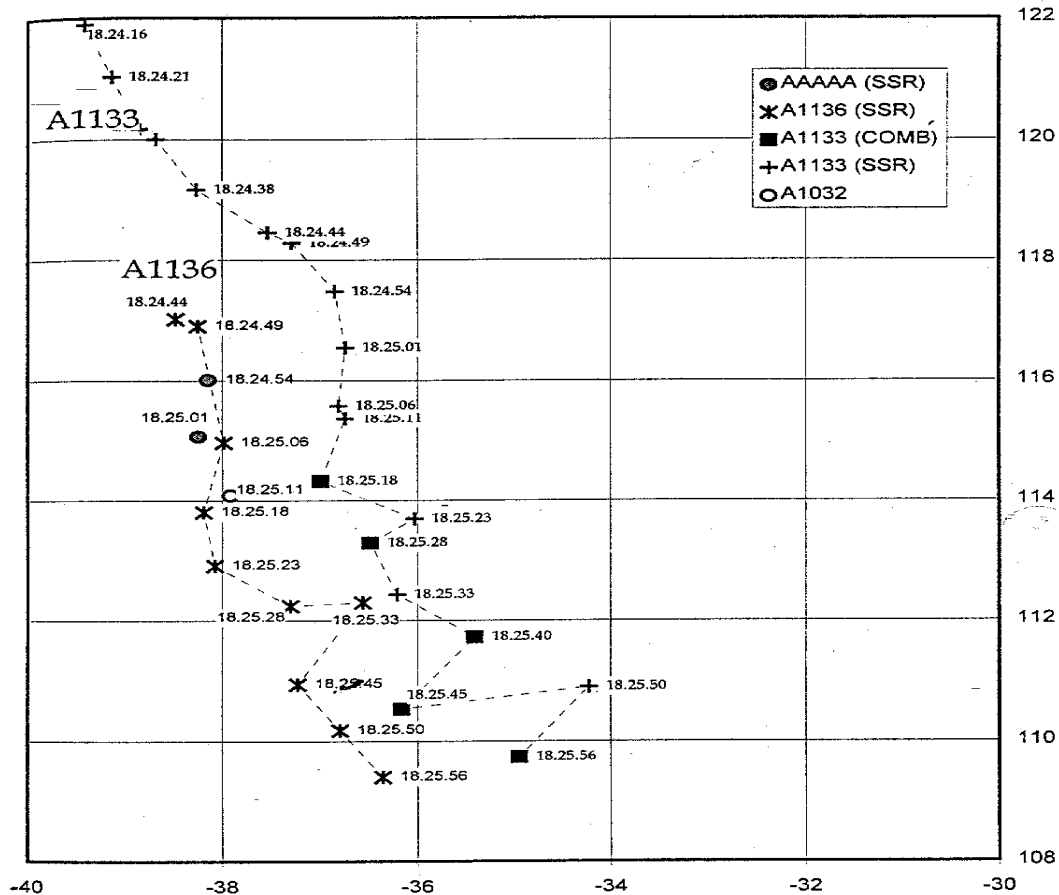


Fig. 2.2-3: Voli A1133 e A1136 tra le 18.24.16 e le 18.25.56.

Si noti che l'A1136 fa la sua apparizione alle 18.24.44 con un plot SSR e che per tutto l'intervallo di tempo i plots ad esso attribuiti solo secondari; ci si trova infatti a distanze notevoli dal radar di Fiumicino (circa 120NM).

Quando l'A1136 appare è affiancato all'A1133.

Le due traiettorie, molto vicine tra loro, appaiono sufficientemente regolari; alle 18.24.54 e alle 18.25.01 non vengono demodulati due codici SSR di plot chiaramente sulla traiettoria del DC9 e alle 18.25.11 viene demodulato un codice errato (A1032) per una battuta; tenendo conto delle distanze in gioco, del fatto che si tratta dei primi plots associati al DC9 e della vicinanza tra i due aerei tali fenomeni appaiono del tutto nella norma; è facile del resto verificare come errate o mancate demodulazioni dei codici SSR siano fenomeni molto frequenti, come descritto in 2.3.

Se si analizzano i dati delle due traiettorie, riportati in Tabella 2.2-1, si può notare come, nel suddetto intervallo di tempo, le distanze dei due aerei rispetto al radar di Fiumicino siano molto vicine e come vi siano istanti in cui si verifica il sorpasso come ad esempio alle 18.25.45 (istante in cui la posizione dell'A1133 viene rivelata con un elevato errore angolare); tale errore è spiegabile in quanto nel momento in cui i due

aerei si trovano allo stesso range dal radar (istante del sorpasso) essendo minima la loro distanza azimutale (minore di 2°), essi vengono a trovarsi nella stessa cella di distanza per cui il primario non riesce a discriminarli in angolo e posiziona il plot in posizione intermedia tra i due; in tal caso viene anche effettuata l'associazione di questo primario con il secondario dell'A1133; in seguito si vedrà come eventi analoghi siano registrati per il DC9.

Tali eventi sono comunque nella norma ed attribuibili alle caratteristiche del radar.

Tab.2.2-1: Plots relativi ai voli A1133 e A1136 tra le 18.24.16 e le 18.25.56

Tempo	Range	Azimut	X_estr	Y_estr	Codice	Radar	X_mis	Y_mis
18.24.16	128.1	342.09	-39.31	121.31	A1133	SSR.	-39.394	121.892
18.24.21	127.2	342.09	-39.24	121.1	A1133	SSR.	-39.117	121.036
18.24.27	126.3	342.09	-39.17	120.21	A1133	SSR.	-38.840	120.180
18.24.32	126.08	342.14	-39.05	120.02	A1133	SSR.	-38.668	120.004
18.24.38	125.16	342.2	-38.23	119.13	A1133	SSR.	-38.261	119.169
18.24.44	124.260	342.250	-38.110	118.260	A1133	SSR.	-37.538	118.454
18.24.44	123.180	341.480	-39.070	117.070	A1136	SSR.	-38.473	117.018
18.24.49	124.020	342.300	-37.300	118.050	A1133	SSR.	-37.294	118.280
18.24.49	123.000	342.530	-38.280	116.240	A1136	SSR.	-38.247	116.902
18.24.54	123.120	342.350	-37.170	117.180	A1133	SSR.	-36.852	117.475
18.24.54	122.120	341.480	-38.270	116.030	AAAAA	SSR.	-38.142	116.011
18.25.01	122.200	342.300	-37.160	116.250	A1133	SSR.	-36.746	116.544
18.25.01	121.260	341.370	-39.010	115.140	AAAAA	SSR.	-38.242	115.072
18.25.06	121.300	342.200	-37.210	116.000	A1133	SSR.	-36.812	115.579
18.25.06	121.080	341.430	-38.220	114.310	A1136	SSR.	-37.985	114.967
18.25.11	120.220	341.370	-38.220	114.120	A1032	SSR.	-37.914	114.085
18.25.11	121.080	342.200	-37.140	115.110	A1133	SSR.	-36.745	115.370
18.25.18	120.160	342.040	-37.240	114.150	A1133	SSR.PR.	-36.998	114.322
18.25.18	120.040	341.270	-38.270	113.230	A1136	SSR.	-38.189	113.803
18.25.23	119.260	342.250	-36.270	114.010	A1133	SSR.	-36.028	113.688
18.25.23	119.160	341.220	-38.270	113.020	A1136	SSR.	-38.073	112.914
18.25.28	119.020	342.090	-37.040	113.050	A1133	SSR.PR.	-36.483	113.291
18.25.28	118.280	341.370	-38.040	112.210	A1136	SSR.	-37.302	112.244
18.25.33	118.120	342.090	-36.300	112.160	A1133	SSR.	-36.207	112.434
18.25.33	118.100	341.580	-37.080	112.110	A1136	SSR.	-36.560	112.299
18.25.40	117.200	342.250	-36.060	111.310	A1133	SSR.PR.	-35.405	111.724
18.25.45	116.300	341.530	-37.000	110.310	A1133	SSR.PR.	-36.164	110.534
18.25.45	117.020	341.270	-37.280	110.260	A1136	SSR.	-37.228	110.940
18.25.50	116.060	342.510	-34.290	110.270	A1133	SSR.	-34.223	110.900
18.25.50	116.160	341.320	-37.170	110.110	A1136	SSR.	-36.794	110.179
18.25.56	115.160	342.200	-35.230	109.280	A1133	SSR.PR.	-34.949	109.729
18.25.56	115.280	341.370	-37.060	109.260	A1136	SSR.	-36.356	109.397

punto f) – ore 18.25.52.

Si tratta di una doppia risposta SSR rivelata dal solo estrattore 2 del radar Selenia; come già detto doppie risposte SSR non sono comunque imputabili ad un eventuale secondo aereo.

Inoltre il fatto che sia il solo estrattore 2 a rivelarla fa ulteriormente perdere di significatività all'evento: infatti contrariamente a quanto riportato in tabella (che attribuisce anche all'estrattore 4 una doppia risposta SSR), sempre in perizia a pag.89 si scrive che "gli altri tre estrattori riportano correttamente tre plot relativi alle tracce presenti in quel momento nello scenario e cioè quella del DC9, quella dell'aereo 1133 e quella del volo militare 4200".

punto g) - ore 18.26.45.

Si tratta di errori angolari registrati dall'estrattore 2 mentre gli altri 3 estrattori registrano una situazione normale.

Alle 18.26.51 una doppia risposta SSR viene rilevata dagli estrattori 2 e 4 del radar Selenia (trattandosi di irregolarità sul secondario valgono le considerazioni di cui sopra).

punto h) - ore 18.29.11.

Alle ore 18.29.05 gli estrattori 1 e 3 rivelano un plot primario in posizione intermedia fra le traiettorie A4200 e A1136.

Alle 18.29.11 sempre il radar Marconi (estrattori 1 e 3) posiziona un plot combinato con codice 1136 in posizione intermedia fra le traiettorie A4200 e A1136 con elevato errore di posizionamento.

La situazione è descritta in Tab.2.2-2 ed in Fig.2.2-4 che mostra le traiettorie dei tre aerei contemporaneamente presenti nello spazio aereo nell'intervallo di tempo di interesse e cioè i voli A4200, A1136 e A1133.

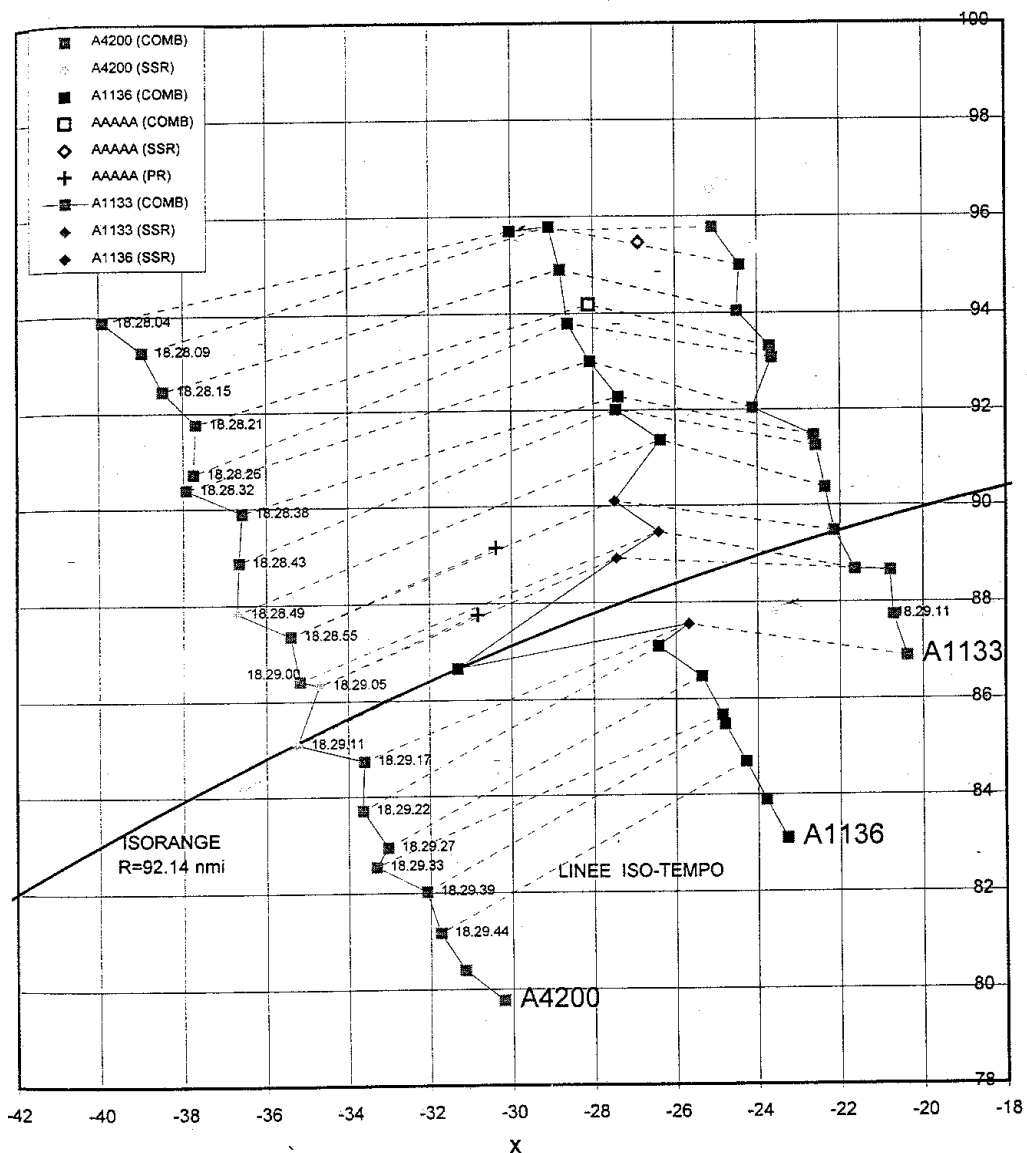


Fig. 2.2-4: Voli A1133, A1136 e A4200 tra le 18.28.04 e le 18.29.50

Con le linee tratteggiate trasversali sono stati congiunti i plots isotemporalì delle tre traiettorie.

Ci si trova in una situazione in cui l'A4200 sta affiancando l'A1136 per cui i due aerei all'istante 18.29.05 si trovano contemporaneamente allo stesso range dal radar di Fiumicino creando problemi di ambiguità nella discriminazione angolare del bersaglio in quanto separati in azimuth da circa  $3.5^\circ$  (cioè ai limiti della capacità di separare in azimuth due bersagli nella stessa cella di distanza).

Ciò non accade per il volo A1133 che, pur essendo più vicino all'A1136, è in anticipo di tempo per cui la discriminazione tra i due aerei viene fatta in distanza.



Alle 18.29.05 evidentemente il radar non riesce a risolvere l'ambiguità in angolo tra l'A4200 e l'A1136 e posiziona il plot in posizione intermedia tra le due tracce senza effettuare alcuna combinazione con i secondari dei due aerei, che rilevati in posizioni corrette, risultano abbastanza distanti dal plot primario.

Alla battuta successiva (18.29.11) si ripete la medesima situazione, ma con estrema probabilità il secondario dell'A1136 viene rilevato con un errore angolare che lo fa avvicinare al plot primario per cui l'estrattore effettua la correlazione primario-secondario in posizione chiaramente errata.

Tab.2.2-2: Plots dei voli A113, A1136 e A4200 tra le 18.28.04 e le 18.29.50

Ora	Range	Azimut	X estr	Y estr	Codice	Radar	X mis	Y mis
18.28.04	99	345.19	-25.24	95.19	A1133	SSR.PR.	-25.09418	95.76681
18.28.04	100.3	342.35	-30.28	96.05	A1136	SSR.PR.	-30.02163	95.70158
18.28.04	102.02	336.58	-40.19	93.24	A4200	SSR.PR.	-39.91702	93.8867
18.28.09	98.08	345.35	-25.04	94.31	A1133	SSR.PR.	-24.41914	94.99154
18.28.09	100.1	343.07	-29.26	95.26	A1136	SSR.PR.	-29.07143	95.7855
18.28.09	101.08	337.19	-39.23	93.08	A4200	SSR.PR.	-38.98026	93.26149
18.28.09	99.18	344.16	-27.22	95.21	AAAAA	SSR.	-26.8937	95.46414
18.28.15	97.18	345.24	-25.08	94.08	A1133	SSR.PR.	-24.4961	94.04198
18.28.15	99.18	343.07	-29.19	95.03	A1136	SSR.PR.	-28.80424	94.90515
18.28.15	100.14	337.24	-39.08	92.18	A4200	SSR.PR.	-38.48333	92.45027
18.28.21	96.28	345.45	-24.16	93.23	A1133	SSR.PR.	-23.69964	93.31755
18.28.21	99.2	337.4	-38.17	92	A4200	SSR.PR.	-37.69544	91.75889
18.28.21	98.28	343.23	-28.3	94.18	AAAAA	SSR.PR.	-28.10485	94.17577
18.28.26	96.04	345.45	-24.1	93	A1133	SSR.PR.	-2364056	93.08494
18.28.26	98.06	343.02	-29.11	93.24	A1136	SSR.PR.	-28.61541	93.79191
18.28.26	98.26	337.24	-38.2	91.02	A4200	SSR.PR.	-37.76086	90.71464
18.28.32	95.14	345.19	-24.28	92.05	A1133	SSR.PR.	-24.11576	92.03287
18.28.32	97.16	343.12	-28.27	93.05	A1136	SSR.PR.	-28.08233	93.01316
18.28.32	98.02	337.14	-38.2	90.08	A4200	SSR.PR.	-37.9317	90.38311
18.28.38	94.22	346.06	-23.13	91.24	A1133	SSR.PR.	-22.63429	91.46091
18.28.38	96.26	343.28	-28.07	92.2	A1136	SSR.PR.	-27.39301	92.28007
18.28.38	97.06	337.51	-37.11	89.27	A4200	SSR.PR.	-36.59479	89.89697
18.28.43	94	346.06	-23.08	91.03	A1133	SSR.PR.	-22.58144	91.24735
18.28.43	96.02	343.23	-28.05	91.28	A1136	SSR.PR.	-27.45856	92.01015
18.28.43	96.14	337.35	-37.15	88.31	A4200	SSR.PR.	-36.66196	88.87519
18.28.49	93.1	346.06	-23.03	90.13	A1133	SSR.PR.	-22.36523	90.3737
18.28.49	95.1	343.54	-27.03	91.13	A1136	SSR.PR.	-26.37262	91.3701
18.28.49	95.18	337.19	-37.17	88	A4200	SSR.	-36.70499	87.81786
18.28.55	92.18	346.06	-22.29	89.22	A1133	SSR.PR.	-22.14422	89.48065
18.28.55	94.2	343.02	-28.09	90.11	A1136	SSR.	-27.489	90.09992
18.28.55	94.24	337.56	-36.09	87.21	A4200	SSR.PR.	-35.40457	87.33667
18.28.55	94.18	341.11	-31.06	89.11	AAAAA	PR.	-30.37692	89.14659
18.29.00	91.28	346.17	-22.15	89.03	A1133	SSR.PR.	-21.64438	88.67671
18.29.00	93.28	343.33	-27.08	89.28	A1136	SSR.	-26.41489	89.46179

18.29.00	93.3	337.51	-36.03	86.27	A4200	SSR.PR.	-35.17715	86.41446
18.29.05	91.06	346.48	-21.16	88.2	A1133	SSR.PR.	-20.79363	88.65409
18.29.05	93.06	342.51	-28.05	88.28	A1136	SSR.	-27.441	88.92219
18.29.05	93.04	338.06	-35.13	86.08	A4200	SSR.	-34.70278	86.32589
18.29.05	93.02	340.39	-31.16	87.2	AAAAA	PR.	-3082105	87.7655
18.29.11	90.14	346.43	-21.14	87.27	A1133	SSR.PR.	-20.71117	87.72837
18.29.11	92.14	340.08	-32.03	86.24	A1136	SSR.PR.	-31.31216	86.65638
18.29.11	92.1	337.3	-36.01	85.04	A4200	SSR.	-35.24514	85.0893
18.29.17	89.24	346.48	-21.05	87.07	A1133	SSR.PR.	-20.37803	86.88218
18.29.17	91.24	343.39	-26.16	87.28	A1136	SSR.	-25.68444	87.55025
18.29.17	91.16	338.22	-34.13	84.28	A4200	SSR.PR.	-33.60754	84.73889
18.29.22	91.02	343.07	-27.04	86.31	A1136	SSR.PR.	-26.43438	87.09687
18.29.22	90.22	338.06	-34.16	83.31	A4200	SSR.PR.	-33.65096	83.70039
18.29.27	90.12	343.39	-26.04	86.18	A1136	SSR.PR.	-25.36916	86.47555
18.29.27	89.28	338.17	-33.3	83.11	A4200	SSR.PR.	-33.03512	82.94335
18.29.33	89.2	343.49	-25.21	85.29	A1136	SSR.PR.	-24.86109	85.66543
18.29.33	89.02	338.01	-34.01	82.13	A4200	SSR.PR.	-33.32347	82.5476
18.29.39	89	343.49	-25.16	85.1	A1136	SSR.PR.	-24.80535	85.47336
18.29.39	88.08	338.38	-32.27	82.01	A4200	SSR.PR.	-32.09063	82.02608
18.29.44	88.1	344	-25.01	84.23	A1136	SSR.PR.	-24.28365	84.68716
18.29.44	87.16	338.38	-32.18	81.1	A4200	SSR.PR.	-31.75544	81.16931

Punto m) – ore 18.40.09 e punto n) – ore 18.42.29.

Viene rilevata dal solo radar Marconi una ipotetica seconda traccia parallela al DC9.

Tali ipotesi deriva dalla identificazione di 5 plots primari (AAAAA), correlanti con plot combinati o secondari del DC9 (A1136), registrati dagli estrattori 1 e 3 (radar Marconi) rispettivamente alle ore 18.40.09, 18.40.27, 18.40.32, 18.40.37, 18.42.29.

Dei plots in questione si può evidenziare che:

- il plot delle 18.40.09 si trova sulla traiettoria del DC9 e correla con un plot secondario del volo A1136;
- gli altri quattro plots si trovano ad una distanza di circa un miglio dai corrispondenti plots, tutti di tipo combinato, del DC9 (A1136).

Tali plots non sono stati registrati dal radar Selenia (estrattori 2 e 4).

Tab.2.2-3:

Plots registrati dal radar 3, correlati con il DC9, tra le 18.40.09 e le 18.42.29

Ora	Range	Azimut	X	Y	Codice	Radar
18.40.09	34.2	59.51	29.03	17.5	A1136	SSR.
18.40.09	34.2	60.59	29.14	16.18	AAAAA	PR.
18.40.27	35	64.14	30.21	15	A1136	SSR.PR.
18.40.27	36.04	64.04	31.2	15.18	AAAAA	PR.
18.40.32	35.04	65.55	31.07	14.04	A1136	SSR.PR.
18.40.32	36.1	65.28	32.06	14.27	AAAAA	PR.
18.40.37	35.1	66.53	31.2	13.2	A1136	SSR.PR.

18.40.37	36.14	66.31	32.18	14.09	AAAAA	PR.
18.42.29	36.18	90.42	35.22	-0.19	A1136	SSR.PR.
18.42.29	37.26	88.46	36.3	0.19	AAAAA	PR.

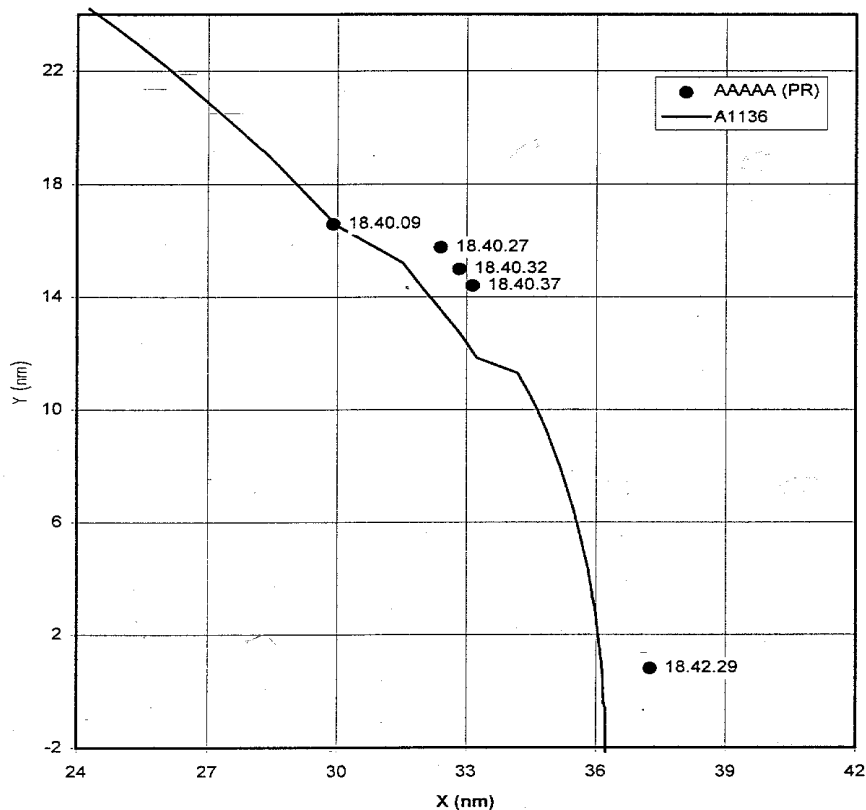
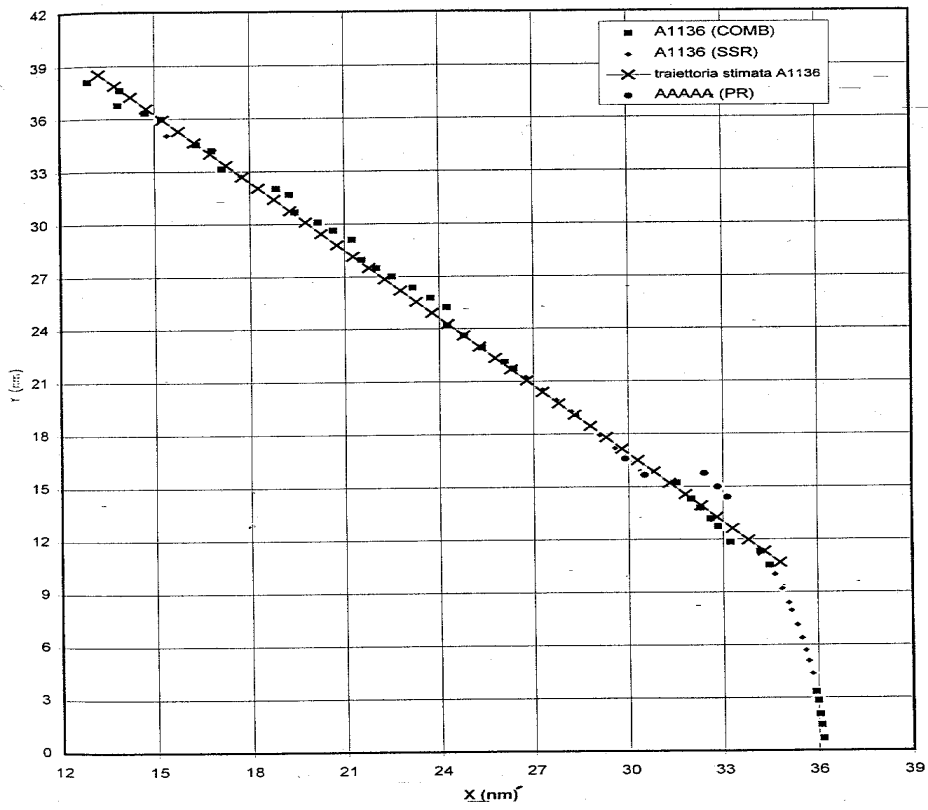


Fig. 2.2-5: Rotta del DC9 tra le 18.37.00 e le 18.41.00 (con split plot)

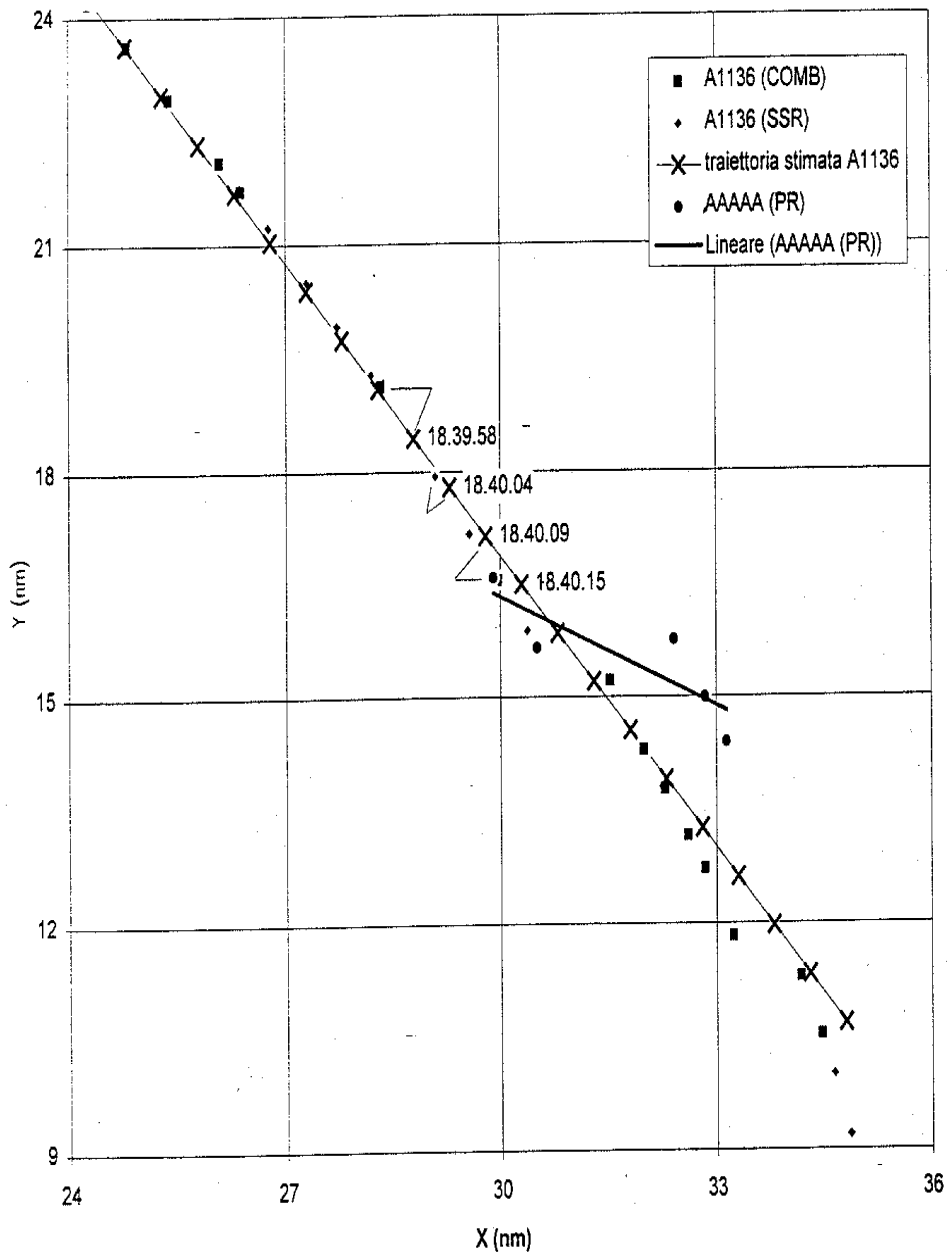
Tale fenomeno è ampiamente trattato nel capitolo 5 dove si dà ampia dimostrazione del fatto che tale evento è da attribuirsi non ad un secondo velivolo, ma a problemi di allungamento dell'eco di ritorno per cammini multipli e per problemi di non linearità del radar Marconi.

In tale sede si vuole comunque indagare sulla effettiva correlazione esistente tra il plot primario delle 18.40.09 ed i tre plots primari delle ore 18.40.27, 18.40.32 e 18.40.37 che secondo la perizia risultano "in perfetta sequenza temporale, correlanti fra di loro, a formare una traccia di un aereo diverso dal DC9".

Allo scopo sono stati elaborati i dati dei plots combinati (COMB) e secondari (SSR) associati al volo A1136 compresi tra le 18.37.05 e le 18.41.05, relativi ad un tratto di traiettoria rettilinea prima dell'inizio di una manovra. Essi sono mostrati in Figura 2.2-6 insieme ai plots primari (PR) in questione (e in Figura 2.2-7 limitatamente all'intervallo temporale 18.39.13-19.41.05).



*Fig2.2-6: Traiettoria A1136 nell'intervallo 18.37.05 - 18.41.05*



*Fig.2.2-7: Traiettoria A1136 nell'intervallo 18.39.13 - 18.41.05*

Dall'insieme dei plots COMB nel suddetto intervallo è stata stimata la retta che meglio approssima la traiettoria associata a tali plots (ipotizzando un moto rettilineo uniforme dell'aereo) ed è stata stimata, su tale retta, la posizione che si sarebbe attesa dai medesimi plots a passi di scansione di antenna (circa 5.6 sec). La posizione dei plots

sulla retta è stata stimata andando a minimizzare l'errore azimutale tra la posizione misurata dei plots e quella stimata, essendo l'errore in range meno significativo in quanto dovuto a quantizzazione. L'errore azimutale è inteso come la differenza, sulla retta, tra il punto stimato e la proiezione del punto sulla retta stessa.

Il risultato di tale elaborazione è riportato in Fig.2.2-7 ed in Tab.2.2-4 che riporta, per ogni istante di tempo le coordinate misurate dei plots ( $X_{mis}$  e  $Y_{mis}$ ) e quelle stimate sulla retta ( $X_{stim}$  e  $Y_{stim}$ ), le differenze in X e in Y tra tali coordinate ( $\Delta_x$  e  $\Delta_y$ ), l'errore assoluto  $|\epsilon|$  inteso come distanza tra punto misurato e punto stimato e l'errore azimutale  $\epsilon_{azim}$  sopra definito. Tutte le misure in tabella sono in miglia nautiche (NMi). L'errore azimutale risultante da tale analisi (nell'intervallo temporale compreso tra le 18.37.05 e le 18.41.05) ha valore medio nullo e deviazione standard pari a 0.33 NMi.

Se si analizzano i plots di Fig.2.2-7 e la tabella 2.2-4 è possibile verificare che:

- alle ore 18.40.09 si ha un plot misurato, di solo radar secondario (SSR) con errore azimutale rispetto al punto stimato di 0.16NMi ed un plot primario, allo stesso range, con errore azimutale rispetto al punto stimato di 0.51NMi, lievemente superiore alla deviazione standard dell'errore, ma entro la norma (si può infatti vedere che il plot COMB delle 18.39.58 presenta un errore azimutale di 0.82NMi); il plot primario delle 18.40.09 quindi molto presumibilmente è il risultato di una mancata associazione primario-secondario e non il primo di quattro plots "in perfetta sequenza temporale, correlanti fra di loro, a formare una traccia di un aereo diverso dal DC9".
- la "perfetta sequenza temporale dei quattro plots è comunque discutibile visto che ipotizzandoli come plots di un aereo diverso dal DC9, la traiettoria risultante sarebbe divergente da quella del DC9 e non parallela come mostrato in Fig.2.2-7.

Tab.2.2-4:errori azimutali  $\epsilon_{az}$  tra plots misurati e stimati

Ora	Tipo radar	$X_{mis}$	$Y_{mis}$	$X_{stim}$	$Y_{stim}$	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$ \epsilon $	$\epsilon_{azim}$
18.39.13	SSR.PR.	24.796	23.613	24.781	23.624	-0.015	0.011	0.019	0.018
18.39.18	SSR.PR.	25.376	22.929	25.282	22.976	-0.093	0.048	0.105	0.095
18.39.25	SSR.PR.	26.081	22.092	25.784	22.329	-0.297	0.237	0.380	0.369
18.39.30	SSR.PR.	26.371	21.713	26.285	21.681	-0.086	-0.032	0.092	-0.028
18.39.35	SSR.	26.765	21.226	26.787	21.034	0.022	-0.192	0.194	-0.166
18.39.42	SSR.	27.295	20.506	27.288	20.386	-0.007	-0.120	0.120	-0.091
18.39.47	SSR.	27.725	19.922	27.790	19.739	0.065	-0.183	0.195	-0.185
18.39.52	SSR.	28.197	19.283	28.291	19.091	0.094	-0.192	0.214	-0.209
18.39.58	SSR.PR.	28.331	19.121	28.793	18.444	0.462	-0.678	0.820	-0.819
18.40.04	SSR.	29.096	17.935	29.294	17.796		-	0.242	-0.231

						0.198	0.139		
18.40.09	SSR.	29.573	17.177	29.796	17.149	0.223	-0.029	0.224	-0.159
18.40.09	PR.	29.907	16.589	29.796	17.149	-0.111	0.560	0.570	0.511
18.40.15	SSR.PR.	29.971	16.556	30.297	16.501	0.326	0.055	0.331	-0.243
18.40.20	SSR.	30.379	15.882	30.799	15.854	0.420	0.028	0.421	-0.279
18.40.27	SSR.PR.	31.520	15.215	31.300	15.206	-0.220	-0.009	0.220	-0.128
18.40.32	SSR.PR.	31.990	14.299	31.802	14.559	-0.188	0.260	0.321	0.321
18.40.37	SSR.PR.	32.282	13.780	32.303	13.911	0.022	0.131	0.133	0.090
18.40.43	SSR.PR.	32.604	13.162	32.805	13.264	0.201	0.102	0.226	0.043
18.40.49	SSR.PR.	32.840	12.727	33.306	12.616	0.466	0.111	0.479	-0.373
18.40.54	SSR.PR.	33.236	11.835	33.808	11.969	0.572	0.134	0.588	0.244
18.41.00	SSR.PR.	34.183	11.294	34.309	11.321	0.127	0.027	0.130	0.056
18.41.05	SSR.PR.	34.471	10.517	34.811	10.674	0.340	0.157	0.374	0.084

punto q) - ore 18.48.32.

Viene commesso un errore angolare soltanto dall'estrattore 1 del radar Marconi, per cui l'evento appare poco significativo come la mancata rivelazione del ritorno secondario da parte del radar Selenia.

punto r) - ore 18.52.18.

L'estrattore 2 del radar Selenia non effettua la correlazione tra primario e secondario, mentre gli altri 3 estrattori correlano perfettamente. L'evento sembra poco significativo e comunque più attribuibile ad un errato funzionamento dell'estrattore 2.

punto s) Marconi - ore 18.52.48.

Il radar Marconi correla il codice 1136 del DC9 ad un primario relativo all'aereo di codice A0226, a 5NMI di distanza.

L'evento è descritto in fig.2.2-8 che mostra alcuni plots delle traiettorie dei due aerei A1136 e A0226 in volo affiancati, il primo (A1136) in allontanamento dal radar di Fiumicino, il secondo in avvicinamento (A0226).

Da notare che i due aerei sono effettivamente ad una distanza di 5NMI, ma incrociandosi le due traiettorie, all'istante 18.52.48 i due aerei si trovano esattamente allo stesso range dal radar di Fiumicino (circa 77NMI) e ad una distanza angolare dell'ordine dei 3.5°-4° (in una situazione cioè,

come descritto per il punto q), di difficile discriminazione angolare da parte del radar in quanto presenti nella stessa cella di distanza).

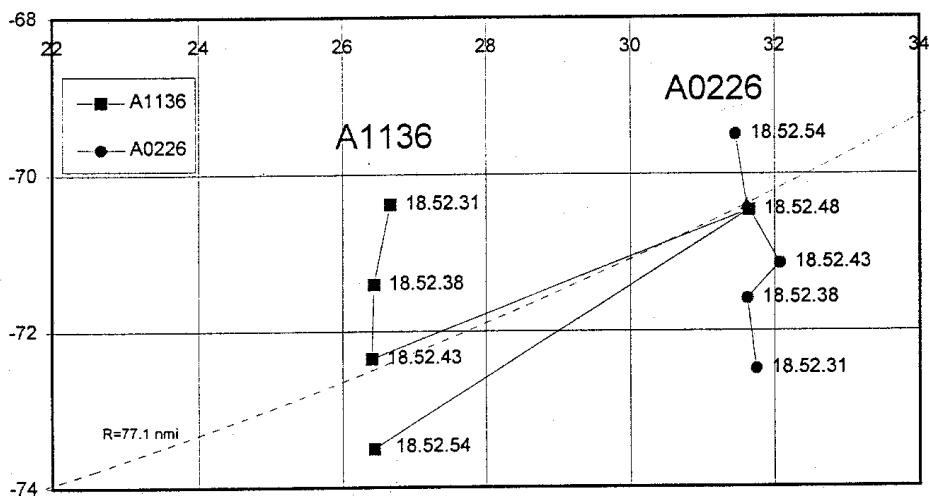


Fig.2.2-8: Voli A1136 e A0226 nell'intervallo 18.52.314 - 18.52.54

La tabella seguente riporta i dati relativi ai plots della figura in questione.

Tab.2.2-5: Plots voli A1136e A0226 nell'intervallo 18.52.314 - 18.52.54

Tempo	Range	Azimut	Codice	Radar	X mis	Y mis
18.52.31	79.14	156.21	A0226	SSR.PR.	31.7469	-72.4933
18.52.31	75.26	159.15	A1136	SSR.PR.	26.66394	-70.3783
18.52.38	78.26	156.1	A0226	SSR.PR.	31.62311	-71.5864
18.52.38	76.14	159.41	A1136	SSR.PR.	26.43645	-71.4032
18.52.43	78.04	155.44	A0226	SSR.PR.	32.0732	-71.1446
18.52.43	77.02	159.57	A1136	SSR.PR.	26.40554	-72.3521
18.52.48	77.16	155.49	A0226	SSR.	31.60919	-70.3884
18.52.48	77.24	155.49	A1136	SSR.PR.	31.64196	-70.4614
18.52.54	76.28	155.39	A0226	SSR.PR.	31.45097	-69.4944
18.52.54	78.12	160.13	A1136	SSR.PR.	26.44082	-73.5093

Da notare inoltre che in corrispondenza di questo intervallo temporale l'estrattore 3 del radar Marconi presenta anche una serie di ritorni SSR da "back-lobe",



come mostrato nella tabella seguente, a dimostrazione del fatto che il radar poteva ricevere risposte SSR relative ad interrogazioni effettuate sui lobi laterali.

Tab.2.2-6: Plots relativi a ritorni SSR da interrogazioni su “back-lobe”

Tempo	Range	Azimut	X estr	Y estr	Codice	Radar
18.51.02	65.28	155.33	26.09	-60.04	A1136	SSR.PR.
18.51.08	66.16	156.05	26	-60.03	A1136	SSR.
18.51.10	67.04	353.24	-8.14	66.16	A1136	SSR.
18.51.14	67.04	156.1	26.05	-61.18	A1136	SSR.
18.51.17	67.24	353.08	-8.26	67.03	A1136	SSR.
18.51.19	67.22	156.05	26.15	-62.01	A1136	SSR.PR.
18.51.25	68.1	156.21	26.14	-62.23	A1136	SSR.
18.51.30	68.3	156.58	26	-63.19	A1136	SSR.PR.
18.51.36	69.18	156.53	26.11	-64.04	A1136	SSR.PR.
18.51.42	70.06	157.35	25.26	-65.01	A1136	SSR.PR.
18.51.47	70.26	157.3	26.04	-65.18	A1136	SSR.PR.
18.51.52	71.14	157.35	26.09	-66.06	A1136	SSR.PR.
18.51.58	72.02	158.06	25.29	-67	A1136	SSR.PR.
18.52.04	72.22	158.22	25.26	-67.23	A1136	SSR.PR.
18.52.09	73.1	158.22	26.02	-68.09	A1136	SSR.PR.
18.52.14	73.3	158.54	25.21	-69.04	A1136	SSR.
18.52.21	74.18	159.04	25.21	-69.25	A1136	SSR.PR.
18.52.23	75.08	349.32	-14.12	73.26	A1136	SSR.
18.52.26	75.06	159.1	25.25	-70.13	A1136	SSR.PR.
18.52.31	75.26	159.15	25.28	-71.01	A1136	SSR.PR.
18.52.34	76.16	349	-15.09	74.3	A1136	SSR.
18.52.38	76.14	159.41	25.18	-71.27	A1136	SSR.PR.
18.52.40	77.04	348.45	-15.24	75.15	A1136	SSR.
18.52.43	77.02	159.57	25.14	-72.17	A1136	SSR.PR.
18.52.46	77.24	348.39	-16	76.02	A1136	SSR.
18.52.48	77.24	155.49	30.28	-71.02	A1136	SSR.PR.
18.52.51	78.14	348.18	-16.19	76.2	A1136	SSR.
18.52.54	78.12	160.13	25.17	-73.29	A1136	SSR.PR.

ultimo punto) - ore 18.59.45 - ore 18.59.45.

Il radar Marconi effettua elevati errori angolari, ampiamente studiati in perizia Misiti e, come sopra esposto, ritenuti statisticamente non significativi”.

Il Giubbolini mostra poi come molte delle irregolarità sulle risposte SSR, analoghe a quelle del DC9 ovvero al volo A1136, siano riscontrabili per molti altri voli diversi dal DC9, a riprova che i detti fenomeni - mancate rivelazioni dei codici SSR, loro errate associazioni e mancate correlazioni di secondario con il primario - rientrano nella norma in quanto riconducibili a problemi di “fruit”, “garbling” o malfunzionamenti radar. E quindi errate decodifiche dei codice A1532 (volo A0352), codice A1124 (volo A1134), codice A1026 (volo A1126), codici A1260, A0240,

A5247, A4240, A5254, A5052, A5017 (voli A5257 e A5260), codice A2144 (volo A2177) codice A2327 (volo A0227).

Così il Giubbolini conclude questo capitolo sul comportamento del DC9.

“L’analisi condotta nel presente capitolo ha mostrato come le presunte irregolarità nelle registrazioni radar, che secondo la perizia possono contribuire a rafforzare l’ipotesi della presenza di un secondo aereo che vola sulla scia del DC9 siano in realtà nella maggior parte dei casi nella norma (da un punto di vista statistico) ed in altri casi attribuibili o a particolari condizioni nel rilevamento radar, a particolari condizioni dei bersagli (incroci, sorpassi), o a malfunzionamenti degli apparati.

Inoltre la maggior parte delle presunte irregolarità viene rilevata ad elevate distanze dal radar, quindi in condizioni di bassa intensità dell’eco ricevuta.

Molti degli eventi menzionati sono relativi a problemi sulle risposte SSR (errate decodifiche, mancate validazioni, doppie risposte, mancate correlazioni con il primari), ma si è dimostrato che la presenza di un secondo aereo vicino al DC9 non avrebbe potuto causare interferenze significative sulle risposte SSR, tali cioè da giustificare i suddetti eventi. Tali eventi sono invece giustificabili con problemi di “fruit” (sono infatti presenti due interrogatori SSR), di “garbling” (sono presenti più volte due aerei a distanze inferiori a 3.7km). di propagazione (rumore, multipath, di lobi laterali e risultano molto frequenti come dimostrato nell’analisi di altre rotte.

Gli eventi ritenuti più significativi dalla perizia, perché evidenziati a distanze brevi dal radar, sono stati giustificati (in questo capitolo e nel capitolo 5) con tesi diverse da quelle ipotizzate in perizia; in particolare i doppi plot di cui ai punti m) ed n) di tabella 2.1-1 sono attribuibili a problemi di allungamento dell’eco di ritorno per multipath sul terreno e gli errori angolari di cui al punto h) di tabella 2.1-1 e l’errata associazione di codice di cui al punto s) di tabella 2.1-1 sono invece attribuibili a problemi di ambiguità in azimut del radar per la presenza contemporanea di due aerei nella stessa cella in distanza con differenze in angolo inferiori a 4°.

Si può quindi concludere che la tesi esposta in perizia della presenza di un secondo aereo non trova alcun riscontro nella presente analisi”.

Segue un altro capitolo dedicato alle analisi del comportamento di altri voli. In particolare una rotta spazialmente vicina al percorso del DC9 e temporalmente ritardata di 47 minuti, l’altra relativa ai due F104 che viaggiano in coppia e che quindi danno un’idea abbastanza precisa di come lo stesso radar vede due aerei che si confondono nella stessa cella di risoluzione. Scopo dell’analisi è accertare se il radar avesse o meno la capacità di evidenziare la presenza di un velivolo che intendesse nascondersi nell’ombra radar del DC9. Il risultato dall’indagine consente di concludere, afferma Giubbolini, che:

- su entrambe le tracce si manifestano fenomeni simili a quelli identificati sulla rotta del DC9;
- per molti di questi fenomeni è stato possibile definire anche la probabile causa, identificata su interferenze con altri voli;
- l’esame del tracciato della coppia di F104 non ha rivelato evidenza riconducibili alla presenza di due aerei nella stessa cella di risoluzione radar.

La rotta spazialmente vicina al percorso del DC9 e temporalmente ritardata è il volo 1141.

L'aereo viene acquisito dal radar Marconi sull'aerovia Ambra 14 alcune miglia dopo Firenze e procede sulla stessa aerovia fino alla scomparsa dallo schermo radar a 143 miglia a sud di Fiumicino.

Per circa la metà della rotta il volo identificato con il codice 1141 segue lo stesso percorso del DC9 1136 circa 47 minuti dopo. Il volo viene avvistato dal radar Marconi alle 19.14.01 e viene perso alle 19.42.33.

I dati considerati in fig.3.1.1 sono quelli relativi al Marconi, estrattore 3 e sono stati filtrati eliminando tutti quelli, primari e combinati /SSR che per distanza e tempo non hanno niente da spartire con il volo in esame. Dove per ragioni di vicinanza possono avvenire interferenze tra due velivoli vengono riportate anche le relative tracce.

L'intero tratto di volo è stato riportato a scala più grande suddividendo in 7 tratti analizzati in dettaglio.

Al termine di queste analisi in dettaglio, il consulente di parte conclude affermando che anche su questa rotta si affermano i soliti fenomeni di mancate rivelazioni del primario già osservati lungo la rotta del DC9 1136, mancate risposte del secondario, risposte dal secondario senza identificazione del codice, plots primari risultanti da confusioni di più bersagli nella stessa cella di risoluzione e plots doppi. E asserisce che molti di questi fenomeni hanno trovato spiegazione a seguito di interferenze con altri voli ed alcuni non hanno evidente causa correlabile con interferenza di altre tracce.

Il Giubbolini passa quindi al secondo paragrafo di questo capitolo dedicato al volo 4200/5400 cioè al volo della coppia di F104 di cui s'è già detto.

La figura 3.2.1 mostra l'intero volo della coppia di F104 identificato dal controllo di Roma con il codice 4200 in una prima fase e successivamente con il codice 5400.

I due aerei vengono acquisiti dal radar Marconi nell'area di Bologna e seguiti fino alla zona di Grosseto dove i due velivoli atterrano.

Dei due aerei uno solo portava il trasponder acceso dal momento che non si notano errori di codice che ci sarebbero comunque stati e con frequenza elevata qualora fosse vero il contrario ed i due aerei avessero avuto entrambi il trasponder acceso con lo stesso codice.

I dati considerati in figura 3.2.1 sono quelli relativi al Marconi, estrattore 3 e sono stati filtrati eliminando tutti quelli, primari e combinati/SSR che per distanza e tempo non hanno niente da spartire con il volo in esame. Dove per ragioni di vicinanza possono avvenire interferenze tra due velivoli vengono riportate anche le relative tracce.

L'intero tratto di volo è stato riportato a scala più grande suddividendo in 6 tratti analizzati in dettaglio.

A conclusione di queste analisi in dettaglio il consulente di parte afferma che non ci sono nel tracciato radar di questo volo evidenze che rivelino la presenza di due velivoli, cosa tra l'altro prevedibile dal momento che la cella radar raggiunge le dimensioni minime di circa 500 per 9500 metri solo nella fase finale del tracciamento e tenendo conto delle distanze mutue con cui normalmente gli aerei militari volano in coppia. E aggiungendo che naturalmente anche se questa rotta si osservano i soliti fenomeni di mancate rivelazioni del primario, mancate risposte del secondario, i plots primari risultanti da confusione di più bersagli nella stessa cella di risoluzione e plots doppi, e che tutti tali fenomeni hanno trovato spiegazione a seguito di interferenze con

altri voli e nessuna è stata correlabile con la presenza certa di due aerei nella traccia 4200/5400.

Quindi il capitolo dedicato ai falsi allarmi generato da risposte sui lobi laterali. Questo il testo il testo della introduzione, particolarmente critico nei confronti della perizia Dalle Mese-Donali-Tiberio.

“Il problema di alcuni falsi allarmi generati nel radar Marconi da risposte spurie su lobi laterali dell’antenna era stato a suo tempo analizzato nella perizia Misiti.

In quella occasione, una volta ipotizzato il fenomeno si era provveduto ad isolare i suddetti plots andando ad analizzare, tramite un programma di calcolo, quali dei plots primari non correlanti con tracce identificate soddisfacevano ai seguenti criteri applicati rispetto ai parametri di un plot appartenente a traccia identificata Axxxx:

→Range simile a meno di un errore contenuto entro 0.5NM;

→Tempo di registrazione entro 3 secondi;

→Differenza in azimuth maggiore di 3° e minore di 60°;

I plots soddisfacenti i criteri di cui sopra venivano classificati come prodotti su lobi laterali dal velivolo Axxxx.

I risultati trovati sono elencati nella tabella G4 dell’allegato G e sono costituiti da un totale di ben 434 plots attribuiti a 47 differenti tracce; le tracce in questione sono riportate nella seguente tabella 4.1. Sempre nella tabella G4 dell’allegato G alla perizia Misiti sono riportati i risultati dei parametri calcolati allo scopo di stabilire o meno il superamento dei criteri.

Dall’osservazione dei valori dei parametri si deducono immediatamente alcuni importanti caratteristiche ovverosia che la differenza in range è sempre molto contenuta, (la maggior parte delle volte è contenuta entro 0.2 miglia) mentre la differenza in azimuth mostra una serie di valori chiaramente ricorrenti.

Questo fatto, sicuramente notato ed analizzato dai periti radar del gruppo Misiti, era stato sufficiente per far loro affermare quanto detto circa la natura di tali plots, pur tuttavia gli stessi non avevano ritenuto necessario od opportuno andare a sviscerare altri parametri quali la dispersione dei valori di errore d’azimuth o il fatto per cui, come invece sarà dimostrato nei successivi paragrafi, una stessa traccia reale produce contemporaneamente falsi allarmi che ricorrono a differenti distanze in azimuth.

I periti Dalle Mese, Donali e Tiberio hanno dimostrato invece di non aver studiato affatto il caso dal momento che pur affermando il contrario di quanto detto da Misiti in precedenza, non si sono preoccupati di approfondire la precedente analisi ma negando l’evidenza hanno cercato di dimostrare che il fenomeno non è possibile.

L’analisi che invece è stata compiuta in questa sede è stata applicata e riportata con ampio dettaglio (analisi dei legami fra plot generante e falsi allarmi correlati e relativi disegni) ad un campione significativo delle tracce e dei falsi plots richiamati nella tabella G4, per brevità e dal momento che dagli esempi analizzati si evince senza alcun dubbio il meccanismo di comportamento.

Successivamente, per completezza è stata compiuta un’analisi statistica su tutti i 434 plots identificati nella Misiti il cui risultato è in pieno accordo con l’analisi completa effettuata sul campione.

L’analisi ha dimostrato ampiamente che il fenomeno dei falsi allarmi sui lobi laterali esiste ed è possibile in quanto verificabile dalle evidenze.

Stabilito questo punto fermo si è anche cercato di capirne le cause e di darne una spiegazione, che si riporta nel paragrafo 4.10.

Veniamo quindi al risultato trovato.

La prima traccia analizzata è stata la A1136 nell'intervallo di tempo che va dalle 18.43.02 alle 18.44.22. In tale intervallo vengono rilevate sulla A1136 16 risposte corrette e contemporaneamente (vedi para 4.1) 10 risposte spurie precedentemente classificate come traccia PR1, con differenza media di  $-43.21^\circ$  rispetto al rilevamento in azimuth della traccia vera A1136, 8 risposte spurie precedentemente classificate come traccia PR2, con differenza media di  $-27.10^\circ$  e 6 risposte spurie precedentemente classificate come traccia PR6, con differenza media di  $+39.98^\circ$ .

La seconda traccia analizzata è ancora la A1136 nell'intervallo di tempo che va dalle 18.45.55 alle 18.46.51. In tale intervallo vengono rilevate sulla A1136 11 risposte corrette e contemporaneamente (vedi para 4.2) 10 risposte spurie precedentemente classificate come traccia PR7, con differenza media di  $+39.93^\circ$  rispetto al rilevamento in azimuth della traccia vera A1136 e 9 risposte spurie precedentemente classificate come traccia PR8, con differenza media di  $-27.07^\circ$ . Oltre alle PR7 e PR8, già censite in perizia è stato inoltre identificato un altro gruppo di 10 risposte spurie classificate come traccia PR8A, con differenza media di  $-43.78^\circ$ .

La terza traccia analizzata è stata la A5357 nell'intervallo di tempo che va dalle 19.05.33 alle 19.08.37. In tale intervallo vengono rilevate sulla A 5357 34 risposte corrette e contemporaneamente (vedi para 4.3) 6 risposte spurie precedentemente classificate come traccia PR10, con differenza media di  $-43.38^\circ$  rispetto al rilevamento in azimuth della traccia vera A5357.

La quarta traccia analizzata è stata la A5356 nell'intervallo di tempo che va dalle 19.12.13 alle 19.13.47. In tale intervallo vengono rilevate sulla A5356 18 risposte corrette e contemporaneamente (vedi para 4.4) 4 risposte spurie precedentemente classificate come traccia PR9, con differenza media di  $-13.19^\circ$  rispetto al rilevamenti in azimuth della traccia vera A5356, 6 risposte spurie precedentemente classificate come traccia PR11, con differenza media di  $+40.14^\circ$  e 5 risposte spurie precedentemente classificate come traccia PR12, con differenza media di  $+25.38^\circ$ .

Prima di procedere nella descrizione dei risultati cominciamo con il far notare che il risultato ottenuto elimina fra le possibili tracce reali quelle identificate in perizia come PR1, PR2, PR6, PR7, PR8, PR9, PR10, PR11 e PR12.

Tutti i gruppi di plots sopra citati si presentano infatti alle stesse distanze angolari i cui valori medi risultano essere  $-43.35^\circ$ ,  $-27.07^\circ$ ,  $-13.19^\circ$ ,  $25.31^\circ$  e  $39.78^\circ$ . Tutti i gruppi si discostano da detti valori massimo di  $0.66^\circ$ .

Pensare ad una alternativa vuol dire ipotizzare una coincidenza di 9 velivoli distribuiti nello spazio e nel tempo i quali a gruppi di 2 o 3 volano avanti e dietro le tre differenti tracce (A1136, A5356, A5357) con rotte divergenti mantenendosi alle stesse distanze dal radar e mantenendo battuta dopo battuta le stesse distanze in azimuth da dette tracce.

E' quasi superfluo ricordare che comunque le suddette tracce PR1, PR2, PR6, PR7, PR8, PR9, PR10, PR11 e PR12 non vengono rilevate dal radar Selenia, a conferma della loro natura di falsi allarmi.

Se poi il discorso viene esteso (vedi para 4.5, 4.6 e 4.7) ad altre tracce presenti nello scenario (A1142, A2000 e A5346) identificando altre 9 false tracce denominate PR13a, PR13b, PR13c, PR14a, PR14a, PR14b, PR14c, PR15a, PR15b, PR15c, che ovviamente si presentano con gli stessi errori angolari sopra identificati portando complessivamente l'errore quadratico medio con le quali tutte le tracce si discostano dai valori di differenza d'angolo (lobi laterali) entro  $0.19^\circ$  (vedi para 4.8) il discorso della

casualità che identifica ora 18 aerei che devono comportarsi come sopra descritto, diventa talmente improbabile da potersi definire impossibile. Pertanto, è quanto riportato nei successivi paragrafi ne costituisce la dimostrazione, i gruppi di plots precedentemente ipotizzati in perizia come reali velivoli e fra questi in particolare PR6 e PR7 oggetto del primo quesito del 28.7.97 sono classificabili senza tema di smentita come falsi echi.

Fra le tracce identificate in perizia come velivoli reali rimangono ancora fuori le tracce PR3, PR4 e PR5.

Per quanto riguarda la PR3 probabilmente c'è stato qualche errore da parte del CP in quanto (vedi para 4.9) i plot riportati nella figura E42 ai tempi 18.42.40 e 18.42.46 risultano essere dei plot primari associati a secondari e rilevati sulla traccia A0444 ed i successivi delle 18.43.08 e 18.43.52 sono entrambi dei primari non associati ma associabili a secondari, sempre appartenenti alla traccia A0444.

Le tracce PR4 e PR5, sono effettivamente plots generati da un aereo, visti da entrambi i radar Selenia e Marconi e furono al tempo identificati dal CP Misiti come appartenenti ad un solo velivolo che prima procede verso Sud-Est quindi vira di circa 90° e molto probabilmente atterra a Pratica di Mare, tesi sulla quale non c'è molto da aggiungere e poco per fare qualsiasi ragionevole obiezione.

Tabella 4.1 – Tracce con fenomeni di echi spuri su lobi laterali.

A0323	A1130	A2000	A4217	A5340
A0444	A1131	A2171	A4216	A5342
A0225	A1133		A4220	A5344
A0445	A1234		A4764	A5341
A0446	A1136		A4221	A5335
	A1132			A5346
	A1135			A5346
	A1140			A5343
	A1235			A5347
	A1142			A5260
	A1016			A5353
	A1137			A5357
	A1143			A5355
	A1145			A5354
	A1141			A5363
	A1144			A5365
	A1236			A5367
				A5356

Seguono analisi in dettaglio traccia per traccia con figure e tabelle. In un successivo paragrafo si costruisce il quadro d'insieme che nel giudizio del consulente conferma le ipotesi già fatte. E a conclusione il consulente afferma che di fatto risulta dimostrato un problema di eccessiva sensibilità dell'antenna Marconi al di fuori del lobo principale, causa responsabile della generazione di tracce apparenti (ne sono state analizzate 21, precisa Giubbolini) che ad un primo esame potevano essere attribuite a

tracce reali, ma che visto nel loro complesso sono sicuramente classificabili come echi spuri.

Segue un paragrafo dedicato alla analisi statistica su tutti i falsi echi attribuiti nella perizia Misiti come echi ricevuti su lobi laterali. Apparendo d'interesse e di non semplice sintesi lo si riporta integralmente:

“Nei precedenti paragrafi sono state prese alcune rotte (A1136, A5356, A5357, A1142, A2000 e A5346) per le quali sono stati evidenziati con certezza echi su lobi laterali esattamente ai valori  $-43.35^\circ$ ,  $-27.07^\circ$ ,  $-13.19^\circ$ ,  $25.31^\circ$  e  $39.78^\circ$ .

Le sei tracce di cui sopra costituiscono un campione di 118 plots delle 47 tracce con 434 falsi allarmi attribuiti nella perizia Misiti al fenomeno dei lobi laterali.

Per rendere completa l'analisi si è proceduto ad effettuare un'analisi statistica su tutti i falsi allarmi di cui sopra andando a calcolare l'istogramma degli errori di azimuth rispetto alla traccia reale responsabile (secondo quanto rilevato nella perizia Misiti) degli stessi.

I valori utilizzati sono stati presi nella tabella G4 dell'allegato G alla perizia Misiti. Tali valori non sono ovviamente corretti con la velocità in azimuth delle tracce reali di riferimento come è stato fatto per le 6 tracce campione e pertanto c'è da aspettarsi una maggiore dispersione sempre comunque dell'ordine delle frazioni di grado.

L'istogramma è riportato in Figura 4.9.1.

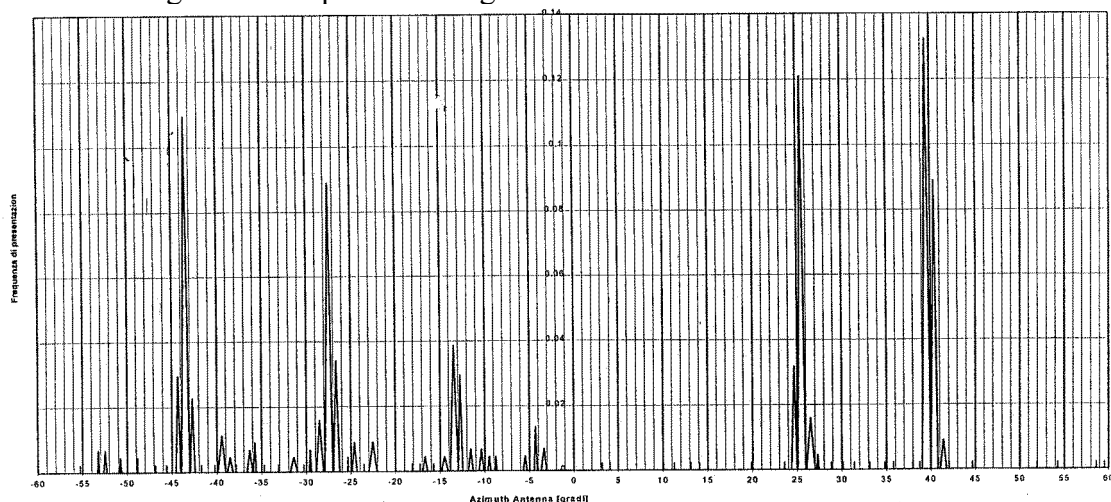


Fig. 4.9-1 Istantanea dell'istogramma dei falsi allarmi sui lobi laterali individuati nella perizia Misiti

Sull'asse delle ascisse troviamo i valori di errore (distanza angolare dalla posizione di riferimento della traccia reale) mentre sull'asse delle ordinate troviamo le frequenze di presentazione normalizzate pari cioè al numero totale di falsi allarmi che cadono in un dato intervallo di associazione, diviso per il numero totale dei falsi allarmi registrati.

Gli intervalli di associazione per la costruzione dell'istogramma sono stati assunti della larghezza di un grado.

L'istogramma può essere direttamente interpretato, in termini di probabilità di avere falsi allarmi ad un dato angolo rispetto alla direzione di centro fascio dell'antenna.

Tenuto conto del sufficientemente grande numero di tracce reali (47) variamente disposte nello spazio, l'istogramma, pur non consentendo una stima del guadagno dei lobi laterali individuati, consente comunque di effettuare una graduatoria di sensibilità

secondo la quale il lobo fra 39 e 42 gradi a destra dell'asse di centro fascio è sicuramente il più alto essendo la probabilità cumulativa nell'intervallo considerato pari a circa il 23.5%.

A seguire nell'ordine abbiamo il lobo fra 24 e 26 gradi a destra dell'asse di centro fascio con probabilità cumulativa nell'intervallo considerato pari a circa il 16.7%, il lobo fra 42 e 44 gradi a sinistra dell'asse di centro fascio con probabilità cumulativa nell'intervallo considerato pari a circa il 16.2%, il lobo fra 42 e 44 gradi a sinistra dell'asse di centro fascio con probabilità cumulativa nell'intervallo considerato pari a circa il 16 %, il lobo fra 27 e 29 gradi a sinistra dell'asse di centro fascio con probabilità cumulativa nell'intervallo considerato pari a circa il 13.5%, il lobo fra 12 e 13 gradi a sinistra dell'asse di centro fascio con probabilità cumulativa nell'intervallo considerato pari a circa il 7%.

I valori di cui sopra sono in perfetto accordo con i risultati precedentemente trovati per le tracce campione analizzate nei precedenti paragrafi da 4.1 a 4.7.

L'istogramma evidenzia oltre ai valori descritti anche altre posizioni azimuthali nelle quali si verificano falsi allarmi, anche se con probabilità molto più bassa.

I valori di cui sopra e le relative probabilità sono riportati di seguito:

- intervallo 3-5 gradi a sinistra con probabilità 2.5%
- intervallo 8-10 gradi a sinistra con probabilità 0.8%
- intervallo 23-25 gradi a sinistra con probabilità 2%
- intervallo 38-40 gradi a sinistra con probabilità 1.25%
- altre posizioni rilevabili dall'istogramma con valori di probabilità dell'ordine dello 0.2%".

D'interesse anche il paragrafo successivo "possibilità di risposte spurie sui lobi laterali per un radar di scoperta". Questo il testo:

"In questo paragrafo si analizza la possibilità che un radar di scoperta con particolare riferimento al radar Marconi possa avere delle risposte spurie al radar definibili come echi sui lobi laterali dell'antenna.

Questa analisi si rende necessaria dal momento che:

- in perizia è stato affermato ed in qualche modo dimostrato che l'ipotesi che un radar (senza precisi riferimenti al Marconi) possa rilevare un bersaglio sui lobi laterali non è tecnicamente sostenibile;
- in questo documento si è invece dimostrato e riportato che esistono chiarissime evidenze dell'esistenza del fenomeno di cui sopra.

Le due affermazioni di cui sopra sono in profonda contraddizione, di conseguenza l'argomento merita un'analisi più approfondita.

Le evidenze dimostrano (vedi paragrafi da 4.1 a 4.8) che i lobi laterali che con maggiore probabilità danno luogo al fenomeno sono quelli lontani, che la loro distribuzione attorno al centro fascio è dissimmetrica.

Tutto questo testimonia che, di fatto, l'antenna radar Marconi stava funzionando in modo anomalo per ragioni che i dati non permettono di identificare in modo né quantitativo né qualitativo, ma che possono essere ipotizzate in:

- deformazioni meccaniche;
- errato allineamento del "feed" e conseguente sfocalizzazione;
- influenza dell'ambiente circostante.

Le ragioni sopra elencate sono infatti responsabili di malfunzionamenti quali:

- modifica del fascio



- comportamento generalmente non simmetrico
- deformazione del fascio sia dentro che fuori dalla direzione di massimo guadagno (zona dei lobi laterali)

In quanto segue, si fa un commento all'appendice 2 della perizia dal titolo "Considerazioni sugli eventuali effetti dei lobi laterali", e si ipotizza una modellistica più aderente al radar Marconi tipo S264, valutando con sufficiente approssimazione il livello di sensibilità dei lobi laterali.

Nell'appendice 2 a pagina 3 si afferma testualmente al primo capoverso: "risulta evidente che la potenza disponibile al ricevitore è proporzionale al quadrato del guadagno dell'antenna nella direzione del collegamento antenna bersaglio.

Ne consegue che, a parità di condizioni di potenza, frequenza e distanza (a parità quindi di Controllo Automatico di Guadagno, AGC) i ritorni radar da uno stesso bersaglio, e quindi a parità di  $\sigma$  (area equivalente radar; nde) che venga battuto da due diverse posizioni angolari dell'antenna, determinano potenze disponibili al ricevitore che sono fra loro in un rapporto pari al quadrato fra i guadagni dell'antenna nelle due diverse direzioni in questione".

Cominciamo con l'osservare che l'affermazione è generalmente corretta salvo per il riferimento al controllo automatico di guadagno o in sigla AGC.

Da affermazioni successive, che saranno commentate nel seguito, sembra che il compilatore dell'appendice ipotizzi l'esistenza di un meccanismo di Controllo Automatico di Guadagno che in qualche modo è capace di adattare la "sensibilità istantanea del ricevitore" al livello del segnale ricevuto.

Di principio questo adattamento non viene fatto mai sul livello del segnale anche se esistono casi in cui questo viene fatto in funzione del range e/o sul segnale di sfondo.

Nel capitolo 5.6 dal titolo "Gain Controlled Amplifiers del Radar Handbook" di Merrill Skolnik, universalmente considerato come la bibbia dei radar, si fanno le seguenti considerazioni a proposito del controllo del guadagno nei radar di ricerca.

Premesso che esiste il problema che un qualsiasi bersaglio aumenta il segnale nel ricevitore in modo proporzionale alla quarta potenza della distanza e che questo in genere crea problemi in ricevitori a guadagno fisso, è possibile ridurre l'entità dei problemi ricorrendo a metodi di compensazione del guadagno della catena.

La prima tecnica in discussione è denominata STC (Sensitivity Time Control) che consiste nel ridurre il guadagno della catena ricevente in funzione del range del target e quindi del tempo di ritorno (da cui il nome della tecnica).

D'altra parte molti radar di scoperta utilizzano antenne con fascio del tipo a cospicua quadra, che riducono il guadagno d'antenna in funzione dell'angolo di elevazione in maniera tale che, ad elevati angoli di elevazione, un bersaglio produce un eco di potenza indipendente dal range ma inversamente proporzionale al quadrato della quota.

Questo significa che il meccanismo di STC che è corretto per bassi angoli d'elevazione diventa incompatibile e ne limita l'utilità ad alti angoli di elevazione, tant'è che le antenne con fascio a cospicua quadra sono state abbandonate in favore di antenne che dirigono più energia in alto.

L'avvento degli stacked beams radar (SPS-2, FPS-7, MPS-20, FPS-27 ecc.), che coprono lo spazio in elevazione attraverso diversi fasci sovrapposti, ha rivalutato il controllo STC che in questo caso adatta la legge di controllo in funzione del fascio interessato, consentendo di raggiungere la massima sensibilità a distanze brevi per i fasci superiori e alle massime distanze per quelli inferiori.

Comunque la tecnica STC non è in grado di compensare la “radar cross section” del “clutter” (sfondo ndr).

Quando lo sfondo predomina, un controllo automatico di guadagno può livellare il segnale di sfondo. Il segnale di reazione è nel caso lo stesso segnale di sfondo. La costante di tempo di intervento è tale da consentire molte correzioni del guadagno all'interno dell'intervallo di ripetizione degli impulsi.

Un'altra tecnica che qualche volta viene usata è il controllo automatico istantaneo di guadagno (IAGC) che agisce in modo tale da preservare il guadagno incrementale di uno stadio di amplificazione in presenza di segnali ad onda continua o lentamente modulati.

La costante di tempo deve essere sufficientemente bassa da seguire le variazioni in ampiezza dell'interferenza portandone i picchi intorno al punto di riposo dell'amplificatore.

Per quanto riguarda il Marconi S264 la documentazione disponibile, analizzata nelle precedenti perizie non riporta lo schema logico della catena a Radiofrequenza e Frequenza Intermedia, pur tuttavia si possono fare alcune considerazioni basate sulle informazioni disponibili e cioè:

L'antenna utilizzata è di tipo high looking e di conseguenza è adatta a lavorare insieme ad un meccanismo di controllo di guadagno di tipo STC.

Tale meccanismo, quando utilizzato su radar che operano in presenza di clutter di terra e di mare viene dimensionato con una legge di compensazione direttamente proporzionale al Range alla quarta potenza. La compensazione STC viene comunque applicata soltanto al di sotto di un dato valore di range (Range di intervento, tipicamente 25/30NM per radar di questa portata). Si può pertanto ipotizzare che se il controllo STC esisteva, e comunque per i valori di range al di sotto del Range di intervento un dato bersaglio sarebbe stato rivelato, al di sotto di tale range con una potenza media della risposta indipendente dal range stesso.

Non essendo comunque in condizioni di dare precisazioni non resta che valutare entrambe le ipotesi: mancanza del meccanismo STC o comunque Range di intervento inferiore a quello in cui i fenomeni si manifestano e presenza dello stesso.

Il ragionamento nell'appendice continua affermando che, ammesso che il segnale abbia un livello rivelabile, questo viene rilevato prima in direzione del lobo laterale (P1), successivamente nella direzione corrispondente al lobo principale e necessariamente, “per simmetria” dovrebbe anche essere rilevato nella posizione (P2), nella posizione dell'altro lobo laterale dalla parte opposta dell'antenna.

L'affermazione di cui sopra non è corretta per due motivi:

Il primo motivo è che anche in presenza di un'antenna ideale, con lo stesso guadagno sui lobi laterali simmetrici rispetto al centro fascio, non è detto che si abbia con certezza la detezione del bersaglio, che rimane un fatto statistico, su entrambe le posizioni.

Il secondo motivo è che le antenne reali presentano quasi sempre delle dissimmetrie dovute alle tolleranze costruttive. A questo riportiamo in figura 4.10.1 una misura reale di un'antenna (da Skolnick Radar Handbook) da cui si evince quanto sopra affermato.

Le dissimmetrie e i comportamenti molto diversi dall'ideale, quali lobi laterali lontani più alti di quelli vicini come di fatto verificato per l'antenna del Marconi

possono poi verificarsi a causa di problemi prevalentemente meccanici fuori delle tolleranze richieste.

L'analisi in appendice 2 della perizia continua affermando che i primi lobi laterali hanno un guadagno tipico di  $20 \div 25$  dB sotto il guadagno di centro fascio che poi scende intorno a -30 dB per i lobi più lontani.

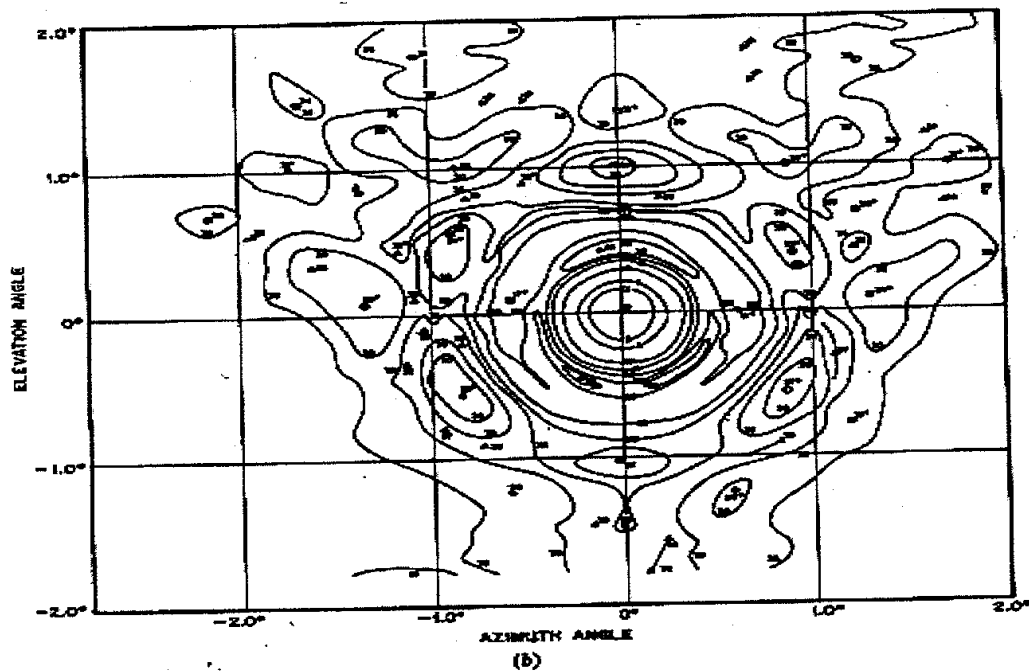
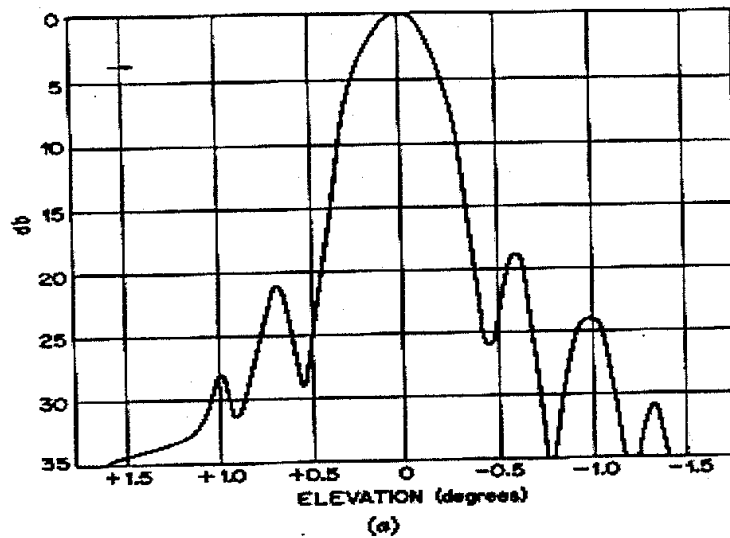


Fig. 2 Planar pattern representations of the AN/FPQ-6. (a) Elevation pattern; (b) contours of constant intensity (isophotes). (Courtesy of D. D. Howard, Naval Research Laboratory.)

Figura - 4.10.1 Misure su di un'antenna reale (Da Radar Handbook - Skolnick)

Questa affermazione è corretta qualora l'antenna non presenti i malfunzionamenti sopra citati.

Stabilito comunque un certo valore per il guadagno su un certo lobo laterale rispetto al massimo (ad esempio -25 oppure -30 dB) si afferma che il rapporto fra le potenze disponibili per uno stesso bersaglio sul centro fascio e sulla direzione del lobo laterale è il doppio di 25 o 30 dB e quindi 50 oppure 60 dB. Si afferma quindi testualmente che: “Echi spuri di questi ordini di grandezza rispetto al livello di eco desiderato non vengono rivelati o tantomeno classificati come bersagli. In altri termini, affinché possa verificarsi che una eco di questo tipo possa essere classificata come bersaglio, il radar dovrebbe avere una sensibilità ed una dinamica tale che il sistema dovrebbe rivelare bersagli con una  $\sigma$  ( $10^{-4} \div 10^{-5}$  nel caso più sfavorevole) volte più piccola di quella del bersaglio nella corretta situazione di corretta rivelazione e posizionamento”.

In merito a quanto riportato sopra siamo perfettamente d'accordo sul fatto che se il lobo laterale ha un guadagno 25 dB sotto il guadagno massimo la potenza ricevuta nella direzione di tale lobo è 50 dB più bassa di quella ricevuta sul lobo principale, siamo invece in perfetto disaccordo sul fatto che tale segnale non possa essere rivelato e classificato come bersaglio.

Infatti anche nell'ipotesi che vi sia un dispositivo che riduce il guadagno del sistema o in funzione della distanza o in funzione del livello dello sfondo, nessuno dei dispositivi sopra citati riduce il guadagno in funzione del livello del target (probabilmente si è fatto confusione con i radar di tracking dove invece questo viene correntemente praticato). Di conseguenza il livello del target rimane una variabile indipendente e quindi la detezione sul lobo laterale può avvenire qualora la potenza riflessa sia tale che anche la stessa, ridotta di 50 o 60 dB, sia sufficiente a superare la soglia di detezione e questo può succedere in genere per bersagli grandi e per bersagli vicini.

In quanto segue cercheremo di capire che eco può generare un aereo come il DC9 alle distanze in cui le evidenze mostrano sequenze di falsi echi, e quale deve essere il guadagno dei lobi laterali in tali condizioni affinché il fenomeno possa manifestarsi.

Consideriamo la prima ipotesi consistente nell'assenza di STC e comunque di range di intervento più basso di quello a cui i fenomeni si manifestano.

Come esempio consideriamo il DC9 che manifesta il fenomeno nell'intorno delle  $37 \div 40$  NM e  $45 \div 47$  NM di distanza.

Nell'allegato C alla relazione Misiti si rileva (basandosi sulle prestazioni nominali del radar S264) che un bersaglio con una  $\sigma$  di 10 mq (corrispondente al DC9) alla distanza di 130 NM e all'altezza di 25.000 piedi mostra una probabilità di detezione maggiore del 99,99% (con soglia di detezione primaria fissata per una probabilità di falso allarme di  $10^{-6}$ ).

Consideriamo ora lo stesso bersaglio alla distanza di 37 NM. Per effetto della riduzione di range la potenza ricevuta nella direzione principale dallo stesso bersaglio è aumentata di circa 21,8 dB.

Lo stesso bersaglio può dare un segnale più alto e (ovviamente più basso) di altri 15  $\div$  18 dB (vedi Skolnick Radar Handbook cap.27) per effetto della dinamica propria in funzione dell'angolo d'aspetto con frequenza dell'ordine del grado.

L'effetto di riflessione sul mare fa sì che a bassi angoli si ritrovi quasi tutta la potenza sul percorso riflesso che combinandosi con il percorso diretto può dare un'ulteriore contributo di 10.2 dB (vedi paragrafo 5.4 sul fattore di propagazione). Il valore di 10.2 dB deriva dal fatto che, come riportato nell'appendice C della relazione Misiti, il fattore di propagazione interviene già con +1.6 dB alla distanza di 130 NM e

alla distanza di 37NM e alla frequenza del radar, il coefficiente di riflessione sul mare è pari a circa 0.97 e pertanto il guadagno teorico di 12 dB si riduce a 11.8 dB.

In totale le tre componenti danno un margine che può raggiungere i  $47 \div 50$  dB. Tale margine su un lobo laterale di  $-23,5 \div -25$  dB dà la stessa probabilità di detezione del 99,99% mentre ovviamente sul lobo principale il ricevitore va in limitazione. Se poi si riduce il valore di probabilità di detezione e conseguentemente il livello sopra la soglia di detezione il guadagno del lobo laterale che può essere superato diventa ancora più basso. Sempre utilizzando i risultati dell'appendice C un segnale più basso di 7 dB riduce la probabilità di detezione al 64%. Nelle condizioni di cui sopra il guadagno superabile raggiunge i  $-27 \div -28.5$  dB rispetto al guadagno di centro fascio.

Il fenomeno di cui sopra ovviamente si manifesta a particolari distanze e particolari angoli d'aspetto. Alla distanza di circa 38NM (vedi Figura 5.4-5) il fattore di propagazione mostra un massimo teorico di 12 dB che si mantiene entro 8 dB per circa 2NM a cavallo delle 38NM. Per una verifica con le evidenze si può riscontrare sulla Figura 5.4-5 come anche il gruppo di falsi allarmi registrati sulla rotta del DC9 fra 45 e 47NM (PR7, PR8 e PR8a) si trovino sul picco di una lobatura centrata esattamente a 46.3NM).

Anche il fattore in funzione dell'angolo d'aspetto mostra profonde oscillazioni al variare dell'angolo d'aspetto dell'ordine del grado il che significa che quando il fenomeno si manifesta può durare per tanto tempo quanto è sufficiente per mantenere la condizione di picco. In base a queste considerazioni si desume che sono favorite sia le rotte vicine sia alla tangenziale che alla radiale per la quale in corrispondenza di un angolo d'aspetto favorevole viene percorsa la lobatura del fattore di propagazione. Un esempio di questo tipo sono i falsi allarmi della rotta A5356 (PR9, PR11 e PR12) presenti fra 19 e 21NM e fra 27 e 29NM,. La mancanza di falsi allarmi fra 21 e 27NM può essere spiegata con un cambio di angolo d'aspetto.

Prendiamo ora in considerazione la seconda ipotesi consistente nella presenza di un circuito STC. In questo caso si può ritenere in prima approssimazione che non si manifesterebbe l'aumento di potenza dovuto alla riduzione di range.

Non considerando quindi i 21.8 dB dell'esempio del DC9 diventa superabile il lobo laterale con guadagno maggiore di  $-16.1 \div -17.6$  dB rispetto al massimo guadagno.

Dalle considerazioni sopra fatte si può anche capire, pur nei limiti di approssimazione delle considerazioni fin qui fatte, che il livello dei lobi laterali non fosse nella normalità, in quantità modesta nel caso di assenza di STC ed in quantità rilevante in caso di presenza. E' inoltre sicuramente anormale la dislocazione dei lobi laterali più alti che non coincide con i primi lobi ma si presenta ad angoli ( $-43^\circ$ ,  $27^\circ$   $25^\circ$  e  $40^\circ$ ) dove normalmente il guadagno scende al di sotto dei 35 dB rispetto al massimo".

In conclusione Giubbolini ritiene di aver sufficientemente discusso e dimostrato che - per il radar Marconi sia possibile che un aereo come il DC9 possa produrre false risposte sui lobi laterali, purchè il guadagno di tali lobi risulti dell'ordine di  $-27 \div -28,5$  dB rispetto al guadagno di centro fascio, qualora non sia presente un circuito STC oppure il bersaglio si trovi più lontano del range d'intervento di un tale dispositivo, oppure purchè il guadagno sia dell'ordine di  $-16.1 \div -17.6$  qualora il circuito STC sia presente ed attivo.

- Resta comunque il fatto che tali falsi allarmi si manifestano prevalentemente sui lobi laterali lontani e raramente su quelli vicini, da cui la certezza che l'antenna del radar Marconi era sfocalizzata.

Inizia poi un nuovo capitolo destinato ai falsi allarmi prodotti da uno sdoppiamento dell'eco radar. Nella perizia Dalle Mese - Donali - Tiberio, riporta Giubbolini, si afferma che “i radar 1.3 evidenziano una serie di quattro plots primari in perfetta sequenza temporale, correlanti tra di loro, a formare una traccia di un aereo diverso dal DC9. Tale aereo vola parallelo al DC9 ad una distanza di 1.04 e 1.02 miglia”. Si afferma inoltre che l'evento alle 18.40.09, confermato sia pure per un solo plot dall'evento delle 18.42.29, identifica chiaramente una traiettoria di un secondo velivolo, parallelo al DC9 ad una distanza di 1.04 miglia.

Tali affermazioni derivano, continua Giubbolini, dalla identificazione di 5 plots primari (AAAAA) correlanti con plot combinati o secondari del DC9 (A1136), registrati dagli estrattori 1 e 3 (radar Marconi) rispettivamente alle 18.40.09, 18.40.27, 18.40.32, 18.40.37, 18.42.29.

“Dei plots in questione si può evidenziare che:

- il plot delle 18.40.09 (come del resto quello delle 18.40.20) si trova sulla traiettoria del DC9 e correla con un plot secondario del volo A1136; ciò è stato ampiamente dimostrato nel capitolo 2;
- gli altri quattro plots si trovano ad una distanza di circa 1 miglio dai corrispondenti plot, tutti di tipo combinato, del DC 9 (A1136).

Va inoltre evidenziato che tali plots non sono stati registrati dal radar Selenia (estrattori 2 e 4).

Lo scopo del presente capitolo è quello di analizzare in dettaglio il fenomeno descritto, richiamando le analisi già fatte sull'argomento nella perizia Misiti ed evidenziando l'occorrenza di fenomeni analoghi su rotte diverse ed in tempi diversi da quelli del DC9 per dimostrare che la presenza di echi sdoppiati lungo la traiettoria di un aereo non necessariamente identifica la presenza di un altro aereo.”

Richiami sulle verifiche fatte nella perizia Misiti.

Nella perizia Dalle Mese, Donali, Tiberio (pag. VIII 4) si afferma che “Nella perizia Misiti si sostiene che l'ipotesi della presenza di un velivolo nascosto è senza fondamento. La situazione relativa alla presenza di una seconda traccia avvistata dal radar Marconi, viene spiegata invocando sdoppiamenti dell'eco radar introdotti dall'estrattore a causa dell'allungamento dell'impulso ricevuto. Tale spiegazione, che ha certamente una base tecnica, non appare sufficientemente e quantitativamente motivata. Poichè tale situazione ha una sua naturale spiegazione nella effettiva presenza di un secondo velivolo, parallelo e vicino al DC9, a parere del CP la negazione di tale evidenza dovrebbe essere fatta con argomentazioni molto più consistenti e puntuali”.

Premesso che la perizia concorda sul fondamento tecnico della spiegazione Misiti del fenomeno si cerca nel seguito di approfondire tali ipotesi.

Nella perizia Misiti i plots di cui si è trattato nel paragrafo precedente sono stati attribuiti al fenomeno del “blanking” o “mascheramento in range”.

Infatti, come noto, nel radar Marconi l'impulso radar veniva soppresso in “range” per circa 1NM onde evitare che si vedesse un “oggetto” allungato in distanza.

Poteva però capitare, in regioni vicine, che l'impulso fosse talmente lungo da superare la zona di mascheramento, creando quindi un falso eco a distanza di circa 1NM.

Si ricordano per chiarezza le caratteristiche principali dei due radar, Marconi e Selenia, che ne spiegano anche il diverso comportamento nella registrazione dei plots.

	Marconi	Selenia
Frequenza di trasmissione (MHz)	600	1300
Larghezza fascio a 3 dB (gradi)		2.1 1.25
Durata impulso trasmesso ( $\mu$ sec)	3.3	2.75
Passo di campionamento ( $\mu$ sec)	1.54 (0,125NM)	26(0,21NM)
Velocità rotazione di antenna (giri/min)	10.66	10
Frequenza di ripetizione radar (PRF-Hz)	448	450
Mascheramento o "blanking" in range (NMi)	1.09	0.16

La risoluzione in range del radar Marconi è nominalmente stimata in circa 480 m.

La separazione in range è però complicata dai meccanismi di blanking e antijitter. A causa dei due meccanismi suddetti due targets allo stesso azimuth sono risolvibili soltanto se il più lontano dista dal più vicino di oltre 1852 metri (1NMi) e non di 480 mentre se la distanza è compresa fra 480 e 1852m e l'azimuth dei due bersagli non coincide, il bersaglio più lontano viene rivelato, se di ampiezza sufficiente, in una posizione angularmente spostata rispetto alla realtà e talvolta si produce un terzo falso bersaglio (fenomeno ormai noto come eco split).

Per contro il radar Selenia ha una risoluzione in range migliore del radar Marconi (415m) e presenta un mascheramento in range di soli 0,16 NMi (296m).

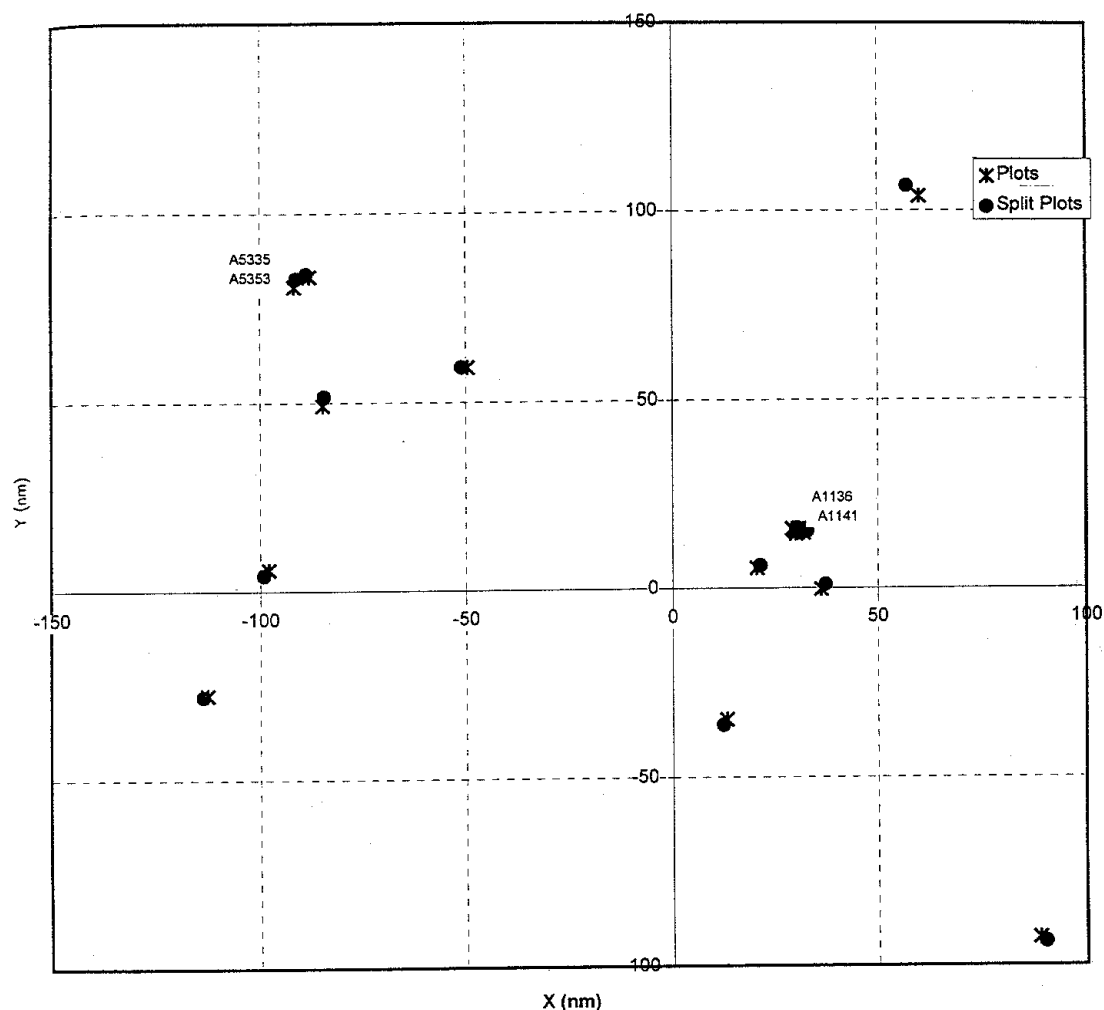


Fig. 5.2-1: Distribuzione spaziale degli Split Plot registrati dal radar 3

In particolare si può notare come il fenomeno si ripeta all'incirca nella stessa posizione per i voli A5335 (18.37.15) e A5353 (19.15.35) ed in particolare, con una sequenza di tre plots, per i voli A1136 (18.40.27, 18.40.32 e 18.40.37) e A1141 (19.27.02, 19.27.07 e 19.27.14).

Tali aspetti saranno analizzati più in dettaglio nel paragrafo successivo.

Tab. 5.2-1: Split Plots registrati dal radar 3

Tempo	Range (NM)	Azimuth ( $\theta$ deg.)	Codice		$\Delta R$	$\Delta \theta$
18.20.54	116.04	256.27	A4216			
18.20.54	117.04	256.22	AAAAA	SP A4216	1	-0.05
18.22.58	120.08	30.14	A2000			
18.22.58	121.08	28.23	AAAAA	SP A2000	1	-1.91
18.35.24	77.16	320.11	A5400			
18.35.24	78.16	319.28	AAAAA	SP A5400		
18.36.24	98.08	273.3	A4220			
18.36.24	99.16	272.38	AAAAA	SP A4220	1.08	-0.92
18.37.15	121.28	313.46	A5335			
18.37.15	122.26	313.46	AAAAA	SP A5335	0.98	0
18.40.27	35	64.14	A1136			
18.40.27	36.04	64.04	AAAAA	SP A1136	1.04	-0.1
18.40.32	35.04	65.55	A1136			
18.40.32	36.1	65.28	AAAAA	SP A1136	1.06	-0.27
18.40.37	35.1	66.53	A1136			
18.40.37	36.14	66.31	AAAAA	SP A1136	1.04	-0.22
18.42.29	36.18	90.42	A1136			
18.42.29	37.26	88.46	AAAAA	SP A1136	1.08	-1.96
18.43.41	21.1	75.45	A5346			
18.43.41	22.14	74.47	AAAAA	SP A5346	1.04	-0.98
18.59.13	37.12	159.41	A1235			
18.59.13	38.18	161.27	AAAAA	SP A1235	1.06	1.86
19.15.35	122.16	311.34	A5353			
19.15.35	123.3	312.27	AAAAA	SP A5353	1.04	0.93
19.27.02	33.06	61.52	A1141			
19.27.02	34.16	62.18	AAAAA	SP A1141	1.1	0.66
19.27.07	33.16	63.01	A1141			
19.27.07	34.22	62.55	AAAAA	SP A1141	1.06	-0.46
19.27.14	33.26	64.46	A1141			
19.27.14	35.04	64.51	AAAAA	SP A1141	1.78	0.05

L'analisi dei dati relativi al radar Marconi, come s'era detto, nell'ambito di una finestra temporale di poco superiore ad un'ora ha evidenziato il ripetersi del fenomeno dell'eco splitting almeno per una quindicina di volte, così come ha evidenziato, in alcuni casi, il ripetersi del fenomeno in posizioni geografiche ben definite che potrebbero rendere ragione di un effetto allungamento dell'impulso. E' importante



notare, aggiunge il consulente, che una delle zone in cui il fenomeno dell'eco splitting si è ripetuto è proprio quella interessata dalla traiettoria del DC9.

Considerazioni sulle possibili cause del fenomeno.

Il ripetersi del fenomeno dello "splitting" più o meno nella stessa posizione geografica fa ritenere che esistano condizioni territoriali particolari, legate all'orografia del terreno che provochino multipath e conseguentemente un allungamento del bersaglio.

Per tale motivo è stata analizzata l'orografia del terreno in corrispondenza degli split plots rilevati per il volo A1136, cioè nelle direzioni, rispetto al Nord magnetico, di circa 65° e 89°.

Sono state rilevate, dalle curve di livello dell'IGMI, due sezioni altimetriche che mostrano l'andamento orografico, a partire da Fiumicino (posizione del radar Marconi) nelle due suddette direzioni.

Tali profili altimetrici sono riportati nelle Fig. 5.4-1 e 5.4-2 che mostrano rispettivamente:

– il profilo in direzione 65° rispetto al Nord con la presenza di rilievi a quote intorno ai 700-750m, a distanze di circa 45km da Fiumicino, corrispondenti alla zona dei monti Lucretili;

– il profilo in direzione 89° rispetto al Nord con la presenza di rilievi a quote intorno ai 600m, a distanze di circa 55km e a quote intorno ai 900m, a distanze di circa 70km da Fiumicino, corrispondenti alla zona dei monti Prenestini.

Riportando su tali profili lo scenario aereo relativo al volo A1136 si ottengono le figure 5.4-3 e 5.4-4 che mostrano la geometria dei raggi diretto e riflessi tra il radar Marconi di Fiumicino ed il DC9 in volo a 25.000 piedi (7.6 km) di quota a una distanza di circa 36NMi. Le figure mostrano che sia in direzione 65° che 89° rispetto al Nord (direzioni in cui si hanno rispettivamente 3 split plots per i voli A1136 e A1141 ed un successivo split plot per il volo A1136) le condizioni orografiche sono tali da rendere possibile, in ricezione al radar di Fiumicino, la presenza di più raggi riflessi, insieme al raggio diretto, con differenze di percorso dell'ordine di 1-2 km che potrebbero essere la causa degli allungamenti dell'eco di ritorno radar.

Riflessioni sul terreno sono infatti abbastanza frequenti in presenza di infrastrutture metalliche (capannoni) o di costruzioni con coperture metalliche (ondulati, lamiere).

A ciò si aggiunga, come già evidenziato nella perizia Misiti, che il fenomeno dell'allungamento dell'eco può essere correlato a fenomeni di non linearità dei circuiti (saturazioni, storage) cui probabilmente il radar Marconi era soggetto.

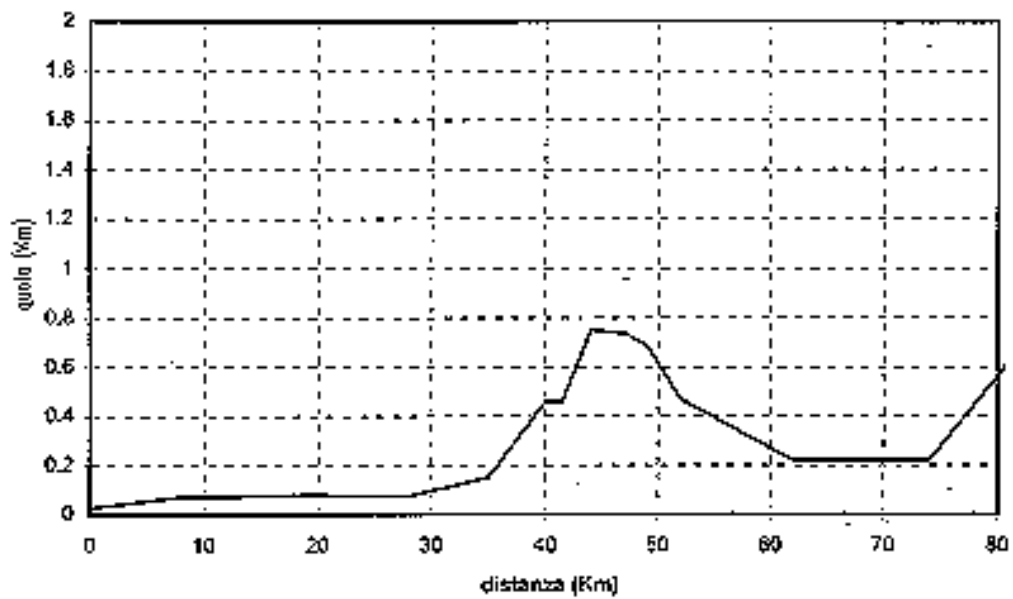


Fig. 5.4-1: *Profilo altimetrico da Fiumicino in direzione 65° rispetto al Nord*

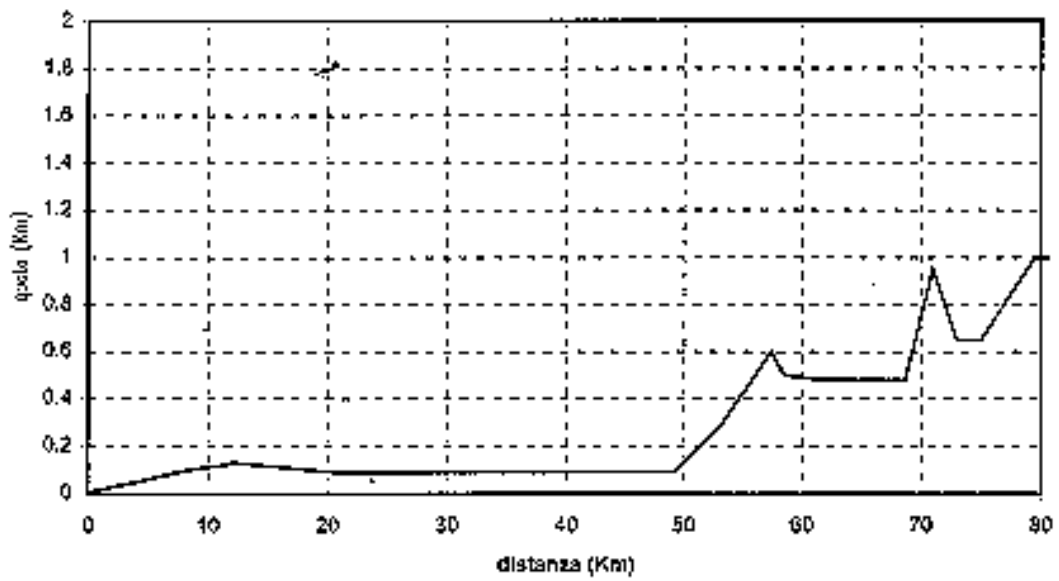


Fig. 5.4-2: *Profilo altimetrico da Fiumicino in direzione 89° rispetto al Nord*

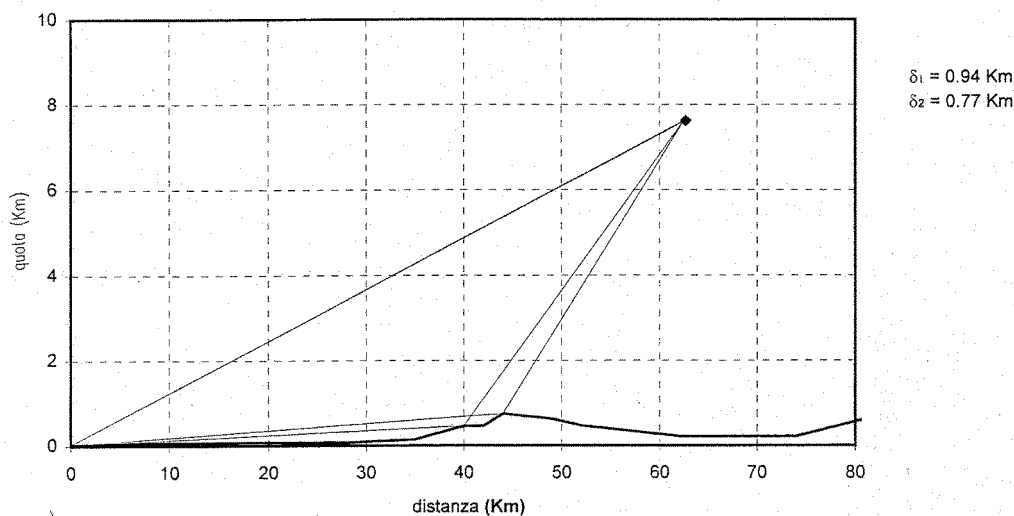


Fig. 5.4-3: Raggi diretto e riflessi tra radar Marconi e A1136 in direzione 65° rispetto al Nord

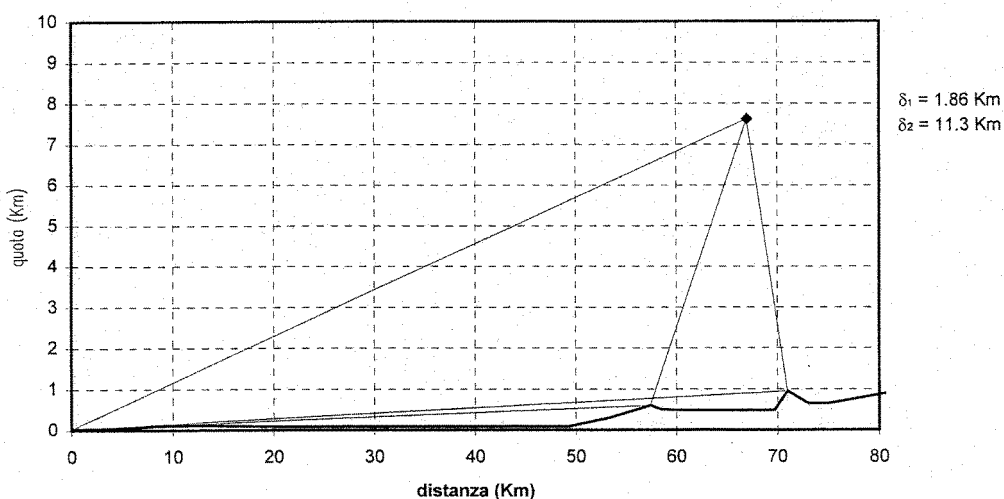


Fig. 5.4-4: Raggi diretto e riflessi tra radar Marconi e A1136 in direzione 89° rispetto al Nord

Questa è l'unica spiegazione del fatto che il radar Marconi operasse con una finestra di blanking di circa 1NMI, mentre l'equivalente radar Selenia operava una finestra di blanking di soli 0.16NMI.

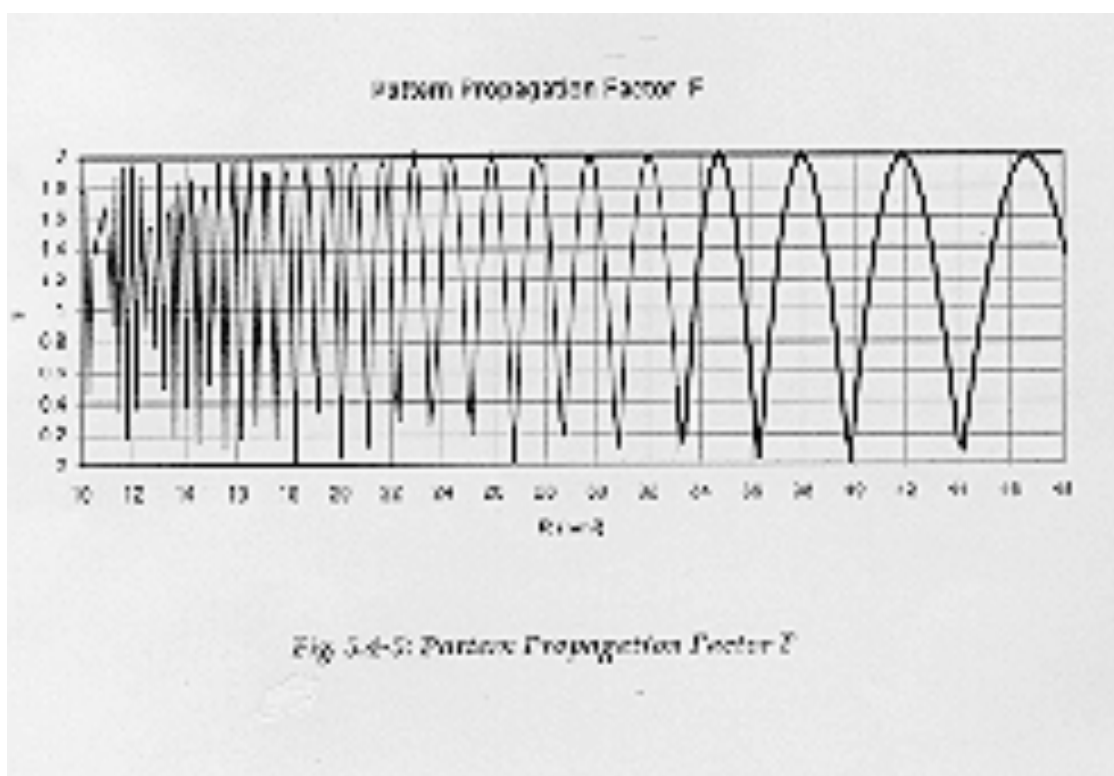
Fenomeni di saturazione potevano senz'altro essere presenti a brevi distanze (come nel caso di interesse) per la forte intensità dell'eco di ritorno.

Anche il fenomeno delle riflessioni sopra descritto poteva portare ad incrementi dell'intensità del segnale in ricezione e conseguenti saturazioni.

Si noti al riguardo che alle distanze interessate dallo splitting per il volo A1136 (e A1141), cioè intorno alle 35NMI, l'eco radar di ritorno (inteso come somma vettoriale dell'eco diretto e dell'eco riflesso dal terreno) è soggetto a rapide fluttuazioni di ampiezza, che comportano variazioni fino a +12 dB nella potenza del segnale

ricevuto in corrispondenza di variazioni di distanza dell'ordine di 1-2Nmi, come evidenziato in figura 5.4-5. Tale figura mostra il fattore F (pattern propagation factor) definito come il rapporto tra il campo e-m E effettivamente presente in un punto dello spazio (tenendo conto degli effetti di riflessione del terreno, diffrazione, diagrammi di antenna, curvatura terrestre ecc.) ed il campo  $E_0$  che si avrebbe in condizioni di propagazione nello spazio libero.

La Figura 5.4-5 è stata ottenuta graficando (in funzione della distanza tra radar e bersaglio) la funzione F definita da Skolnil nel radar Handbook (cap. 2.6), imponendo le caratteristiche del radar Marconi e dello scenario noto del volo A1136 (frequenza 600MHz, quota sito radar 5m, altezza antenna 61ft, altezza bersaglio 25000ft)."



Il consulente riporta quindi i grafici degli split plots identificati su altre rotte con relative figure lungo la traiettoria e nei diagrammi tempo-range e tempo-azimuth.

Queste infine le conclusioni del capitolo:

“-il plot primario delle 18.40.09 non è correlato con i tre plots primari delle ore 18.40.27, 18.40.32 e 18.40.37, ma è il risultato di una mancata associazione con il corrispondente plot SSR, come dimostrato nel capitolo 2 del presente documento;

-i tre plot primari delle ore 18.40.27, 18.40.32 e 18.40.37, come il successivo plot primario delle 18.42.29, sono conseguenza del fenomeno dello “splitting”, come già evidenziato nella perizia Misiti, del quale in questa sede è stata anche data una giustificazione legata a fenomeni di multipath dovuti all'orografia del terreno. Ciò è confermato dal ripetersi del fenomeno, in modo del tutto equivalente, per il volo A1141 transitante su una rotta molto vicina a quella del DC9, circa 47 minuti dopo;

-il fenomeno dello splitting è comunque un fenomeno più volte ricorrente per il radar Marconi (circa 15 casi di eco splitting in un arco temporale di circa un'ora) e totalmente

assente nel radar Selenia avente prestazioni confrontabili con quelle del Marconi, anzi migliori in termini di risoluzione spaziale ed angolare; che il radar Marconi fosse soggetto a fenomeni di allungamento del bersaglio (dovuti anche a fenomeni di non linearità della circuiteria) è l'unica spiegazione al fatto che venisse usata una finestra di blanking di circa 1NMI a fronte di una risoluzione spaziale di circa 0.27NMI;  
-l'ipotesi fatta in perizia della presenza di un secondo aereo in volo parallelamente al DC9 ad una distanza di circa 1.04NMI non appare confermata dalla presente analisi.”

Da ultimo un capitolo sulla traccia LG461, definita caposaldo della perizia radaristica in quanto “ipotizzata” come la probabile candidata ad infilarsi nell'ombra del radar del DC9. Giubbolini dapprima riporta tutti i principali passaggi dedicati a questa traccia in perizia Dalle Mese-Donali-Tiberio. Da tali passi estrapola quelli che ritiene i concetti chiave al riguardo dei periti radaristi e cioè:

- 1) “Nello scenario dalla DA, visto da PP e PB c'è una traccia, denominata LG461 (entry 61), non considerata nella perizia Misiti, riportata a PP dalle 18.14.46 alle 18.19.11 e riportata anche successivamente ma con un'interruzione di un minuto a PB.
- 2) La traccia in questione non correla con le altre tracce identificate in zona (DC9, Volo 1133 Bergamo Ciampino e coppia di F104), si interrompe nell'area in cui confluiscono i quattro velivoli identificati nello scenario, e non è possibile determinarne la destinazione finale. Lo scenario particolarmente complesso, per la compresenza di quattro velivoli molto vicini fra di loro, è certamente favorevole ad una operazione di inserimento mascherato;
- 3) La traccia è parzialmente identificata dal codice SIF3=1000. Tale codice ha qualcosa che non va dal momento che:
  - nel tabulato Anavolo presente a Fiumicino non vi è nessun volo civile che presenti nelle ultime due cifre la coppia 00 e a maggior ragione non esiste il codice 1000.
  - La serie 10, inoltre, corrispondeva agli ATC francesi, tedeschi e scozzesi.
  - Dai dati disponibili al CP risulta che in genere le due ultime cifre 00 sono associate a codici di velivoli militari.

Giubbolini quindi si propone di analizzare in maggior dettaglio lo scenario, tentando di definire sia la reale esistenza della traccia LG461 sia i legami geometrici e temporali con le altre tracce, effettuando così un commento analitico ed accurato dei concetti sub 1 e 2. Si propone poi di chiarire con i dati a disposizione la natura di questa traccia, tentando di rispondere al concetto sub 3.

Queste le considerazioni geometriche e temporali:

“Cominciamo con il concordare (finalmente un punto a comune) che la traccia LG461 sembra effettivamente essere una traccia reale che non correla con nessuna delle altre tracce che vengono a trovarsi in quella sorta d'incrocio fra Firenze e Siena intorno alle 18.24.

La traccia si muove da ovest verso est ad una velocità stimata di 369 nodi.

Lo scenario, visto da Potenza Picena è riportato nella figura 6.1.1 che riporta gli stessi dati della referenziata figura F1 della perizia.

Nella figura 6.1.1 sono state fatte alcune semplificazioni, togliendo alcune

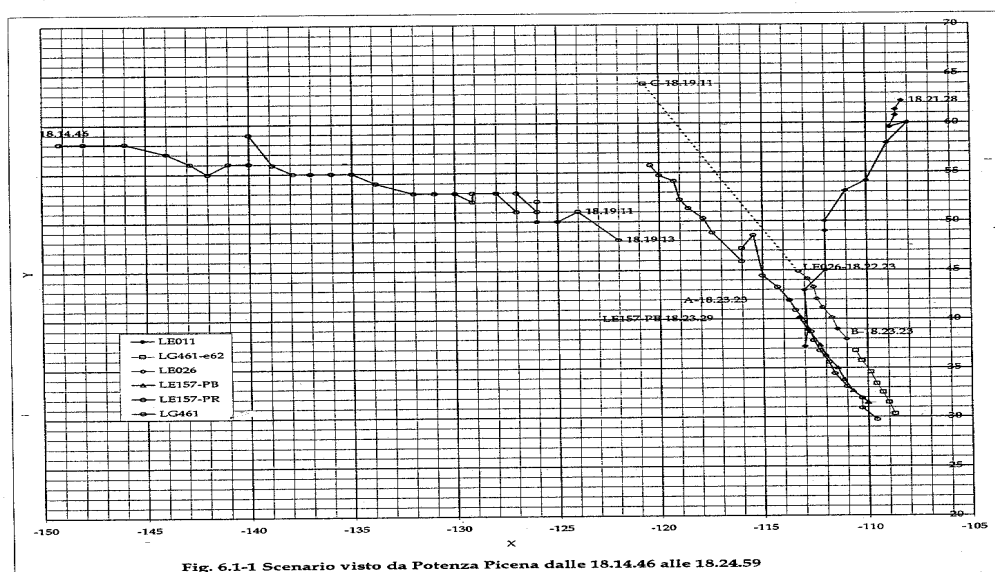


Fig. 6.1-1 Scenario visto da Potenza Picena dalle 18.14.46 alle 18.24.59

etichette temporali e lasciando solo quelle significative allo scopo di rendere più comprensibili i legami temporali.

La prima cosa importante da osservare è che lo scenario, che a prima vista fa pensare ad un incrocio o “compresenza” come definita in perizia, in realtà non lo è affatto.

Le posizioni riportate costituiscono una traccia statica degli aeromobili che sono transitati ma a colpo d’occhio non permettono di apprezzare le mutue distanze allo stesso tempo anche se in realtà l’informazione è presente, dato che alle posizioni sono associati dei tempi.

Prendiamo ora come riferimento il tempo 18.19.11. Questo istante coincide con l’ultima posizione attendibile della traccia LG461 in quanto la successiva, geometricamente molto distante a 2 secondi di tempo è probabilmente dovuta ad un’azione di “position Update” fatta dall’operatore; azione che probabilmente ha determinato la fine del tracciamento.

Andiamo ora a considerare la traccia LE026 che è sicuramente il DC9 A1136. Di tale traccia abbiamo la prima posizione che sembra effettivamente molto vicina (6-7NM) alla LG461.

Se osserviamo ora il tempo in cui questa posizione è occupata rileviamo che è pari alle 18.22.23 ovvero 192 secondi dopo le 18.19.11.

A questo punto è lecito chiedersi dove stava il DC9 alle 18.19.11 ovvero 192 secondi prima e la risposta a questo quesito è facilmente estrapolabile conoscendo la velocità del DC9 che risulta stimata in circa 379 nodi.

Sulla base di questi dati è stata riportata la posizione stimata, indicata nella figura come C-18.19.11.

La posizione C risulta arretrata di ben 20.2NM rispetto alla posizione (prima verso nord) riportata delle 18.22.23 e risulta anche distante circa 15NM dal velivolo LG461 che se la trova sulla sinistra con un angolo di circa 60°.

Questo significa che dal velivolo LG461 non era in pratica possibile neppure avvistare DC9 in quanto fuori visibilità ottica e fuori anche della eventuale visibilità del radar di bordo che spazzola normalmente un settore di 90°.

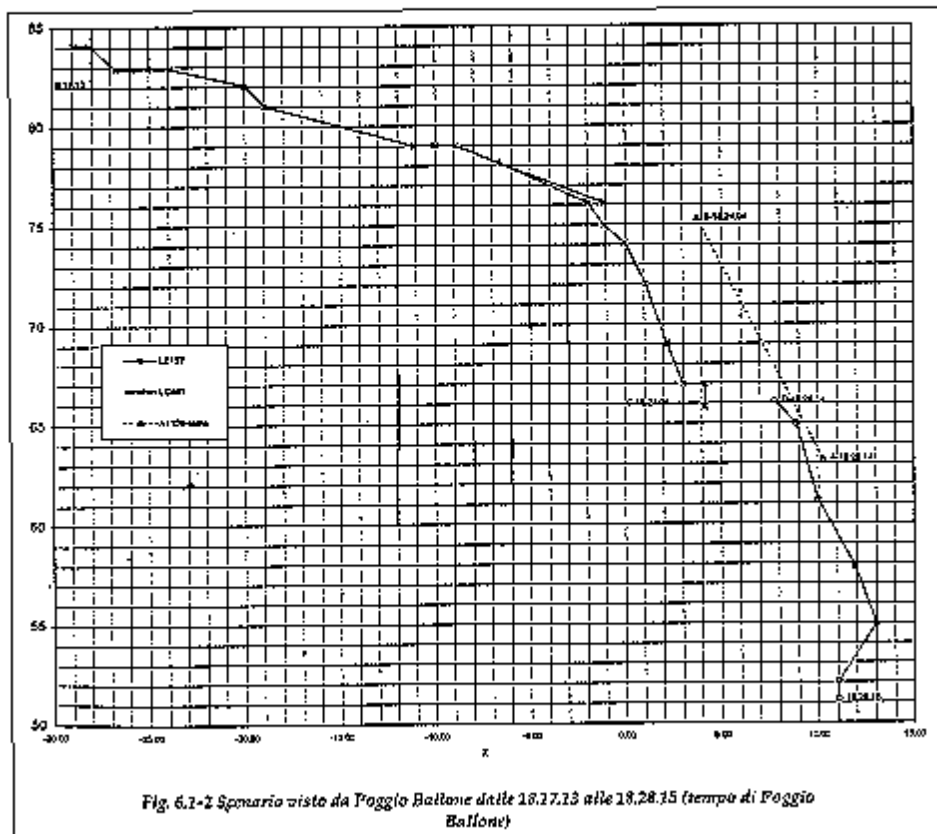
Per completare il quadro osserviamo che sempre alle 18.19.11 la coppia di F104 sono ancora più a Nord rispetto alla prima posizione riportata alle 18.21.28.

L'altro velivolo coinvolto, corrispondente al volo A1133 Bergamo Roma, e identificato con la traccia LG157, sta volando parallelamente al DC9 spostato verso ovest di circa 1,5NM e verso nord di circa 4NM. Questo posizionamento è verificabile osservando le posizioni dei due velivoli alle ore 18.23.23 (indicate in figura 6.1.1 con A e B con i simboli riempiti).

La posizione stimata del volo A1133 alle 18.19.11 era più a nord del punto C di una quantità maggiore di 4NM in quanto la sua velocità risulta essere più alta di quella del DC9.

Passiamo ora alla successiva figura 6.1.2. La figura rappresenta la stessa situazione vista dal sito di Poggio Ballone. La figura è analoga alla figura F8 della perizia. Anche in questo caso, per non creare confusione sono state riportate soltanto le informazioni necessarie e precisamente:

La traccia LG461 dall'inizio (ore 18.17.13) fino alle 18.24.04. Successivamente la traccia LG461 subisce un minuto di mancata registrazione dopo di che riprende con un notevole scarto ed evidenti salti di posizione per cui il tracciamento risulta non più affidabile, si confonde con gli altri velivoli e pertanto non viene disegnato in figura 6.1.2..



Altrettanto inaffidabile risulta il tracciamento del DC9 da parte dello stesso sistema di Pb e pertanto l'unica altra traccia disegnata nella figura è la LE157 (volo Bergamo Roma) che appare invece tracciata regolarmente.

La prima cosa che possiamo osservare è che il velivolo LG461 esegue una virata verso sud portandosi su di una rotta esattamente parallela a quella del velivolo A1133 e di conseguenza a quella percorsa dal DC9 che come risulta dal riporto di Potenza Picena gli vola a fianco.

Il successivo passo è stato stimare (utilizzando i dati di Potenza Picena) le posizioni del DC9 sia alle 18.26.14 in corrispondenza temporale della posizione riportata per il volo A1133 (LE157 Bergamo-Roma) sia alle 18.24.04 in corrispondenza temporale dell'ultima posizione attendibile del velivolo LG461.

Tali posizioni corrispondono rispettivamente in figura 6.1.2 ai punti A e B. Il punto A è riportato circa 4NM più a sud rispetto alla posizione occupata dal volo A1133 allo stesso tempo (18.26.14). La stima delle 4NM è basata sui dati di Potenza Picena alle ore 18.23.23 che, considerando il disallineamento di 2.45' fra i tempi di Potenza Picena e Poggio Ballone, è temporalmente in anticipo di soli 6 secondi e quindi attendibile e corretta. La distanza fra le posizioni B e D occupate dal DC9 risulta dalla velocità stimata per lo stesso di 379 nodi e dalla differenza di tempo fra le 18.24.04 e le 18.26.14, in tutto 130 secondi equivalenti a circa 13.7NM come riportato in figura.

Dalle considerazioni di cui sopra è semplice concludere che il velivolo LG461 stava volando parallelamente alla rotta del DC9, che gli stava volando dietro a oltre 9NM di distanza visto sotto un angolo di circa 150° dalla prua.

Tenuto inoltre conto che le velocità stimate per il LG461 e per il DC9 sono praticamente uguali (rispettivamente 379 e 369 nodi) non si può neanche ipotizzare che il DC9 abbia raggiunto il velivolo LG461 in quei 2 o 3 minuti in cui si consuma la perdita di contatto con la LG461. In 3 minuti la distanza fra i due velivoli poteva ridursi al massimo di mezzo NM.

Ultima considerazione da fare riguarda la quota. Dalle registrazioni dei radar civili non risulta alcun plot né primario né secondario che possa essere attribuito al volo LG461.

Il velivolo non è visto neppure da Potenza Picena né da Poggio Ballone dove la traccia è riportata da Mortara. E' semplice dedurre, visto che gli altri velivoli sono visti dai radar civili, che il velivolo LG461 doveva trovarsi a quota più bassa rispetto agli altri velivoli e che la sua scomparsa anche dai radar della DA sia dovuta al fatto che il velivolo è ulteriormente sceso di quota e probabilmente atterrato.

Da quanto osservato sopra è possibile sintetizzare le seguenti conclusioni:

- il velivolo LG461 rilevato dalla difesa aerea corrisponde con elevata probabilità ad un velivolo reale che con molta probabilità sta scendendo di quota e per questo scompare dai radar della DA, senza peraltro essere mai rilevato dai radar di Fiumicino.
- Dai rilevamenti disponibili risulta chiaramente che il velivolo LG461 si allinea con la direzione di volo del DC9 con il DC9 praticamente alle spalle (a circa 150°) e distante oltre 9NM e pertanto non risulta possibile alcuna manovra di inserimento tenuto conto che il pilota non ha alcuna possibilità di vedere il DC9 che per giunta sta salendo mentre il velivolo LG461 si trova a quota sicuramente più bassa e sta scendendo.

Queste le considerazioni sulla identificazione della traccia in questione, ovvero la LG461.



Per quanto riguarda l'identificazione della traccia LG461 possiamo fare alcune considerazioni basate sui pochi dati disponibili.

La prima importante considerazione è che l'aereo LG461 è stato identificato come "Friend" dalla difesa aerea e trattandosi di un aereo in sorvolo sul territorio nazionale si può ritenere che l'identificazione sia stata effettuata con cura e dato che alla perdita della traccia non è seguita alcuna reazione particolare c'è anche da pensare che gli operatori della DA non abbiano attribuito a questo fatto nessuna incertezza o sospetto.

Per quanto riguarda il codice 1000 e comunque le prime due cifre (10), che dovrebbero venire usate, secondo quanto scritto in perizia dagli ATC francesi, tedeschi e scozzesi, è stata fatta una ricerca sui radar di Fiumicino. Il risultato è che ci sono codici che iniziano per 10. Risultano infatti voli con i codici 1014 e 1016. In particolare dalla perizia Misiti il codice 1014 risulta attribuito ad un volo Alitalia per esattezza al volo AZ65 mentre in perizia al volo AZ1275.

Entrambi i voli sono avvistati a circa 157NM di distanza con angoli rispettivamente di 332° e 336°. Entrambi i voli subiscono poi un cambio codice. In dettaglio il volo A1014 (AZ65 o AZ1275) mantiene tale codice dalle 18.28.20 alle 18.30.06 dopodichè subisce un cambio codice da parte del controllo di Roma assumendo il codice 1134 che mantiene fino alle 19.00.34, ora alla quale atterra a Fiumicino. Il velivolo percorre l'aerovia Ambra 41, viene avvistato alla latitudine di Viareggio e cambia codice poco prima (15NM) dell'ingresso nella FIR (Flight Information Region) di Roma, a seguito di un "hand over" della FIR di Milano. Il volo A1016 mantiene il codice dalle 18.49.36 alle 19.04.11 dopodichè subisce un cambio codice assumendo il codice 7252 che mantiene fino alle 19.10.08, ora alla quale esce dalla visibilità dei radar di Fiumicino proseguendo verso Est. Il velivolo percorre l'aerovia Bravo 25 verso Ancona. Durante tutto il percorso il volo rimane dentro la FIR di Milano senza mai entrare nella FIR di Roma. Il cambio di codice, che avviene in vicinanza di Ancona, viene effettuato dal controllo responsabile che in quella zona può essere o Brindisi o la FIR iugoslava. Del volo A1016/7252 non c'è traccia nel tabulato Anavolo a conferma del fatto che non entra nella FIR di Roma.

La figura 6.2.1 mostra le rotte dei voli 1014/1134 e 1016/7252. La 1014 cambia codice nel punto A prima di entrare nella FIR di Roma e prosegue sull'Ambra 41 (UA41 in figura) e successivamente sull'Ambra 26 (UA26 in figura) fino all'atterraggio.

La 1016 viene avvistata sull'aerovia Bravo 25 (UB25 in figura) e su tale aerovia procede fino al punto B dove cambia codice in 7252 che mantiene fino alla scomparsa nel punto al largo di Ancona.

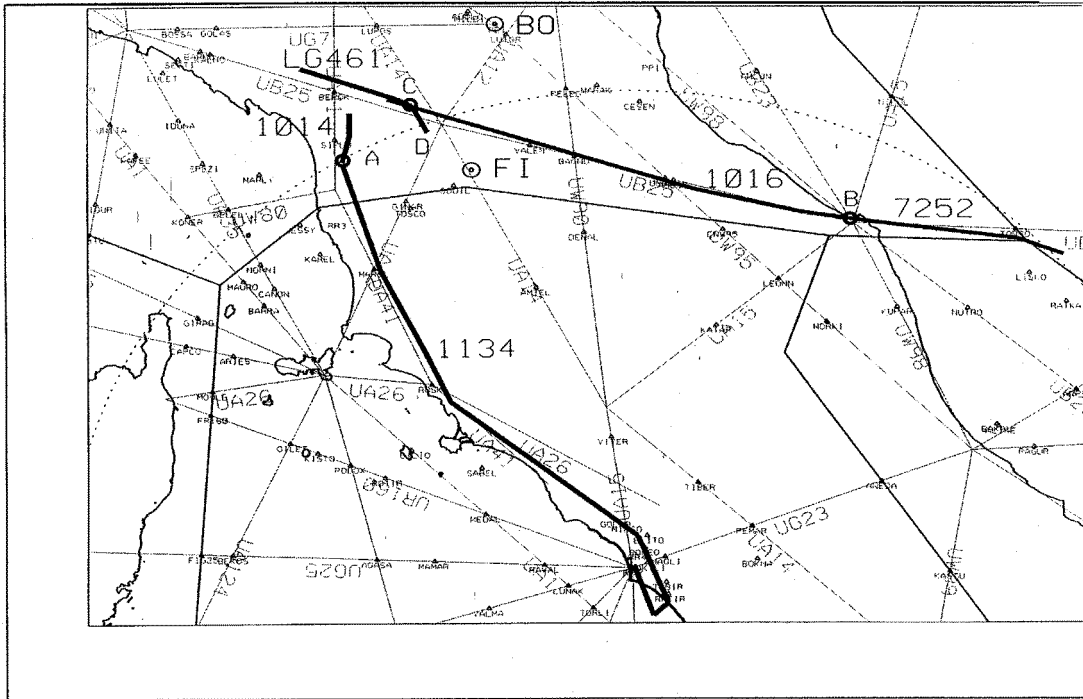


Figura 6.2-1 Voli LG461, A1014/1134, A1016/7252

La figura 6.2.1 riporta anche il volo LG461 (codice 1000) che viene avvistato sulla Bravo 25, procede in volo rettilineo fino al punto C, vira verso sud fino al punto D. Il tratto fino al punto C è riportato sia da Poggio Ballone che da Potenza Picena, mentre il tratto C-D è riportato solo da Poggio Ballone. Dopo il punto D il tracciamento di Poggio Ballone si interrompe per riprendere in modo non affidabile andando a correlare i plot del DC9.

Dall'esame dei casi di cui sopra si può concludere che:

- nella FIR di Milano venivano utilizzati i codici con le prime 2 cifre uguali a 10.
- I codici venivano cambiati in uscita dalla FIR di Milano.
- Il volo LG461 (codice 1000) non esce dalla FIR di Milano e non entra nella FIR di Roma. Dal tracciamento sulla carta geografica sembra evidente che atterri a Firenze.
- Dal momento che il volo LG461 non entra nella FIR di Roma è corretto che non si trovi nel tabulato Anavolo di Roma.
- Dovrebbe invece trovarsi traccia del codice 1000 sul tabulato Anavolo di Milano se disponibile.
- Inoltre la velocità, stimata in 368 Nodi non fa pensare ad un volo militare, attribuito dedotto dal Corpo Peritale in base alle due ultime cifre uguali a 00 che per consuetudine sono attribuite dal controllo di Ciampino a voli militari.”

Qui termina il documento Giubbolini ben argomentato ed abilmente motivato, a differenza di tanti altri di parte e pure di Ufficio; documento su cui si dovrà ritornare in sede di commenti sulle produzioni tecniche.

\* \* \* \* \*