



III C O R T E D I A S S I S E  
R O M A

PROC. PEN. N° 1/99 R.G.

A CARICO DI BARTOLUCCI LAMBERTO + 3.-

LA CORTE

1 - DOTT. GIOVANNI	MUSCARÀ	PRESIDENTE
2 - DOTT. GIOVANNI	MASI	G. a L.
DOTT. VINCENZO	ROSELLI	PUBBLICO MINISTERO
DOTT. ENRICO CARMELO	AMELIO	PUBBLICO MINISTERO
SIG.RA DANIELA	BELARDINELLI	CANCELLIERE B3
SIG. DAVID	PROIETTI	TECNICO REGISTRAZIONE
SIG. NATALE	PIZZO	PERITO TRASCrittTORE

UDIENZA DEL 02.04.2003

Tenutasi nel Complesso Giudiziario Aula "B" Bunker  
Via Casale di S. Basilio, 168, Rebibbia

\* R O M A \*

ESAME DEL CONSULENTE:

PENT

MARIO

PAG. 01 - 231

RINVIO AL 04.04.2003

**PRESIDENTE:** Allora, Avvocato Equizi sostituisce per ora l'Avvocato Nanni e l'Avvocato Bartolo, allora siamo tutti pronti va benissimo, okay, va bene allora, prego, Avvocato Marini! **AVV. P.C.**

**MARINI:** sì, grazie Presidente Professor Pent, vuole illustrare alla Corte lo scenario radar ricavabile dal radar del controllo aereo di Fiumicino, Ciampino, premettendo possibilmente una... anche se per sintesi una illustrazione del... del funzionamento del radar, con riferimento alla differenza tra radar primario e radar secondario?

**ESAME DEL CONS. PENT MARIO.-**

**CONSULENTE PENT MARIO:** va bene, si sente, si sente? **VOCI:** (in sottofondo). **CONSULENTE PENT**

**MARIO:** va bene, allora seguendo il suggerimento dell'Avvocato Marini... **PRESIDENTE:** no, eh no, non mi sembra. **CONSULENTE PENT MARIO:** eh, appunto ho paura che non si senta. **VOCI:** (in sottofondo).

**CONSULENTE PENT MARIO:** ora... ora si sente.

**PRESIDENTE:** sì. **CONSULENTE PENT MARIO:** sì, sì, va bene, scusate, allora seguendo il suggerimento e la richiesta dell'Avvocato Marini, io comincerei a fare una breve presentazione di quello che è il principio di funzionamento del radar in generale,

quindi senza inizialmente un riferimento specifico ai particolari radar di cui parleremo poi più avanti, questo per mettere a fuoco alcune questioni, alcuni principi soprattutto per... chiamiamo i non addetti ai lavori, per cercare di capire il senso delle cose, cercare di dare anche un minimo di lessico comune, rispetto al quale poi ci si riferirà durante tutto... tutta l'esposizione, forse una prima curiosità è che cosa vuol dire la parola radar, come nasce questa parola radar, è... è un acronimo che nasce dalle parole radio detection and ranging, che ovviamente sono inglesi, sostanzialmente si possono tradurre in italiano così, rivelazione del bersaglio e misura della distanza a mezzo radio, in questo... questa sigla quindi già contiene i due elementi importanti che... le due funzioni importanti che fa un radar, cioè rivelare l'esistenza di qualcosa e misurarne la distanza, vedremo che poi il radar farà anche qualcos'altro, ma questi sono i punti di partenza. Quali sono gli elementi fondamentali necessari per il funzionamento di un radar, ci sono tre, come dire, aspetti da prendere in considerazione, il primo è il fatto che questo

ostacolo, l'ostacolo di cui si vuole rivelare la presenza, sia in qualche modo illuminato meda... mediante un'onda elettromagnetica, cioè bisogna prevedere un qualche modo, un trasmettitore qualche cosa che invii verso la regione in cui si presume che ci sia l'ostacolo un'onda elettromagnetica, il secondo elemento è la riflessione o la retro diffusione, cioè bisogna che questo ostacolo per essere rilevato sia in grado di rimandare indietro in qualche modo, attraverso qualche meccanismo fisico una parte dell'energia elettromagnetica che è in... che ha ricevuto, e il terzo elemento, è poi la ricezione di questo contributo che è arrivato riflesso o retro diffuso da parte dell'ostacolo e la ricezione è quindi... su questo si può attivare la rivelazione dell'ostacolo, questi sono gli elementi fondamentali che intervengono in un meccanismo di rilevamento basato sulla riflessione, dico subito che questo è il meccanismo base su cui si fonda quello che chiameremo dopo il radar primario, perché invece il meccanismo su cui si fonda il radar secondario è un altro e lo vedremo un po' più avanti, così vedremo anche le differenze tra i due sistemi che

sono tutti presenti nel... nei sistemi che dovremmo considerare. Tanto per capire questo meccanismo, ho preparato questa animazione che fa vedere un poco come vanno le cose, anzitutto questo è uno schemino dell'apparato che si trova in una stazione radar, abbiamo un trasmettitore, quello che appunto è in grado di produrre, il campo elettromagnetico gli serve per questa operazione, abbiamo questo dispositivo che consente di utilizzare una sola antenna, questo dispositivo è chiamato circolatorio, è chiamato di plexer, chiamatelo... non ha molta importanza, comunque è un po' come una rotonda stradale, in cui si può circolare soltanto in un senso, lungo questo anello, quindi l'energia che entra da questo punto e esce da questa, l'energia che entra da questa e esce dall'al... uscirà da questa e così via, c'è questa specie di... eh, senso unico, senso obbligato di circolazione all'interno di questo dispositivo, questa è l'antenna e questo è il ricevitore, allora se supponiamo di attivare la produzione di un impulso elettromagnetico da parte del trasmettitore, possiamo vedere che cosa succede, si forma un'onda elettromagnetica che si propaga

verso... nello spazio, incontra, come vediamo il nostro ostacolo, una parte di questa onda elettromagnetica viene riflessa all'indietro verso il radar e dopo un certo tempo raggiunge il ricevitore, il quale la riceve e sulla base di questa ricezione si fonda la rivelazione dell'ostacolo. **PRESIDENTE:** chiedo scusa un attimo! **CONSULENTE PENT MARIO:** prego! **PRESIDENTE:** forse è il caso di girare quel televisore verso l'aula perché così quelli che stanno in prima fila possono... tanto qui noi tutti vediamo, ecco, va bene, si vede? **VOCI:** (in sottofondo). **PRESIDENTE:** sì, ecco, così è più immediato, prego! **CONSULENTE PENT MARIO:** se adesso andiamo un pochettino più nel dettaglio, per quanto riguarda la funzione del ricevitore, prima abbiamo detto genericamente deve rilevare l'impulso, proviamo a rifare la stessa operazione, pensando di visualizzare su un osco... uno oscilloscopio il segnale ricevuto dal ricevitore, quindi qui abbiamo aggiunto in questo schema per capire come funzionano le cose, un dispositivo che è questo... questa scatola grigia con questo schermo verde, che rappresenta uno oscilloscopio, cioè che ci consente di vedere

l'evoluzione nel tempo del segnale che viene ricevuto, rifacciamo la stessa animazione e qui c'è da aggiungere un piccolo particolare, faremo partire, questo oscilloscopio in sincronismo con l'istante con cui è sta... in cui è stato attivato la produzione dell'impulso, facciamo ripartire la simulazione, con la simulazione, l'animazione, come prima qui si vede in più la base tempi di questo oscilloscopio in basso che sta procedendo, intanto si ripercorre esattamente lo stesso meccanismo di prima, quando il segnale, l'Echo ritorna al ricevitore, ecco, questo si manifesta come un aumento della tensione ricevuta, il segnale ricevuto si manifesta attraverso questo impulsino, che è una replica se vogliamo dell'impulso principale che è stato prodotto, ovviamente più piccola, perché ci sono di mezzo le attenuazioni e soprattutto ritardata nel tempo rispetto al momento in cui è stato prodotto l'impulso principale. Allora si capisce anche subito come si può arrivare a questo meccanismo di rivelazione, ricordiamoci che questo è importante, fissiamo una soglia di... di paragone e allora quella operazione che prima era genericamente indicata come rivelazione

dell'impulso, qui la possiamo specificare un po' meglio, diremo che riveliamo un impulso, quando il segnale ricevuto supera una certa soglia che sta... dovrà essere scelta in modo opportuno, il superamento della soglia, consente il rilevamento dell'ostacolo, questo è la base del meccanismo, non solo, si può vedere subito anche un altro elemento importante il cosiddetto tempo di volo, cioè il tempo che impiega l'impulso dall'ini... dal momento in cui è stato, come dire, prodotto dal ricevitore al momento in cui arriva, si chiama tempo di volo, in gergo, e dal tempo di volo si può fare la misura della distanza, quindi vedete che ci sono i due elementi, ricordate la definizione della parola radar, radio detection, superamento della soglia, and ranging, misura della distanza, ecco come avvengono almeno a livello di principio di funzionamento. Che cosa succede quando però ci mettiamo in un ambiente un pochino più realistico, un pochino più realistico vuol dire che dobbiamo tenere conto del fatto che il ricevitore non riceve soltanto il segnale, come dire, che arriva eventualmente prodotto dall'Echo radar ma, a causa dei... dei componenti elettronici, il fatto che non si ha la

temperatura nulla, eccetera eccetera, c'è anche una contribu... ci sono anche dei contributi di rumore, quindi in realtà il segnale che vedremo in un radar reale, deve tener conto, sarà affetto da queste fluttuazioni aleatorio, casuali di questo rumore, quali sono gli effetti, li possiamo vedere qualitativamente per adesso, supponiamo di essere in assenza di bersaglio, cioè non c'è nessun bersaglio, quindi non c'è nessun Echo di ritorno, che cosa vedremmo, vedremmo solo rumore, ma la cosa importante che dobbiamo mettere in evidenza, è che il rumore potrebbe da solo superare la soglia e visto che il meccanismo però di rivelazione del ra... del segnale è basato sul superamento, ovviamente l'apparecchio non sa se... ciò che supera la soglia è dovuto solo a... a segnali reali o solo rumore, questo superamento da parte del solo rumore, produce quello che si chiama in gergo il falso allarme, cioè viene rivelato un... un... un ostacolo anche se in realtà non c'è nessun ostacolo, è solo il rumore che fa superare aleatoriamente di solito questo evento si verifica con probabilità molto basse, però bisogna tenere in conto perché è un evento

possibile, e questo è uno degli effetti del rumore. Che altro effetto può indurre la presenza di rumore, questa volta mettiamoci in condizioni di avere il bersaglio, presenza di bersaglio in presenza di rumore, facciamo... come primo può accadere che l'andamento aleatorio del rumore combinandosi con quello del segnale ricevuto faccia sì, che la ri... la risultante di questa combinazione sia, più piccola della soglia, e quindi accade in queste... queste condizioni, accade che si manca il bersaglio, cioè si ha la perdita del bersaglio, definito mancato rilevamento, ecco questi sono i due fenomeni, diciamo importanti, che possono essere attribuiti al rumore, sia in presenza di bersaglio, sia in assenza, cioè si parla di questi due eventi, falso allarme, mancato rilevamento, oppure di corretto rilevamento se pensiamo all'evento complementare di cui poi dopo dovremmo parlare abbastanza nel dettaglio, nel caso specifico, ma questo era per mettere a fuoco questa... Allora finora che... quali sono le informazioni che si possono ricavare da un meccanismo del tipo di quello che abbiamo visto fino adesso, la prima sono presenza o assenza del bersaglio, questa è

una informazione importante, c'è o non c'è, la seconda, ovviamente se questo ostacolo è presente, la seconda informazione che si ricava da questo meccanismo è la distanza, distanza che ripeto si può ricavare misurando il tempo di volo e sapendo che la velocità di propagazione dell'onda elettromagnetica è fissa, è una costante e quindi è perfettamente nota, quindi misurando l'intervallo di tempo, si riesce a ricavare la distanza, bisogna tener conto naturalmente che il percorso è doppio, nel senso che l'impulso va e torna, e quindi lo spazio da tenere in considerazione è due volte la distanza, quindi quella che si misura è la... il doppio della distanza, poi banalmente si dividerà per due, per avere la distanza reale. Un altro elemento che si potrebbe utilizzare è la... ricavare è la velocità radiale, questo perché c'è un fenomeno fisico che si chiama effetto doppler, che fa sì, che quando un'onda elettromagnetica si muove tra... c'è un moto relativo tra la sorgente e il ricevitore l'onda elettromagnetica ricevuta ha una frequenza lievemente diversa da quella che è sta... da quella che avevo in trasmissione e la differenza tra la freque... fra queste due

frequenze è proprio legata alla velocità relativa, la componente radiale della velocità relativa, però questa può essere utilizzata entro certi limiti lo vedremo un po' più avanti, ma direi che è un... un aspetto, diciamo di minore importanza. Due parole ancora, prima di andare avanti sull'affidabilità di queste informazioni, perché parliamo di informazioni che si possono ricavare, ma bisogna sapere quanto sono affidabili, cioè quanto sono sicure, no, e per definire delle misure di affidabilità, visto che tenendo conto soltanto del rumore per il momento, sono due gli eventi che sono indesiderati, prodotti dal rumore, falso allarme e mancato rilevamento, allora l'affidabilità di queste misure di solito si... **VOCI:** (in sottofondo). **CONSULENTE PENT MARIO:** scusate, si misura attraverso una misura di probabilità, cioè questi sono eventi che sono legati ad eventi aleatori, la presenza del rumore, no, e di conseguenza per sapere se sono tanti o se sono pochi, quello che interessa, quello che normalmente si utilizza per valutare l'entità di questi fenomeni sono le probabilità associate a questi due... a questi due eventi, e quindi si parlerà di probabilità di

falso allarme, è un termine che troveremo spesso, probabilità di mancato rilevamento, oppure qualche volta il complemento a uno, cioè la probabilità di corretto rilevamento, che è uno meno la probabilità del mancato rilevamento. Oltre a queste informazioni di distanza e di presenza di ostacolo, si possono ricavare altre informazioni sempre ovviamente legate all'ostacolo, se ipotizziamo di avere non un'antenna generica, ma un'antenna direttiva, allora l'antenna diret... l'uso di un'antenna direttiva consente di ricavare anche informazioni sulle coordinate angolari, in particolare sull'azimut e sull'elevazione, diciamo subito che nei casi che ci interessano normalmente soltanto una di queste due coordinate viene rilevata, cioè sostanzialmente soltanto l'azimut dell'ostacolo, anche se in teoria usando antenne opportune, si può ricavare anche l'elevazione, ma nel caso specifico interessa so... soprattutto l'azimut. Naturalmente questo si fonda sulla utilizzazione nel nostro apparato radar di un'antenna abbastanza direttiva e l'altra ipotesi che è importante fare, è che la propagazione delle onde nello spazio sia... abbia un andamento

rettilineo, eh perché, lo vedremo tra un secondo è fondato tutto su caratteristiche geometriche, in cui si... si presuppone questa propagazione rettilinea. Ecco, ancora un'animazione per vedere come posso determinare l'azimut, almeno in prima approssimazione, questo... abbiamo il solito trasmettitore con ricevitore, un'antenna che questa volta ruota, e supponiamo di farla ruotare a velocità costante, e naturalmente l'ostacolo verrà illuminato soltanto quando l'antenna punta nella direzione dell'ostacolo, quando l'antenna è puntata in direzione diverse, l'ostacolo non riflette e quindi non viene rilevato e così via, quindi allora vedete subito che l'informazione angolare, è legata alla rivelazione, quando l'antenna punta nella direzione dell'ostacolo e quindi sarà la direzione di puntamento dell'antenna a darci, indirettamente la informazione angolare della direzione dell'ostacolo. Se adesso organizziamo un dispositivo che consente di collegare la presentazione con il... la posizione dell'antenna riusciamo a avere una presentazione che comincia a essere abbastanza vicina a quella che è nella realtà, in questo schemino vediamo lo stesso

meccanismo di prima, dove però questa volta il segnale ricevuto, andrà a modulare in intensità un fascio elettronico in un tubo, vuol dire che quando arriva, sarà più intenso e questo tubo viene fatto... questo fascio elettronico viene deflesso dal centro verso la periferia, in una direzione che è, diciamo, collegata a quella in cui punta istante per istante l'antenna. Vediamo come funziona, forse è meglio vedere l'animazione per capire come funzionano le cose, se attiviamo l'animazione... ah scusate, questo dispositivo, questo modo di presentare le cose, si chiama in gergo P.P.I., che sta per indicare Plan Position Indicator, perché vedremo che il risultato di questa operazione è una specie di mappa vista dall'alto tipo carta geografica con al centro di questa presentazione il... il sito dove sta la stazione radar, proviamo a fare questa animazione e si vede, ecco, avete visto che quando l'antenna punta verso l'ostacolo e di conseguenza attiva una risposta dall'ostacolo abbiamo avuto una marcatura, un segno su questo... su questo schermo legato a questo, lo rifacciamo per un secondo per fermarci quando si verifica questo evento, ecco ci fermiamo qui, a questo punto

possiamo su questa presentazione, individuare le grandezze che interessano, una è la distanza, e la distanza si presenta in questo modo che... perché abbiamo visto che la deflessione di questo pennello elettronico è fatto dal centro per... verso la periferia con velocità costante di conseguenza misura il tempo di volo, l'altro elemento che viene fuori è l'azimut perché abbiamo detto che questa antenna, che questa deflessione di questo... di questo pennello elettronico viene fatta, come dire, in sincronia, in allineamento con l'antenna, e quindi... noi prenderemmo come azimut dell'ostacolo la direzione di puntamento dell'antenna quando riceve il... il segnale, questo almeno in... a livello un po' grossolano, poi vedremo qualche dettaglio un po' più avanti quando parleremo di aspetti particolari. Parlando ancora di misura delle coordinate azimutali, dobbiamo notare una cosa che questa, l'antenna radar che ruota e parliamo di radar di sorveglianza, cioè radar che sono destinati a tenere sotto controllo una certa regione in tutto intorno alla... al sito dove è collocato il radar, e questi sono normalmente quelli utilizzati, appunto per il controllo del

traffico aereo, eccetera eccetera, si parla di radar di sorveglianza, normalmente l'antenna ruota su trecentosessanta gradi e ruota con velocità uniforme, allora se indichiamo con questo  $T$  antenna il periodo di rotazione, e ci ricordiamo che il radar emette gli impulsi con una certa frequenza con una certa cadenza, allora viene fuori, e dobbiamo ancora introdurre un'altra... un'altra grandezza che è l'apertura del fascio di antenna, cioè ovviamente l'antenna non avrà un fascio strettissimo, avrà un fascio di una certa apertura e cioè questa apertura rappresenta l'intervallo angolare entro il quale l'ostacolo sarà illuminato e da cui si potrà ricevere quindi un... un Eco, se mettiamo insieme tutto questo... tutte queste grandezze, possiamo valutare al numero di Echi, che possono essere prodotti da un ostacolo durante questa rotazione, allora il tempo durante il quale l'ostacolo viene illuminato evidentemente è dato dal tempo di rotazione, moltiplicato il rapporto tra l'apertura e trecentosessanta gradi, no, questo è l'intervallo di tempo durante una scansione nel quale l'ostacolo viene illuminato, se poi moltiplico questo per la frequenza di ripetizione

degli impulsi viene fuori il numero totale degli impulsi... cioè a ogni questo numero  $N$ , adesso poi sarà importante per i nostri ragionamenti, rappresenta il numero di ristorni che viene osservato dal radar ad ogni passaggio, no, naturalmente si vede subito, per esempio, se un'antenna ha un fascio grande  $\alpha$  grande, questo numero è più grande il numero... se  $\alpha$  è piccolo, il numero è piccolo evidentemente, quindi se il... la velocità di rotazione è lenta e quindi il tempo di antenna è grande, avremmo un numero maggiore e così via, tanto per mettere dei numeri a titolo di esempio, supponiamo di avere una frequenza di ripetizione di quattrocentocinquanta hertz e avere un periodo di rotazione di antenna di sei secondi e un'apertura del... del nostro fascio di circa due gradi, mettendo i numeri viene fuori quindici, cioè questo è l'ordine di grandezza, i radar reali hanno... possono avere parametri diversi, ma almeno nelle condizioni ordinarie di radar di sorveglianza, questi numeri non si spostano molto, quindi se siamo nell'ordine di grandezza da dieci, otto, dieci, venti, questo... sono i numeri di... che vengono fuori. Allora il fatto

che una... un ostacolo in queste condizioni quando viene osservato da un radar dia luogo durante ciascuna scansione a più risposte, fa sì che si possono applicare all'interno del radar delle tecniche di elaborazione che traggono profitto dal fatto di avere più risposte, più risposte che si... che arrivano dallo stesso... dallo stesso ostacolo evidentemente, questo perché utilizzando delle tecniche opportune che adesso cercherò di... di far vedere, si possono da un lato ottenere dei miglioramenti e dall'altro lato si possono ottenere, come dire, delle stime abbastanza affidabili di quella che è la direzione di arrivo del... del... del nostro... del segnale di ritorno e quindi la coordinata angolare del nostro ostacolo. Vediamo per... servono ancora qualche numeretto per capire come vanno le cose, quello che interessa determinare anzitutto è l'intervallo angolare, cioè di quanto si sposta l'antenna tra una interrogazione e la successiva, no, questo è abbastanza evidente è il... vediamolo in questa... è l'apertura della antenna, l'apertura del fascio di antenna, diviso per il numero di risposte che ottengo da questo, quello che

avevamo determinato prima, no, per esempio, nell'esempio che abbiamo fatto prima, avevamo una apertura di antenna di due gradi e quindici come numero di risposte, il passo di... l'intervallo angolare fra due interrogazioni successive è otto primi di... questo vuole dire allora che le direzioni di interrogazione sono... non sono infinite, ma sono, diciamo, discrete nell'angolo, avremo delle direzioni di interrogazione che sono separate una dall'altra proprio da questo intervallo angolare e quindi avremmo una certa, come dire, discretizzazione della coordinata angolare, perché non abbiamo un'antenna che... cioè l'antenna di per sé ruota in questo modo, ma con questo meccanismo di ritorno avremmo che le coordinate angolari sono... diciamo separate fra di loro sempre di questo  $\Delta/\alpha/G$ , e vediamo allora come funziona, su questo diagramma è rappresentato che cosa? Diciamo questa raggiera rappresenta tutte le possibili direzioni, va bene, che ovviamente sono discretizzate, questo settore disegnato in giallo rappresenta l'apertura dell'antenna, l'apertura dell'antenna che ovviamente è più grande di questo  $\Delta/\alpha/G$ , allora vediamo che cosa succede

quando un'antenna con queste... in queste condizioni vede un ostacolo, cioè si trova in presenza di un ostacolo, cioè l'angolo in cui è presente questo ostacolo lontano, supponiamo che questa sia la posizione dell'antenna in un certo momento di tempo e questo sia l'asse elettrico dell'antenna, l'asse elettrico vuol dire la direzione di puntamento, no, questo diagramma sta a significare naturalmente che l'antenna illumina e riceve non soltanto dalla direzione corrispondente all'asse elettrico, ma deve... anche da direzione lievemente vicina a destra o a sinistra, grazie alle sue caratteristiche di direttività maggiore o minore. Se facciamo muovere questa... questa antenna ovviamente sappiamo che l'antenna si muove di velocità angolare e a velocità costante, facciamo muovere, vedete l'antenna? In queste condizioni l'antenna non riceve niente, non riceve niente perché non c'è nessun ostacolo e l'ostacolo che stiamo considerando è fuori dell'angolo di vista dell'antenna, andiamo avanti, ad un certo punto e siamo a questo, in questa situazione, pur essendo l'antenna non ancora esattamente puntata sul nostro ostacolo, ma rientrando questo ostacolo

all'interno dell'apertura di antenna, l'ostacolo viene illuminato, produce un Echo di ritorno e quindi produce un Echo, un rilevamento, naturalmente a quale direzione verrà associato questo Echo? Non sapendo niente l'antenna lo assocerà... cioè il sistema, scusate, lo assocerà alla direzione dell'asse elettrico dell'antenna, cioè al centro. Se andiamo avanti con l'operazione, scusate, naturalmente lo collochiamo in una posizione e questo è rappresentativo della distanza come abbiamo visto nella presentazione P.P.I.. Se andiamo avanti al passo successivo l'ostacolo è ancora all'interno della nostra... della nostra antenna, nel nostro diagramma di rilevazione e darà un secondo Echo e così via andando avanti e fino a quando avremo dei ritorni? Avremo dei ritorni fin quando l'ostacolo rimane all'interno del fascio, nel diagramma di rilevazione dell'antenna e quindi del fascio di antenna, quando esco, quando questo esce dal diagramma non ci saranno più Echi e quindi alla fine vedete che io ho ottenuto N risposte e questo fa vedere, questo torna con quello che avevo detto prima, avremmo N risposte, però attraverso questo meccanismo, questa

descrizione spero che sia chiara, che queste risposte non sono disposte a caso, ma hanno una caratteristica importante, sono tutte alla stessa distanza perché provengono dallo stesso ostacolo, naturalmente per fare questa affermazione devo fare un'ipotesi che però è abbastanza realista nelle condizioni normale e cioè che nell'intervallo di tempo che passa dalla prima all'ultima l'ostacolo sia rimasto praticamente fermo, però abbiamo visto che si tratta di... con frequenze di ripetizione dell'ordine di centinaia di hertz e si parla di pochi millisecondi, di conseguenza questa ipotesi anche se si tratta di un aereo di solito è un'ipotesi abbastanza verificata e quindi possiamo fare l'ipotesi... possiamo riassumere le cose viste fino ad ora e le risposte sono  $N$ , un certo numero, dipende dalla caratteristica del sistema, ma sono tutte collocate alla stessa distanza. Naturalmente sono... abbiamo visto già prima una quantizzazione azimutale, cioè nel senso che gli azimut possibili non sono infiniti, ma sono soltanto quelli distribuiti in modo tale da avere una differenza angolare costante pari al passo di interrogazione e questa è l'apertura dell'angolo.

Normalmente nei radar, diciamo, neanche più recenti ma... si opera anche una quantizzazione in distanza, io non ho trattato per non appesantire troppo il problema della capacità di discriminare due ostacoli che siano separati in distanza, ma è abbastanza chiaro che se l'impulso è di durata finita non sarò in grado di distinguere oggetti che sono troppo vicini fra di loro, comunque normalmente si opera anche una quantizzazione in distanza, soprattutto in vista di una elaborazione numerica, cioè le distanze misurate vengono, diciamo, ricondotte ad intervalli di ampiezza finita e appunto il passo di risoluzione in distanza normalmente è legato alla capacità di discriminazione fra due ostacoli vicini, lo chiamiamo Delta R e allora vedete che con questo meccanismo viene ad individuarsi dall'incrocio della quantizzazione azimutale e della quantizzazione in distanza viene ad individuarsi quella che si chiama cella elementare del radar, no, e vuol dire che questa cella elementare può contenere o non contenere una risposta e quindi avere degli elementi che sono legati alla presenza o assenza dell'ostacolo, l'aspetto importante di questa

operazione di quantizzazione e che il problema i può poi trasformare in una operazione che opera su un numero finito di punti e che sono tutti quelli. Vediamo questo numero totale, evidentemente il numero totale delle celle elementari è il numero totale dei livelli di quantizzazione azimutale che avevamo calcolato prima, i livelli di quantizzazione in distanza sono il rapporto tra la massima portata del radar e la capacità di risoluzione e per esempio nell'esempio che abbiamo visto prima se sommiamo una portata di trecento chilometri e una risoluzione in distanza di centocinquanta metri vengono fuori cifre grandi, qui viene fuori oltre cinque milioni e quattro numero di celle però finite e quindi si possono applicare su queste cose degli algoritmi che operano su un numero finito di punti. Che cosa ci aspettiamo però che contenga ciascuna di queste celle elementari? Ciascuna di queste celle elementari contiene che cosa, il risultato di quella operazione di detection, come si dice, cioè di rivelazione avevamo visto prima, prima avevamo visto che l'operazione di rivelazione veniva fatta comparando il segnale ricevuto con un soglia e di

conseguenza il risultato di questa comparazione che cosa è, supera oppure non supera la soglia, quindi è una quantità binaria, per convenzione diremo che... quindi useremo delle cifre, delle quantità binarie e diremo che sovrapposta ad un 1, 1 binario naturalmente se si ha superamento della soglia diremo 0 binario se invece non si ha questo superamento della soglia. E questo naturalmente è attribuito a ciascuna cella quindi quelle celle elementari che abbiamo visto prima, in realtà poi ai fini delle elaborazioni successive saranno, come dire, riempite di 0 o 1 a seconda che in quella particolare cella sia stato prodotto un rilevamento oppure no, quindi questa è la base di partenza su cui operano poi gli algoritmi successivi. Per chiarire, rendere anche, diciamo, più facile la rappresentazione da quella rappresentazione in coordinate radiali passiamo ad una rappresentazioni in coordinate cartesiane che per certi aspetti è più semplice, cioè ci organizziamo le cose su una matrice in cui portiamo sull'asse orizzontale l'azimut e sull'asse verticale la distanza e questa non è nient'altro che la riconfigurazione di quella... di quella rappresentazione che era, diciamo, su

base polare, cioè con centro... semplicemente riconfigurata, quindi non c'è niente di nuovo. Abbiamo visto la presenza di un ostacolo che si manifesta con la presenza di un certo numero di uni e qui li ho rappresentati con questi quadratini verdi, questo significa la presenza di uno e l'assenza del quadratino vuol dire ovviamente zero, naturalmente avevamo detto che quegli Echi sono... erano caratterizzati dal S.R.A. distanza costante e di conseguenza in questa rappresentazione sono disposte sulla stessa riga, perché una riga è fatta dall'insieme dei punti che sono... rappresenta i punti che sono a distanza costante e invece la posizione lungo le colonne rappresenta i vari azimut a cui sono stati fatti questi vari rilevamenti. Se vogliamo ripercorrere l'esperimento che abbiamo fatto prima in questa nuova rappresentazione dobbiamo ipotizzare questo rettangolo in giallo che rappresenta la trasformazione che si ottiene a partire dal diagramma di radiazione di antenna, no, che illumina ad una certa apertura azimutale, il suo asse rimane questo, supponiamo che... adesso di avere un ostacolo che in questo azimut e a questa distanza proviamo a far muovere di

nuovo come prima questa... questa antenna, il movimento che prima vedevamo, diciamo rotatorio intorno al centro, in questa nuova rappresentazione diventa un movimento di traslazione, quando l'antenna... quando l'azimut entra nel diagramma di radiazione dell'antenna produce un Echo che viene attribuito a questo... all'asse elettrico, alla posizione dell'asse elettrico dell'antenna e la distanza viene misurata attraverso la determinazione del tempo di volo e quindi si colloca un uno che vuole dire risultato della rivelazione in questa cella corrispondente; andando avanti l'operazione continua come prima e fin quando? Fin quando ovviamente l'ostacolo rimane all'interno del... dell'angolo di apertura di antenna, cioè, in cui viene illuminata e quindi produce un Echo, quando esce si ferma, non avremo più degli uni e le celle corrispondenti vengono riempite di zeri. Ecco, questo insieme di uni in questa matrice che viene costruita in questo modo, io lo chiamo impronta dell'ostacolo, questo per rappresentare questo fatto che l'ostacolo si presenta, si manifesta nel... in questa rappresentazione attraverso un insieme di uni che occupa una certa

posizione, una certa dimensione e così via, userò da qui in avanti questa parola, impronta, per rappresentare questa cosa. Se c'è un altro ostacolo per esempio, ce ne sono più d'uni, avremmo un'altra impronta che sarà collocata in posizione diversa perché avrà distanze diverse, azimut diversi e così via. Adesso possiamo allora sulla base di queste cose vedere un algoritmo che serve per la determinazione dell'azimut, perché finora abbiamo una determinazione molto approssimativa dell'azimut... quindi vediamo un algoritmo e non è l'unico possibile, ma è un algoritmo che viene utilizzato normalmente ed è proprio, diciamo, una variante di questo sarà quella poi utilizzata nel Radar Marconi, nel Radar Selenia e nell'estrattore, qui lo vediamo in una forma semplificata che secondo me a questo livello è più utili per capire la logica del funzionamento di queste cose. Allora abbiamo detto che abbiamo N risposte, N risposte disponibili, ci abbiamo delle impronte di una certa apertura e la regola... qui bisogna mettere insieme da un lato la decisione e dall'altro lato la valutazione dell'azimut e queste due operazioni vengono messe insieme secondo questo

algoritmo che è basato sulla decisione, basato sulla presenza di un numero sufficiente di risposte, diciamo,  $K$  su  $N$ , ma adesso vedremo meglio comunque questa cosa. E' chiaro che questo algoritmo proprio per la struttura di questa impronta, cioè del fatto che questa... l'impronta di un ostacolo è distribuita su righe, perché solo ad azimut ha una distanza costante, quindi questa operazione... questo algoritmo opera sulla... sul contenuto delle righe della matrice. Allora questa... adesso che io presento è la versione classica dell'algoritmo basato sull'uso di una finestra di osservazione che ha dimensione  $N$ ,  $N$  è quello che abbiamo detto prima e questa finestra, adesso lo vedremo più nel dettaglio, si muove su questa matrice in... diciamo in sintonia con il moto dell'antenna e da questo... da questo fatto, il fatto che abbiamo una finestra e che la facciamo muovere, questo algoritmo... questi algoritmi perché è una classe di algoritmi passano sotto il nome di moving window. Allora, fondamentalmente che cosa fa questo algoritmo? Abbiamo una finestra, poi la vedremo meglio con una animazione, va a contare il numero di celle che sono dentro la finestra in cui c'è uno, cioè

va a contare il numero di uni che ci sono nella cella, ovviamente quando parlo di uni sto parlando sempre di uni logici che sono il risultato dell'operazione di rilevamento che è stata fatta prima, no, e confronta vedremo come, questo numero di uni con una soglia di riferimento, una soglia di decisione che indichiamo con,  $K$  e  $K$  sta ad indicare un numero intero, vedremo, Comunque questo meccanismo è basato sul conteggio del numero di uni e sul confronto di questo conteggio con un riferimento. Vediamo... allora questa è la rappresentazione che abbiamo detto prima, che abbiamo utilizzato prima, supponiamo di usare a titolo di esempio,  $N$  uguale a cinque, cioè un'apertura della nostra finestra pari a cinque passi e una soglia di confronto pari a tre, sono numeri scelti, sono piccoli rispetto alle realtà, ma sono scelti per dare la possibilità di una rappresentazione grafica un pochettino più maneggevole però concettualmente non cambia nulla. Supponiamo di avere un ostacolo che ha questo azimut e ha questa distanza, e supponiamo che questa sia la finestra mobile, la finestra mobile la individuo con rettangolo arancione che contiene, appunto,

un certo numero, cinque in questo caso specifico perché abbiamo detto che la finestra è aperta a cinque. Adesso mettiamo in un asse qui sotto il numero di uni che sono contenuti nella moving window, no, in questo momento per esempio è zero perché non ci sono elementi uno nella moving window e quindi il contenuto è zero e qui sotto portiamo... dovremmo far muovere questa finestra mobile e quindi portiamo questo... questo numero e aggiungiamo questa soglia, appunto, di paragone che abbiamo detto prima, soglia di paragone con cui dovremmo confrontare il numero di uni contenuti nella finestra mobile. Adesso possiamo allora arrivare questo meccanismo e facciamo muovere l'antenna e insieme con l'antenna si muove anche questa finestra mobile, no, noi la ancoriamo a questa... a questa posizione dell'asse dell'antenna e vediamo che cosa succede. Quando l'antenna arriva in condizioni tali da illuminare l'ostacolo si produce il primo uno della... della nostra impronta, abbiamo cioè avuto un rilevamento e quindi a questo punto il conteggio del numero di uni contenuti nella finestra mobile passa da 0 a 1 e infatti vedete qui sotto la... questa funzione conteggio che è

salita di una unità, andiamo avanti, passo successivo, abbiamo tutte le condizioni nella finestra mobile e ne sono contenute due e infatti la funzione conteggio è salita di una unità, arriviamo in questa terza condizione su... arriviamo a tre e arriviamo a tre e questo tre è proprio quel numero che avevamo preso come riferimento questo e quindi abbiamo il superamento di questa soglia numero K e quindi possiamo dichiarare questa posizione angolare che... nella quale si verifica questo superamento come inizio del rilevamento. Andiamo avanti, la funzione di conteggio continua a crescere in queste condizioni, continua a crescere, ad un certo punto l'ostacolo esce dal diagramma di redazione dell'antenna, non dà più dei rilevamenti, la finestra mobile si muove e allora comincia a diminuire il numero di uni contenuti perché quelli che sono rimasti sono andati fuori dalla finestra e di conseguenza il numero di uni diminuisce e diminuisce fino a quando? Fino a quando un certo punto scende al di sotto di quella famosa soglia e allora noi possiamo dichiarare questa condizione come fine rilevamento, quindi abbiamo un inizio e una fine

rilevamento, questi sono gli elementi su cui si fonda la stima della distanza, questo è l'intervallo in cui abbiamo che il numero  $N$  è maggiore e uguale a  $K$ , prendiamo il punto centrale e lo prendiamo come azimut stimato, se lo confrontiamo con l'azimut vero c'è un certo errore però in queste condizioni normalmente rimane questa specie di errore sistematico e che si può tranquillamente sottrarre e di conseguenza questo ci consente di stimare... di stimare la posizione, la coordinata azimutale dell'ostacolo. Ecco, questo è grosso modo il meccanismo di... su cui funziona, ecco, qui stiamo ancora andando avanti e si vede che la funzione di conteggio scende per scendere a zero, allora questo algoritmo in realtà ha due funzioni; primo, il rilevamento dell'ostacolo, perché io arriverò a fare il rilevamento dell'ostacolo vero soltanto se ottengo... avremmo parlato di inizio e fine rilevamento se il numero di uni all'interno della moving window nel caso specifico supera tre e quindi richiedo già di più che non il singolo rilevamento, richiedo una presenza robusta, richiedo un certo numero  $K$  e non mi accontento cioè di un Echo soltanto di ritorno, ma richiede

un certo numero e questo dal punto di vista della affidabilità dell'informazione ricavata in quanto al rilevamento migliora l'affidabilità, cioè, riduce a parità di condizioni la probabilità di mancato rilevamento. Quindi abbiamo un rilevamento più affidabile contemporaneamente lo stesso algoritmo mi consente attraverso il meccanismo che abbiamo visto prima, mi consente di determinare la coordinata azimutale e cioè l'azimut dell'ostacolo, la distanza e sempre misurata attraverso la... la misura del tempo di volo. C'è da fare un paio di osservazioni su questo algoritmo, che cosa succede quando per qualche ragione alcuni dei rilevamenti elementari manca, cioè qualcuno degli uni no c'è per effetto del rumore, per effetto di altre cause, ecco questo comporta normalmente un errore nella determinazione dell'azimut, vediamola in modo molto semplice, che cosa significa qualche assenza di rilevamento? Vuol dire che l'impronta che normalmente è una stringa di uni contigui, eccetera eccetera, per qualche ragione ne perde qualcuno, allora questa è la situazione che avevamo visto prima, diciamo, alla fine della fila dove c'era questa impronta di cinque

elementi, questo era il punto centrale di questo intervallo a parte l'offset, misura l'azimut corretto, supponiamo di cancellare una di queste risposte, cioè di modificare l'impronta togliendo un uno, questo può accadere per effetto di interferenze, per effetto di rumore, non ci interessa a questo punto la causa che è all'origine di questo e supponiamo e vediamo solo che cosa succede quando un uno si perde e passa a zero, allora dobbiamo ricostruire, quindi ecco, questa è l'impronta dopo questa modificazione e abbiamo... anziché avere cinque uni affiancati abbiamo tre uni, uno zero e un uno. Se costruiamo una funzione di conteggio che abbiamo visto prima, questa funzione ha questo andamento che raggiunge un massimo di quattro perché al massimo raggiungerà quattro, ma l'aspetto importante è che il centro di questa zona si sposta e il che significa in altre parole che l'effetto di disturbi che provocano l'alterazione dell'impronta possono indurre non necessariamente, questo sempre accade, ma posso indurre un errore azimutale, cioè c'è un'interazione tra la presenza e l'assenza di uni e la stima azimutale che viene fatta da questo...

da questo algoritmo. Non l'ho riportato ma è abbastanza evidente che se poi l'impronta si riduce per effetto di cancellazione al di sotto di K si ha anche la perdita del rivelamento, cioè può accadere che un ostacolo dia magari un numero... qualche rilevamento singolare però non sufficiente a superare la soglia richiesta per la decisione e cioè in questo caso specifico la soglia di tre e quindi c'è un altro effetto e questo mette in evidenza questo errore di stima dovuto. Un'altra cosa da osservare questa, che usando questo algoritmo si ha un peggioramento della risoluzione azimutale, questo... cosa si intende per risoluzione? Con il termine risoluzione intendiamo la capacità del radar nel nostro sistema di discriminare due oggetti che sono vicini lungo una certa coordinata, quando parliamo di risoluzione azimutale vuol dire che parliamo della capacità del radar di discriminare due oggetti che sono alla stessa distanza e azimut diversi, e lo vediamo tra un momentino, vediamo attraverso un esempio solo per far capire la fenomenologia senza entrare adesso nei dettagli numerici, supponiamo di avere due ostacoli che sono alla stessa distanza e quindi

daranno luogo a due impronte che sono collocate sulla stessa riga, usiamo ancora lo stesso algoritmo di prima con gli stessi numeri e se costruiamo la funzione di conteggio che è quella su cui si basa la... la decisione otteniamo una funzione di conteggio di questo tipo, sulla base della funzione di conteggio di questo tipo determiniamo un primo centro, un secondo centro e questo perché, perché la funzione di conteggio scende al di sotto della soglia e quindi, come dire, individua due gruppi separati di... di bit uno all'interno della nostra riga che stiamo considerando e di conseguenza individua due impronte distinte, la distinzione evidentemente è basata sul fatto che il numero di conteggio scende sotto la soglia, poi risale perché c'è un'altra impronta e così via, questi due ostacoli sono sufficientemente lontani e sono rivelati separatamente, infatti in queste condizioni avremmo due rilevamenti, due oggetti con due azimut diversi che sono calcolati secondo gli algoritmi che abbiamo visto prima. Cambiamo la situazione, sempre due ostacoli ma questa volta più vicini fra di loro, più vicini azimutalmente naturalmente, cioè solo la... la distanza tra

queste due impronte si è ridotta e questa è di solo due, se come prima facciamo... tracciamo l'Operatore con... la funzione conteggio si vede che in questo caso questa non scende mai al di sotto di tre, di conseguenza l'algoritmo ha un solo inizio di detezione e una sola fine e quindi prende tutto questo complesso di segnali come un unico bersaglio, gli assegna questa coordinata perché non collegata né con l'uno e né con l'altro e di conseguenza si ha la confusione sostanzialmente di due oggetti che in realtà sono separati per effetto di questa confusione, di questa eccessiva vicinanza e vedono... e vengono visti come un unico oggetto in una posizione più o meno intermedia tra questi due e questo è un altro degli inconvenienti che può... io sul radar primario mi fermerei a questo punto da punto di vista della rappresentazione e invece vorrei spendere qualche parola sul radar secondario, perché il principio di funzionamento del radar secondario è profondamente diverso dal radar primario anche se la parola radar in qualche modo ne significa delle assonanze e delle similitudini. Ecco, una premessa per stabilire le differenze, è abbastanza chiaro che il radar

primario, quello abbiamo descritto finora è in grado di rilevare qualunque oggetto che sia dotato di proprietà, di caratteristiche tali a riflettere o retro-diffondere onda elettromagnetica, cioè non ci interessa assolutamente la natura di questo e basta che ci sia un oggetto che è in grado di riflettere e quindi metallico o parzialmente metallico, eccetera eccetera, di sufficiente dimensione e questo viene rilevato, cioè non è necessario nessun aiuto, nessun contributo da parte dell'oggetto che stiamo per rilevare, cioè è un sistema come si dice, non cooperativo, la grossa differenza del radar secondario dal primario è invece che il radar secondario è un sistema di tipo cooperativo, cioè prevede l'intervento e adesso vedremo come dell'oggetto da rilevare. In realtà nel nel caso del radar secondario dobbiamo ipotizzare che... dobbiamo assumere che l'oggetto che stiamo considerando, cioè in particolare un aereo, stiamo parlando di radar utilizzati nel controllo del traffico aereo, quindi per noi gli oggetti da individuare sono aerei, l'aereo sia equipaggiato con un apparato ricetrasmittitore che si chiama transponder, questo apparato che

cosa... che cosa è in grado di fare? Riceve dalla stazione di terra, dal radar di terra un qualche segnale, che chiameremo interrogazione, vedremo poi come è fatto, codificato, eccetera, quindi deve... questa apparecchiatura deve riceverla e deve anche essere in grado di interpretarla, cioè capire il contenuto informativo di questa interrogazione che viene da terra, e dopo di che deve, una volta decodificata, una volta interpretata questa informazione, produrre una risposta che verrà a sua volta rinviata verso terra, ecco questo è il senso della funzione cooperativa tra primario e secondario, nel senso che c'è il radar secondario, il transponder di bordo deve essere in grado di... appunto di capire quello che gli chiede la stazione di terra, produrre a bordo l'informazione che deve restituire e restituirla attraverso un canale di comunicazione. Ecco, se vogliamo meccanizzare questo abbiamo la stazione di terra che manda una interrogazione e il velivolo dotato di transponder interpreta, prepara la risposta e la rinvia, cioè non c'entrano più le caratteristiche fisiche dell'oggetto da rilevare, quello che interviene è la presenza a bordo di questo

apparato, quindi completamente diversa evidentemente il meccanismo di operazione. Come è nata questa... questa è una curiosità che forse vale la spesa, è nata in ambiente militare, le prime versioni avevano una semplice funzione, quella di distinguere gli amici dai nemici in ambito militare, infatti si chiamava I.F.F., Identification Friend or Foe, identificatore amico e nemico, è consentiva... è nato soprattutto quando e... credo durante la guerra in Corea, credo che sia nato in quell'epoca, dove cominciarono ad utilizzare gli oggetti... era molto difficile riconoscere gli amici dai nemici soltanto sulla base della osservazione visuale e quindi c'era bisogno di un sistema rapido e automatico per fare questa operazione e venne inventato questo sistema, ora il radar secondario è una evoluzione che poi si è sviluppata negli anni successivi e soprattutto ha preso una direzione che ha compreso nelle funzioni anche quello del radar civile, si chiama radar secondario, è quello che avevo visto prima si chiama radar primario, questa distinzione primario e secondario viene fatta perché di solito di sistemi di controllo del traffico aereo

sono presenti entrambi, quindi bisogna denominarli, dagli un uomo, no, primario è quello che si basa semplicemente sulla risposta... sulla riflessione metallica o quasi metallica degli ostacoli, il secondario invece è basato sul... come ripeto... Un'altra sigla che si trova abbastanza spesso è S.S.R. che sta a indicare semplicemente Secondary Surveillance Radar, vuol dire appunto radar secondario di sorveglianza, no, questo... siccome troveremo anche in giro queste sigle tanto vale mettere, come dire, a fuoco il significato di queste sigle. Quali sono le informazioni scambiate, visto che a questo punto c'è un vero e proprio colloquio tra stazioni di terra e transponder di bordo, vediamo quali sono le informazioni che si scambiano, possono essere - poi le vedremo nel dettaglio - l'identità cioè un qualche cosa che dice chi sono, dice dell'aereo l'identità, chi è in qualche modo e vedremo come, un'altra informazione, e questo è importante, che viene scambiata è la quota, cioè l'aereo è in grado di misurare attraverso sui strumenti, ingenerare l'altimetro di bordo, la propria quota e questa può trasmetterla, attraverso questo meccanismo,

trasmetterla a terra, questa è una informazione importante, perché i Controllori del traffico aereo che usano questi strumenti e quindi devono in qualche modo gestire il traffico aereo è importante che sappiano non solo le posizioni azimut e distanze degli aerei ma devono anche sapere le quote, perché evidentemente è un altro elemento importante nella gestione del traffico aereo, ci possono anche essere altre informazioni di tipo numerico che però adesso a noi interessano poco. Allora si parla di modi di operazioni e di queste cose... e in vari modi sono definiti a partire dalla natura della informazione che viene... che viene scambiata, prima di entrare nei modi vediamo come è fatta... il segnale che viene inviato da terra verso bordo, cioè si chiama tratta in salita o up link e... il segnale che viene inviato da terra verso il velivolo è molto semplice, una sequenza di tre impulsi con una modulazione di ampiezza semplicissima, tenete conto che queste cose sono state inventate negli anni '50, '60 dove la tecnologia era molto povera rispetto a quella che abbiamo adesso, quindi non dobbiamo sorprenderci nel fatto che questi sistemi non sono

particolarmente sofisticati almeno in questi elementi, la cosa importante per capire poi certi aspetti è che tutti questi sistemi, tutti e in qualunque parte del mondo operano tutti sulla stessa presenza, mille e trenta megahertz è la frequenza dell'up link di qualunque sistema S.S.R.. Ecco, la struttura è così, ci sono tre impulsi che chiamiamo P1, P2 e P3 che hanno certi numeri, adesso non mi interessa tanto sapere questi numeri, mi interessa sapere questo che la distanza tra il primo e il secondo è fissa, invece la distanza tra il primo e il terzo, comunque la posizione del terzo non è fissa ma determina il modo di interrogazione, cioè quando la stazione di terra interroga l'aereo, interrogando gli chiede: "mandami la quota, mandami l'identità", ecco queste diverse interrogazioni vengono ottenute, vengono codificate fissando una diversa distanza di P3 dal gruppo P1 e P2, a seconda della posizione, allora a questo punto possiamo vedere i vari modi di interrogazione S.S.R., tenete conto che i sistemi S.S.R. che sono nati in ambiente militare, poi si sono evoluti, hanno incorporato anche delle applicazioni civili, e in un certo

senso sono... hanno delle parti comuni e allora si parla di modi militari e modi civili e è invalsa una consuetudine che i modi militari vengono denominati con delle lettere... dei numeri, scusate, modo 1, modo 2, il modo 1 è il residuo del vecchio I.F.F. diciamo con cui è nato questo sistema, il modo 2 è invece un codice di identità definito però in ambito militare, corrispondentemente la distanza di... sono tre microsecondi e cinque microsecondi, poi c'è un modo 3 per i militari e A per i civili, il modo cosiddetto 3A ed è comune a tutte e due... a tutte gli ambiti, ambito militare e ambito civile, e anche questo trasmette un codice con questo trasmet... richiede la ritrasmissione di un codice di identità che però normalmente è un codice di identità assegnato in ambito civile, questo perché consente ad aerei militari di essere, tra virgolette, visti anche in ambito civile, in condizioni normali è importante che un aereo militare possa... siccome può interferire con il traffico civile che sia visto e questo è diciamo un modo comune ai due ambienti che consente di vedere l'uno e l'altro, infatti se ricordate... se avete presente qualcuna delle...

delle registrazioni che sono state osservate sul Radar Marconi vedrete che gli aerei militari di solito quando sono visti dal radar civile hanno soltanto l'identità A4200 è il codice di identità di un certo volo, manca la quota perché di solito il transponder militare non... non risponde all'interrogazione di quota, poi ci sono dei modi di operazioni solo civili e sono essenzialmen... quelli che ci interessano in modo particolare sono l'A e il C, il modo C, cosiddetto modo C è quello nel quale il transponder interrogato secondo questo modo manca la propria quota, la struttura dei segnali è fatta da quindici impulsi di risposta modulati con lo stesso schema... **AVV.**

**DIF. BARTOLO:** Presidente chiedo scusa solo un momento... **CONSULENTE PENT MARIO:** prego! **AVV.**

**DIF. BARTOLO:** ...ma è come se facessimo un processo per omicidio e studiassimo tutto l'esame di patologia... **PRESIDENTE:** può essere interessante. **AVV. DIF. BARTOLO:** sì. **VOCI:** (in sottofondo). **CONSULENTE PENT MARIO:** grazie! Anche in questo caso tutti i radar... tutti i transponder funzionano sulla stessa frequenza e qui c'è un minimo di codifica, nel senso che di questi impulsi, di questi quindici impulsi alcuni

sono fissi, il primo e l'ultimo hanno... sono forzati, scusate, forzati sempre a uno, quello centrale è sempre a zero, almeno in queste condizioni, i bit a disposizione sono dodici e sono... costituiscono la risposta e sono sostanzialmente quattro cifre ottali in queste condizioni. **AVV. DIF. BARTOLO:** chiedo scusa, ma anche da un punto di vista formale, chiedo scusa se... io non ho nulla poi caso mai mi allontano quello che è, ma io credevo che i Consulenti dovessero esporre il contenuto di quanto scritto nelle loro consulenze, io ora non vorrei sbagliarmi, devo dire non è che abbia studiato a memoria le consulenze redatte dai Consulenti di Parte Civile, ma credo che giustamente tutta questa parte nelle consulenze non viene trattata, perché è una sorta di antefatto non punibile rispetto al quale se la Corte lo ritiene va bene, ma credo che peraltro sono tutte nozioni che noi avremmo dovuto acquisire passando attraverso i Periti e non attraverso dei Consulenti di Parte, io non entro nel merito, non sto dicendo che non vengano dette cose esatte e non esatte, per carità, ecco, non sto sindacando nel merito, ma dico questo loro hanno scritto nelle loro

consulenze tutto questo, perché a me non risulta, quindi se potessimo riassumere il contenuto delle consulenze forse per tutti sarebbe un po' più agevole seguire, se poi la Corte ritiene che siano necessari anche chiarimenti di carattere generale sul sistema, su come funzionano i radar su... peraltro cose che credo siano già state ampiamente trattate, perché l'S.S.R., gli I.F.F. e via dicendo li abbiamo già viste nel corso del processo, eccetera, quindi non lo so, se la Corte ritiene che siano opportuni chiarimenti anche di carattere generale possiamo sempre richiamare i Periti che sono stati se non altro nominati da un Giudice, ecco. **PRESIDENTE:** sì, ma noi abbiamo determinato un modo di esaminare i Consulenti che praticamente era onnicomprensivo. **AVV. DIF.**

**BARTOLO:** sì sì. **PRESIDENTE:** ecco, e quindi io ritengo che anche per quanto riguarda il funzionamento del radar e per esempio le soglie del radar e il numero di celle, eccetera, sia opportuno che... **AVV. DIF. BARTOLO:** nel momento... **PRESIDENTE:** opportuno, se i Consulenti ritengono rilevante, opportuno una esemplificazione e una specificazione. **AVV. DIF.**

**BARTOLO:** ma nel momento in cui si pone un

problema in relazione al nostro procedimento, questo dico io. **PRESIDENTE:** e si pone perché...

**AVV. DIF. BARTOLO:** perché ricostruito...

**PRESIDENTE:** ...il funzionamento del radar e la particolarità di rilevazione da parte del radar credo siano abbastanza essenziali nell'ambito del nostro procedimento, e quindi ritengo concludente e rilevante anche questa esposizione. **AVV. DIF.**

**NANNI:** Presidente scusi! **PRESIDENTE:** che potrà poi ovviamente anche essere valutata, criticata dai Consulenti degli imputati quando saranno esaminati. **AVV. DIF. NANNI:** scusi Presidente, soltanto in relazione a quello che diceva lei, ne prendo atto volentieri, il problema mi sembra però che non so se questa descrizione del funzionamento dei radar sia fatto dal Professor Pent su come funzionano i radar nel momento o come funzionava il radar di Campino e di Fiumicino la sera del 27 giugno dell'80, mi riferisco, io che non capisco molto bene queste cose, no, al numero di celle, no, si faceva un esempio di un certo numero, noi sappiamo invece come funzionava Ciampino ed era una situazione leggermente diversa, ecco in relazione a questo io mi domando... rimbalzo alla Corte la

valutazione che già ha fatto nei termini di utilità, perché dal momento che noi abbiamo saputo in questi anni dai Periti, dai vari Periti che si sono susseguiti che c'era... alcune peculiarità c'erano del funzionamento di quel radar, assolutamente nessun problema a che si approfondisca il funzionamento di quel radar ma una lezione diciamo su come funzionano i radar senza una stretta... uno stretto riferimento a quelli, io in questo senso ritengo che non sia diciamo assolutamente... totalmente pertinente, solo per questo. **PRESIDENTE:** ma ancora potrebbe darsi, non so, che il Consulente forse poi potrà arrivare anche... **AVV. DIF. NANNI:** quindi siamo in una fase... **PRESIDENTE:** ...in dettaglio ai radar di Fiumicino. **AVV. DIF. NANNI:** va bene. **AVV. DIF. BARTOLO:** è quello che dico io, loro hanno redatto delle consulenze, alla Corte devono esporre il contenuto delle consulenze, nelle consulenze loro non hanno inserito queste premesse di carattere generale sul sistema, mi chiedo come si possa acquisire agli atti di questo processo questa nuova perizia e io insisto sulla nuova perizia, sulla nuova consulenza. **PRESIDENTE:** non è nuova perizia... **AVV. DIF.**

**BARTOLO:** è una nuova consulenza... **PRESIDENTE:**  
...sono delle valutazioni... **AVV. DIF. BARTOLO:**  
...rispetto alla quale non vedo come si possa  
fare... cioè continuare a parlare qua di tutte  
queste cose se tutte queste cose non sono state  
affrontate e menzionate nelle consulenze che sono  
state depositate agli atti del processo, poi  
potremmo continuare pure... **AVV. P.C. MARINI:**  
consente Presidente... **PRESIDENTE:** come ripeto e  
finisco diciamo il dialogo su questo punto, che  
noi abbiamo disposto un programma che prevede poi  
l'esame dei Consulenti delle Parti in relazione a  
tutti gli aspetti della vicenda, a prescindere...  
come commento agli esami dei Periti di ufficio,  
per cui io invito il Professor Pent a continuare  
l'esposizione. **CONSULENTE PENT MARIO:** grazie  
Presidente! Siamo comunque verso la fine di  
questa presentazione di carattere generale, una  
rassegna brevissima delle informazione che si  
ricavano dal radar secondario, anzitutto identità  
e quota abbiamo visto che si estraggono dalle  
risposte, cioè attraverso le interrogazioni  
opportune il radar di terra viene a sapere, la  
stazione di terra viene a sapere chi sono i  
singoli oggetti e a quale quota si trovano, poi

però si ricavano le distanze, misurate dal tempo di volo e l'azimut dà la direzione di arrivo del segnale di risposta, queste due grandezze sono molto simili o analoghe a quelle rilevate dal radar primario, quindi anche per il radar secondario si possono applicare gli stessi algoritmi, le stesse regole che abbiamo visto prima per il radar primario, per ricavare una informazione di azimut di distanza che in un certo senso diventa ridondante o meglio si può poi confrontare, si aggiunge alle misure di radar primario e quindi può essere in qualche modo integrata, questa integrazione di primario e secondario ha vari aspetti, no, le antenne sono di solito montate sulla stessa piattaforma in modo tale che si ruotano allo stesso... alla stessa velocità e quindi si possono prendere in considerazione le risposte dei due sistemi allo stesso istante di tempo, questa per esempio è una fotografia, non è il radar... né il Selenia e né il Marconi ma mostra semplicemente una situazione in cui c'è l'antenna del radar primario che è questa grande più in basso e l'antenna del radar secondario che è quella vista lassù in alto, e vedete sono montate solidalmente l'una

sull'altra e girando fanno le loro operazioni ma sono... sono solidali, non solo c'è un allineamento dei... **AVV. DIF. BARTOLO:** chiedo scusa, ma anche queste immagini che stiamo vedendo sono immagini che abbiamo già acquisito agli atti del processo, sono già nelle consulenze che sono state depositate, perché lei non ha consentito a noi di far vedere quattro figurine semplici, semplici con un disegnetto di un aereo che si rompeva in volo, facendoci rilevare che quel disegno noi non l'avevamo depositato agli atti di questo processo, ora noi le poniamo lo stesso interrogativo, tutte queste immagini, tutto quanto stiamo vedendo ora è già atti del processo o no? **AVV. P.C. MARINI:** Presidente mi consenta... **PRESIDENTE:** allora se lei fosse stato presente, perché qui il problema è... non è che si può essere assente alle udienze e poi tirar fuori degli argomenti che praticamente non hanno ragion d'essere, perché... **AVV. DIF. BARTOLO:** Presidente io non sono presente alle udienze... **PRESIDENTE:** perché... **AVV. DIF. BARTOLO:** solo perché per non fare perdere tempo alla Corte... **PRESIDENTE:** perché... **AVV. DIF. BARTOLO:** ...non presente delle istanze di rinvio che imporrebbero

alla Corte di rinviare il processo. PRESIDENTE: e lei presenti le istanze... AVV. DIF. BARTOLO: e quindi non è che io non sono... PRESIDENTE: ...e la Corte... AVV. DIF. BARTOLO: ...venuto qua, avevo un processo a Bari... PRESIDENTE: Avvocato Bartolo... AVV. DIF. BARTOLO: ...con un detenuto quindi... PRESIDENTE: ...sto parlando io e lei non mi deve interrompere... AVV. DIF. BARTOLO: (voce lontana dal microfono). PRESIDENTE: allora lei presenti le sue istanze e la Corte le valuterà, d'ora in poi in relazione al calendario fissato chi vuole rinvii deve presentare istanze motivate e noi le valuteremo sulla base dei criteri... AVV. DIF. BARTOLO: allora Presidente... (voce lontana dal microfono). PRESIDENTE: ...dei criteri che presiedono a queste valutazioni. AVV. DIF. BARTOLO: (voce lontana dal microfono). PRESIDENTE: e lei per cortesia, ecco... AVV. DIF. BARTOLO: (voce lontana dal microfono). PRESIDENTE: ieri, nell'udienza di ieri è stato detto da parte dei Consulenti che queste visioni sullo schermo effettuate in base a un cd-Rom, ecco, verranno depositate all'esito della fine della loro... del loro esame verranno depositate per essere messe a

disposizione delle Parti. **AVV. DIF. BARTOLO:** ma a noi questo non è stato consentito, se fosse... (voce lontana dal microfono). **PRESIDENTE:** ma come non è stato consentito Avvocato? **VOCI:** (in sottofondo). **PRESIDENTE:** va bene, andiamo avanti, prego! **CONSULENTE PENT MARIO:** grazie Signor Presidente! Stavamo parlando delle informazioni... del problema dell'integrazione e qui è semplicemente una rassegna di quelli che sono gli elementi comuni, ovviamente non il principio di funzionamento degli elementi comuni e le caratter... le similitudini per certi aspetti consentono di far sì che le risposte ottenute dal radar primario e quelle ottenute dal radar secondario possono essere messe su una stessa base di rappresentazione, questo è importante, no, avevamo visto che, parlando del radar primario, c'era una quantizzazione in distanza, una quantizzazione azimutale, questa per il radar primario nasceva con un certo significato, lo stesso... la stessa base di rappresentazione viene utilizzata nei sistemi integrati in modo tale che siano confrontabili le due... gli elementi, come dire, disponibili dai due sistemi, abbiamo due sistemi di misura

indipendenti, perché i meccanismi che generano le risposte sono diversi, uno è la riflessione elettromagnetica, l'altra è una risposta di un apparato, sono quindi indipendenti, che... quindi dalla fusione in qualche modo di queste cose si possono ricavare delle informazioni più affidabili, questo vuol dire allora integrare le cose, un'impronta combinata che tiene conto delle varie osservazioni, ecco, le regole con cui si combinano queste due risposte non sono uniformi, non sono omogenee, vedremo che cosa succede quando parleremo del radar... di nostro interesse come vengono combinate, almeno alcune informazioni che vengono... che abbiamo sul modo con cui vengono combinate queste due risposte, e comunque c'è da dire che gli stessi algoritmi possono essere utilizzati su tutti e due. Ecco, io mi fermo qui su questa... su questa diciamo fase che peraltro è stata presentata in risposta a un preciso quesito che c'è stato posto all'inizio dall'Avvocato Marini. **PRESIDENTE:** allora sospendiamo per dieci minuti. **CONSULENTE** **PENT MARIO:** sospendiamo ora va bene, grazie! (Sospensione).-

ALLA RIPRESA

PRESIDENTE: Prego! Avvocato Marini... AVV. P.C.

MARINI: sì. PRESIDENTE: ...scusi, abbiamo avuto queste cartelle da distribuire, ecco, che cos'è, non ho capito. AVV. P.C. MARINI: sono le slide

che il Professor Pent utilizzerà per consentire a voi e alle Parti di seguirlo, di seguirlo con più agilità, abbiamo fornito queste fotocopie per consentire appunto a tutti di seguirlo. VOCI: (in

sottofondo). AVV. P.C. MARINI: è la stampa delle slide sostanzialmente. PRESIDENTE: ah, ho capito,

va bene, sì quante copie sono? VOCE: una per il P.M. e tre per gli Avvocati. PRESIDENTE: sì,

dovrebbe essere quattro... VOCI: (in sottofondo).

PRESIDENTE: va bene, gliene dia una delle nostre,

è lo stesso. VOCI: (in sottofondo). PRESIDENTE: a

noi una ci basta quindi... VOCI: (in sottofondo).

AVV. P.C. GAMBERINI: Professor Pent...

PRESIDENTE: sì. AVV. P.C. GAMBERINI: il Professor Pent ha fatto questa premessa relativa al funzionamento del sistema radar e prima di affrontare le problematiche più specifiche relative al momento in cui cade il DC9 "Itavìa", "Itavia", credo che lei vorrà affrontare e specificare il funzionamento specifico... il

funzionamento del Radar Marconi rispetto ai dati che lei ha su questo radar, quindi io la inviterei a parlare di questo punto. **PRESIDENTE:** prego! **CONSULENTE PENT MARIO:** grazie! **VOCI:** (in sottofondo). **CONSULENTE PENT MARIO:** grazie Signor Presidente! Sì, io avrei intenzione di... diciamo analizzare più che il funzionamento del Marconi alcuni problemi specifici che abbiamo incontrato proprio analizzando il Radar Marconi, alcuni problemi specifici che richiedono una interpretazione un pochino particolare e su cui vorrei riferire soprattutto in relazione agli studi che abbiamo fatto noi e che abbiamo in qualche misura prodotto e lo vedremo poi caso per caso in alcuni nostri documenti, prima però di cominciare questi aspetti volevo semplicemente elencare, richiamare, non che richiedano particolari cose, le caratteristiche che si possono ricavare dalle... dai dati, da varie relazioni, cioè le caratteristiche generali dei radar e in particolare del Radar Marconi sono sparse un po' in giro, in varie relazioni, io ho citato in questa... lo vedete in questa immagine, tre relazioni particolari di Galati, Giaccari e Pardini che è la prima, relazione Dalle Mese che

è la seconda e la perizia Misiti che è la terza e integrando le informazioni che ci sono si ottiene una, diciamo, rappresentazione per quanto possibile completa delle caratteristiche, quindi qui non c'è niente di nuovo se non una collezione ordinata di questi dati, li scorriamo abbastanza velocemente per... questo elenco mette alcune caratteristiche generali dove vengono specificati alcuni numeri che poi utilizzeremo più avanti, però mi pare che non ci sia nessun documento dove sono tutti messi insieme e quindi io ho cercato di metterli tutti insieme anche per comodità di chi poi volesse... questo per quanto riguarda gli aspetti di ricezione, di rilevamento, sono le caratteristiche del ricevitore, le caratteristiche dell'integratore su cui poi torneremo, ecco, alcune cose importanti che poi utilizzeremo dopo è questo, sono... li metto all'attenzione, a distanza limite per il modo M.T.I., che cos'è? Solo per spiegare che cos'è il modo M.T.I. e che cosa significa questa distanza limite, una brevissima premessa, M.T.I. sta per Moving Target Indicator ed è un dispositivo, se vogliamo, aggiuntivo al radar che serve per eliminare gli Echi fissi, gli Echi fissi sono

particolarmente fastidiosi da punto di vista del controllo del traffico aereo perché non rappresentano nessuna informazione per l'operatore... per il controllo del traffico aereo, quindi ci sono... questo dispositivo che appunto cerca di eliminare gli echi fissi, basandosi sull'effetto doppio di cui io avevo parlato nella relazione precedente, però questo sistema introduce una certa... una piccola perdita e per questa ragione viene utilizzato non su tutte le possibili distanze utilizzabili dal radar ma viene utilizzato per distanze minori di un certo limite che è stimato in ottanta miglia nel caso del Radar Marconi, fino ad ottanta miglia interviene questo dispositivo che appunto consente di eliminare gli Echi fissi oltre ottanta miglia... no, quindi ripristina la piena sensibilità del radar, no... **AVV. DIF. BARTOLO:** scusi, devo interromperla un momento Professore, ho aspettato che finisse, ha finito l'esposizione della tabella, perché dovevo inserire... fare un'annotazione. **CONSULENTE PENT MARIO:** prego! Ma è il Presidente che però deve dare la parola. **PRESIDENTE:** sì sì. **AVV. DIF. BARTOLO:** no no, dico non volevo interrompere la sua esposizione.

**CONSULENTE PENT MARIO:** sì. **AVV. DIF. BARTOLO:** ha finito il tema o... **CONSULENTE PENT MARIO:** no, ho finito questa tabella. **AVV. DIF. BARTOLO:** allora avevo capito bene, Presidente chiedo scusa! Noi ci opponiamo che vengano acquisite allo stato questi atti, ci riserviamo di esaminarli attentamente ma sfogliando questi documenti noi troviamo tra questi documenti, che mi pare di capire a questo punto vengono anche depositati al... alla Corte, delle dichiarazioni rese da persone che non abbiamo ascoltato nell'ambito di questo procedimento, faccio riferimento, lo verifichi pure la Corte, a scenario prima dell'incidente, c'è tra i tanti allegati però è così, l'ho notato solo perché mi sono messo a sfogliare e ovviamente non avendo avuto tempo e modo di esaminare attentamente tutto quanto è stato depositato. Noterà la Corte che a pagina 2 di questo documento. **CONSULENTE PENT MARIO:** 2? **AVV. DIF. BARTOLO:** sì, di questo scenario prima dell'incidente i plots meno diciassette me no dodici. **CONSULENTE PENT MARIO:** pagina 2? **AVV. DIF. BARTOLO:** pagina 2 di questo allegato, ecco, che ho preso, non è il primo Consigliere non sono numerati qui... **VOCI:** (in sottofondo). **PUBBLICO**

**MINISTERO ROSELLI:** prego, sì sì, l'ho individuato. **AVV. DIF. BARTOLO:** ecco, a pagina 2 a pagina 3, ad esempio, ma li cito mo di esempio, perché ripeto non ho avuto modo di esaminare gli atti e né tempo per esaminare gli atti, trovo... troviamo scritte delle frasi che sembrerebbero frasi pronunciate da persone, luglio '82. **VOCI:** (in sottofondo). **AVV. DIF. BARTOLO:** John Transue, ricostruzione per conto della B.B.C. a pagina 3 Thomas Amlie, esperto U.S.A. interpellato da Claudio Gatti, cioè che sono atti, dichiarazioni, eccetera eccetera, che in questo processo non sono state acquisite e che comunque sia non credo possano trovare ingresso sottoforma i slide o di documento che viene depositato dai Consulenti in questa fase. Io ora ripeto, ho fatto degli... **PRESIDENTE:** a parte questo ha individuato altri? **AVV. DIF. BARTOLO:** no Presidente, però visto che ci sono questi... questi problemi io devo chiedere alla Corte o la sospensione ora del processo e un congruo termine per esaminare questi documenti oppure ci riserviamo alla prossima udienza di indicare puntualmente quelli dei quali chiediamo che vengono proprio estromessi dal processo e che

comunque chiediamo che non vengano neppure utilizzati ai fini dell'esposizione ritenendoli peraltro evidentemente suggestivi. **PRESIDENTE:** sì, ma infatti noi ancora non avevamo deciso sull'acquisizione. **AVV. DIF. BARTOLO:** no no, siccome prima lei ci ha dato i documenti... **PRESIDENTE:** e sì, ma io nemmeno li avevo visti. **AVV. DIF. BARTOLO:** ...e neppure lei, nessuno di noi li aveva visti, ecco. **PRESIDENTE:** sì sì. **AVV. DIF. BARTOLO:** ora sfogliando ho notato questo e quindi le devo chiedere un termini per... **PRESIDENTE:** sì sì, va bene, si riserva e intanto magari può essere... **AVV. DIF. BARTOLO:** intanto chiedo che vengano estromesse quelle due pagine e quindi le relative... **PRESIDENTE:** sì sì. **AVV. DIF. BARTOLO:** ...slide. **PRESIDENTE:** sì, d'accordo. **AVV. P.C. MARINI:** Presidente, mi consente di illustrare la funzione di questo documento? Questo documento è stato distribuito allo scopo di consentire agli ascoltatori di seguire quello che va illustrando il Professore Pent, nel momento in cui il Professore Pent dovesse fare riferimento ad atti che si ritengono estranei al processo o non richiamabili da un Consulente nell'ambito della sua consulenza orale

si porrà questo problema, questo era un modo solo... la produzione di questa relazione... non una relazioni, sono le slide, cioè è un'anticipazione di quello che vedremo proiettato e serve a consentire a tutti di seguire il dire del Professore Pent, dopo di che quando chiederemo formalmente di produrre il cd come consulenza, l'Avvocato Bartolo potrà sollevare le questioni che crede, naturalmente le memorie e le consulenze delle parti sono al di fuori del sindacato delle altre Parti. **PRESIDENTE:** va bene, comunque la Corte si riserva di provvedere sull'acquisizione. **AVV. DIF. BARTOLO:** sì, anche perché a questo punto c'è opposizione formale all'acquisizione di questi documenti Presidente. **PRESIDENTE:** sì. **AVV. DIF. BARTOLO:** noi avevamo tentato di raggiungere un giusto compromesso per non creare difficoltà alla Corte ma credo che peraltro su questa opposizione la Corte dovrebbe anche decidere subito, perché se non vengono acquisiti non credo neppure possano essere utilizzati nell'esposizione l'Avvocato Marini ci sta dicendo che noi in pratica prima dobbiamo vedere tutti questi documenti, dopo la Difesa potrà eventualmente far rilevare quelle che sono

le... **PRESIDENTE:** no, l'Avvocato Marini praticamente ha che se nel corso dell'esposizione da parte del Consulente, il Consulente dovesse far riferimento a parti non acquisibili, allora a quel punto si porrà il problema. **AVV. DIF.**

**BARTOLO:** Presidente, io le chiedo, dopo che abbiamo avuto la... cioè dopo che li abbiamo visti e li abbiamo sentiti io potrò oppormi?

**PRESIDENTE:** no, nel momento in cui... **AVV. DIF.**

**BARTOLO:** e che signi... **PRESIDENTE:** cioè questo è un supporto, io da quello che ho capito questo è un supporto dato alle Parti dall'Avvocato Marini per meglio seguire l'esposizione sul video. **AVV.**

**DIF. BARTOLO:** e io... **PRESIDENTE:** a quel punto, ecco, a quel punto nel momento in cui l'esposizione sul video avesse ad oggetto delle Parti non acquisibili e non nemmeno utilizzabili dal Consulente per le sue esposizioni, che probabilmente quelle, ad esempio, alle quali lei ha fatto riferimento, sono appunto delle dichiarazioni, ecco, nel momento in cui questa...

**AVV. DIF. BARTOLO:** uhm! **PRESIDENTE:** il Consulente volesse utilizzarle, allora ci sarà l'opposizione, ci può essere l'opposizione formale, alla fine dell'esposizione del

consulente le parti non acquisibili verranno estromesse questo dico. **AVV. DIF. BARTOLO:**

Presidente, allora non ho capito questo io, Lei ci sta dicendo, prima mi ha rimproverato perché non avevo... non mi ero fatto dire quanto era stato detto ieri nel corso dell'udienza, mi ha rimproverato dicendomi: "Avvocato Bartolo, se lei si fosse fatto dire cosa era successo ieri, oggi saprebbe che noi già ieri abbiamo detto che i Consulenti possono utilizzare questi dati, queste rappresentazioni computerizzate perché poi ci daranno un dischetto che ancora non è disponibile ma che verrà consegnato alla Corte", questo dischetto io devo ritenere quindi che conterrà questi dati, dati che saranno quindi acquisiti al processo. **PRESIDENTE:** no, ancora non è acquisito.

**AVV. DIF. BARTOLO:** eh, e allora, scusi...

**PRESIDENTE:** nel senso che è all'esito della...

**AVV. DIF. BARTOLO:** allora revochiamo...

**PRESIDENTE:** ...all'esito... ma noi non è che abbiamo... **AVV. DIF. BARTOLO:** allora non capisco io. **PRESIDENTE:** il Consulente si avvale di un supporto... **AVV. DIF. BARTOLO:** eh! **PRESIDENTE:** ...ecco, all'esito del... **AVV. DIF. BARTOLO:** ed è questo, la Difesa quando lo vede ha il diritto di

dire che questo supporto non può essere utilizzato? **PRESIDENTE:** certo, ma nel momento in cui farà riferimento... **AVV. DIF. BARTOLO:** ma Presidente... **PRESIDENTE:** ...nel momento in cui... **AVV. DIF. BARTOLO:** ...allora questi documenti noi non li vogliamo. **PRESIDENTE:** ma questo ancora non è acquisito. **AVV. DIF. BARTOLO:** ci opponiamo all'acquisizione. **PRESIDENTE:** ma ancora non sono acquisiti, Avvocato Bartolo, è il contenuto del dischetto, nel momento in cui una parte del contenuto del dischetto non è acquisita automaticamente non è acquisito nemmeno il cartaceo, no, questo è il fatto, perché attualmente questa è la trasposizione su carta di quello che... **AVV. DIF. BARTOLO:** ho capito Presidente, ma la Corte sta leggendo un qualche cosa che la Corte non deve leggere, perché noi non sappiamo... **PRESIDENTE:** no no. **AVV. DIF. BARTOLO:** ...chi sono quei signori... **PRESIDENTE:** no, noi non leggiamo niente. **AVV. DIF. BARTOLO:** ...e che cosa hanno fatto, da dove vengono e perché hanno detto quelle... hanno rilasciato quelle dichiarazioni a tale Signor Gatti. **PRESIDENTE:** ma infatti lei ce le ha indicate e noi non stiamo leggendo, perché l'abbiamo

ricevuto adesso e ancora ci siamo riservati sull'acquisizione, no? AVV. DIF. BARTOLO: allora Presidente chiedo... PRESIDENTE: quindi... AVV. DIF. BARTOLO: ...decidiamo subito sull'acquisizione e valutiamo subito se e quali atti possono essere acquisiti, perché altrimenti noi facciamo il gioco delle tre carte, chiedo scusa! PRESIDENTE: ancora non sono... AVV. DIF. BARTOLO: diciamo che non abbiamo ancora deciso... PRESIDENTE: ...acquisite, Avvocato Bartolo! AVV. DIF. BARTOLO: ...se acquisirli però ce li abbiamo sotto gli occhi. PRESIDENTE: di questo praticamente viene acquisito esclusivamente quanto risulterà dalla esposizione del Consulente, nel momento in cui il Consulente farà riferimento alle dichiarazioni rese dal Signor Rossi al Giornalista Gatti a quel punto ci sarà l'opposizione ed eventualmente non sarà acquisita quella parte. Quindi questo è il modo di procedere, non è altro, quindi non è che noi qui stiamo acquisendo quelle cose. Ora sentiamo il Consulente e nel momento in cui il Consulente va a utilizzare quelle cose eventualmente di quelle si discute ed eventualmente non sarà acquisito e sarà estromesso da questo fascicolo, questo è

come se noi adesso dovessimo discutere sulla produzione di questo fascicolo, però la discussione è... **AVV. DIF. BARTOLO:** noi chiedo questo, viene prodotto o no? **PRESIDENTE:** la discussione viene, diciamo, frammentata, parcellizzata in relazione alle varie esposizioni che fa il Consulente, questo possiamo pure metterlo qua e aspettare, quando poi il Consulente... **VOCI:** (in sottofondo). **PRESIDENTE:** ...se per esempio il Consulente non dovesse utilizzare queste parti queste vengono automaticamente estromesse e nel momento in cui dovesse utilizzarle ci sarà l'opposizione e a quel punto si decide. **AVV. DIF. BARTOLO:** chiedo scusa Presidente, non possiamo ribaltare l'ordine dei fattori ma il risultato non cambia, quelle parti sono inutilizzabili o no? Visto che loro ci hanno depos... ci hanno consegnato questi documenti che la Corte ha sotto gli occhi, la Corte non può decidere sin da ora se quei documenti sono utilizzabili oppure no? **PRESIDENTE:** queste... **AVV. DIF. BARTOLO:** se non sono utilizzabili le dichiara inutilizzabili. **PRESIDENTE:** ...questa è la trasposizione su cartaceo di quello che il Consulente si appresta

a dire, e allora... AVV. DIF. BARTOLO:  
Presidente... PRESIDENTE: ...e può essere pure  
che il Consulente quella parte non la dice. AVV.  
DIF. BARTOLO: e no, speriamo che viva fino alla  
fine dell'esposizione e non arriviamo a questi  
eccessi, Presidente! VOCI: (in sottofondo).  
PRESIDENTE: proceda, proceda pure! E' chiaro il  
problema e quindi non è che ci sono... VOCI: (in  
sottofondo). PRESIDENTE: prego! CONSULENTE PENT  
MARIO: grazie Presidente! Direi che su questa  
tabella, sì, questa valutazione, l'ultima...  
l'ultima quantità illustrata, la probabilità di  
falso allarme, del concetto di falso allarme ne  
abbiamo parlato nella... in quella precedente e  
qui è stimato dalle registrazioni su dieci alla  
meno cinque. Questa parte invece riguarda le  
caratteristiche dell'estrattore, l'estrattore è  
quella parte dell'intero apparato radar che opera  
appunto sui segnali ricevuti, fa quelle  
operazioni di stima dell'azimut secondo le  
tecniche della moving window che abbiamo visto  
prima e qui sono specificate alcune  
caratteristiche; la larghezza della moving window  
è quindici, la larghezza si intende il numero di  
celle che vengono prese in considerazione, quella

soglia di detezione posta a sette dell'esempio che avevamo fatto era posta a tre ma a titolo puramente indicativo, nella realtà è posta a sette e c'è rispetto a quel modello semplificato che ho fatto vedere prima, una asimmetria tra inizio bersaglio e fine bersaglio. La soglia di inizio bersaglio è posta a sette e la soglia di fine bersaglio è posta a due e il che significa che la decisione di abbandonare e quindi di concludere il conto il fatto non quando si scende sotto sette ma è fatta quando si scende sotto due, questo complica un pochettino la vita dal punto di vista dei conti, però questa è la realtà osservata, queste sono le grandezze che riguardano il passo di campionamento, naturalmente il passo di campionamento in distanza lo esprimiamo in tempi, in microsecondi che corrisponde, visto che dal tempo di volo si risale alla distanza, corrisponde anche ad un passo di campionamento in distanza, cioè le distanze progressive sono distanti fra di loro di 0,156 miglia nautiche, ci sono in totale circa milleventiquattro celle in distanza, ecco, portata strumentale si intende la massima distanza che si può scrivere in quella matrice,

non è la portata reale del radar è la massima distanza a cui sostanzialmente il numero di celle moltiplicato per la risoluzione in distanza, quindi la portata strumentale è centosessanta miglia nautiche e in realtà la portata reale... la definizione della portata reale di un radar è una cosa un pochettino più complicata e magari ne parleremo un poco più avanti. Questo è il passo di campionamento azimutale, ed è chiaro che cosa significa perché lo abbiamo visto prima e poi c'è questo meccanismo del blanking di cui parlerò tra un po', qui metto semplicemente dei numeri e mi riservo poi di richiamare questi numeri nel momento in cui parleremo del meccanismo del blanking comunque qui è citato il fatto che sono sette celle. Questo è l'algoritmo per la stima della posizione azimutale che è un pochino più complicata di quello che ha visto prima, proprio anche a causa di quella asimmetria delle soglie e questo lo utilizzeremo più avanti, è solo riportato per comodità. Un altro elemento che si ricava sempre dall'analisi del documento è la definizione dell'indice di qualità, richiamo la vostra attenzione su questa definizione, la utilizzeremo più avanti perché sarà uno degli

oggetti della nostra analisi e questo però è... questa definizione dell'indice di qualità è stata presa dalla relazione Misiti sostanzialmente e la definizione di qualità fa riferimento ad una certa soglia e questa soglia di qualità appunto posta a zero nel caso del... dell'estrattore associato al Radar Marconi, è diverso invece nel caso dell'estrattore associato al Radar Selenia. Ecco, questa ultima tabella ci dice come vengono combinati... almeno le informazioni che siamo riusciti a recuperare per quanto riguarda il problema della combinazione delle risposte di primario e di secondario e che poi vengono presentate all'Operatore e che poi sono quelle registrate sui cui poi noi abbiamo fatte tutte... chiunque ha fatto le analisi. Allora le informazioni sono identità e quota e queste vengono derivate semplicemente dal radar secondario e ovviamente soltanto se il... si tratta di un oggetto equipaggiato con il transponder e quindi in questo senso vuole dire se disponibile, se si tratta di un oggetto che non è equipaggiato non mi darà queste informazioni. La distanza è in prima battuta quando sono presenti entrambe le risposte di

secondario e primario, allora la distanza viene acquisita dal radar secondario, cioè era... sono l'elaborazione delle risposte del secondario che forniscono la distanza complessiva, di quell'unico plots che si chiama combinato e che rappresenta tutti e due quando è possibile, invece l'azimut è al rovescio, viene utilizzato come informazione preferenziale quella dovuta... data dal radar primario, ovviamente se è disponibile, cioè se c'è stato un rilevamento altrimenti quella da secondario. Una cosa che non siamo riusciti a trovare è l'algoritmo, cioè le regole con cui si associano primario e secondario, cioè quando due impronte del primario e del secondario sono sufficientemente vicine da potere essere attribuite allo stesso oggetto e quindi inglobate in un unico... in un'unica rappresentazione. Ecco, le regole di questo non... non siamo riuscite a scoprirle, almeno nei documenti che abbiamo consultato non ci sono queste regole e non tanto per la definizione dei plots combinati che è abbastanza semplice, il problema è che ci sarebbe... avremmo ritenuto interessante sapere questo algoritmo perché... per renderci ragione dei casi in cui questa

associazione non si forma, però purtroppo bisogna... devo ammettere che non siamo riusciti a trovare almeno nella documentazione che abbiamo potuto consultare queste informazioni e quindi l'ho riportata con la dizione "non noto", perché questa è la... ecco, questa era semplicemente una specie di sintesi del... delle caratteristiche reperibili sulla documentazione che abbiamo potuto consultare a adesso come avevo detto all'inizio vorrei analizzare alcuni, non tutti i radar, ma alcuni problemi specifici, alcuni aspetti specifici che hanno secondo noi una rilevanza non piccola nell'analizzare poi quelle che sono le registrazioni e così via. Comincerei a parlare dell'analisi del modulo integratore, ecco, il modulo integratore è un dispositivo che apparentemente è piuttosto complesso, ma che sostanzialmente cerca... l'obiettivo di questo modulo integratore è quello di migliorare la qualità del... della ricostruzione da parte del radar, questo schema mostra sostanzialmente i punti essenziali di questo... di questo modulo integratore ed in ingresso, questa quantità che mettiamo in ingresso è il segnale analogico ricevuto dal ricevitore radar, questa linea di

ritardo, questo elemento di ritardo, è un ritardo pari al tempo che intercorre tra due interrogazioni successive, poi abbiamo questo anello di reazione, ed è chiaro che con questa scelta del valore del ritardo, in questo nodo di messa vengono messi, diciamo insieme, elementi che si riferiscono allo stesso oggetto perché si trovano alla stessa distanza, no, cioè un certo oggetto mi da una certa risposta ad una certa interrogazione, dopo un certo tempo il radar manda una seconda interrogazione ed otterrò una seconda risposta, quanto tempo intercorre fra queste due risposte? Intercorre il tempo che è intercorso fra le due interrogazioni, poiché questo ritardo è proprio uguale a quel tempo, allora i due elementi che si trovano in questo nodo di somma sono i segnali relativi a due risposte dello stesso oggetto che una è quella attuale e l'altra è quella ottenuta dall'interrogazione precedente, quindi sono... è importante che il fatto che il ritardo sia uguale a questo tempo perché in questo modo, in questo nodo di somma si sommano quantità coerenti, congruenti, cioè si riferiscono allo stesso oggetto. Ora, il fatto di sommare più risposte è

abbastanza anche intuitivo che sommando più risposte si cerca di ridurre l'effetto dell'eventuale rumore che si sovrappone in queste risposte e quindi sommare più risposta è una procedura che normalmente viene utilizzata proprio per migliorare le prestazioni nel senso di ridurre gli effetti del rumore, naturalmente non che le somme con... tutte con lo stesso peso, questo anello di reazione contiene questo peso beta e vuol dire che ad ogni passo di funzionamento io sommo al momento attuale una frazione di quello ottenuto dai rilevamenti precedenti e questo beta vale sette ottavi e lo abbiamo visto nelle... nelle slide precedenti, ecco, il risultato di questa somma che naturalmente è recursiva ed è quella che poi viene utilizzato per confrontarlo con una prima soglia di decisione e decidere e quindi sulla base di questo confronto se c'è uno zero o c'è un uno da mettere nella famosa... in quella specie di matrice che abbiamo visto nella presentazione precedente. Ora l'integratore, il modulo integratore è ciò fa, diciamo, con questa denominazione individuiamo questo complesso, sommatore, ritardo e coefficiente di peso, no,

questo è il modulo integratore. Questo naturalmente è uno schema di principio, questo è il contenuto delle celle elementari e questi... qui ho riportato i numeri che sono derivati dalle caratteristiche del radar. Quello che dicevo prima è lo schema di principio, lo schema effettivo è un... beh, è un pochino più complicato ma soprattutto la grossa differenza tra lo schema di principio e lo schema reale è il fatto che questa operazione viene condotta in forma numerica, prima parlavo di segnali analogici, ma in realtà nella situazione reale, quindi in questo che chiamiamo schema effettivo è un... rappresenta le grandezze numeriche, cioè in realtà il segnale ricevuto che in questa posizione è ancora analogico viene convertito in forma numerica a distant analog to digital converter, e quindi abbiamo una rappresentazione con un certo numero di bit che se non vado errato sono nove e dopo di che si ha una limitazione a sei bit, questo per evitare fenomeni di saturazione, un sommatore, la moltiplicazione per il fattore sette ottavi e... e poi c'è una l'eliminazione di un bit di questi che sono disponibili a questo punto, per evidentemente

ridurre l'onere della memorizzazione, perché il ritardo viene in realtà realizzato con una memorizzazione e allora viene messo a zero, cioè ignorato di fatto, il bit meno significativo, L.S.B. sta per Less Significant Bit, questa è diciamo la struttura reale, quella che abbiamo potuto rilevare osservando gli schemi del Radar Marconi, ecco c'è da dire che in questi elementi il convertitore analogico e digitale, la limitazione a sei bit prima del sommatore, la stessa moltiplicazione per sette ottavi e poi l'eliminazione del bit meno significativo da questo... nell'anello di reazione sono elementi non lineari, elementi non lineari che rendono quindi diciamo difficile una trattazione esatta della... di questo... della funzione di questo integratore, si possono fare solo delle trattazioni approssimate dove appunto questa moltiplicazione si suppone ideale, non si considera questa cosa, ma se vuole fare una trattazione, una analisi esatta, cioè, della situazione reale bisogna mettere in conto le non linearità che io ho indicato in questa slide e quindi non si presta tanto ad un'analisi puramente teorica, per cui per cercare di capire

fino in fondo le proprietà, le caratteristiche e le conseguenze che questo... la presenza di questo dispositivo ha sul resto del sistema, abbiamo dovuto ricorrere a tecniche di simulazione, tecniche di simulazione che consentono di costruire sostanzialmente un programma per calcolatore che riproduce esattamente il funzionamento di questo sistema e dico esattamente, perché essendo tutto numerico è proprio nelle condizioni migliori per poter essere rappresentato sottoforma di un programma numerico evidentemente e quindi questa è la tecnica che abbiamo utilizzato per fare questa simulazione, per fare l'analisi di questo modulo e nelle simulazione, però per avere poi dei parametri che fossero utilizzabili poi per ricavare delle informazioni utili ai fini della valutazione delle risposte degli Echi abbiamo anche compreso l'algoritmo moving window che abbiamo visto prima, cioè, anche l'algoritmo non soltanto per la parte relativa alle decisioni, quindi che porta alla definizione del contenuto della cella elementare, ma anche all'algoritmo che opera sulla impronta completa e ricava l'azimut e così via. Allora la procedura di

simulazione segue varie fasi, noi abbiamo trasferito in questo... in questa parte di lavoro l'esperienza che abbiamo maturato su altri domini, altri campi di simulazioni di sistemi di telecomunicazione ma evidentemente nel momento in cui si fa una... la simulazione di un sistema, come dire, e... certe tecniche sono comuni e normalmente si hanno tutte queste fasi della simulazione che prevedono questi passi, il primo passo è la calibrazione della soglia in modo tale che il sistema simulato abbia esattamente lo stesso valore di probabilità di falso allarme che ha il nostro sistema, dobbiamo essere sicuri che ciò che simuliamo sia rappresentativo dell'oggetto che stiamo studiando evidentemente; la seconda fase determina il livello del segnale ricevuto corrispondente a una probabilità di corretto rilevamento di 05, e questo lo vedremo, e poi avremo una fase di validazione della simulazione e infine dei risultati. Sono due gli aspetti importanti su cui vorrei accennare, attirare l'attenzione non tanto le prime fasi preliminari che sono, come dire, di messa appunto del modello ma una riguarda la validazione e... il risultato della simulazione dopo aver messo a

posto il livello di soglia e dopo aver messo a posto il livello della probabilità di... nella probabilità di corretta ...zione uguale a 05 abbiamo ricavato che la probabilità... il rapporto segnale-disturbo, cioè il rapporto la potenza di segnale e la potenza di rumore, scusate, ho dimenticato di dire che questa simulazione avviene in presenza di rumore, perché altrimenti non avrebbe molto senso evidentemente, quindi e... siamo andati a cercare qual è il valore del rapporto tra la potenza del segnale e la potenza di rumore che corrisponde alla condizione limiti di 05, cioè metà e qui probabilità si chiama anche nella defini... nella relazione Picardi, se non vado errato, si chiama Minimum Detectable Signal, M.D.S., noi abbiamo ottenuto nella nostra simulazione 4,12 D.B., lo confrontiamo e naturalmente convertendo questo rapporto alla distanza di centotrenta miglia nautiche a un bersaglio con sezione equivalente radar di 2,94 metri quadrati, cioè viene fuori che il nostro modello simulativo presenta una probabilità di corretto rilevamento di 05 con un bersaglio di queste dimensioni, allora c'è un allegato C della perizia Misiti a pagina C8 in

cui ha detto che un bersaglio con ali equivalenti di circa 2,5 metri quadrati produce ancora sette impulsi e sette impulsi sono la condizione minima per il rilevamento, abbiamo visto che la soglia è sette, con il cinquanta per cento di probabilità, quindi questo è un punto che ci consente di confrontare il nostro modello con quello detto dai Periti e abbiamo 2,5 metri quadrati e il cinquanta per cento di probabilità, va confrontato con 2,94 metri quadrati del nostro modello sempre cinquanta per cento di probabilità, questo significa, almeno nella nostra valutazione, che c'è un buon accordo tra queste due, quindi possiamo ritenere che questi risultati in un certo senso rappresentano una validazione del modello simulativo e... nel senso che i risultati ottenuti in un punto particolare, che è quello della probabilità di corretto rilevamento 05 sono d'accordo e abbastanza d'accordo con quanto ricavato dai Consulenti di ufficio e dichiarato nella loro relazione. Adesso allora possiamo vedere, messo a posto il modello simulativo, validato e quindi verificato che è corretto, siamo andati a vedere e... ricavare dei risultati che secondo noi sono utili per poi la

successiva analisi del funzionamento del sistema, abbiamo ottenuto e... quelle che abbiamo ottenuto sono delle curve che rappresentano la dipendenza dei parametri dell'impronta dal rapporto segnale-disturbo, quali sono questi parametri dell'impronta? Adesso li definiamo per capirci, come avevo detto nella parte preliminare con termine impronta intendo una successione di zeri e uni contenuti nelle celle adiacenti a pari distanza e ovviamente le celle sono differenziate per azimut, allora definiamo qualche parametro di impronta, supponiamo che questa sia la posizione del bersaglio, siccome stiamo usando un modello simulativo la posizione del bersaglio la possiamo fissare noi evidentemente, quindi possiamo mettere in relazione la posizione del bersaglio con i parametri... e varie cose, allora questa è la posizione del bersaglio rispetto alla quale misuriamo queste grandezze, questo è il margine inferiore, chiamiamolo così, il margine inferiore dell'impronta, questo sarà invece il margine superiore, questa è la posizione centrale dell'impronta, che vedremo che ha un certo peso nella... negli algoritmi, questa è la posizione centrale e questa è la cosiddetta apertura

dell'impronta, attenzione, io uso il termine apertura da non confondere con il termine estensione che useremo più avanti, che è usato anche nel... dai Periti di ufficio, sono due cose diverse, quindi io qui userò il termine apertura solo per capirci, allora queste grandezze, margine inferiore, margine superiore, posizione centrale e apertura sono state analizzate attraverso la simulazione e anche... e in funzione del rapporto segnale-disturbo che è presente sul canale, i risultati che cosa sono? Sono curve di questo tipo, vedete qui abbiamo le curve che danno queste quattro grandezze, margine superiore, shift del centro, cioè spostamento del centro e ovviamente sono sempre rispetto alla posizione reale dell'oggetto, il margine inferiore e l'apertura, ecco per l'apertura vale la scala di destra, per le altre tre vale la scala di sinistra, sono indicate in questo modo, e l'unità di misura dell'asse delle ordinate sono passi di campionamento azimutale, cioè non sono gradi ma sono numero di intervalli, visto che qui le grande variano per valori discreti, sono in numeri di intervalli, e in ascisse abbiamo il livello relativo in decibel, il livello relativo

rispetto a che cosa? Rispetto alla soglia che avevamo determinato per la... il cinquanta per cento di probabilità di rilevamento, ecco si vede... si vedono alcune cose, adesso poi le vediamo poi più nel dettaglio, ma soprattutto si vede che al crescere del livello relativo, quindi a crescere dell'intensità del segnale, questo va detto, si ha che queste curve... si vedono alcune cose che sono ovvie, l'apertura, cioè la dimensione dell'impronta cresce, e quindi crescono margine superiore e margine inferiore, la cosa che forse è un po' più sorprendente se vogliamo è che la posizione centrale dell'impronta anche questa si muove, cioè al crescere dell'intensità abbiamo un movimento, una variazione della posizione centrale dell'impronta e questo mette un po' in crisi le cose, perché può indurre a degli errori e lo vedremo... e infatti questo è uno degli elementi che vorremmo analizzare con maggiore dettaglio, dimenticavo di dire, scusate, che in questo modello simulativo abbiamo utilizzato non un modello ideale di diagramma di irradiazione di antenna come quello che abbiamo visto prima, cioè l'antenna in cui c'è un intervallo angolare in cui si riceve tutto

e niente... abbiamo utilizzato il modello reale dedotto dalla documentazione, con un certo diagramma di irradiazione che è quello proprio dell'antenna, che questo anche la sua... quindi queste curve sono molto realistiche, perché il modello che abbiamo assunto è un modello abbastanza vicino, per quello che siamo riusciti a fare, alla realtà del nostro radar. Vediamo adesso allora quali sono le influenze di queste dipendenze di questi parametri dalle intensità sulla stima dell'azimut del bersaglio, perché poi quello che ci interessa sapere è... cioè il risultato finale che noi osserviamo dai tabulati è l'azimut rilevato, quindi quello che ci interessa è sapere: quegli effetti che sono un po' complicati che ripercussioni hanno su questa stima che poi è il dato, unico dato che noi conosciamo, questo è importante perché cercheremo di ricavare dei margini di errore e così via. Ecco, qui io ho riportato l'algoritmo che è contenuto nella documentazione e che è utilizzato per la stima dell'azimut del bersaglio, A con B, questo era contenuto nella parte proprio iniziale di questa presentazione, ma comunque è preso dalla relazione Misiti, Picardi diciamo così,

Picardi, Misiti, ecco, che cosa sono queste grandezze? Sono l'azimut finale, cioè la soglia due, cioè il momento in cui il conteggio degli uni scende a soglia due, ricordate che avevamo visto quella funzione di conteggio, ecco e l'estensione azimutale diversa dall'apertura, cioè è il numero di passi che intervengono dall'inizio del bersaglio a fine bersaglio, non è il numero di uni che contengono l'impronta, è questa estensione; B, con il termine B si intende una polarizzazione, cioè adesso lo vediamo meglio che cosa significa, uno spostamento che serve per correggere, almeno in parte, gli errori che vengono fuori da questo... da questo meccanismo, facendo un po' di sostituzione, cioè andando a mettere queste definizioni dentro questa forma vengono fuori queste espressioni, adesso e... adesso lo facciamo... semplifichiamo un momentino, se abbiamo... prendiamo un esempio, se abbiamo una impronta che contiene N bit 1, questi bit 1 sono quelli al solito segnati in verde, possiamo indicare con P1 la posizione del primo 1, la posizione del primo 1 e in generale P con K la posizione del kappesimo e P con N la posizione dell'ultimo, questo è il modo con cui

rappresentiamo gli uni all'interno dell'impronta, e questa è la nostra finestra mobile, la posizione che sappiamo essere lunga, 15, questo era un dato che abbiamo preso dal... dalle caratteristiche del radar, e in più siccome la finestra si muove dobbiamo in qualche modo identificare la sua posizione e la identifichiamo attraverso la posizione della cella più a destra, cioè di questa cella, questa... la posizione di questa cella è quella che identifica la posizione della finestra, è chiaro che tutte le altre saranno spostate rispetto a questa, allora quello che interessa, forse lo vediamo, sono le posizioni di inizio bersaglio e le posizioni di fine bersaglio, cerchiamo di riscrivere questo in funzione delle posizioni dei bit 1, 2, 3 fino a N, perché secondo noi è più e... rende più chiaro lo studio di questi... di questi effetti, allora se andiamo a vedere la posizione della moving window corrispondente all'inizio bersaglio, ricordate che cosa significa inizio bersaglio? Significa la soglia è sette, significa che nella moving window ci sono sette uni, la moving window sta scorrendo, quando dichiariamo inizio bersaglio? Quando contando i bit che sono nella

moving window questo raggiunge il valore della soglia e in questo caso sette, e quindi in questo caso abbiamo uno, due, tre, quattro, cinque, sei e sette, abbiamo inizio bersaglio, cioè contiene sette uni, il che vuol dire che la posizione della moving window quando c'è la condizione di inizio bersaglio è P7, cioè la posizione del settimo bit dell'impronta, perché quando raggiunge quella ce ne sono sette complessivamente, quindi la posizione di inizio bersaglio corrisponde alla posizione della moving window in P7, la moving window... cioè l'estremo destro della moving window in P7, quindi A con B la possiamo sostituire con P7. Vediamo invece l'altro elemento che interviene nella determinazione della... dell'azimut, è la posizione di fine bersaglio, ora per definizione qui questa volta la moving window sarà tutta a destra, per definizione abbiamo detto che deve contenere due uni, perché ricordate avevo citato all'inizio questa asimmetria, no, inizio bersaglio sette e fine bersaglio due, e quindi la moving window in queste condizioni per dichiarare la condizione di fine bersaglio deve contenere due bit uno, quindi siamo in questa condizione e

qui ci sono solo più due bit 1, dove si trova la moving window? Ricordate che noi la... la identifichiamo attraverso la posizione della cella più estrema della moving window e si trova alla posizione del bit  $N$  meno 2, che è quello appena... appena abbandonato, più quindici che è l'estensione della moving window, quindi  $A F$  è  $P N$  meno 2 più quindici, questo vale in generale, no, allora questa che è... l'azimut stimato, che nella relazione iniziale ha questa espressione, possiamo riscriverla in modo tale da far comparire le posizioni dei bit e... delle posizioni dei singoli bit 1 e 2 fino a...  $N$  e viene fuori questa espressione, qui c'è subito da notare una cosa interessante che tutto sommato ai fini della determinazione dell'azimut quelle che intervengono sono soltanto le posizioni del settimo bit e dell' $N$  meno 2, del bit di...  $N$  meno 2, le altre... le posizioni degli altri sono poco rilevanti, sono... il numero sette, il numero  $N$  meno 2, poi c'è questo termine  $B$  che adesso vedremo, facciamo adesso una ipotesi semplificativa, prima questa regolare era... vale in generale con una distribuzione arbitraria di bit, ma facciamo per un momento l'ipotesi che

l'impronta sia compatta e cioè che tutti i bit siano adiacenti, ce ne saranno un certo numero ma sono tutti bit adiacenti non c'è nessun buco all'interno dell'impronta, no, allora è chiaro che in queste condizioni  $P_7$  e la  $P_1$  più 6, perché sono tutti uno vicino all'altro, e la  $P_N$  meno 2 e la  $P_1$  più  $N$  meno 3 è banale ricavare queste... queste sostituzioni, in questo caso, ma solo in questo caso, viene fuori che l'azimut stimato del bersaglio ha questa espressione, interviene la posizione del primo bit, del primo bit dell'impronta, interviene la lunghezza, ma attenzione questa vale solo se l'impronta è compatta, eh, non è che valga in generale, ma in queste condizioni un po' particolari si scopre che questa... questo termine qui è la posizione del centro dell'impronta, e quindi possiamo dire che in queste condizioni l'azimut stimato è la posizione del termine dell'impronta più questo termine di correzione 9,5 che avevamo già visto dovesse esserci, quando abbiamo parlato in generale di questi algoritmi che c'è uno spostamento, e poi c'è questo termine B, se scelgo B uguale 9,5 in queste condizioni l'azimut stimato coincide con la posizione centrale

dell'impronta, che è poi quello che si vorrebbe ottenere, no, si vorrebbe che l'azimut stimato rappresenti ove possibile più... essere il più vicino possibile all'azimut dell'ostacolo, no? Allora quanto questo non accade posso usare B per diciamo compensare in qualche modo queste cose, il guaio se vogliamo o l'inconveniente che abbiamo... che si riscontra nel Radar Marconi da questo punto di vista è il fatto che la posizione del centro dell'impronta, ricordate era una delle cose che avevamo... avevamo studiato con la simulazione, non è costante rispetto alla posizione del bersaglio, ma la posizione del centro ha uno spostamento che è funzione del rapporto segnale-disturbo, quindi lo spostamento... bisognerebbe per fare le cose bene che quel valore di B si... cambiasse in funzione del rapporto segnale-disturbo, la cosa non è possibile perché non è facile conoscere questo, quindi abbiamo a che fare con un errore dovuto a questo meccanismo che viene a dipendere dal livello del segnale ricevuto, e questo naturalmente è il risultato della simulazione, e l'avevo già fatto notare precedentemente, questo errore... questo errore dovuto a questo

meccanismo si chiama errore di polarizzazione, ed è legato proprio intrinsecamente al meccanismo dell'uso dell'integratore, notate non è l'algoritmo della moving window ma è legato all'uso dell'integratore, però B, quel termine correttivo B può essere utilizzato per compensare parzialmente l'errore di polarizzazione, questo per esempio è il... la curva che abbiamo ottenuto precedente con B uguale 9,5, se scelgo B diverso per esempio uguale a 14, posso spostare tutta questa curva in modo tale da annullare l'errore per livelli bassi, se io uso questa che cosa succede? Succede che l'errore tra l'azimut stimato e l'azimut del... la posizione vera dello l'ostacolo è zero, il che significa che in queste condizioni non si ha errore, però errore annullato per i livelli bassi significa... comporta però necessariamente un errore invece non nullo per livelli elevati, viceversa se scelgo questo altro valore di B, cioè 18, succede... posso scegliere questo valore 18 se voglio annullare l'errore per livelli elevati ma mi rimane a questo punto un errore residuo per livelli bassi. Quale valore di B è stato usato? Ecco, questo non lo sappiamo e... ma possiamo

cercare di, come dire, ricavarlo dall'analisi delle registrazioni radar, questo è un approccio, è la prima volta che ne parliamo ma lo ritroveremo come approccio metodologico parecchie volte, l'idea è sempre quella di utilizzare per ricavare delle informazioni sul radar le stesse registrazioni, utilizzandole certamente nel modo più... in modo congruo, evitando però di utilizzare le risposte su cui poi ci faremo delle valutazioni, cioè le risposte relative al nostro volo, al 1136, eccetera eccetera, quindi cerchiamo di utilizzare, abbiamo cercato di utilizzare l'insieme completo di tutte le registrazioni, e vedremo con quale modo, per ricavare queste informazioni, ricordo l'informazione... qual è il valore di polarizzazione che è stato utilizzato nella... che era utilizzato dal Radar Marconi, dall'estrattore del Radar Marconi in quelle condizioni? Vediamo come abbiamo fatto, allora abbiamo... abbiamo preso in considerazione delle traiettorie di velivoli che fossero verso... che si estendessero verso la periferia, cioè che raggiungessero la portata massima, sia traiettorie dal centro verso la periferia, si...

al rovescio tanto la cosa non ha particolarmente importanza, in modo tale che queste traiettorie in qualche modo raggiungessero le condizioni di minimo segnale rilevabile dal radar, no, abbiamo anche scelto queste... queste traiettorie in modo tale che nella parte terminale o iniziale, cioè nella esterna fossero traiettorie radiali, cioè andassero approssimativamente lungo una direzione radiale, cioè una direzione che forse ad... allontanamento del centro del radar ad azimuth costante, e la cosa importante abbiamo selezionato delle traiettorie che fossero caratterizzate dal fatto che nella parte più esterna, cioè quando l'oggetto è più lontano, ci fossero solo rilevamenti di radar secondario, facciamo un esempio, è una di quelle che abbiamo prese in considerazione, questa è la traiettoria che è percorsa in questo caso dal centro verso la perizia, il radar di Fiumicino è sulla destra, diciamo così, e questa traiettoria con... sulla sinistra, con il quadratino pieno, cioè questi punti, abbiamo rappresentato plots combinati, plots combinati vuol dire plots che derivano dalla fusione di un rilevamento di primario e un rilevamento di secondario, mentre invece con le

crocette da questo punto in avanti abbiamo rappresentato invece rilevamenti di solo radar secondario, per spiegare, che cosa succede? Succede che mentre questo velivolo viaggia da destra verso sinistra si allontana dal radar e quindi fino a un certo punto sono presenti rilevamenti di primario e secondario e allora otteniamo rilevamento combinato, a un certo punto è troppo lontano e fuori portata del radar primario, rimangono le registrazioni del radar secondario e infatti la traccia continua ma con solo queste crocette, che cosa succede... bisogna ricordarsi per completare il quadro che quando abbiamo a che fare con un plots combinato, cioè dove nasce... che nasce dalla fusione di primario e secondario, l'azimut di questo plots è fornito dal radar primario mentre la distanza è fornita dal radar secondario, quindi... siccome adesso siamo interessati alle coordinate azimutali essenzialmente possiamo dire che per tutta questa parte, dove cioè i plots sono rappresentati dai quadratini, l'azimut è fornito dal radar primario, perché sono combinati ma nella combinazione prevale il primario, da qui in avanti l'azimut è fornito dal radar secondario,

allora noi abbiamo fatto un'ipotesi molto... forse forte ma credo abbastanza ragionevole, abbiamo detto: "supponiamo che le risposte... che gli azimut delle risposte di radar secondario non siano affette da errori di polarizzazione" mentre sappiamo che le risposte con azimut che viene dal primario sono affette invece da questo errore di polarizzazione, allora mettiamo a confronto, come facciamo? Siccome sono... qui sono praticamente radiali, abbiamo fatto una... una interpolazione, cioè una regressione, ecco qui abbiamo primari e secondari con un errore di polarizzazione e qui abbiamo solo il secondario senza errore di polarizzazione, allora abbiamo fatto una interpolazione di questi punti con delle rette, la migliore possibile, abbiamo utilizzato tecniche di regressione, cosa sia la regressione la utilizzeremo altre volte, credo sia abbastanza, la tecnica di regressione consente di approssimare una... una successione di punti che hanno certi errori con un'unica retta e la scelta dei parametri di una retta è fatta, appunto, usando la tecnica dei minimi quadrati, è fatta in modo tale da minimizzare lo scarto quadrati... quindi è la migliore approssimazione possibile.

Allora se facciamo queste due operazioni separatamente su queste due parti, quella primario più il secondario con un errore di polarizzazione e quella di solo secondario, con il vincolo e questo è l'aspetto forse un po' inconsueto che queste due rette abbiano la stessa pendenza, perché questo è importante che abbiano la stessa pendenza, allora questa differenza di azimut rappresenta proprio l'errore di polarizzazione, perché qui sappiamo c'è il... abbiamo risposte di solo primario affette da errore, quando cessa il primario ricostruiamo l'azimut vero o presunto tale, perché abbiamo risposte di solo secondario e quindi qui sappiamo quanto è questo errore di polarizzazione, questo è il tipo di analisi che abbiamo fatto e l'abbiamo fatto su parecchi voli e il risultato, mediando i risultati, le stime fatte su... su questi parecchi voli è risultato questo: l'errore di polarizzazione è di circa 2,5 passi di campionamento azimutale, ricordate usiamo questa come unità di misura dell'azimut per semplicità, sulla base di questo, cioè sappiamo che questo - e adesso lo vediamo meglio, ecco, in questa condizione - siccome quel... quell'errore

l'abbiamo ricavato in condizioni al limite della portata, quindi siamo... quando siamo per valori di rapporto segnale-disturbo prossimi alla soglia di detezione, ecco, sulla base dei risultati di quella simulazione otteniamo che l'errore di polarizzazione che è lo spostamento di questa curva è di 2,5 passi di campionamento azimutale, quindi allora quella curva che è sempre la stessa e che però non riuscivamo a collocare perché non sapevamo quanto vale B, adesso sulla base delle osservazioni fatte sul... sulle registrazioni radar possiamo collocarla, perché possiamo fare in modo che questa curva in corrispondenza di valori bassi del rapporto del segnale di curva rappresenti esattamente quello che abbiamo ricavato dalla analisi delle curve, delle registrazioni radar, quindi questo valore meno cinque non è un valore teorico ma è quello che abbiamo ricavato facendo un'analisi dettagliata di un certo numero di traiettorie che hanno le caratteristiche buone, che dicevo prima, buone nel senso che consentono di ricavare questa cosa. Quindi l'errore azimutale dovuto all'integratore a questo punto è compreso tra questi due limiti, abbiamo un limite negativo di 2,5 passi di

campionamento azimutale per valori molto bassi di rapporto di azione di disturbo e abbiamo un limite di 1,5 passi di campionamento azimutale quando invece il rapporto segnale e rumore è molto elevato. L'errore va lì in mezzo e però possiamo fissare questo intervallo di errori dovuti all'integratore traducendolo poi in gradi passando dai passi di campionamento azimutale ai gradi, lo vediamo, andiamo a meno 036 a più 021 gradi, questo non è l'intero errore, è solo il contributo all'errore azimutale dovuto a questo meccanismo dell'integrazione, no? **VOCI:** (in sottofondo). **CONSULENTE PENT MARIO:** e questo in fin dei conti era l'obiettivo di questa parte dello studio che appunto attraverso una valutazione del... del meccanismo di funzionamento, dello studio della simulazione, eccetera eccetera e il confronto con quella che è la realtà delle registrazioni ci consente... ci ha consentito di ricavare delle... delle fasce di errore per questo meccanismo e questo quindi esaurisce questa parte. Andiamo ancora avanti Presidente, sì? **PRESIDENTE:** sì sì. **CONSULENTE PENT MARIO:** sì, va bene! Passo al capitolo... alla parte successiva che invece riguarda un

altro meccanismo che è compreso, fa parte per così dire dell'estrattore che associa e che elabora i segnali prodotti dal Radar Marconi e riguarda il blanking. Anche qui abbiamo fatto una certa serie di valutazioni e di analisi di questo fenomeno del blanking, che cos'è il blanking? E' una specie di mascheramento logico che viene adottato dall'estrattore per evitare risposte multiple in distanza, adesso lo vedremo meglio con un esempio, ma diciamo subito la causa, cioè la ragione per cui si deve operare questo mascheramento è la presenza di un filtro di ricezione all'interno del ricevitore radar, perché è questa la ragione di fondo, no, allora nella catena di ricezione radar è presente un filtro di ricezione la cui funzione principale è quella di ridurre l'entità del rumore e che però in qualche misura deforma anche il segnale ricevuto, quindi il filtro di ricezione è responsabile di questi due aspetti, da un lato ridurre il rumore e questo è un elemento positivo e dall'altro lato però deformare i segnali e questo può presentare qualche problema. Allora proviamo a vedere che cosa succede, qui usiamo il filtro di ricezione che è contenuto nel nostro

caso, non è un generico, abbiamo utilizzato per fare queste valutazioni il filtro di ricezione che almeno stando alle descrizioni che sono contenute nella relazione Picardi, cioè la relazione della Commissione Misiti sono date per note. Allora andiamo a vedere che cosa succede se mettiamo all'ingresso un segnale rettangolare della durata... durata uguale a quella... a quella del segnale utilizzato, in realtà 3,3 microsecondi è la durata del nostro segnale, è la durata del segnale trasmesso ma è anche la durata del segnale ricevuto perché il meccanismo di riflessione non altera questo, almeno con modelli di riflessione puntiforme, non altera questa struttura, quindi lo stesso impulso magari più piccolo, ma non importa, ritardato nel tempo, ma la forma dell'impulso rimane inalterata, ma fino a dove nella catena di ricezione? Fino al quinto di ricezione. Andando a vedere che cosa succede dopo il filtro di ricezione l'uscita ha un andamento di questo genere, questo filtro di ricezione se abbiamo inteso bene i dati che sono contenuti nella relazione, ma poi questi risultato tornano con altre parti che abbiamo visto, è un filtro di ricezione sostanzialmente

ridotto in bassa frequenza ad un polo e la risposta ha un andamento di questo genere e l'andamento di questo genere che cosa comporta? Comporta un allungamento di risposta, no, ha una coda, però per vedere meglio le cose dobbiamo ancora vedere che cosa succede, che cosa ne facciamo di questo segnale all'uscita dei filtri di ricezione? Abbiamo detto che si fa un campionamento in distanza, lo abbiamo visto nella presentazione generale e il passo si campionamento in distanza è una delle caratteristiche del radar che ho richiamato nella prima parte di questa esposizione, sappiamo che è un... 1,93 microsecondi che corrisponde a 0,196 nautical miles, il che vuol dire che questo il passo è... è il passo con cui vengono costruite le celle del radar elementare in distanza, allora che cosa significa? Significa che questo segnale sarà campionato, cioè osservato in certi istanti di tempo che sono distanti fra di loro 1,93 microsecondi, quindi dobbiamo diciamo fare questo campionamento e che cosa succede allora, che dovranno essere presi in considerazione non tutti i valori, ma i valori che questo segnale in uscita, quello rappresentato con la curva arancione

assume negli istanti di tempo corrispondenti al campionamento, dopo di che c'è una decisione, una decisione che serve per... per decidere se ci sarà uno zero oppure un uno, supponiamo che sia... chiamiamo B questa soglia e che cosa succede in queste... in questo esempio, in questa rappresentazione? Si suppone che... si vede che questi tre campioni sono sopra soglia e gli altri invece la curva è regolare e decresce regolarmente e gli altri sono sotto soglia, ma cosa significa questo? Significa che avremmo tre campioni sopra soglia e quindi avremmo tre uni, tre uni disposti in radiale naturalmente e nell'impronta, cioè se andiamo a riportare il risultato di quella decisione sulla nostra matrice sui cui abbiamo ragionato prima ci troviamo tre uni, perché erano tre questi. Quando il radar passa all'interrogazione successiva proverò di nuovo la stessa situazione, l'ostacolo non si è mosso ma il meccanismo è sempre lo stesso e quindi abbiamo un certo numero di uni, dipende dall'estensione dell'impronta. Adesso su questa impronta lavora il... l'algoritmo moving window che abbiamo visto prima, ma lavora riga per riga, di conseguenza che cosa succede,

succede che ciascuno di questi è in grado di dare luogo a tre rilevamenti diversi con diverse distanze e quindi dal punto di vista dell'utilizzatore vengono fuori che pur essendoci un oggetto solo vengono rilevati, vengono dichiarati tre oggetti, tre oggetti diversi che hanno più o meno lo stesso azimut e hanno distanze diverse, ecco, quali sono le contromisure allora adottate? Ecco, questo è il meccanismo del blanking che è una forma di contromisura per eliminare o almeno ridurre questo inconveniente, l'idea è quella... cioè l'algoritmo è quello di mettere a zero alcune celle successive al primo uno, in altre parole prendiamo per esempio questa prima riga, il meccanismo opera in questo modo, arriva e vede, guardiamo, esaminiamo le celle in... per distanze crescenti, incontriamo delle celle a zero e poi ad un certo punto incontriamo una cella ad uno e vuol dire che lì c'è stato rilevamento e allora mettiamo a zero le celle che ci sono dopo un certo numero di celle che ci sono dopo in questo disegno ne ho indicate quattro, in questo modo cancelliamo sicuramente quegli Echi che sono dovuti a questo... a questo meccanismo e quindi

ci proteggiamo da questo rumore, lo operiamo su tutte le cose e poi su questa, diciamo, impronta modificata, cioè trattata con il blanking facciamo l'operazione di analisi con la tecnica moving window e abbiamo un solo rilevamento e quindi abbiamo in un certo senso eliminato l'inconveniente di avere rilevamenti multipli. Questo è l'aspetto positivo di questa... di questa tecnica, però questa tecnica presenta diciamo degli altri... alcuni aspetti che positivi non sono e adesso si tratta di valutare proprio questi aspetti e di valutare l'entità, gli errori che intervengono grazie a questa cosa. La profondità delle celle messe a zero in questo caso rappresenta il numero di celle che dopo un primo uno vengono messe a zero indipendentemente dal loro contenuto, cioè si mette a zero comunque. Nel caso del Radar Marconi questa profondità è sette, adesso vediamo che cosa succede, perché si sceglie un valore così elevato, no, allora vediamo un altro fatto, questa era la situazione che abbiamo visto prima, un segnale con una certa ampiezza, campionato in questi punti, avevamo visto la soglia qui e succede che ci sono tre segnali che sono al di

sopra della soglia e di cui tutto il meccanismo. Se aumentiamo il segnale ricevuto, cioè facciamo un segnale più forte va fuori scala e quindi lo rappresento solo così, può succedere che non siano più solo tre livelli che superano la soglia, ma siano quattro oppure anche più, dipende dall'intensità del segnale, allora il valore della profondità del blanking deve essere... è stato scelto anche nel caso del Radar Marconi sulla base di... dell'esperienza, perché evidentemente anche leggendo alcuni... alcune descrizioni in alcune testimonianze si diceva che inizialmente senza questo dispositivo gli operatori si lamentavano che vedevano plots multipli e per aggiustamenti successivi, per approssimazioni successive sono arrivati a porre il blanking fino a sette e sette è stato sostanzialmente verificato sul campo, non dava più inconvenienti e così via. Questo valore di sette usando i... consente una dinamica di centodieci decibel e che cosa vuole dire una dinamica di centodieci decibel, vuol dire che consente... che protegge da questo meccanismo non qualunque valore di... iniziale, ma consente di evitare il... la duplicazione delle risposte per

segnali che sono fino a centodieci decibel superiori al valore del... della minima... del minimo rilevamento, centodieci decibel è molto e infatti operativamente... e questa è diciamo la protezione che era attualmente... che era al momento dell'incidente ed era attiva sul Radar Marconi, naturalmente questo mascheramento visto che mette a zero un certo numero di celle uno dopo... dopo la prima... la prima cella, automaticamente ignora qualunque eventuale risposta data da eventuali ostacoli, quindi crea una zona, come dire, morta, una zona dove gli ostacoli sono invisibili, ci fosse anche un ostacolo che ha prodotto un Echo questo meccanismo di mascheramento mette a zero e quindi fa sparire questo... e questa distanza di mascheramento, questa distanza diciamo in cui praticamente non si riesce a vedere nulla, ha una estensione radiale di 1,09 miglia nautiche, cioè proprio sette per 056 e così via, quindi questo è l'inconveniente del blanking, uno degli inconvenienti del blanking è quello di creare una zona, come dire, una zona di non visibilità, però gli inconvenienti da prendere in considerazione sono altri ancora, e cioè il problema che può

nascere quando abbiamo più ostacoli in vicinanza fra di loro in grado di interagire. Quando si hanno queste condizioni, ecco, si vede abbastanza facilmente che se prendiamo due impronte relative a due ostacoli, si possono avere interferenze dell'impronta più vicina su quella più lontana naturalmente, il meccanismo... il senso è sempre questo, è l'impronta più vicina che eventualmente cancellando degli... degli elementi successivi influisce sulla impronta più lontana e non viceversa e quando succede questo? Quando la differenza fra le distanze è inferiore alla profondità di blanking, no, perché se è inferiore alla profondità di blanking vuol dire che la presenza di uno in questa impronta genera degli zeri forzati nella sua coda e quindi eventualmente può cancellare alcuni elementi dell'impronta che si trova dopo, però naturalmente se l'impronta che si trova dopo è, come dire, ad una distanza inferiore a sette passi di campionamento radiale, perché tale si estende e quindi si vede che entro certe condizioni ci possono essere queste... queste... ecco, questo è il meccanismo che viene fuori, questa è l'impronta vicina, questa è l'impronta

più lontana che viene interferita, che interferita nel senso che viene modificata, nel senso che il blanking a seguito di questa impronta metterà a zero il contenuto di questi e quindi sono annullati e quindi l'algoritmo della moving window opera soltanto sulla parte rimanente e quindi ricordando il meccanismo che abbiamo analizzato prima, questo comporta un errore nella stima azimutale, cioè, il meccanismo del blanking quando ci sono oggetti vicini comporta un errore nella posizione azimutale dovuta a questo meccanismo soprattutto dell'ostacolo lontano, non di quello vicino ma di quello lontano, questo perché è abbastanza evidente con questo meccanismo. La parte più delicata e più... diciamo da analizzare dal nostro punto di vista è il caso in cui l'ostacolo vicino, cioè quello che è all'origine di questo... di meccanismo di interferenza è non rilevabile, cioè non ci accorgiamo della sua presenza perché la sua impronta è piccola. Vediamo la situazione rappresentata in questo diagramma, quindi qui abbiamo un ostacolo lontano grande, tra virgolette, grande e cioè vuole dire che è un numero di uni o un'impronta con un

numero di uni che è significativamente superiore a sette e che è il minimo... invece questa... questo ostacolo vicino, sì, impronta, ma ha un'apertura minore di sette e quindi non visibile dall'algoritmo, cioè l'algoritmo moving window se analizza questa stringa di uni non dà luogo a rilevamento perché non era... non raggiunge mai il limite minimo sette che è necessario per il rilevamento. Quindi questa è l'impronta che esiste di un segnale di un oggetto che esiste ma non è rilevabile perché è piccola, è un oggetto piccolo per così dire. Allora, l'azimut stimato evidentemente, è questa espressione che avevamo già visto a suo tempo, questo... qui usiamo sempre di nuovo la rappresentazione che è basata sulla posizione dei bit  $N$  meno due e sette, no, questo pezzo rappresenta la... è  $PN$  meno due più  $P7$  diviso due, è la posizione intermedia fra questi due bit, quindi adesso andando ad analizzare gli effetti del blanking, gli effetti di errore, andremo a vedere lo spostamento di questo plots centrale che è quello che conta, quello che interviene, no, chiamiamola  $P$  con  $X$  e noi sappiamo che l'azimut sarà poi derivato da  $P$  con  $X$  per... attraverso una correzione, ma questo

è ininfluyente dal meccanismo del blanking e quindi P con X è la posizione intermedia, allora indiciamo così: P con X è posizione intermedia senza l'effetto del blanking e P con X primo la posizione intermedia in presenza del blanking. Si chiarisce meglio con la slide successiva e indichiamo con  $\Delta P$ . questa differenza e questa differenza rappresenta, cioè metteremmo a confronto una situazione in cui c'è un ostacolo e poi c'è oppure non c'è un ostacolo piccolo posto a distanza più vicina e che interferisce con lui attraverso il blanking quindi queste due situazioni sono... danno luogo ad un P con X e ad P con X primo e la differenza rappresenta l'errore indotto sulla misura azimutale dalla presenza di un ostacolo piccolo non rilevabile non rilevato vicino. Partiamo con N uguale a 15 per esempio, qui abbiamo una situazione in cui abbiamo un'impronta di quindici e scelta a titolo di esempio ma non è rilevante. Questi sono alla settima e alla meno duesima posizione, questo è P7 e questo PN meno due. La P con X è questa non c'è interferenza tra questa impronta dell'oggetto piccolo sull'altro perché sono completamente separati e quindi anche il blanking indotto dalla

impronta vicina non altera questa cosa e quindi abbiamo il P con X è in questa posizione e quindi delta P è zero perché siamo proprio nelle condizioni ideali, no? Allora proviamo a spostare azimuthalmente questo oggetto di tre passi, naturalmente ricordate sempre che questo oggetto non è visto, cioè non abbiamo traccia sul radar di questo oggetto, no, però questo oggetto interferisce, questo bit è diventato il P7 perché ne sono stati cancellati tre, il PN meno due rimane sempre lo stesso perché la lunghezza, è cambiata la lunghezza e la posizione centrale è questa e quindi abbiamo un errore di 1,5 passi di campionamento azimuthale. Andiamo in questa situazione un po' più pesante in cui abbiamo una... la completa sovrapposizione della impronta piccola su quella grande, l'impronta grande... l'oggetto che dà luogo ad un'impronta grande, continua ad essere visto, in quale posizione? Qui questa volta P7 e PN meno due coincidono perché l'ampiezza è scesa a nove e quindi abbiamo un errore di tre, possiamo continuare a spostarlo e qui abbiamo un errore ancora di tre. Se andiamo avanti accade una cosa di una certa importanza, se andiamo avanti e lo portiamo... vediamo che

l'impronta viene mascherata così, ma siccome sono i sette... la N meno due intervengono, il sette... e sono diventati questi e l'errore cambia segno, quindi qui abbiamo un delta P mentre, cioè c'è uno spostamento dall'altra parte, il valore rilevato è dell'altra parte, infine da questa parte delta P è uguale a meno 1,5 e quindi l'entità dell'errore dipende ovviamente dall'estensione di questa impronta mascherante e dipende anche però dalla posizione di questa impronta mascherante. Allora possiamo tirare fuori una curva che ci dà l'entità dell'errore, cioè l'entità dello spostamento azimutale dovuto solamente a questo meccanismo del blanking in funzione della posizione relativa dell'impronta mascherante rispetto all'impronta dell'oggetto che osserviamo. L'andamento ha questa forma, adesso andiamo a vedere le cose importanti, e la cosa importante è questa, che l'errore è contenuto tra due limiti uno superiore e uno inferiore pari a M mezzi ed M è l'estensione dell'impronta vicina, cioè di quella che dà luogo al... che produce il blanking. Allora siccome M abbiamo qui... stiamo facendo l'ipotesi che l'oggetto che produce questa... questo errore,

questo mascheramento, non sia visibile dal radar, quindi M non può essere superiore a sei, perché se fosse sette sarebbe visibile e andiamo fuori dalle nostre situazioni. Ci interessa vedere che cosa succede quando l'oggetto che maschera è non visibile e quindi con M uguale a sei abbiamo che il modulo di questo errore è 043 gradi e questa è l'entità dell'errore dovuto al blanking, no, 043 gradi vuole dire M mezzi, cioè sono M mezzi passi di campionamento radiale che diventano facendo la conversione 043 gradi. C'è però una situazione che la prendiamo in considerazione ed è questa, che se l'azimut dell'oggetto vicino, forse lo possiamo rivedere meglio, un attimo che torniamo indietro, l'azimut dell'oggetto vicino è a sinistra rispetto a questo, abbiamo un errore sempre positivo, cioè quando l'oggetto vicino, cioè quello produce il... l'alterazione dell'impronta per effetto del mascheramento si trova a sinistra di questo... della posizione centrale dell'impronta allora l'errore ha quell'entità ma è solo positivo, è solo positivo, dico questo perché in certe situazioni possiamo... dovendo poi utilizzare questi risultati, possiamo fare l'ipotesi, lo diremo

specificamente in questi casi, fare l'ipotesi che gli oggetti... gli oggetti che danno luogo a blanking possono essere soltanto, diciamo, a sinistra in quella rappresentazione per ragioni diverse dal radar in particolare questo discorso lo applicheremo quando andremo a studiare le interazioni fra Echi radar sui frammenti visti dopo l'incidente e siccome i frammenti si muovono in certe... in un certo andamento allora in certe condizioni che diremo, può accadere che questa... questa assunzione sia plausibile e allora in questi casi mentre in generale possiamo dire che l'errore è tra meno 043 e più 043, in alcuni possiamo dire che è compreso tra 0 e 043 e questo è importante perché adesso possiamo sintetiz... mettere insieme tutti gli errori azimutali mettendo insieme le varie cause c'è anzitutto una causa che io non ho citato ma che è stata citata nella relazione che però a questo livello va ricordata e non sto ad analizzarla, ed è quello che nella relazione Picardi è detto... o Misiti, è detto errore di sensibilità, che è stato quantizzato in meno 02, quindi un minimo tra meno 02 e 02 e qui siamo... parliamo di gradi, poi l'integratore lo avevamo visto prima, comporta un

errore tra meno 036 e 021 e questo evidentemente... questi limiti rimangono, il blanking è quello che abbiamo visto adesso, comporta un errore compreso tra meno 043 e 043 però per quelle situazioni in cui valgono quelle condizioni che ho detto prima, il valore minimo diventa zero, cioè non ci sono errori negativi. In totale possiamo allora valutare l'entità degli errori dovuti alla sensibilità, al blanking e all'integratore e tra questi due limiti, meno 099 e 084 nel caso, diciamo, generale in certi casi questo può essere ridotto a meno 056 e 084 nelle circostanze che ora vedremo. Ecco, questa è una tabella importante perché poi questa tabella la utilizzeremo... i risultati di questa tabella li utilizzeremo per una certa fase di analisi degli Echi radar e così via. Io avrei finito questa parte. **PRESIDENTE:** allora sospendiamo fino alle... **AVV. DIF. BARTOLO:** Presidente, possiamo... **PRESIDENTE:** ...quindici... **AVV. DIF. BARTOLO:** ...affrontare il problema delle udienze? **PRESIDENTE:** sì. **AVV. DIF. BARTOLO:** il calendario. **PRESIDENTE:** allora Avvocato Marini, l'udienza quella della quale chiedevate il rinvio era quella del... **AVV. P.C. MARINI:** del 9.

**PRESIDENTE:** del 9. **AVV. P.C. MARINI:** del 9 per impedimenti. **VOCI:** (in sottofondo). **AVV. P.C. MARINI:** esigenze dell'Avvocato Biaggianti che era... che poteva solo il 9, se fosse questo... io non posso il 9 mattina che sono impegnato in Cassazione, poi non posso nemmeno l'11 ma ci sono altri colleghi l'11 che... **VOCI:** (in sottofondo). **PRESIDENTE:** dunque, allora per quanto riguarda la Parte Civile direbbe il 9 eventualmente con inizio alle 12:00. **VOCI:** (in sottofondo). **AVV. DIF. BARTOLO:** Presidente ma io alle 13:00 ho udienza a Piazzale Clodio... (voce lontana dal microfono) solo per sapere il 9 ci sarà Biaggianti che farà il suo esame, perché non... cioè mi sfugge, e poi la prossima udienza continueranno i Consulenti. **AVV. P.C. MARINI:** ieri il Presidente ipotizzava 8, 9 e 11 per l'esame Pubblico Ministero e Difese degli imputati, quindi l'8 era il Pubblico Ministero e questo era il calendario che aveva ipotizzato il Presidente. **AVV. DIF. BARTOLO:** ma non ho capito, fino all'8, quindi continuano i Consulenti? **AVV. P.C. MARINI:** no, l'8 inizia l'esame del Pubblico Ministero questa era l'ipotesi di ieri, ora non so se verrà mantenuta o meno. **VOCI:** (in

sottofondo). **PUBBLICO MINISTERO AMELIO:** bisogna vedere se l'8... **PRESIDENTE:** prima di tutto bisogna vedere se entro il 4 finiamo i Consulenti di Parte Civile, quindi questo anzitutto. **PUBBLICO MINISTERO AMELIO:** perché magari potrebbe slittare... **PRESIDENTE:** comunque l'8 siamo d'accordo, non è che l'8... **AVV. DIF. BARTOLO:** cioè l'esame del P.M.? Lei dice siamo d'accordo sull'udienza... **PRESIDENTE:** sì, no siamo d'accordo con l'udienza e eventualmente quindi, cioè l'8 c'è udienza senz'altro e l'esame da parte del Pubblico Ministero... **AVV. DIF. BARTOLO:** se avessero finito i Consulenti c'è l'esame del Pubblico Ministero e basta. **VOCI:** (in sottofondo). **PRESIDENTE:** no, dipende, perché l'esame del Pubblico Ministero non... **AVV. DIF. BARTOLO:** per avere un'idea Presidente, se dobbiamo... **PRESIDENTE:** Avvocato Bartolo il problema è questo, io non lo so ora l'esame del Pubblico Ministero quanto... perché potrebbe esaurirsi in un'ora... **PUBBLICO MINISTERO AMELIO:** anche in poco. **PRESIDENTE:** ...e quindi non lo so. **PUBBLICO MINISTERO AMELIO:** potrebbe anche darsi, scusi Presidente, che loro hanno necessità di aver la prima parte, la mattinata ancora bisogno

la Parte Civile e poi concluderebbe il P.M. nel pomeriggio dell'8. **PRESIDENTE:** sì, ma siccome appunto ancora non siamo in grado di stabilire una... l'8 c'è udienza. **PUBBLICO MINISTERO AMELIO:** sì sì. **PRESIDENTE:** l'8 c'è udienza, ecco, e si vedrà al termine dell'udienza del 4 cosa si farà l'8, però l'8 c'è udienza ecco senz'altro. **AVV. DIF. BARTOLO:** sì, su questo sì, e il 9? **VOCI:** (in sottofondo). **PRESIDENTE:** quindi poi avremo per quanto riguarda l'11 problemi sono? **AVV. P.C. MARINI:** dell'Avvocato Nanni. **AVV. DIF. NANNI:** nel senso che potrebbero avere spazio le altre Difese, cioè io... **PRESIDENTE:** sono problemi dell'Avvocato Nanni l'11. **AVV. DIF. NANNI:** sì sì. **PRESIDENTE:** va bene, quindi allora facciamo così che... **AVV. DIF. BARTOLO:** ma noi diciamo subito Presidente, noi non crediamo di aver un esame che duri una giornata. **PRESIDENTE:** ecco, io anzitutto... sì, il problema è questo, scusi Avvocato Bartolo, perché io... **AVV. DIF. BARTOLO:** no, Le sto dicendo non vorrei che poi magari l'Avvocato Nanni dia per scontato che l'11 ci siamo noi, però noi la mattina alle dieci e mezza abbiamo finito e poi lui prosegue comunque all'udienza successiva, ecco. **AVV. DIF. NANNI:** no

no, io prima. **VOCI:** (in sottofondo). **PRESIDENTE:**  
no, il fatto è questo, io ero intenzionato a  
chiedere ai Difensori, però questo ovviamente  
quando sarà finito l'esame dei Consulenti totale,  
quale tempo ritenessero di dover disporre per il  
controesame, ovviamente... **AVV. DIF. BARTOLO:**  
chiedo scusa, se completano l'esame l'8 ad  
esempio, noi non è... il 9 saremo in grado già di  
fare un controesame, boh, un controesame insomma,  
di porre le nostre domande, per noi sarebbe  
difficile, ci sarà il P.M.. **PRESIDENTE:** e io  
infatti sto dicendo appunto che mi riservavo poi  
all'esito finale dell'esame dei Consulenti della  
Parte Civile di verificare con i Difensori quanto  
tempo ritengano di disporre per il controesame,  
quindi questo diciamo è un problema che lo  
possiamo vedere alla fine, intanto però dobbiamo  
vedere le date, quindi l'8 sicuramente c'è  
udienza e vedremo quello che faremo a questo  
punto il 9 io la eliminerei, perché francamente  
un'udienza che inizia alle 12:30 non mi sembra  
possibile e quindi poi ci sarà udienza l'11. **AVV.**  
**DIF. BARTOLO:** quindi la cancelliamo il 9. **AVV.**  
**DIF. NANNI:** Presidente scusi, ma il 9 cominciando  
a mezzogiorno e mezzo fino alle 17:00 sono quelle

quattro ore e mezza che mi sembra una congrua porzione di tempo da dedicare alle nostre attività o no, cioè non ci sarebbe bisogno della pausa pranzo voglio dire. **PRESIDENTE:** va bene, però fino a un certo punto, perché... **AVV. DIF.** **NANNI:** no? **PRESIDENTE:** ...non è che uno, cioè... **AVV. DIF. NANNI:** no, la pausa caffè... cioè voglio dire il quarto d'ora che lei ci dà e... va bene, ma è chiaro che non si può sospendere alle 2:00 se si è cominciati a mezzogiorno e mezza. **PRESIDENTE:** sì, soltanto appunto bisogna vedere esattamente quello che... il 4 come siamo messi, alla fine dell'udienza del 4 come siamo messi insomma, quindi alla fine dell'udienza del 4 possiamo poi stabilire... **AVV. DIF. NANNI:** valutiamo un po' meglio... **PRESIDENTE:** valutiamo. **AVV. DIF. NANNI:** ...insomma com'è la situazione, va bene. **PRESIDENTE:** certo. **AVV. DIF. NANNI:** certo. **PRESIDENTE:** questo è il punto. **PUBBLICO MINISTERO ROSELLI:** e il 9 resta per adesso allora? **VOCI:** (in sottofondo). **PRESIDENTE:** se all'udienza del 4 l'esame dei Consulenti non fosse finito bisognerebbe rinviare all'8 e poi lì dobbiamo vedere, quindi il 9... comunque il 9 no, il 9 non resta, cioè potrebbe rimanere in certi

casi. **PUBBLICO MINISTERO AMELIO:** era l'unico giorno dell'Avvocato Biaggianti per questo.

**PRESIDENTE:** sì, però mi sembra che i Difensori di Parte Civile intendano comunque essere presenti il 9, però dice... **VOCI:** (in sottofondo).

**PRESIDENTE:** se diciamo l'udienza pomeridiana da iniziare non so alle 13:00, potrebbe essere utilizzata, esatto Avvocato Marini? **AVV. P.C.**

**MARINI:** sì, grazie! **PRESIDENTE:** però appunto bisogna però vedere come la situazione evolve insomma. **VOCI:** (in sottofondo). **PRESIDENTE:**

quindi allora i punti fermi sono che l'8 c'è udienza, il 9 potrebbe esserci un'udienza con inizio alle 13:30 e poi l'11 chi è che è impegnato? **GIUDICE A LATERE:** Nanni. **PRESIDENTE:**

Nanni. **AVV. DIF. BARTOLO:** chiedo scusa Presidente, ma il 9 viene perché altrimenti l'Avvocato Biaggianti non riuscirebbe a fare l'esame in altre date? **GIUDICE A LATERE:** ma

potrebbe fare anche l'Avvocato Nanni al limite, perché l'11 è impegnato, quindi al limite potrebbe farlo, però salvo che ancora non si può dire. **PRESIDENTE:** esatto, ancora non si può dire, ecco appunto io dico perché non vorrei, assolutamente noi non vogliamo mai... **VOCI:** (in

sottofondo). **PRESIDENTE:** i tempi li vedremo, quindi facciamo così... **AVV. DIF. BARTOLO:** al di là di questo Presidente ci aveva già dato un calendario per le udienze successive, maggio, giugno? **PRESIDENTE:** non sento! **AVV. DIF. BARTOLO:** io dicevo il calendario... **PRESIDENTE:** il calendario delle udienze successive prevede il 16 Dalle Mese, Tiberio, Donali questo già... **AVV. DIF. BARTOLO:** no, 16 aprile d'accordo. **PRESIDENTE:** il 16 aprile sì, poi il 28 e il 29 è fissato udienza e allo stato non sappiamo, e poi c'è il calendario di maggio rilevare subito... **AVV. DIF. BARTOLO:** era su quello che volevamo... **AVV. DIF. NANNI:** e a proposito di maggio... **PRESIDENTE:** è stato fissato diciamo in termini uguali per ogni settimana, cioè martedì, giovedì e venerdì. **AVV. DIF. NANNI:** ecco... **PRESIDENTE:** quindi 6, 8, 9, eccetera eccetera. **AVV. DIF. NANNI:** si potrebbe cercare una sistemazione diciamo anche, anche diversa se necessario da questi... da questi giorni, perché io per esempio avrei problemi il 13, il 20 e il 30 maggio oltre che al 6 giugno. **VOCI:** (in sottofondo). **AVV. DIF. NANNI:** 30 maggio e 6 giugno. **AVV. DIF. BARTOLO:** io pure avrei... ho dei problemi e non avrei,

perché 6 maggio, 13, 20, 27, 29, 5 e 6 giugno, se è possibile... **GIUDICE A LATERE:** (voce lontana dal microfono)... perché 13 e 20 coincidono. **AVV. DIF. BARTOLO:** sì. **GIUDICE A LATERE:** quindi sono cinque udienze. **VOCI:** (in sottofondo). **PRESIDENTE:** va bene, il 13 e il 20 noi potremo, essendo accoppiati... ma poi 27, 29 e 30, perché... **AVV. DIF. BARTOLO:** no, io il 27 ho problemi la mattina e il 29 il pomeriggio, perché ho udienza a Perugia. **PRESIDENTE:** va bene, allora intanto... **AVV. DIF. BARTOLO:** quindi se la Corte ritiene di fare... **PRESIDENTE:** facciamo una cosa, intanto diciamo che dato che c'è la contemporanea richiesta per il 13 e il 20, questo vedremo di spostarla, vediamo di spostarla. **AVV. DIF. NANNI:** il 13 e il 20. **PRESIDENTE:** il 13 e il 20. **VOCI:** (in sottofondo). **PRESIDENTE:** 26 e 28? **AVV. DIF. BARTOLO:** parliamo di maggio vero? **PRESIDENTE:** sì. **AVV. DIF. BARTOLO:** sì, vanno benissimo, se alla Corte va bene. **AVV. DIF. NANNI:** a questo punto il 30 lo possiamo togliere poi? **GIUDICE A LATERE:** poi vedete di quelle tre se ce ne avete una che può rimanere. **AVV. DIF. BARTOLO:** Presidente il 26 e 28 le inseriamo al posti di 20 e 30 oppure... 20 e 13 oppure 27? **PRESIDENTE:** no no, 20 e 13 poi

ora vediamo quale giorno eventualmente... AVV.  
DIF. BARTOLO: e quindi 26 e 28 cancellando quali,  
spostando quali? GIUDICE A LATERE: e ora vedete  
se di quelle tre di quella settimana ne potete  
far vivere una, su 30, 27 e 29. AVV. DIF.  
BARTOLO: il 30 c'è. AVV. DIF. NANNI: il 30 sono a  
Milano. PRESIDENTE: no, è l'Avvocato Nanni che il  
30... VOCI: (in sottofondo). PUBBLICO MINISTERO  
ROSELLI: 13 e 20 vengono soppresse? PRESIDENTE:  
un momento, un momento, vediamo. VOCI: (in  
sottofondo). PRESIDENTE: va bene, allora 26, 28  
eliminiamo 27, 29 e 30. AVV. DIF. NANNI: grazie!  
AVV. DIF. BARTOLO: grazie! va bene. PUBBLICO  
MINISTERO ROSELLI: 27, 29 e 30... PRESIDENTE:  
eliminate, 26 e 28... AVV. DIF. BARTOLO: invece  
13, 20 Presidente? PRESIDENTE: 13 e 20... AVV.  
DIF. NANNI: ne troviamo delle altre. PRESIDENTE:  
13 e 20 intanto indicativamente... VOCI: (in  
sottofondo). GIUDICE A LATERE: 12 e 19. AVV. DIF.  
NANNI: il 19 sono fuori. AVV. DIF. BARTOLO: al  
posto del 12 sarebbe possibile il 14 Presidente?  
GIUDICE A LATERE: oppure 14 e 21. VOCI: (in  
sottofondo). PUBBLICO MINISTERO ROSELLI: 14 e 21  
va bene. VOCI: (in sottofondo). PRESIDENTE: 14 e  
19. AVV. DIF. NANNI: no, il 14 no. GIUDICE A

**LATERE:** allora torniamo al 12, ritorniamo al 12 e  
19. **VOCI:** (in sottofondo). **PUBBLICO MINISTERO**  
**ROSELLI:** rileggiamo le udienze... **PRESIDENTE:** va  
bene, 12 e 19, allora maggio è 6, 8, 9, 12, 15,  
16, 19, 22, 23, 26, 28. **AVV. DIF. NANNI:** può  
ripetere per favore Presidente? **PRESIDENTE:** 6, 8,  
9. **AVV. DIF. NANNI:** sì. **PRESIDENTE:** 12, 15, 16,  
19, 22, 23, 26, 28, allora sospendiamo fino alle  
14:00. (Sospensione).-

#### **ALLA RIPRESA**

**AVV. DIF. NANNI:** Presidente avrei una proposta  
congiunta mia e dell'Avvocato Bartolo a proposito  
del calendario, siccome abbiamo visto anche le  
udienze di giugno, c'erano 3, 5 e 6, e il 5 e 6  
erano udienze difficilissime per lui, quindi se  
potessimo limitare altre quattro quella settimana  
salvo poi magari... **VOCI:** (in sottofondo). **AVV.**  
**DIF. NANNI:** perché il 2 è festa, quindi possiamo  
fare 3 e 4. **VOCI:** (in sottofondo). **PRESIDENTE:**  
cioè il problema era del? **AVV. DIF. NANNI:** era  
per il 5 e per il 6, in cui mi sembra che sia  
fuori Roma entrambi i giorni. **PRESIDENTE:** allora  
3 e 4, oh, poi però noi avremmo, ora è andato via  
l'Avvocato Bartolo, va bene allora giugno 3 e 4,  
e avremmo un problema per il 12 maggio. **VOCI:** (in

sottofondo). **PRESIDENTE:** ogni tanto anche la Corte ha problemi, per il 12 maggio... **AVV. DIF.**

**NANNI:** perché lì Presidente 13 e 14 è anche un problema mio, adesso non ricordo se l'Avvocato Bartolo fosse impedito, io pure sono fuori Roma sia il 13 che il 14 e il 15 e 16 sono già fissate. **VOCI:** (in sottofondo). **PRESIDENTE:** facciamo il 12 comunque allora lo eliminiamo e rimane 15 e 16. **VOCI:** (in sottofondo).

**PRESIDENTE:** quindi Avvocato Marini il 12 eliminato, il 12 maggio. Sì, allora prego Professor Pent! **CONSULENTE PENT MARIO:** sì, grazie Signor Presidente! Io vorrei continuare questa esposizione completando quelle che sono... quelli che sono stati le valutazioni e gli studi che abbiamo fatto sul Radar Marconi su specifici argomenti, abbiamo già parlato dell'integratore, abbiamo parlato del blanking, del fenomeno del blanking, adesso vorrei ancora dire qualche cosa sull'indice di qualità e sul problema dei lobi laterali, queste sono, come dire, valutazioni preliminari i cui risultati saranno poi utilizzati per le valutazioni di merito specifiche per la definizione dello scenario, diciamo qualcosa sull'indice di qualità, queste

cose sono tratte da un nostro documento che avevamo già presentato, ecco per arrivare a chiarire bene questo concetto che secondo me è importante perché poi lo utilizzeremo nella fase finale... nell'ultima... tipo di analisi quella che chiameremo di livello due, dobbiamo dare qualche definizione, purtroppo bisogna passare anche da questo, la prima quantità da definire è l'estensione azimutale, che è l'ampiezza dell'intervallo in cui ha la condizione di detezione, questa definizione non me la sono inventata naturalmente ma è presa dalla tabella 2 1 della perizia Misiti, cioè la perizia Picardi tanto per capirci, dove viene descritto il... il radar e dove, appunto, vengono riportate queste cose, riportando questa... questa definizione, nell'estensione azimutale la condizione di detezione vuol dire superato il sette, il sette bit nella prima fase e la fine delle detezione invece è raggiungimento del livello due, ricordati questi due parametri sette e due, quindi è riportata nella nostra annotazione, quella cioè che fa riferimento alle posizioni del bit  $N$  meno due,  $N$ , eccetera eccetera, si traduce in questa quantità. Una cosa importante,

l'estensione azimutale non coincide con l'ampiezza del... sono due cose diverse, perché spesso abbiamo notato che in alcune relazioni di... di persone che hanno studiato questa cosa si tenta di fare confusione, cioè l'estensione azimutale viene presa per l'ampiezza dell'impronta, e quindi questo può ingenerare allora qualche confusione, qui vorrei sottolineare che non c'è questa identità. Un'altra definizione che va richiamata, sempre tratta dalla perizia Misiti, dalla famosa tabella 2 1, perché è quella che contiene tutte queste informazioni è la definizione dell'indice di qualità, la leggo "numero di swipe durante la condizione di detezione, - cioè mentre si ha la condizione di detezione - per il quale il contenuto degli uni nella moving window si mantiene superiore alla soglia della qualità", e quindi questa definizione richiede un parametro che è proprio questa soglia di qualità, però si dice anche che questo valore satura quindici, cioè per... per qualche ragione dovesse il numero di swipe, eccetera eccetera, dove se superava i quindici viene posto a quindici ed è saturato lì, questa soglia della qualità ha due valori diversi

tra i due estrattori, quello associato al Marconi e quello associato al Selenia, gli estrattori sono gli stessi, cioè hanno la stessa struttura e differiscono tra i due radar soltanto per due elementi, uno è per la profondità di blanking, che abbiamo visto nel Marconi essere sette e nel Selenia uno, l'altro elemento di differenza tra i due estrattori è questo, questa soglia di qualità che nel Marconi è zero e nel Selenia invece è otto, la ragione di queste differenze francamente non la so, però è la constatazione di quelle che sono le caratteristiche degli apparati, quindi nel Radar Marconi che è quello a cui siamo in qualche modo... in qualche modo diciamo interessati in questo momento l'indice di qualità siccome c'è la soglia zero coincide con l'estensione, no, quando ovviamente l'estensione è minore di quindici, mentre satura a quindici quando l'estensione è maggiore di quindici, questo per la definizione stessa dell'indice di... quindi abbiamo che l'indice di qualità coincide con l'estensione. Abbiamo fatto una verifica per controllare, sempre utilizzando le registrazioni di cui abbiamo a disposizione, che queste definizioni siano corrette e in

particolare siamo andati a vedere il valore minimo di E e cioè nel caso del Marconi di Q, un valore minimo si ha quando N vale sette e che è il valore più basso, il numero più basso al di sotto della quale non si ha detezione e quindi qui quando N è uguale sette questa è... viene fuori questa valutazione, l'indice di qualità per N uguale sette vale quindici meno P7, meno P5, questa quantità... sono le posizioni del settimo... del quinto e del settimo bit è sempre minore uguale a dieci, di conseguenza viene fuori da questa semplice valutazione che il valore minimo dell'indice di qualità è cinque per il Marconi, non ha senso che vada sotto il cinque, allora siamo andati a fare un'analisi, una statistica di tutte le registrazioni di solo primario che sono disponibili, e abbiamo trovato i numeri che vedete nelle tabelle... nella tabella di destra, vedete che il valore minimo di... è proprio cinque, ci sono pochissimi casi ma ci sono, uno nel Marconi uno e... due nel Marconi tre, eccetera eccetera, e quindi il fatto che si abbia un valore minimo di cinque, che si rilevi un valore minimo di cinque mi sembra una conferma che queste definizioni sono corrette e

che quindi... Ecco, una cosa che... a cui bisogna fare attenzione una volta che abbiamo verificato queste cose, la qualità non rappresenta il numero di uni nella moving window, no, se abbiamo qualità quindici non significa che ci sono quindici bit nell'impronta e quindi non significa che il segnale è forte, la qualità uguale a quindici significa semplicemente che il numero di bit uno nell'impronta è maggiore uguale a nove, è l'unica cosa che si può dire, e per qualità minore a quindici... minore di quindici il numero di bit uno compreso nell'impronta è compreso tra sette e otto, o sette o otto, altrimenti non voo... si violano le definizioni dell'indice di qualità, allora l'indice di qualità abbiamo scoperto, abbiamo visto che ci consente, entro certi limiti ovviamente, di risalire un pochettino ad alcuni elementi della struttura dell'impronta, perché è importante questo? Perché l'estrattore per conto suo quando ci fornisce un azimut e una distanza ci fornisce un punto ma non ci dice niente, fino a quel punto di come era fatta l'impronta su cui ha lavorato l'algoritmo dell'estrattore, la disponibilità dell'indice di qualità ci consente, come dico entro certi limiti

che vedremo, di dire qualcosa di più su come era fatta l'impronta, no, veniamo... sulla base di questo abbiamo fatto quello che poi ho chiamato il catalogo delle impronte, vediamo... adesso lo presenterò questo catalogo dell'impronta, ma bisogna capire come sono rappresentate le impronte, no, questo è diciamo il record tipico di un catalogo delle impronte, qui a sinistra, nella colonna a sinistra è riportato il valore di Q, il Q evidentemente andrà da cinque a quattordici, perché quindici sappiamo che non dice più niente, e... questa lettera sta semplicemente a indicare quando ci sono più di una possibile realizzazione, qui è indicato il numero di uni che sono... che sono contenuti nell'impronta e questa è la distruzione dell'impronta, ecco queste impronte sono tutte allineate in modo tale da portare nel... in corrispondente dello zero l'azimut stimato secondo l'algoritmo che abbiamo visto prima, e qui sono indicate le posizioni del bit numero cinque, del bit numero sette da cui dipendono queste posizioni, quando in questa rappresentazione c'è indicato il... un numero, vuol dire che questo è un bit fisso, vuol dire

che in quella posizione c'è sicuramente un bit, in questo caso è il quinto, il numero cinque sta a indicare l'ordine, è il quinto e questo è il settimo, l'ultimo, sappiamo che c'è il se... ci sono sette... sette bit, quindi questo è l'ultimo, invece la presenza di X, sta a indicare che qui ci sono, dei bit in particolare tra cinque e sette sappiamo che c'è n'è uno, ma la sua posizione non è fissa, è in questo intervallo, però sappiamo che c'è n'è uno solo, perché c'è un solo X, così come sappiamo che ci sono quattro bit che sono a sinistra del numero cinque, ma sulla posizione non possiamo dire nulla, non possiamo... sappiamo solo che ce ne sono quattro, posti in punti che non... devono stare evidentemente all'interno della moving window però non sappiamo dire di più, quindi questo è il modo con cui rappresentiamo, quindi di impronte ce ne sono moltissime però hanno... ci sono alcuni punti fissi a seconda dell'inizio di qualità che ci consentono di classificarle un pochettino, queste sono posizioni variabili, questa è una posizione variabile solo per capire, per dare conto poi della rappresentazione che utilizziamo, ecco questa per esempio è il

catalogo delle impronte, una parte del catalogo delle impronte fatto per i Radar Marconi. Proviamo a leggerne uno o due, tanto per capire che senso... il senso di queste cose, questa è l'impronta che si... c'è n'è una sola, con l'indice di qualità uguale a quattordici, ci sono otto bit e sono messi in queste posizioni, non significa necessariamente che ci devono essere otto bit contigui, però significa che ci sono il bit sei e il bit sette, in queste posizioni, gli altri possono essere... sono sicuramente cinque da questa parte e uno da quest'altra parte, ma la posizione non sappiamo dire nulla, ma però questa è la struttura, per la... l'indice di qualità quattord... tredici, abbiamo due alternative, l'ho chiamate A e B, uno con sette bit e l'altra con otto bit e qui sono, ci sono tre bit fissi che sono i cinque nell'alternativa A, sono tre bit fissi in queste posizioni e gli altri quattro sono sicuramente a sinistra non a destra, non ci sono, però non possiamo dire di più, nella versione B abbiamo bit sei e il bit sette bloccati in queste posizioni, gli altri invece sono variabili, uno a destra, gli altri a sinistra, ecco, questo è il modo con cui

rappresentiamo queste... queste impronte, qui in questa tabella sono rappresentate le impronte dal quattordici al nove e in quest'altro pezzo ci sono le restanti da otto a cinque. La cosa interessante dal nostro punto di vista, è che se prendiamo delle situazioni con indice di qualità minore di tredici, si vede che ci sono almeno due gruppi distinti di uno nella impronta, cioè l'impronta non è... non sono ammesse delle situazioni di uni contigui, quando l'indice di qualità è al di sotto di tredici, ma ci sono almeno due gruppi, questo sarà importante per valutare poi, gli effetti del blanking, tutte queste cose, perché c'è una impronta che contiene dei buchi intermedi sicuramente l'entità, la posizione sappiamo dire qualche cosa, ma non... non molto di più, però sappiamo che ci sono dei buchi... e questo sarà importante nella analisi, nell'evoluzione di secondo livello che faremmo verso la fine della presentazione, per quello che arrivava ai risultati finali, per adesso direi importante è questo:  $Q$  minore di tredici, significa impronta almeno sdoppiata, vuol dire non impossibile una impronta contigua, questo per le definizioni del... del valore di  $Q$ , lo stesso

ragionamento si può fare anche per Selenia, è più complicato perché per Selenia a differenza del Marconi, la soglia di qualità è otto, vi ricordate la definizione e quindi veng... viene un numero... un numero di possibili impronte un pochino più elevato e non sto a raccontarvi cose... le utilizzeremo marginalmente per valutare le cose, però potete capire che con lo stesso criterio si possono ricavare delle... un catalogo delle impronte, cioè dei vincoli sulle strutture delle impronte radar su cui ha operato l'estrattore, vedete sono molti di più, sono qui tutte elencate, e naturalmente nel caso del Selenia non c'è il limite minimo di zero ma c'è il limite... il limite minimo di cinque, ma va... possono andare fino a zero, abbiamo anche dei casi di qualità zero, no, ecco questo è un... una preelaborazione che ho voluto presentare qui, perché poi i risultati di questa saranno utilizzati più avanti. L'ultimo argomento di carattere, diciamo, di studio di sistema se vogliamo, cioè non entra ancora nei problemi specifici del... dell'incidente Ustica, ma riguarda invece la caratterizzazione, le caratteristiche del radar, riguarda il problema

dei lobi laterali di antenna. Anche qui su questo argomento avevamo prodotto delle... un documento che il titolo è richiamato qui, vediamo come nasce questo problema, come è nato anche storicamente questo problema. Nasce da un confronto se vogliamo, tra alcuni risultati che sono stati messi in evidenza dal Professor Dalle Mese e alcune osservazioni che su questi risultati hanno fatto i Periti di Parte, come di dice, inquisita, accusata, in particolare l'Ingegnere Giubbolini. Allora la relazione Dalle Mese aveva individuato dei gruppi di solo, di plots solo primari, interpretandoli come appartenenti a tracce di aerei, che privi di transponder si trovavano in aree contigue al DC9, eccetera eccetera. La relazione Giubbolini invece, sempre su queste tracce di solo primario arrivava alla conclusione che queste tracce di solo primario erano... potevano essere dovute a lobi laterali, secondo un meccanismo che adesso vediamo un pochino più nel dettaglio, no, il problema era capire chi ha ragione, cioè almeno dal nostro punto di vista, e cercare di avere più elementi per capire, per farci una nostra valutazione su questo problema e quindi avere,

diciamo, delle indicazioni secondo il nostro metro di giudizio tecnicamente attendibili. Vediamo anzitutto come nasce, come può nascere il problema dei lobi laterali. Supponiamo di avere un'antenna radar qui stiamo... stiamo guardando l'antenna dall'alto e quindi vediamo le caratteristiche del diagramma di radiazione in azimut e normalmente l'antenna ha un lobo... un lobo principale abbastanza stretto che consente quindi la valutazione dell'azimut, qualche volta per qualche... per qualche motivo può avere dei lobi laterali, cioè delle direzioni in cui si ha un certa sensibilità del radar non così elevato come nella direzione principale, ma certamente non trascurabile, ho chiamato lobo secondario questo, lobo principale questo e chiaramente tutte le attribuzioni che il radar fa di ritorni ricevuti, le attribuirà all'asse elettrico corrispondente al lobo principale, questo è fuori discussione, no, se però c'è presente questo lobo laterale, possono nascere dei problemi. Allora supponiamo che ci sia un ostacolo in una certa direzione, ostacolo con le solite caratteristiche di riflessione, se l'antenna ruota arriva a un certo punto, il lobo principale si trova nella

direzione corretta e quindi illumina l'ostacolo, ritorna l'Echo, eccetera eccetera, viene attivato il processo di decisione e viene restituito un plots una posizione, cioè una indicazione di distanze azimut che in queste condizioni è corretta perché è originata dal lobo principale de... di antenna, e l'ho chiamato plots corretto, andiamo avanti, l'antenna continua a girare nella sua rotazione uniforme, se c'è un lobo secondario di un... di un'ampiezza non trascurabile, non dico necessariamente uguale a questa, ma non trascurabile, tale cioè che il segnale ricevuto sia superiore alla soglia, allora possiamo avere un secondo rilevamento, naturalmente questo secondo rilevamento il radar in quale azimut lo colloca? Lo colloca nell'azimut in cui in quel momento si trova l'asse di antenna, quindi il... il radar attribuirà questo Eco che arriva da questo per via... attraverso questo lobo laterale, però lo attribuirà a questa di quest'altra direzione, quindi ci troviamo un lo... un ritorno che pur essendo prodotto dall'Echo naturale diciamo del... dell'ostacolo che si trova in questa direzione, verrà dal radar attribuito alla... alla posizione che in quel

momento assume l'asse elettrico dell'antenna, cioè diversa, lo chiamiamo falso plots non lo chiamiamo falso allarme, lo chiamiamo falso plots perché è un plots che in realtà fisicamente ha un senso, soltanto che sfalsato in posizione. Che caratteristiche hanno questi due plots. Hanno la caratteristica di avere la stessa distanza, ovviamente bisogna fare l'ipotesi per avere la stessa distanza, bisogna fare l'ipotesi che nell'intervallo di tempo che intercorre tra la posizione di antenna che punta verso l'ostacolo e la posizione di antenna che punta in questa direzione, l'ostacolo non si sia praticamente mosso, però date le velocità e se consideriamo degli angoli relativamente piccoli, questa assunzione è abbastanza ragionevole, quindi diciamo che se non hanno proprio la stessa identica distanza, hanno distanze molto prossime se vogliamo, eh, e questa è la caratteristica che distingue i plots dovuti ai lobi laterali da quelli dovuti al lobo principale. Allora abbiamo cercato, visto che questa... questo fenomeno effettivamente si manifesta, abbiamo cercato di valutarne l'entità da un certo punto di vista e di darcene, come dire, una spiegazione che sia un

pochino convincente anche sul piano fisico al di là di quelli che sono i semplici numeri che vengono da una statistica derivante dall'analisi delle registrazioni. Come abbiamo fatto questa valutazione? Allora abbiamo preso tutte le registrazioni disponibili al radar... relativamente al Radar Marconi tre, abbiamo usato l'estrattore tre perché quello che sembra dalle analisi quello più sensibile, però da tutti questi... da tutti questi plots che sono disponibili sono una quantità enorme, abbiamo eliminato alcune classi, le vediamo, quasi di so... di solo primario che sono quelle comprese nell'intervallo meno cinquantun gradi, meno cinquantatre, si vede abbastanza facilmente che sono interferenze, non si sa bene l'origine, tra ottantacinque e ottantasei gradi, anche qui c'è una interferenza che sia accertato, questo lo aveva accertato la relazione Misiti, interferenza da televisione, nell'intervallo duecentosettantadue, duecentosettantatre gradi è... sono molti plots di solo primario che sono generate da un'ogge... io ho chiamato oggetto al largo della Corsica non meglio identificato, però un oggetto reale che esiste, eccetera, e dà luogo

a molti plots primari che, era inutile considerare, e poi ancora l'intervallo trecento, trecentocinque, e in questo intervallo sono compresi dei falsi Echi dovuti a rumore generato dal sole all'orizzonte, quindi anche qui ci sono dei fiotti di... di risposte primarie, generate da rumore molto intenso e queste le abbiamo scartate, non le abbiamo prese in considerazione, però questo rappresenta soltanto l'elimina... l'eliminazione. Dopo di che ovviamente il confronto che deve essere fatto, deve essere fatto tra un plots che comprende primario e secondario o almeno secondario e dei plots primari, però per essere... per fare dei... dei... delle valutazioni significative, abbiamo preso in considerazione dei plots S.S.R. o combinati comunque dotati di codice, che compaiono almeno dieci volte, cioè che siano delle tracce consolidate, altrimenti non riusciamo a fare... **VOCI:** (in sottofondo).

**CONSULENTE PENT MARIO:** prego? **PUBBLICO MINISTERO**

**AMELIO:** c'è scritto meno...(voce lontana dal microfono). **CONSULENTE PENT MARIO:** sono

eliminati, sono esclusioni queste, questo significa che vengono prese in considerazione

quelle che hanno... VOCI: (in sottofondo).

CONSULENTE PENT MARIO: come? VOCI: (in sottofondo). PRESIDENTE: sì sì, perché esclusi.

CONSULENTE PENT MARIO: sì, sono esclusi quelli che compaiono almeno dieci volte, quelli tengo in conto quelli che compaiono almeno dieci volte, okay, siamo tutti d'accordo? PRESIDENTE: sì, sì.

CONSULENTE PENT MARIO: ecco, questo solo per capire diciamo, l'oggetto su cui abbiamo fatto valutazioni statistiche. Allora, come procediamo, scegliamo un certo codice di identità, significa scegliere un particolare volo, no, un codice di identità vuol dire un particolare volo, prendiamo di questo un... un plots che sarà o un S.S.R. o un combinato, comunque che contiene questo codice, intorno a... questo plots sarà caratterizzato da una certa distanza e da un certo angolo, andiamo a cercare allora, tutti i plots che sono... stanno in una corona circolare se vogliamo, che è a distanze comprese tra quella osservata e più o meno zero cinque miglia nautiche, quando dicevamo prima che avevano la stessa distanza, qui abbiamo aperto un pochettino un intervallo, abbiamo detto distanze prossime, in prossimo si è tradotto dal punto di vista

dell'algoritmo della... della valutazione in più o meno zero e cinque nautica... miglia nautiche, e abbiamo osservato un'estensione di quattro secondi di tempo intorno a questo punto, cioè siamo andati a cercare se c'erano dei plots primari che avessero una distanza molto prossima a quella di questo plots secondario e evidentemente spostati in angolo. Tutti i plots primari che cadono in questa fascia, sono candidati a essere risposte di lobo secondario, no, il meccanismo che abbiamo visto prima di generazione, attraverso i lobi secondari, porta le risposte, se ci sono in questo ambito, e quindi diciamo, cercando di estrarre di... di individuare questi plots sono potenziali falsi Echi, dovuti a lobi laterali, dico potenziali perché potrebbero anche essere sporadici, adesso vedremo come superare questa difficoltà. Allora i risultati sono rappresentati in queste tabelle, queste tabelle sono ovviamente ordinate per voli, i voli sono rappresentati da... dalle corrispondenti codici... codici di modo A e poi ci sono delle indicazioni, degli angoli che rappresentano le differenze tra il plots reale, quello secondario, quindi quello sicuro e il

plots primario che stiamo prendendo in considerazione, quindi meno quaranta, questo sette... il volo A0475, presenta sette plots primari che si trovano sempre nell'intorno di quaranta gradi, che si trova alla stessa distanza di un plots secondario, si trovano a quaranta gradi spostati rispetto al... al plots principale e così via, quindi abbiamo fatto una... una statistica di questo genere, c'è n'è un'altra che verrà nella pagina successiva, dove ci saranno invece le differenze angolari positive, qui ci sono tutte le differenze angolari negative, ma prendiamo in considerazione soprattutto, quelle più significative, cioè quelle dove si verificano un numero elevato di... di occorrente, sessantanove, cinquantacinque, corrispondono a meno quaranta e meno venticinque gradi, cioè troviamo che molti di questi, la maggior parte di questi si trovano replicati a differenze angolari di meno quaranta, di meno venticinque, e in modo analogo, osservando l'altra parte, cioè le differenze positive, abbiamo anche qui delle differenze angolari significative che sono tredici gradi, ventisette e cinque e quarantatre, qui rappresenta il numero totale di occorrenze

che ci ritroviamo per questi angoli, ci sono anche altre posizioni però quando il numero è così limitato possono essere dei falsi allarmi, possono essere degli incroci, quindi abbiamo trascurato queste posizioni angolari, abbiamo preso in considerazione soltanto quelle cinque differenze angolari che danno luogo a un... un effetto marcato significativo, cioè con un numero consistente di queste cose. Questa però è soltanto un'analisi qualitativa, osserviamo che si verificano queste cose, per diciamo essere più convinti, per cercare di convincere noi stessi anzitutto, abbiamo cercato però di verificare, di cercare un meccanismo in grado di spiegare come mai vengono queste cose, no, il lobo laterale da solo, è un meccanismo povero descritto così, quindi si tratta non... la nostra sensazione è che non è soltanto un problema di lobi laterali, ma queste cose devono verificarsi in certe condizioni, abbiamo cercato di ricostruire almeno a livello di modello un meccanismo che fosse, come dire, soddisfacente per dar ragione di questo fenomeno, e perciò ci siamo costruiti un modello di studio, su cui abbiamo fatto delle valutazioni che adesso vedremo. Questo modello di

studio parte da alcune equazioni, mi dispiace ma ogni tanto bisogna pure utilizzare le cose, questa equazione quella che vedete qui in alto, rappresenta la potenza ricevuta da un radar in generale, nel caso generale, vediamo solo rapidamente quali sono gli elementi che intervengono, c'è la potenza trasmessa, c'è il guadagno dell'antenna, la lunghezza d'onda, questa è la sezione equivalente radar dell'ostacolo, cioè diciamo le dimensioni radar, non le dimensioni fisiche ma le dimensioni viste dal radar, questa è la distanza che entra a denominatore con la quarta potenza e il resto sono... allora perché ci sia rilevamento in generale, possiamo dire che bisogna che la potenza ricevuta sia superiore ad un certo valore di potenza minima, ma se la potenza ricevuta è inferiore a questa soglia non rilevo nulla, no? Allora, come calcolare la... la potenza minima ai fini di questo modello, attenzione, ai fini di questo modello, allora possiamo metterci nelle condizioni se osserviamo un... un aereo e visto che dobbiamo confrontare le risposte di questo aereo, possiamo mettere, metterci nelle condizioni di andare a vedere la

massima distanza a cui questo aereo è stato rilevato, ci abbiamo una traccia completa, possiamo andare a cercare il... il plots che è corrispondente alla massima distanza, attenzione, massima distanza, in questo atto l'oggetto è stato rilevato attraverso il radar primario quindi dovremmo andare a cercare i plots combinati evidentemente. Quindi qui dentro c'è sigma R massimo al quadrato, R massimo alla quarta potenza, pardon, e questa sezione equivalente, che cosa rappresenta, rappresenta almeno approssimativamente la sezione del... dell'aereo quando è visto di coda o visto di prua, a seconda che sia un aereo che sta andando dal centro verso la periferia oppure viceversa, perché prendiamo in considerazione entrambi i versi, quindi è un po' una specie di sezione equivalente radar di riferimento quando è visto di prua o visto di coda, è un modello molto approssimato, lo premetto, eh? Allora supponiamo che... adesso di chiamare G primo il guadagno di questo ipotetico lobo laterale, abbiamo detto che abbiamo una... un'antenna che è un certo guadagno del lobo principale e poi abbiamo un lobo laterale, supponiamo che sia G primo, allora qual

è la potenza ricevuta dal lobo laterale? E' la stessa equazione di prima soltanto che al posto di  $G$  dobbiamo metterci  $G$  primo, evidentemente e perché ci sia rilevamento ancora dovrà essere sempre  $P$  primo, maggiore di  $P$  minimo, allora questa è la condizione che ci interessa, se mettiamo a confronto le due formule viene fuori, visto che la potenza è la stessa quindi va via, e rimangono in evidenza soltanto alcuni elementi di questo modelli, alcuni elementi significativi, in particolare la condizione di rilevamento secondo questo modello mette in gioco il rapporto fra i guadagni, guadagno ripeto del lobo laterale rispetto al guadagno del lobo principale, la distanza che sto considerando  $R$  al quadrato rispetto alla distanza massima e la radice quadrata del rapporto tra la sezione equivalente in quel momento e la sezione equivalente minima, quella vista di coda, l'abbiamo visto prima. Come dico è un discorso molto approssimato, ecco, questo è il significato  $R$  al quadrato diviso  $R$  massimo al quadrato, è il quadrato del rapporto fra la distanza in cui si verifica il rilevamento del lobo laterale e la massima distanza, questo è il rapporto tra la sezione equivalente radar del

nostro aereo di muso o di coda e la sezione equivalente radar che presenta nel momento in cui si verifica questo particolare evento, no, non è detto che l'aereo sia sempre di muso o di coda, no? Allora, il punto chiave è un po' il modello che stiamo costruendo di questo rapporto sigma zero su sigma, sigma zero su sigma ripeto è il rapporto tra la... la sezione equivalente radar vista di... di muso e la sezione equivalente, ora questa dipende molto dall'assetto del velivolo cioè dal modo con cui il velivolo è orientato, rispetto alla congiungente tra il radar e il velivolo. Abbiamo assunto, se si va a vedere sui libri, sui vari testi, si vede che questa sezione equivalente radar al variare dell'angolo di vista, dell'angolo certo cui viene osservato, varia moltissimo, ci sono forti variazioni, con dei diagrammi molto complicati, ora per non legarci troppo abbiamo scelto comunque un modello che mette un modello di andamento della sezione equivalente radar al variare dell'angolo di vista che ci è sembrato ragionevole e che è un po' preso, come dire, da una media ed è rappresentato in questo diagramma, lo zero, questi sono angoli visti da prua, no, visti da... dalla direzione

più lo zero decibel questo rappresenta il rapporto espresso in decibel fra la sezione equivalente radar in una particolare direzione e quella vista di prua, chiaramente cominciamo da zero decibel che vuol dire uno in rapporto unitario, poi supponiamo che per valori di angoli inizialmente scenda un pochettino e poi soprattutto abbia un valore massimo che più o meno corrisponde alla sezione trasversa, novanta gradi vuol dire che l'aereo viene osservato non di prua ma di lato, giusto, se viene osservato di lato, noi nel nostro modello, utilizziamo un... supponiamo che la sezione equivalente radar sia trenta decibel superiore a quella che ha di punta, e abbiamo assunto questo ed è semplice, lo stesso, naturalmente quando viene visto dall'altro lato e questo ci serve come modello per rappresentare in qualche modo le variazioni della sezione equivalente radar al variare della direzione da cui è visto l'aereo dal radar, naturalmente dipende dalla rotta del... dell'aereo. C'è ancora una cosa importante e cioè qual è questo angolo da cui è visto, allora siccome abbiamo tutta la traiettoria e siamo in grado di... di ricostruire la traiettoria del

velivolo, naturalmente dobbiamo fare una ipotesi, perché senza questa ipotesi non sappiamo andare avanti e cioè supporre che la prua del velivolo, quindi la... sia sempre in linea con la direzione del moto, cioè che non ci sia scarrocciamento, no, questo però è un'ipotesi che siamo costretti a fare perché altrimenti non... non abbiamo informazioni su qual è la deviazione tra l'angolo di prua e la direzione di moto, perché questo dipende dal vento, cose che non sono assolutamente note, quindi facciamo l'ipotesi che questa differenza sia zero e cioè che l'angolo di prua sia uguale alla direzione, la direzione la possiamo calcolare perché conosciamo la geometria del moto, e possiamo fare anche una stima, mediante gli algoritmi tipo alfa, beta, eccetera eccetera. Dobbiamo però ancora aggiungere due elementi per avere un modello ragionevole, il primo è la presenza del processore MTI, ne ho già accennato prima che cos'è il processore MTI, è l'elaborazione che fa il radar sulle risposte ricevute, quando queste risposte sono relative a ostacoli vicini per eliminare gli Echi fissi, avevamo detto che la presenza di questo avviene... interviene al di sotto di una certa

distanza e la presenza di questo... di questa componente dell'elaborazione introduce anche una certa perdita, questa perdita però è funzione della velocità radiale, allora abbiamo fatto una ipotesi così non... non sappiamo come è fatto l'elaboratore MTI che c'è... che è stato messo nel Marconi, sappiamo che c'è, sappiamo che opera fino a... a ottanta miglia mi pare, abbiamo assunto una... un andamento della perdita, della... dell'attenuazione dovuta appunto alla presenza di questo che è funzione della velocità con... di questo tipo, è un po' arbitrario, però tiene conto del fatto che la perdita, l'attenuazione è più elevata quando le velocità sono basse e invece quando le velocità... attenzione questa è la componente radiale della velocità, la radiale vuol dire, la velocità della componente lungo la congiungente in radar con il... con il... velivolo. Ci sarebbe stato un altro... un altro elemento da tenere presente e cioè il sistema cosiddetto S.T.C., Sensivity Time Control, qualche cosa che sempre per ostacoli vicini riduce la sensibilità del radar, questo per evitare saturazioni da Echi che provengono da ostacoli molto vicini, non sappiamo molto su

questo, abbiamo delle ipotesi però almeno a livello iniziale non abbiamo tenuto in conto e abbiamo cercato se mai di reintrodurlo a livello di commento dei risultati e lo vedremo tra un momento. Ci sono dei casi in cui non è disponibile la distanza massima di rilevamento, perché per esempio l'aereo percorre nell'intervallo di osservazione una traiettoria più o meno circolare e allora abbiamo preso come valori, due valori massimo e minimo in modo tale da essere... da avere delle indicazioni, gli estremi. Allora, come utilizziamo questo modello di studio, vediamo un momentino per capire poi i risultati e renderci conto della loro utilizzabilità, allora scegliamo un particolare volo, un particolare aereo, allora possiamo costruire questo parametro e ricordate che questo parametro  $R$  quadro, diviso  $R$  quadro massimo per la radice è la grandezza che se supera certi valori è quella che dà luogo al rilevamento da parte del lobo secondario, e facciamo quella curva di questo parametro  $\gamma$  in funzione del tempo e su questa curva, segniamo perché abbiamo tutto disponibile segniamo i punti, gli istanti di tempo e quindi i punti di quella curva in cui

si hanno questi rilevamenti anomali, problemi di capire se questi rilevamenti anomali hanno senso con... ripeto un modello di questo tipo, allora se gamma assume un valore sufficientemente piccolo, allora sembra ragionevole attribuire questo ai lobi laterali e quindi giustificare il meccanismo e... adesso vi farò vedere i risultati di questo... approccio a una serie di... tutti quelli che abbiamo esaminato, non tutti... vi present... si possono classificare in categorie e ne presenterò uno per ognuna di queste categorie, dicendo anche quali altri voli si possono ricondurre a questa tipologia, prendiamo il volo 044 ecco, e... quella curva gamma si presenta in questo modo e si scopre che questi rilevamenti anomali sono proprio in corrispondenza di questi minimi e... voi direte perché non sono centrati, perché non sono centrati, perché il modello è approssimato, ma certamente la presenza dei rilevamenti in corrispondenza di questi minimi, significa che questi rilevamenti si sono verificati quando l'aereo presentava a radar, diciamo, il fianco, quasi fianco, quando era visto, cioè di fianco, allora questo è un elemento che secondo noi gioca a favore

dell'ipotesi dei lobi laterali, perché i lobi laterali non si verificano così... ma si verificano quando essendoci un lobo laterale l'aereo si presenta nelle condizioni giuste, nelle condizioni... cioè di avere elevata sezione equivalente radar, questo è vero per lo 044 e in modo analogo valgono anche le curve analoghe non le ho riportate per brevità quelle del volo 0445 e 1142 il 2000A invece, 2000 in realtà si chiama A piccolo, perché sotto la sigla 2000, che è chiaramente un volo militare, ci sono due aerei, che rispondo... due aerei che percorrono due percorsi diversi, e... li abbiamo distinti A e B, si presenta in questo modo del 2000 non abbiamo un massimo e un minimo, abbiamo preso i massimi e i minimi da altri voli, anche qui si vede che gli Echi potenzialmente da lobi laterali si verificano proprio in corrispondenza di questi minimi, cioè al solito il verificarsi in corrispondenza di questi minimi significa in corrispondenza del... visibilità dal lato, da un fianco di questo aereo, in funzione della sua rotta, delle sue velocità e così via, appunto qui ci sono due curve perché non è disponibile una distanza massima di rilevamento, perché abbiamo

un tempo limitato, quindi probabilmente l'aereo è iniziato molto prima e quindi nell'intervallo di osservazione che sono a circa ottanta minuti si è mantenuto in quelle distanze, anche questi ripeto sono in prossimità di un minimo di gamma, abbiamo il 1135 si presenta più o meno così, ecco, nel 1135 osserviamo e... una che... ci sono su questo minimo, non ci sono su questi altri minimi però osserviamo che in questa zona a partire da questo punto, è... questo è un aereo che sta atterrando a Fiumicino e quindi viene sempre più vicino al radar e quindi in questa zona si trova al di sotto di venticinque miglia nautiche e molto probabilmente interviene in questo punto a questo punto quel controllo S.T.C., perché questo ci tornerà con altri esempi che abbiamo fatto prima, e per di più un'elevazione molto bassa perché l'aereo è in atterraggio, quindi sembra giustificabile l'assenza di... risposte di questo tipo in questa zona per il fatto che il radar è molto vicino, e molto probabilmente c'è stato un intervento del controllo di guadagno e quindi ha cambiato le carte in tavola, diciamo così, però questi sono in prossimità di un minimo di gamma e in modo analogo se più o meno alla stessa maniera

si comportano i mille e centoquaranta, il 5 3 5 6  
il 5 3 5 7, e... ecco poi facciamo una verifica,  
abbiamo fatto delle verifiche di segno opposto,  
cioè verificiamo che quelli che invece non  
presentano dei segni anomali non si trovino nelle  
condizioni, per esempio, prendiamo il 4417 che  
non ha rilevamenti anomali e in effetti la curva  
gamma è sempre molto alta, se andiamo a fare... a  
tracciare quella curva, sempre molto alta, sempre  
maggiore di 0 D.B. quindi non ci si aspetta che  
vengano fuori di coi... e alla stessa maniera,  
curve dello stesso tipo si tengono per 2177, il  
52 42 e il 52 57, 0443 anche questo non ci sono  
rilevamenti anomali, però la curva qui scende,  
però in realtà e... tutto questo volo, almeno  
nel... periodo di osservazione è minore di  
venticinque miglia nautiche, cioè nelle  
condizioni in cui presumibilmente è intervenuto  
il controllo automatico di guadagno l'S.T.C. e  
quindi non sono più applicabili questi modelli,  
in modo analogo si comporta il 5 3 71, anche il 5  
3 70 è in queste condizioni e anche qui siamo  
sempre ad aerei che sono vicini probabilmente  
questo è un aereo in partenza e comunque il  
problema è esattamente lo stesso, vedete che

quando esce da questa azione venticinque miglia nautiche il valore di gamma è già di nuovo elevato tale quindi da giustificare la non presenza, il 200 e 26 anche questo e... qui è un aereo in transito e questa zona si verifica per distanze minori, passa praticamente sopra a Fiumicino e... la distanza è minore di venticinque miglia nautiche e di conseguenza si verificano più o meno quelle condizioni di cui sopra, e in modo analogo 1 2 e 35. 1141 anche qui e... siamo in queste condizioni, questa zona... l'elevazione molto elevata, quindi dobbiamo tener conto delle potenziali diverse caratteristiche in elevazione e qui osserviamo che per elevazione molto elevata non si hanno... non si verificano queste cor... solo un plots anomalo che però si presenta esattamente su questo minimo, questo risultato come lo interpretiamo, lo interpretiamo in questo senso, che il diagramma di regressione del lobo secondario, in elevazione e diminuisce la crescita dell'elevazione e però in certe condizioni può ancora dare un luogo... luogo a un rilevamento e vedi caso, quando questo si verifica è proprio sul minimo di quella curva, quindi in un certo senso, contribuisce a

giustificare questo modello. Conclusioni, il fatto che questo modello di studio sia in buono accordo, cioè sostanzialmente mi faccia arrivare a questa conclusione e ci sono lobi laterali perché osservo delle risposte non solo e... ad angoli distinti, ma quando gli aerei che danno risposta sono nelle condizioni giuste, cioè quando presentano una sezione equivalente radar più elevata, perché sono messi al traverso cose di questo genere, allora il fatto che questo modello sia in buono accordo e... significa sostanzialmente che bisogna riconoscere la presenza di questi lobi laterali, le antenna... per esempio un antenna con dei lobi laterali una stima molto grossolano evidentemente, del... livello relativo del lobo laterale, rispetto al lobo principale che dà ragione abbastanza secondo questo modello è compresa tra -20 e -15 decibel. A questo punto io però non posso... non ricordare quello che mi pare in una relazione dice il Professor Tiberio che è un esperto di antenne, dice così... così le antenne radar non funzionano così, sarebbe un'antenna fatta molto male, e quindi effettivamente bisogna riconoscere questa osservazione tecnica da un esperto di antenna è

perfettamente condivisibile e allora come mettere d'accordo queste cose, io ho soltanto... riesco solo a formare delle ipotesi, perché le evidenze, diciamo, dei rilevamenti sono troppo importanti per poterle liquidare così con un... un'affermazione basata sulla buona pratica delle antenne, io un'interpretazione che però non essendo un esperto di antenne è soltanto un tentativo e... però per la... lo posso dare, e cioè la struttura, l'antenna del Radar Marconi è una struttura aperta non protetta da random e per di più mi pare che l'illuminatore fosse una schiera lineare, per cui non è escluso che in condizioni particolari i corpi estranei possono avere o urtato o ingombrato o... diciamo, ostruito in qualche modo alcuni di queste cose e quindi aver portato delle alterazioni con la presenza di lobi laterali ovviamente non da progetto, perché non credo che nessun progettista progetterebbe un antenna con questo, ma dovute a queste, diciamo, variazioni delle condizioni è un'ipotesi basta essenzialmente sull'osservazione che il Radar Marconi era una struttura aperta e quindi accessibile all'intervento di corpi estranei e cose di questo genere, però è l'unica

spiegazione in ogni caso la nostra posizione su questo problema è questa, le evidenze di questi rilevamenti, le coerenze che questi rilevamenti hanno nei confronti di altri rilevamenti proprio principali, eccetera eccetera, sono così elevate che e... non si può non assumere la presenza di lobi laterali e quindi accettare quel modello di generazione di plots che... è indicato, quindi le osservazioni anomale che abbiamo visto prima sono responsabili del... di questa... di queste cose, fin ora non abbiamo mai parlato del 1136 perché come al solito quando facciamo delle valutazioni di sistema, e cerchiamo di recuperare informazioni sul radar, cerchiamo di escludere il 1136 che è il nostro volo perché evidentemente vogliamo delle valutazioni indipendenti, però se applichiamo questi risultati al 1136 che cosa otteniamo... le curve per i 1136, anche in questo caso abbiamo che queste curve e questi eventi si verificano in prossimità di un minimo di... minimi della curva gamma e quindi possiamo dire che anche i 1136, è affetto da rilevamenti anomali da lobi laterali, no, per la stessa ragione di prima, allora con queste cose, possiamo reinterpretare le tracce, PR le ho

indicate PR XX, PR1, PR2, PR3 che aveva indicato il Professor Dalle Mese nella sua relazione, sono dodici tracce, ecco secondo questa interpretazione, allora e... alcune di queste tracce sono da attribuirsi... da considerarsi tracce reali, cioè corrispondenti ad un oggetto reale, altre invece sono da attribuirsi a lobi laterali e ad altre aerei che in... generano queste attraverso il meccanismo dei lobi laterali e qui c'è l'elenco completo, abbiamo che la PR1 e la PR2 sono da attribuirsi al 1136 con i lobi laterali e +43 e -27, eccetera eccetera, non sto a leggerle tutte, invece le PR3, PR4 e PR5, sono effettivamente da considerarsi tracce reali... perché non soddisfano a questi... a questi criteri, vediamole queste tracce, queste sono prese direttamente dalla relazione Dalle Mese, questo è il volo 1136, questa è la PR1 e questa è generata dal 1136 attraverso il meccanismo dei lobi laterali, questa è la PR2, come sopra, un altro lobo laterale, questa è la PR3 invece che è una traccia reale, attenzione tra l'altro uno dei motivi, per cui non può essere girata dalla 1136 e che questa viene percorsa in senso sud-nord, anziché nord-sud, andiamo avanti, vediamole

tutte, questa è la PR4, anche questa è una traccia reale, questa è la PR5, traccia reale le altre invece sono tracce generate dai lobi laterali, queste da... alcune da 1136 e questa è la PR5 che abbiamo già visto prima e... questa è la PR6, la PR7, la PR8, la PR9, e poi ancora... cambiando scala, questa è la PR9, la PR10, la PR11, e la PR12, un'ultima osservazione su questa questione dei lobi laterali, andiamo a prendere in considerazione i voli, tra tutti quelli che abbiamo considerato, i voli che presentano un numero rilevante di occorrenze, prendiamo un valore arbitrario di riferimento 20, almeno 20, occorrenze, vuol dire Echi fasulli prodotti dai lobi laterali sono queste indicate qui, abbiamo queste cose varie, però se facciamo... consideriamo questa lista osserviamo un fatto e... inconfutabile la 1136 è fra tutti i voli quella che presenta il maggior numero di occorrenze, lo segnalo qui perché evidentemente bisognava dare una spiegazione di come mai questo aereo che è quello che ci interessa presenta un numero così elevato di occorrenze e questo però lo vedremo in un capitolo successivo, perché questo aspetto secondo noi va trattato, nel

quadro di una problematica specifica che è la presenza dell'aereo nascosto e quindi lo tratteremo poi più nel dettaglio, la spiegazione di questo fatto, un pochettino più avanti, ecco questo esaurisce la parte sui lobi laterali. Presidente, vado avanti o vuole fare una pausa non lo so. **PRESIDENTE:** no, andiamo avanti. **CONSULENTE PENT MARIO:** andiamo avanti. **PRESIDENTE:** (voce lontana dal microfono). **CONSULENTE PENT MARIO:** no no, io vado avanti, adesso attacchiamo a due... ecco solo per spiegare la logica di questi interventi, prima abbiamo fatto a parte il tuttor... iniziale, abbiamo analizzato e... alcuni problemi specifici del radar, cercando di evidenziare delle caratteristiche delle proprietà, eccetera eccetera, dell'integratore, il blanking, gli elementi della qualità, i lobi laterali, sono tutti elementi importanti che però non trattano ancora i problemi specifici e... relativi all'incidente e così via, ecco da qui in avanti parliamo di scenario, cioè cerchiamo di costruire lo scenario, scenario intendiamo l'ambiente radar che si può ricostruire a partire dalle registrazioni e dividerei lo scenario in prima

dell'incidente e dopo l'incidente, perché sono approccio significativamente diversi, no, quindi prima dell'incidente ci sono due argomenti, secondo noi da trattare, uno è l'argomento relativo ai plots -17 e -12 l'altro è il problema dell'aereo nascosto, la presenza di altri aerei eventualmente... c'è stata in qualche misura, come dire, trattata analizzando i lobi laterali che erano l'altro elemento che poteva essere, e invece la parte successiva riguarda il dopo l'incidente e questo invece ci sarà una problematica tutta diversa, perché... e Presidente, per me è indifferente cominciare dal -17 e -12 e l'aereo nascosto e... **PRESIDENTE:** (voce lontana dal microfono). **CONSULENTE PENT MARIO:** quale delle due. **PRESIDENTE:** quale sceglie lei. **CONSULENTE PENT MARIO:** no, la più corta o la più lunga? **PRESIDENTE:** prego è l'Avvocato... **AVV. P.C. MARINI:** Presidente, se... intanto più lunga o più corta io credo che comunque per le ci... facciamo in ogni caso almeno le 5:00 oggi? **PRESIDENTE:** sì, fino alle 17:00. **AVV. P.C. MARINI:** ecco. **AVV. P.C. GAMBERINI:** sì, quindi iniziamo un argomento Professore che lei ritiene di potere concludere in un'ora e tre quarti.

**CONSULENTE PENT MARIO:** eh, direi che forse per essere sicuri, comincerei il -17 e il -12. **AVV. P.C. GAMBERINI:** benissimo. **PRESIDENTE:** allora facciamo una cosa, cinque minuti cinque... **VOCE:** (in sottofondo). **PRESIDENTE:** ...cinque minuti di sospensione e poi andiamo avanti fino alle 17:00. **AVV. P.C. GAMBERINI:** va bene. **PRESIDENTE:** così. (Sospensione).-

#### **ALLA RIPRESA**

**PRESIDENTE:** Prego! **CONSULENTE PENT MARIO:** grazie, Presidente! Allora adesso cominciamo a parlare di e... scenario e cominciamo a parlare del... dello scenario prima dell'incidente, quindi sono gli elementi rilevanti a ricostruire e la situazione in cui si è venuto a trovare il DC9 al momento dell'incidente, guardando ciò che è successo prima, e a nostro giudizio sono due gli elementi importanti, e non siamo... non stiamo adesso ad andare a vedere tutti i piccoli dettagli, ma sono due gli elementi importanti che devono essere considerati, primo è l'interpretazione dei famosi plots -17 e -12, di cui parleremo tra un secondo e il secondo è invece la presenza o meno di un aereo nascosto dal DC9, di cui probabilmente parleremo la

prossima volta per ragioni di tempo. Cominciamo allora a parlare del 17 e 12, vediamo di che cosa parliamo, questa è una rappresentazione che vedete sullo schermo, una rappresentazione dei rilevamenti radar, diciamo, e... dell'ultima parte del tracciato del DC9, sono riportati in rosso i rilevamenti Marconi e in blu, i rilevamenti Selenia, si vedono poco con le crocette i rilevamenti di solo secondario, e i rilevamenti -17 e -12 sono quelli indicati da quei circoletti lì sulla sinistra su cui si è speso e... una quantità di... di tempo e di sforzi per cercare di dare una corretta interpretazione e diciamo che le interpretazioni sono sostanzialmente due, la prima interpretazione dà... attribuisce a questi rilevamenti alla presenza di un oggetto in particolare di un aereo, la seconda invece li attribuisce ad altre cause e non... quindi attribuendole ad un aereo, si tratta di capire quale fra queste due ipotesi appare la più verosimile e quindi di trarne poi le conseguenze e... su questo argomento si sono fatte moltissime cose, fin dall'inizio ma e... ci sono state varie... varie e... prese di posizione, sono

sostanzialmente e... vengono tutte queste informazioni vengono... sono state in qualche modo tratte dalla relazione Priore ma... **AVV.**

**DIF. EQUIZI:** Presidente... **CONSULENTE PENT MARIO:**

..dalla relazione Priore del... **PRESIDENTE:** no, scusi un attimo, perché qui ecco... **AVV. DIF.**

**EQUIZI:** no, la questione... **PRESIDENTE:** sì, appunto, no, se... **CONSULENTE PENT MARIO:** no, ma comunque si possono anche non considerare Signor Presidente, non sono rilevanti dal punto di vista della... **PRESIDENTE:** e allora... **CONSULENTE PENT MARIO:** non le consideriamo. **PRESIDENTE:** non le consideriamo. **CONSULENTE PENT MARIO:** possiamo cominciare dalla perizia Blasi, questa forse credo che sia... **PRESIDENTE:** certo. **CONSULENTE PENT MARIO:** ...anche se questo è più che altro una storia, che serve per... introdurre la complicazione dell'argomento, noi non faremo riferimento a nessuna di queste cose, il nostro modo di affrontare le cose sarà completamente diverso, comunque saltiamo pure tutto e... ci sono delle risposte ai quesiti, eccetera eccetera, anche qui appunto sono le due posizioni che sono venute fuori in varie... e rilevanti alcuni dicono che è falso allarme, altri dicono

che invece sono rilevamenti reali e così via. Se mi consente il Presidente, li salto tutti e... arrivo diciamo... anche la perizia Picardi ecco nella perizia Picardi, c'è un'affermazione che ci ha lasciato un po' come dire, forse va alla specificità perché Picardi sostanzialmente, perché Picardi vuol dire perizia Misiti, sono da attribuire a falsi allarmi anche se c'è un'affermazione che... lascia una porta aperta in un certo senso, dice: "possono dar luogo insieme con altri plots, dopo l'incidente a traiettorie di altri velivoli presenti al momento dell'incidente", è una possibilità, sembra una porta aperta, però non documentata, non sposata in ogni caso come è possibile. Veniamo all'approccio che abbiamo seguito noi, questo è forse la parte più importante, bisogna per... capire correttamente come abbiamo proceduto fare un... fissare alcuni elementi di tipo metodologico, i ragionamenti che facciamo sono ragionamenti di tipo probabilistico e quindi bisogna fissare bene il significato degli eventi che prendiamo in considerazione, no, allora qui do alcune definizioni che, dico, che cosa sono i rilevamenti che considero, anzitutto l'evento

osservato, l'evento osservato rappresenta i dati che abbiamo a disposizione e nella fattispecie l'evento osservato rappresenta dai due rilevamenti -17 e -12, ricordo cosa vogliono dire, questi numeri 17 e 12 sono i passi, diciamo, misurati a partire dal... dalla posizione 0 che è il momento del... l'ultima risposta del transponder, quindi siamo 17 e 12, interrogazioni prima dell'ultima... del transponder allora, l'evento osservato ripeto... sono questi due rilevamenti, che sono due rilevamenti in due celle di risoluzioni ben precise, sono quelle in cui sono stati, come dire rilevati dal radar, posizione, azimuth, distanza, eccetera eccetera. Allora dopo di che bisogna formulare delle ipotesi e noi ne formuliamo due ipotesi in alternativa, cioè una è il contrario della stessa, però bisogna vedere bene che cosa sono queste ipotesi, ecco l'ipotesi che io ho chiamato A, per usarla poi nell'annotazione successiva e sono ipotesi da verificare o questa o la sua contraria, la presenza di un aereo nella cella di risoluzione in cui si osserva il rilevamento -12, cioè attenzione qui uso una definizione molto precisa, cioè una generica

presenza di un aereo, ma la presenza di un aereo in un ben determinato punto, questo è una delle chiavi di lettura importanti; perché altrimenti non riusciamo poi a mettere, a formulare correttamente il problema dal punto di vista statistico, se non utilizziamo degli eventi sia per l'evento osservato, sia per l'ipotesi che siano ben localizzati nel tempo e nello spazio naturalmente, allora tanto l'ipotesi, cioè che ci sia un aereo nella cella in cui si osserva il rilevamento -12 accanto a questa c'è l'ipotesi contraria, cioè che non ci sia un aereo, sono le due ipotesi, allora il problema, è come importare le valutazioni di tipo statistico, eccetera eccetera, che ci consentono di decidere sulla base dell'osservazione disponibile quale fra queste due ipotesi appare la più ragionevole, la più verosimile, questa è la logica con cui procede tutto questo percorso. Dobbiamo ancora definire un certo numero di quantità che serviranno poi dopo una è... l'ho chiamata P con D, è la probabilità di rilevamento dell'aereo, eventualmente presente, questo lo utilizzeremo sarà un parametro di studio, cioè sarà una quantità che faremo variare entro certi limiti

per fare delle valutazioni, quindi questo non è una scelta fissa, ma è un parametro di studio, altre grandezze che intervengono poi vedremo come, la probabilità di falso allarme del radar e qui l'abbiamo assunta pari a dieci alla meno cinque, usando, cioè gli stessi valori che sono stati utilizzati dal Professor Picardi nella relazione Misiti, le cose che dico adesso sono tutti valori non scelti da noi, ma assunti da altri lavori, altre perizie, questo per ragioni ancora di comparabilità, quindi questa è la probabilità di falso allarme, dieci alla meno cinque, che ho citato qui, preso dalla relazione Picardi,  $P_0$ ,  $P_0$ , rappresenta la probabilità che in una cella radar sia presente un aereo, e anche questa... anche per questo valore, per questa probabilità non abbiamo fatto particolari valutazioni, abbiamo semplicemente assunto lo stesso valore che ha utilizzato il Professor Picardi nella relazione Misiti, cinque invece alla meno cinque. Questo è parametro importante, il numero di scansioni radar presi in esame, cioè questo evento che noi abbiamo osservato comprende l'osservazione al meno dodici, al meno diciassette, pardon! Poi ci sono quattro

osservazioni senza nulla, perché non ci sono vuoti, e poi c'è un'osservazione reale, che è il meno dodici, però per... ragionevolmente bisogna osservare, prendere in considerazione un intervallo più esteso, e cioè che so io da meno venti a zero, per esempio, e... questo è in un certo senso arbitrario, ma noi abbiamo assunto come numero di scansioni radar presi in esame, che questo è il parametro che si chiama S, lo stesso valore che ha assunto il Professor Picardi nella... nel... sempre nella relazione, cioè venti, cioè noi consideriamo venti scansioni radar, in queste venti ce ne sono due posizionate, una - ripeto - a meno diciassette e una a meno dodici, in cui c'è un evento, e ce ne sono altre diciotto in cui non c'è nulla, ma è importante definire l'entità, cioè la dimensione dello spazio di osservazione. Ed infine, questo è un numero, rappresenta il numero di traiettorie distinte che passano tutte per un punto e che possono essere osservate nelle scansioni precedenti, anche questo numero, che viene fuori, il 93, è stato preso dalla relazione Picardi utilizzando una certa formuletta che viene... come dire, da... da considerazioni di carattere

aeronautico, che comunque... sul quale noi non abbiamo assolutamente discusso, l'abbiamo presa così com'è, senza particolari problemi, e d'altra parte anche il Professor Santini, che poi farà successivamente alla nostra relazione delle osservazioni, su questo numero non pone assolutamente nessun problema, lo accetta, e mi pare che su questo non ci siano possibili discussioni, questo solo per capire quali sono le grandezze in gioco. Ecco, adesso vediamo come operiamo, per arrivare a scegliere, ricordate, il problema è: abbiamo delle osservazioni, abbiamo due ipotesi, dobbiamo trovare un modo, un ragionamento, che poi si traduce in formule, che ci consenta di dire, l'ipotesi A è più accettabile di quella B o viceversa, allora questo si ottiene metodologicamente introducendo questo rapporto di verosimiglianza, che è la probabilità della osservazione B condizionata ad uno degli eventi divisa per la proprietà dell'osservazione B condizionata all'altro evento. Per rendersi conto di come si arriva a queste cose, se il Presidente mi consente, vorrei fare un esempio, preso da un altro dominio, che però forse è chiaro e consente di capire il

significato di questa formula. Allora vediamo questo esempio, questo esempio è tratto da un ambiente non radar, da un ambiente di trasmissione, il problema che consideriamo qui, a titolo puramente di esempio naturalmente, è la trasmissione di un bit di informazione su un canale di comunicazione. Vediamo come si formula questo problema, abbiamo una sorgente di informazione che può produrre un B di formazione, che quindi sarà o 0 o 1, il destinatario quindi riceverà un qualche cosa che è o 0 o 1, evidentemente, stiamo in un ambito molto circoscritto, e il canale... ah, scusate! Definiamo due probabilità, una è la probabilità  $1T$ , sta a probabilità che la sorgente trasmette ad un 1, e  $0T$  e la probabilità che una sorgente trasmette allo 0, no? Ovviamente la loro somma deve dare 1, il canale di trasmissione lo modellizziamo in modo estremamente semplice, nel senso che possiamo avere trasmissione corretta, trasmette un 1, riceve un 1, oppure trasmette uno 0, riceve uno 0, oppure... o degli errori, trasmette un 1 e riceve uno 0, trasmette uno 0 riceve un 1, questo solo a condizioni di errore. Possiamo definire le probabilità di transizione,

questo è indicato, questa è indicata... la simbologia sembra complicata, ma in realtà è abbastanza semplice, non è nient'altro che la probabilità di ricevere un 1, avendo trasmesso un 1, la barra con quello che sta dietro identifica l'evento che condiziona... probabilità che avendo trasmesso 1 sia ricevuto 1, avendo trasmesso 1 è quello che noi chiamiamo evento condizionante, cioè sotto la condizione di aver trasmesso 1 io ricevo un 1, e quindi questa è la probabilità, alla stessa maniera definisco  $P_{0R}$  dato  $0T$ , probabilità che avendo trasmesso 0 io riceva 0, e questo è l'evento condizionante, in modo analogo definisco queste due che sono invece le probabilità, come dire, incrociate, quelle collegate cioè a fenomeni di errore, questo è avendo trasmesso... avendo trasmesso 1 ricevere 0, avendo trasmesso 0 ricevere 1. Se voglio calcolare, per esempio, la probabilità di ricevere un 1, solo per vedere come si manipolano queste cose, come posso arrivare a trasmettere... a ricevere un 1, posso arrivarci da questa strada, quindi trasmettere un 1 e avere trasmissione corretta, oppure trasmettere uno 0 e avere una ricezione... una trasmissione errata,

sono due vie alternative che mi portano alla stessa osservazione, allo stesso risultato, no, se introduco questa... questa definizione logica in formule, viene fuori che la probabilità di ricevere un 1 è la probabilità di trasmettere un 1 e avere una trasmissione corretta, quindi il prodotto della probabilità di 1T, che è questa, per la probabilità di 1R/1T, che è questa, quindi è percorrere questo percorso a cui sommiamo un altro pezzo, che è questo, scusate, e questo corrisponde a percorrere quest'altro percorso, parto da 0, commetto un errore e arrivo sempre ad 1, probabilità di trasmettere 0 e probabilità di ricevere un 1 avendo trasmesso uno 0, questa... quindi la formula complessiva è questa. In realtà il problema che... quello che ci serve come esempio per chiarire è il cosiddetto problema del destinatario, qui guardiamo tutto, ma mettiamoci per un momento nell'ottica di chi riceve, il destinatario, supponiamo riceve un 1 e si domanda: quale dei due simboli è stato trasmesso? Cioè con quale criterio io dico che è stato trasmesso uno 0 oppure è stato trasmesso un 1, cioè ho degli strumenti per fare questa decisione, per fare questa scelta? Il problema si

pone perché esiste la possibilità di ricevere 1 anche avendo trasmesso uno 0, no? Quindi il problema del destinatario è abbastanza chiaro, allora si tratta di trovare un modo che consente al destinatario, sulla base di certe informazioni, di fare queste scelte, come traduciamo un po' più formalmente questa domanda, quale dei due simboli è stato trasmesso? Non riusciremo mai a rispondere in modo certo, quindi anche qui dobbiamo riformulare questa domanda in modo probabilistico, e allora possiamo riformularla così, quale dei due simboli ha la maggiore probabilità di essere stato trasmesso, sapendo che è stato ricevuto un 1, perché io so che è stato ricevuto un 1, mi domando quale dei due possibili simboli trasmessi ha la maggiore probabilità di essere stato trasmesso sulla base di questa osservazione. Sembrano delle banalità, ma in realtà sono cose relativamente... allora per decidere fra queste due bisogna confrontare queste due probabilità condizionate, che sono condizionate a posteriori, perché come evento condizionante è quello che sta a destra della barretta, tanto per capirci, non ci sono quelli di prima, ma ci sono gli eventi osservati, cioè

il risultato finale, infatti questa come si legge, che cos'è questa? La probabilità di aver trasmesso 1, essendo stato ricevuto un 1, e la probabilità di aver trasmesso 0 essendo stato ricevuto un 1, allora se questa è maggiore fra queste due dovrò decidere per 1, se invece è maggiore quest'altro dovrò decidere per 0, ecco la regola di decisione, cioè come mi posso comportare? Allora deciderò per 1 se questa quantità è maggiore di questa, deciderò per 0 se è il rovescio. Adesso se facciamo un po' di matematichetta, chiedo scusa, queste due espressioni che abbiamo messo a confronto prima, si possono riscrivere in questa formula un pochino più complicata, che però consente di passare dalle probabilità a posteriori a quelle a priori, allora il confronto fra queste due probabilità a posteriori, sostituendo queste espressioni, viene questa espre... questa disuguaglianza, dove abbiamo a sinistra... a sinistra notate la differenza, qui l'evento condizionante era qui nel... nelle formule primarie l'evento condizionante era l'evento ricevuto, qui l'evento condizionante è diventato l'evento trasmesso, perché attraverso una regola,

che si chiama regola di Baisis (come da pronuncia), è possibile fare questo scambio. Allora questa condizione diventa... si traduce in quest'altra condizione, si hanno delle semplificazioni, e allora in questo esempio si decide per 1 trasmesso, se questa probabilità 1 ricevuto dato 1 trasmesso, divisa per 1 ricevuto e dato 0 trasmesso, è maggiore di queste probabilità a priori, questa è la regola che viene adottata, che si adotta, questa è la regola che emerge da questo esempio particolarmente semplice; però questo può essere generalizzato a qualunque situazione in cui ho da mettere a confronto due ipotesi alternative, solo due ipotesi, una la complementare dell'altra sulla base di un'osservazione, le ipotesi devono essere ovviamente mutuamente esclusive. Se noi facciamo un cambiamento, 1T trasmesso un 1 la chiamiamo A, prima ipotesi, 0T trasmesso uno 0 la chiamo O, ipotesi alternativa, 1R, ricezione di un 1 è l'osservazione, allora quella formula che abbiamo visto prima diventa quest'altra, e quest'altra è quella che utilizzeremo per studiare il nostro problema, perché è esattamente la stessa situazione dal punto di vista concettuale, e

quindi la soluzione del problema che ci poniamo noi, cioè se nel punto meno dodici c'è o no un aereo, la possiamo affrontare seguendo una logica... la logica dettata da questa... da questa regola di decisione, questa quantità si chiama rapporto di verosimiglianza, questa quantità-rapporto è la soglia di accettazione. Ora se torniamo adesso, quindi abbiamo giustificato in un certo senso questa espressione del rapporto di verosimiglianza attraverso l'esempio, applicando la regola, abbiamo visto prima, questa... l'ipotesi A, che è quella che ci interessa, sarà accettata se questo rapporto di verosimiglianza è maggiore del rapporto  $P(D|A)$  dato  $P(D|\bar{A})$ . Io adesso ho ommesso, in questa presentazione, tutta l'algebra che ha portato a, come dire, a questa espressione, questa espressione è un'espressione piuttosto complicata, che si ottiene sviluppando i conti e andando a vedere, appunto, quanto valgono quelle quantità che vi ho detto prima. In questa espressione del rapporto di verosimiglianza compaiono tante cose, dei parametri, uno è X... X e Y, X e Y sono parametri legati alle probabilità di rilevamento, P con D e probabilità di falso

allarme, e anche  $Y$  è legato in questo altro modo, alle probabilità di falso allarme e la probabilità di rilevamento,  $\beta$  che compare qui dentro è un parametro di studio, eh,  $\beta$  è un quantità che è compresa tra 0 e 1, e  $N$  è il numero di osservazioni, la soglia di accettazione con i numeri che abbiamo scelto noi, con i numeri che abbiamo scelto noi sulla base delle indicazioni che sono contenute nella relazione Misiti, viene fuori 2 invece alla meno... dieci alla quattro. Allora facendo un po' di conti che cosa viene fuori, vengono fuori queste curve, abbiamo detto che  $\beta$  è un parametro di studio, questo rappresenta il logaritmo della funzione... del rapporto di verosimiglianza, questo per ragioni di rappresentazione grafica di compressione di scale, il logaritmo, e questo rappresenta l'altro parametro di studio  $P$  con  $D$ , l'avevamo detto all'inizio, ricordate,  $P$  con  $D$  che è la probabilità di rilevamento del nostro... dell'aereo, è un parametro di studio che quindi faremo variare tra 0 e 1, campo ammesso per le probabilità, otteniamo delle curve per vari valori di  $\beta$ , notate che il criterio dice  $L$  maggiore della soglia, allora deciso per

l'ipotesi, accetto l'ipotesi, allora c'è un intervallo di valori, lo vedete segnalato qui, 015 03 circa, approssimativamente, questa... questo superamento è verificato, è verificato indipendentemente dal valore di Beta, cioè sia per tutti i valori di Beta sia che sia superamento, superamento significa accettazione dell'ipotesi, allora a questo punto arriviamo ad una prima conclusione, beh, io direi di sì, perché noi dovremmo concludere che... dovremmo concludere che l'ipotesi aereo presente dovrebbe essere respinta se non ci fosse nessun valore di P con D per cui si ha il superamento, il fatto che ci sia un intervallo, sia pure illimitato, in cui si ha il superamento di questa soglia, implica che esistono dei valori di probabilità di rilevamento che danno... che fanno scegliere per l'ipotesi aereo presente. E quindi l'ipotesi A, quella che vi ho detto prima, che in meno dodici ci sia un aereo, evidentemente alla luce di questi criteri deve essere accettata. Ovviamente vale lo stes... lo stesso ragionamento lo posso ribaltare scambiando 12 con 17, e quindi arrivo esattamente alle stesse conclusioni, perché è perfettamente simmetrico. Quindi da queste

osservazioni... da questa prima analisi viene fuori che i due plots, -17 e -12, devono essere interpretati come rappresentativi di un aereo reale, sia pure con piccola probabilità di rilevamento. Dopo, mi pare un paio di anni dopo o un anno e mezzo dopo che abbiamo presentato questo studio e... cioè nel dicembre del '97 ci sono state delle osservazioni del Professor Santini sulla relazione dei consu... della nostra relazione, sostanzialmente, vorrei esaminarle un momentino queste... queste osservazioni, perché ci hanno consentito, approfondendo la tematica nuova introdotta dal Professor Santini, ci hanno consentito di rivedere il problema e arrivare a delle conclusioni probabilmente più fondate di quanto non lo fossero le conclusioni a cui eravamo arrivati prima. Prima affermazione contenuta nelle osservazioni del Professor Santini è, diciamo, una relazione che... di generica approvazione di metodo della nostra relazione, questo è preso di peso dal... Su questa, nella chiacchierata che c'è stat... nella, come si chiama, controesame o esame che c'è stato... quando è stato, ad ottobre, non mi ricordo più, c'è stato l'esame dei Periti di

ufficio, io ho posto delle domande al Professor Santini, ed in un certo senso ha voluto, non dico dissociarsi da questa affermazione, io gli avevo posto una domanda relativa a questa affermazione, si è dissociato, però non si è dissociato, e questo è un aspetto importante, da quest'altra affermazione contenuta sempre nella sua... nella sua relazione, si concorda con l'espressione algebrica del rapporto di verosimiglianza  $L$ , questo è importante perché vuol dire che almeno dal punto di vista metodologico non c'è disaccordo tra il Professor Santini e noi, no, perché se dice: si concorda, vuol dire che almeno quello è un punto acquisito. Si concorda pure sulla definizione della soglia di accettabilità, sono i due elementi che vengono messi a confronto, ciò che... su cui non concorda il Professor Santini è... sono le conclusioni a cui siamo arrivati dal punto di vista... basandosi su argomentazioni di tipo numerico, per fare questo, scusate, qui devo introdurre ancora un po' di complicazioni algebriche, ma abbiate pazienza, il Professor Santini ridefinisce i parametri, definisce un parametro  $Q$ , un parametro  $F$  e... attraverso una certa manipolazione, peraltro

correttissima, viene a riscrivere le condizioni di accettabilità dell'ipotesi in un'altra formula, sono sempre le stesse cose, non... non sono cambiate concettualmente, soltanto che vengono rappresentate in una forma diversa, allora la forma che usa il Professor Santini per rappresentare questa condizione, cioè, ripeto, è sempre la condizione di accettabilità, la condizione per cui l'ipotesi in presenza di aereo deve essere accettata è questa: quando questo parametro  $F$ , che lui ha introdotto prima, scusate, lo vediamo, eccolo qua, questo è il parametro  $F$ , rapporto tra la probabilità di falso allarme e  $P_0$ , quando il parametro  $F$  è minore di una certa quantità  $F$  asterisco, dove questa  $F$  asterisco è la soluzione di questa equazione un po' complicata. Queste sono le curve che produce il Professor Santini, sono un fascio di curve che rappresentate le soluzioni di queste, dice: "nel caso che abbiamo considerato vale la curva... una di queste curve, di questo fascio vale la curva evidenziata in rosso, vale questo punto in rosso, allora in questa situazione  $F$ , il valore scelto da noi, è minore di questa curva e di conseguenza va bene, e tornano... e sono corrette le

conclusioni a cui noi arriviamo". Però ecco la contestazione, dice Santini: "ma se io faccio variare quei parametri che noi abbiamo scelto in modo... abbiamo scelto, abbiamo preso dalla relazione Picardi, se li faccio variare un po', visto che questi parametri non sono poi così sicuri... sicuri e certi, può accadere che questo punto non stia più qui, ma si muova al di fuori, e quindi venga a cadere, e quindi non sia più accettabile, quindi - dice Santini - bisogna fare un'analisi di sensitività per capire quanto questa scelta, questa decisione è sensibile a piccole variazioni dei parametri che entrano in gioco". Vediamoli quali sono questi parametri che entrano in gioco, quali sono le scelte contestate da Santini, sono questa: dieci alla meno cinque, probabilità di falso allarme, cinque in dieci alla meno cinque la probabilità che una cella radar sia presente in un aereo, numero di scansioni pari a venti, ecco, su queste... e sono queste le scelte che noi abbiamo fatto a suo tempo che, non dico che siano contestate, ma su cui Santini dice: "non dovete prenderle come valori assoluti, sono valori, come dire, che possono variare", lui diceva anche qui "ma abbiamo

detto dieci alla meno cinque come probabilità di falso allarme, ma potrebbe anche essere due alla meno cinque, oppure cinque e dieci alla meno cinque", eccetera eccetera. Di fronte a questa contestazione ci sarebbe la maniera molto semplice di rispondere, dicendo: però sono le stesse che aveva preso Picardi prima, allora se erano valide prima dovevano essere valide anche... però non abbiamo accettato questo tipo di... logicamente, e abbiamo cercato di fare un ragionamento più costruttivo. Ecco, l'unica, scusate, dimenticavo, l'unico valore su cui Santini non contesta è proprio quel valore di 93, quel valore di  $N$ , che viene fuori da considerazioni aeronautiche, su quello non ci sono problemi, e quindi su questo non abbiamo più... non abbiamo più discusso. Allora facciamo... vediamo un po' la logica, l'approccio che abbiamo seguito per cercare, in un certo senso, di venire in contro a questa richiesta metodologica di Santini, che peraltro è giusta, perché l'analisi di sensitività è una cosa che ha senso in molte situazioni, e rappresentando in un modo diverso, semplicemente tridimensionale, quell'insieme di curve che aveva prodotto

Santini, se forse val la spesa tornare indietro un momento, ecco, queste sono le curve che aveva prodotto Santini, invece di produrre tante curve sullo stesso piano, le abbiamo espanse, in un certo senso, no, e quindi usato uno spazio, questo era più... ci consente di ragionare più facilmente, ma sono esattamente le stesse curve che ha prodotto il Professor Santini, ecco, siamo qui, e quindi queste curve rappresentano... ora, siccome la condizione che secondo... nella logica di Santini è la condizione di accettazione, è questa, bisogna che il parametro  $F$ , che dipende da tutte queste quantità stia al di sotto di questa curva, quindi questa superficie, ragioniamo in termini tridimensionali, rappresenta... limita superiormente il volume di accettazione, cioè possiamo dire se il punto rappresenta... il punto rappresentativo è al di sotto di questa superficie, allora l'ipotesi va accettata, se è al di sopra no. Quindi adesso si tratta di valutare, fare un'analisi di sensitività, cioè immaginare di far variare i vari parametri entro valori ragionevoli, il problema si pone proprio nel definire un sottoinsieme ragionevole di parametri su cui...

su cui far muovere le cose, perché è abbastanza evidente che non possiamo pensare che questa superficie, diciamo, sia sempre al di sopra, sicuramente esistono dei valori di... delle combinazioni, dei punti per cui questa superficie viene a trovarsi al di sotto, e quindi si dovrebbe decidere per l'ipotesi contraria, si tratta semplicemente di trovare nel fare la nostra analisi parametrica un sottoinsieme ragionevole, cioè che abbia senso, e andare a vedere se i punti di questo sottoinsieme ragionevole stanno sopra o sotto questa superficie, e quindi decidere, non so se ho reso l'idea di come procedere, come individuare questo sottoinsieme ragionevole? Allora, per individuare questo sottoinsieme ragionevole abbiamo utilizzato le informazioni desunte dal volo simulato del 30 aprile del 1985, penso che ricordiate tutti, che nel prosieguo dell'inchiesta ci fu anche questo episodio, venne, come dire, costruito, riprodotto in un certo senso le situazioni che si ebbero al momento dell'incidente, utilizzando un DC9, un F104, che percorse più o meno la rotta dell'ipotetico aereo intrusore, e naturalmente

erano disponibili le registrazioni radar di quel... di questo evento. Che cosa è stato osservato? In uno delle tante... dei tanti voli che sono stati fatti è successo che il Caccia intercettore ha avuto due rilevamenti, qui sono indicate anche le ore, esattamente come nel caso... sempre due, esattamente come nel caso che stiamo studiando, che però la differenza sta nel fatto che questi due rilevamenti sono separati da dodici battute, anziché da quattro, come nel caso... nel caso del DC9, no, sono più intervallati nel tempo, più distanti nel tempo. L'apparato era lo stesso, anzi, l'esperimento è stato costruito in modo tale da avere le stesse condizioni, e quindi rendere comparabili le situazioni dell'incidente reale e di questa simulazione. Allora potremmo fare, possiamo fare e abbiamo fatto le stesse elaborazioni che abbiamo fatto per il caso del DC9, le stesse elaborazioni che abbiamo fatto prima, usando questa volta i due plots che sono stati rilevati per il Caccia intercettore. Rimane tutto come prima, che cosa cambia? Siccome sono più distanti l'uno dall'altro, anziché N... il parametro N anziché 93 vale 2844, però applicando una

formuletta; se facciamo queste cose otteniamo ancora una superficie nello stesso... nello stesso tipo di rappresentazione, otteniamo questa superficie arancione, come interpretiamo questa superficie, questa superficie se dovessimo trattare un problema ancora di decisione fra ipotesi, rappresenterebbe la superficie di confine tra un sottoinsieme di valori, che rappresentereb... che è da associare ad aereo presente e un sottoinsieme di valori da associare ad aereo assente, giusto? Lo stesso ragionamento di prima, qual è la differenza importante, la differenza importante è che mentre nel caso del -17 e men... non sappiamo com'è la situazione, qui invece sappiamo, perché è stato fatto ad arte, che l'aereo è presente, questo vuol dire allora che il volume che sta sotto questa superficie arancio rappresenta tutti e soli punti che sono ammissibili con il nostro sistema, perché solo quelli corrispondono ad aereo presente, e qui noi sappiamo che l'aereo è presente, non sappiamo qual è il punto esatto da utilizzare, però sappiamo che essendo l'aereo presente sono ammissibili soltanto i punti che stanno sotto questa superficie, in questo modo

riusciamo ad individuare un sottoinsieme ragionevole di punti su cui fare l'analisi parametrica richiesta dal Professore Santini. A questo punto si tratta di vedere dove stanno questi punti rispetto alla superficie di decisione anche avevamo individuato precedentemente e se le rappresentiamo l'una sull'altra eccole qua, allora si vede che tutti i punti, tutta questa superficie arancione che delimita superiormente i possibili punti ragionevoli con il nostro sistema sta al di sotto della superficie verde che invece rappresenta l'area di decisione relativa al caso -17 e -12, ne consegue allora che se io mi muovo in un ambito nel sotto spazio dei punti ragionevoli per i parametri S.S.N. ragionevoli nel senso che sono compatibili con l'esperimento ricostruito nel 1984, allora necessariamente arrivo alla conclusione che la scelta fra le due ipotesi aereo presente e aereo assente, necessariamente deve andare verso l'aereo presente. Ecco, come vedete in un certo senso le osservazioni del Professore Santini sono, diciamo, state utili perché ci hanno consentito di riformulare il problema in un modo tale da potere utilizzare in

qualche modo l'esperimento che altrimenti si sarebbe potuto utilizzare soltanto in forma qualitativa e qui invece si... questo approccio ci consente di utilizzare anche in modo quantitativo l'esperimento del 1984 e quindi rivalutarlo e in base a questo però bisogna arrivare comunque alla conclusione che i plots -17 e -12 devono essere... devono considerarsi come oggetti reali. **VOCI:** (in sottofondo).

**CONSULENTE PENT MARIO:** io ho finito questo tipo di argomento, Presidente, vado avanti sull'aereo nascosto anche se premetto che difficilmente riusciremo ad esaurirlo l'aereo nascosto, perché è un po' consistente, volevo dire solo quello, ma no, niente non importa... **PRESIDENTE:** continuiamo dopodomani. **CONSULENTE PENT MARIO:** ci interrompiamo e cerchiamo di interromperci in un momento... **PRESIDENTE:** sì. **CONSULENTE PENT MARIO:**

...opportuno, proseguo in questo senso allora?

**PRESIDENTE:** sì sì. **CONSULENTE PENT MARIO:** va bene.

Ecco, il problema del velivolo nascosto è un altro elemento importante dello scenario radar prima dell'incidente, anche in questo caso questi argomenti che presenterò adesso sono derivati da un documento che abbiamo sottomesso a suo tempo,

che però come abbiamo già visto prima per quanto riguarda l'intervento del Professore Santini, anche in questo caso abbiamo delle correzioni rispetto ai documenti presentati a seguito dei chiarimenti che sono emersi in udienza e in cui abbiamo interagito con i Periti, eccetera eccetera, quindi ci sono alcune considerazioni che sono presenti in queste e non sono presenti e non erano ancora presenti perché non erano ancora avvenute queste cose. L'ipotesi è quella che nella parte terminale del volo del DC9 fosse presente un aereo che si nascondeva, si nascondeva in senso radaristico naturalmente, si nascondeva, diciamo nell'ombra del DC9. Quali sono gli argomenti su cui si fonda questa ipotesi? Li elenchiamo tutti e poi li analizziamo un per uno per vedere un poco come sono le cose. Il primo argomento che porta a questo tipo di conclusione è la presenza di plots primari che affiancano la traccia del DC9 alle ore 18:40:27, 18:40:37, la seconda... il secondo elemento, il secondo argomento sono le caratteristiche dei plots anomali generati dal DC9 tramite i lobi secondari, ricordate quando parlavamo di lobi secondari, proprio come ultima osservazione

avevamo visto che il volo 1136 era quella che tra tutti aveva il più elevato numero di occorrenze, ecco, questo è un elemento da cui si possono trarre degli elementi a favore dell'ipotesi che sia presente un aereo nascosto. Terzo elemento a favore dell'ipotesi è la presenza di anomalie nella parte finale della traiettoria del DC9, tra la parte della traiettoria osservata dal Radar Marconi, rispetto a quella osservata dal Radar Selenia, e qui introduciamo per una prima volta un confronto fra queste due... fra questi due radar e finalmente i rilevamenti radar immediatamente successivi al momento dell'incidente che in qualche modo danno anche loro ragione di questa presenza. Adesso io seguirei la logica di esaminare uno per uno questi argomenti e poi trarre delle conclusioni finali, cominciamo allora da questi plots primari che si sono verificati alle 18:40:27, 32 e 37, tanto per capire di cosa stiamo parlando, riporto qui un grafico su cui sono presenti, su cui sono rappresentate queste cose, questi sono i tre plots primari in questione, in realtà ce n'è un altro ancora un po' più avanti ma che non consideriamo in questa analisi e poi ci sono...

questi sono i plots invece combinati del DC9, questi sono plots combinati, in cui il codice del transponder osservato è il 1136 quindi sono del DC9 e a fianco ci sono ancora queste due situazioni particolari in cui si ha uno sdoppiamento e il plots primario combinato questa volta non è più combinato ma si è diviso in due, si sono tenuti separati primario e secondario. Ecco, se ricordate apro una brevissima parentesi, l'interpretazione di questo sdoppiamento non è facile, perché se ricordate quando ho parlato delle caratteristiche del radar ho detto che c'è una cosa non nota che è l'algoritmo di combinazione tra primario e secondario per arrivare a confluire e fare un plots combinato. Questo noi non lo conosciamo e quindi non siamo in grado di valutare come mai in questo caso c'è stata la combinazione e in questo caso... e in questo caso questa combinazione non c'è stata. Se noi conoscessimo l'algoritmo potremmo fare qualcosa di più però la cosa non è possibile perché non lo conosciamo. Va bene, a parte questo, ma questo è per spiegare perché ho citato allora quella... questa particolare carenza di informazione, ecco, per andare avanti però

bisogna accettare secondo me un'affermazione in principio che è stata enunciata dal Professore Dalle Mese e formalizzata in modo chiaro e se vogliamo è anche di buon senso, ma che mi piace citarla nella sua formulazione, non può essere messo in nessun caso in discussione a parere del Consulente, che sequenze di plots primari correlati fra di loro in base ai criteri di correlazione standard, costituiscono in linea di principio la traccia di un bersaglio reale, in altre parole se vedo tre plots allineati che stanno in termini di distanze temporali di velocità, eccetera eccetera, in condizi... sono fra di loro correlati, in prima battuta devo accettare che siano plots reali, solo nel caso in cui vengono evidenziati fattori particolari, si possono prendere in considerazioni ipotesi alternative, quindi la logica del ragionamento che abbiamo cercato di seguire per affrontare l'interpretazione di questi... di questi plots è questa, essendoci tre plots messi così allineati, eccetera eccetera, in prima battuta diciamo che sono un oggetto, poi andiamo a vedere le possibili... i possibili fattori particolari che potrebbero invece farli escludere, li analizziamo

uno per uno e vediamo se qualcuno di questi è in grado di cancellare l'ipotesi assunta, eccetera eccetera, ecco questo è il percorso logico, questo è per come dire, far capire come ci muoviamo almeno logicamente nel... in questo intricatissimo cammino, vediamoli questi fattori particolari che se provati negherebbero l'esistenza, no, è chiaro, i fattori particolari che adesso metto in evidenza sono qualche cosa, che se vengono provati allora negano la esistenza di un... di un aereo reale. Il primo fattore particolare, l'allungamento dell'Echo dovuto all'elevato livello del segnale è il meccanismo di splitting dell'estrattore, il secondo fattore particolare che se fosse verificato metterebbe... cioè diciamo metterebbe in crisi l'esistenza dell'aereo, l'esistenza di cammini multipli dovuto a riflessioni sul terreno e che possono dar luogo a questo. Il terzo più che un fattore particolare è un'osservazione che ho sentito fare in questa aula a proposito di questo fatto, il fatto che questi plots che non sono stati rilevati dal Radar Selenia e di conseguenza qualcuno tende a mettere in discussione la loro effettiva, come dire, esistenza, la loro

effettiva realtà, questi sono i fattori particolari che appunto se in qualche modo confermati darebbero... negherebbero le esistenze, li analizziamo uno per uno per vedere un pochetto come si può procedere. Il primo di questi è l'allungamento dell'Echo dovuto all'elevato livello del segnale ricevuto, ricorderete che qui stiamo parlando del Radar Marconi, l'estrattore del Radar Marconi inserisce quel meccanismo di blanking per cui una volta che in una cella elementare radar è stato caricato un uno, vengono cancellati i sette successivi, i sette plots 1 successivi. Allora che cosa dicono i sostenitori di questa tesi? Cioè che il plots successivo all'ottavo livello che più o meno si trova in queste condizioni è dovuto al fatto che il livello del segnale ricevuto dal DC9 è così elevato che ha superato... è stato talmente elevato che ha superato questo margine, questa specie di barriera di sette bit prodotta dal blanking è sbordato e quindi è riapparso oltre questa e quindi ha dato luogo ad un rilevamento che in queste condizioni sarebbe un rilevamento falso. Allora, come ragionare su questo argomento, come, diciamo, verificare se ha senso,

se non ha senso, che ragionamenti si possono fare, allora dobbiamo anzi tutto utilizzare un primo risultato che avevamo ottenuto quando avevamo analizzato il blanking di per sé indipendentemente dal resto, e il risultato che utilizziamo e avevamo citato prima è che con le scelte fatte sull'estrattore Marconi con le caratteristiche del filtro di ricezione del Marconi, eccetera eccetera, la scelta di una profondità di blanking di sette unità, avevamo detto che il margine era di circa centodieci decibel prima che si verifici il fenomeno di sdoppiamento, cioè avevamo già verificato che affinché il segnale ricevuto dopo il filtro fosse così lungo da superare la soglia di detezione oltre il settimo... oltre la settima posizione e quindi superare il margine definito dal blanking bisognava che ci fosse un dislivello in termini di potenza ricevuta di almeno centodieci decibel, questo centodieci decibel rappresenta il rapporto tra la potenza richiesta per lo splitting e la potenza minima per il rilevamento, no, quindi se vogliamo questo significa che se fosse vero questo meccanismo la potenza ricevuta dovrebbe superare di centodieci decibel la potenza minima

per il rilevamento, vediamo questa potenza ricevuta, questa è la solita equazione del radar che abbiamo già visto prima e dove intervengono tanti parametri, ma vediamo di cercare la... alcuni elementi, allora questa è la potenza ricevuta dal radar in condizioni di questo splitting chiamato P con S, e questa rappresenta che cosa, la massima sezione equivalente del radar, abbiamo già visto, già studiando il modello dei lobi laterali che la sezione equivalente di un ostacolo dipende dal suo orientamento, no, allora questa è la sezione massima, cioè quella che ottengo ponendo il nostro aereo nelle condizioni di presentare la massima sezione e zero invece è la distanza a cui io ho il rilevamento, questa  $P_0$  l'avevamo già utilizzata prima, rappresenta la potenza minima necessaria perché avvenga il rilevamento, utilizziamo lo stesso schema di prima, abbiamo la minima sezione equivalente radar qui e abbiamo la massima distanza di rilevamento. Se facciamo il rapporto fra queste scompaiono tante quantità e quello che viene fuori è che il rapporto tra la potenza necessaria per lo splitting e la potenza minima o avrebbe questa... avrebbe questa

rappresentazione che è questa e cerchiamo di valutare queste cose, abbiamo detto fluttuazione della sezione equivalente radar a variare della direzione di osservazione, noi avevamo utilizzato un modello con trenta D.B. di variazione e possiamo per sicurezza utilizzare un margine superiore, quaranta decibel di variazione tra massimo e minimo. Questo nelle condizioni del nostro DC9 abbiamo questo rapporto che vale... questa è la distanza massima a cui è stato osservato... la distanza in cui è stato osservato quando è entrato nell'ordine... nel raggio di operatività del radar, trentacinque, siamo in miglia, è la distanza in cui si verificano queste situazioni, abbiamo tre e ventiquattro che tradotto in decibel è 20,4. Questo rapporto quindi facendo questi conti relativamente semplici vale 60,4 di D.B. come limite superiore e che è molto inferiore a quel margine di centodieci decibel che avevamo ricavato prima, quindi ci sembra che pur mettendo le circostanze più, come dire, favorevoli, si è ancora molto lontani da quella condizione di centodieci decibel che dovrebbe essere superata per poter dare luogo, quindi sembra poco proponibile. Però

andando a leggere la relazione Picardi che è uno dei sostenitori di questa tesi, oltre a questo meccanismo di elevato segnale, parla di fenomeni non linearità e di storage che comporterebbero ulteriori allungamenti nella risposta del ricevitore oltre che il margine del blanking... questa è un'affermazione fatta senza quantificazioni, mette in evidenza o ipotizza un fenomeno che per noi è difficilmente quantificabile, allora però non lasciare intentata nessuna strada abbiamo cercato di fare qualche ragionamento accessorio, cercando di stabilire delle correlazioni tra questa situazione e situazioni in qualche modo analoghe, mi spiegherò meglio un po' più avanti. Ora questi fenomeni di non linearità e di storage di cui parla Picardi senza peraltro dare delle valutazioni quantitative, sono comunque legate alla presenza di elevati valori del livello del segnale di ritorno, cioè questi fenomeni di non linearità si manifestano soltanto se ci sono dei segnali elevati di ritorno, se abbiamo capito bene il ragionamento che fa Picardi quando sono elevati oltre ai fenomeni che abbiamo visto prima, ci sono anche, ci potrebbero anche essere

questi fenomeni che allungano ulteriormente, in ogni caso l'origine di queste... di queste operazioni, di queste situazioni dovrebbe essere in ogni caso ricercata nel valore elevato del segnale ricevuto. Allora, abbiamo seguito per cercare, diciamo, di chiarire un pochettino questa vicenda, abbiamo cercato di mettere in relazione questo fenomeno che osserviamo di questi tre plots che per le ragioni che ho detto prima è collegato a livelli elevati del segnale ricevuto con altri fenomeni che siano anche loro legati a livelli elevati di segnale ricevuto e quali sono questi fenomeni in cui interviene anche a determinare... a determinare i quali interviene anche il livello elevato? Sono i rilevamenti da lobi laterali che avevamo visto prima e anche in questo caso abbiamo visto che questi lobi laterali si verificano quando il livello del segnale ricevuto è elevato. Allora cerchiamo di metterli in collegamento per, come dire, stabilire dei ragionamenti, ecco, non spaventatevi di questa rappresentazione che può apparire... però abbiamo cercato di dare una rappresentazione in cui sono messi, diciamo, allineati e quindi confrontabili gli eventi di

cui sto parlando. Solo un attimo di attenzione per capire il significato delle varie... sono quattro colonne perché il numero di intervalli di tempo presi in considerazione è piuttosto elevato e quindi sono... allora la prima colonna di questi quattro... questi quattro campi rappresenta il tempo, sono solo rappresentati i minuti e i secondi dopo le 18:00, 18:00 è comune a tutti e per ragioni di spazio l'abbiamo tolto, ma semplicemente questo punto iniziale va letto 18:40:04 secondi, eccetera eccetera, allora quindi tutti gli altri di conseguenza. Queste colonne, la seconda colonna di ciascun campo rappresenta i plots rilevati del volo 1136, con la distinzione se sono plots primari, pardon! Plots combinati e allora ci compare una C, solo di secondario e allora compare una S come in questo caso, oppure plots primari e secondari separati ma vicini, cioè non combinati e allora li abbiamo indicati con SP e questi sono i due plots che avevo segnalato prima. La terza colonna rappresenta i plots generati dal 1136 attraverso il lobo a meno quaranta gradi, questi li avevamo già visti a suo tempo e sono collocati, sono quelli indicati con questi pallini gialli che si

verificano in questi intervalli di tempi e questi intervalli di tempo, questo sono invece i plots sempre generati dal 1136 con il lobo a ventisette gradi e cinque che compaiono, compaiono qui e compaiono qui, poi abbiamo i plots generati dal lobo a quarantatre gradi che sono questi e questi, e infine abbiamo i plots in esame, cioè quelli su cui stiamo discutendo e che sono i tre plots che si verificano agli istanti di tempo che avevamo individuato in precedenza e in più c'è quel quarto plots che avevamo già visto sulla rappresentazione grafica e che riportiamo anche in questo caso perché stiamo analizzando un intervallo di tempo sufficientemente ampio e che comprende anche questo plots e quindi questa è la situazione. Tanto per capirci questa indicata con questi pallini gialli, non è nient'altro che la PR1, ricordate le PR che erano state individuate dal Professore Dalle Mese? PR1 che noi avevamo riconosciuto essere generata da lobi laterali, questa è la PR1, questa è la PR2, questa è la PR6, questa è la PR7 e questa è la PR8 e mi pare che non ce ne sono altre. Allora, dove sono... noi abbiamo notato queste stranezze, le stranezze sono rappresentate più o meno qui, noi abbiamo

questi fenomeni, ipoteticamente la comparsa di questi plots anomali, chiamiamoli così, quelli rappresentati con il triangolo verde, dovrebbe avvenire quando il livello di potenza è molto elevato secondo la giustificazione che ha addotto. Ma anche i lobi laterali, anche questi si devono verificare quando il livello del segnale ricevuto è molto elevato e allora cosa osserviamo? Cominciamo a guardare in questo intervallo di tempo, qui abbiamo un rilevamento di quelli, diciamo, sotto inchiesta e non ci sono rilevamenti di lobo laterale, no, quindi è una situazione in cui... oppure qui abbiamo un rilevamento di tipo... cioè di quelli incriminati e c'è un solo rilevamento da lobo laterale e notate che sono allineati, quindi la situazione dal punto di vista delle antenne è esattamente la stessa, qui invece abbiamo un rilevamento di quelli incriminati con due plots a lobo, cioè sempre osservando queste cose che i livelli di potenza che sappiamo essere collegati ai lobi laterali, diciamo, che centrano poco con la generazione degli altri, mi aspetterei che quando c'è un lobo later... che quando c'è uno di questi plots anomali allora ci sia anche un plots da

lobo laterale e invece ci sono e non ci sono. Cerchiamo di approfondire e abbiamo cercato di approfondire questo e abbiamo posto proprio questa domanda al Dottor Gunnvall in occasione del controesame, si chiama così, che abbiamo fatto l'anno scorso quando c'è stata questa parte di processo, fatta questa domanda il Dottor Gunnvall dice: "ah sì", "che giustificazione adduce per giustificare questa quasi indipendenza del verificarsi di questi plots anomali dal verificarsi dei lobi laterali?", dice: "siccome l'aereo si muove, anche piccole fluttuazioni della posizione dell'aereo, danno luogo a fluttuazioni significative della sezione equivalente radar e di conseguenza abbiamo delle variazioni rapide e quindi può accadere che nel tempo che intercorre tra il passaggio del lobo principale e del lobo alterale le cose siano cambiate e quindi ha luogo questa...", cioè sostanzialmente Gunnvall dice: "per giustificare un modello di... una situazione di questo genere, bisogna fare ricorso ad un modello di target fluttuante, cioè di bersaglio fluttuante rapido in cui le fluttuazioni, cioè, sono molto rapide e tale che le... i livelli dei segnali osservati da

scansione a scansione siano praticamente indipendenti", quando il Dottor Gunnvall ha fatto questa osservazione, ha dato questa risposta io ho detto: "va bene, dobbiamo fare delle verifiche", e abbiamo fatto queste verifiche e quindi quello che dico adesso è il risultato delle verifiche che abbiamo fatto sulla base delle osservazioni fatte da Gunnvall alle nostre richieste, quindi c'è un'evoluzione. Allora vediamo queste verifiche che sono ovviamente di tipo statistico, definiamo ancora qui degli eventi; l'evento A, osservazione di un plots da lobo laterale a meno quaranta gradi; evento B, osservazioni di un lobo laterale a ventisette gradi; evento C, osservazione da un lobo laterale a quarantatré gradi e poi abbiamo l'evento X che è il verificarsi dei plots che stiamo esaminando. Allora, la prima osservazione, la prima analisi che facciamo è se l'affermazione fatta da Gunnvall, cioè che siamo in presenza di fluttuazioni rapide ha senso oppure no, se fosse vera questa affermazione, cioè la possibilità di avere delle fluttuazioni rapide del livello ricevuto, beh, dovrebbe accadere che gli eventi A, B, C che sono osservazioni ad angoli diversi e

quindi in istanti diversi, se avessimo delle fluttuazioni rapide dovremmo avere degli eventi che sono statisticamente indipendenti se fosse vero il modello delle fluttuazioni rapide, proprio perché c'è tempo sufficiente da una interrogazione a quella successiva, perché cambino le cose, quindi una validazione di quel modello si può fare andando a studiare l'eventuale dipendenza o indipendenza statistica di questi tre eventi A, B e C, come... come abbiamo fatto per fare questa operazione? Abbiamo utilizzato il test di indipendenza statistica basato sul chi quadrato, alle coppie di eventi A B, A C e B C, cioè A C sono le tre cose, qual è il risultato di questo test? Fissando un livello di significatività dell'un per cento il test dà risultato negativo, cioè vuol dire che quegli eventi A, B e C non sono indipendenti ma sono strettamente correlati fra di loro, questo significa però che il modello di fluttuazione rapida invocato da Gunnvall per spiegare questa cosa cade, perché c'è stretta correlazione tra gli eventi osservati A, B e C, che tutti quanti dipendono pur essendo osservati in tempi diversi. Se questo modello non è accettabile allora va un

po' tutto in crisi, però possiamo fare un'ultima verifica, è quella di dire: "se però il verificarsi di questi plots anomali fosse dovuto in qualche modo - non importa attraverso quale meccanismo - alla presenza di un segnale di livello elevato, dovremmo comunque trovare un qualche grado di dipendenza con la... la potenza ricevuta sì, ma anche con eventi che da questa potenza dipendono", abbiamo già visto che i lobi laterali sono rappresentativi... quando si verificano è perché c'è potenza elevata e quindi mi aspetto che ci sia una correlazione stretta tra il verificarsi di quegli eventi X, usando questa de... e il verificarsi degli altri. Allora abbiamo fatto lo stesso test di indipendenza statistica tra gli eventi X e gli eventi A, gli eventi B e gli eventi C, facciamo questo test di indipendenza statistica e il risultato è positivo, cioè significa che gli eventi X, il verificarsi di questi plots anomali e gli eventi A, B e C, eventi che sono collegati alla potenza, al livello elevato, sono indipendenti, questo ci autorizza a dire che il verificarsi degli eventi X, cioè il verificarsi di questi plots è un evento che è indipendente, statisticamente

indipendente, almeno quelli veri di significatività che abbiamo potuto utilizzare dal... un altro evento che invece dipende dalla potenza ricevuta, quindi la spiegazione che è stata data fluttuazioni aleatorie del segnale... del livello del segnale ricevuto non sono in grado di spiegare la presenza dei plots anomali per cui bisogna ottenere altre cause, questo vuol dire allora che dei fattori particolari, il primo che avevamo messo in conto, quello... l'allungamento dell'Echo ricevuto per effetto di elevato livello deve essere tolto, nel senso che non regge... non... non sta in piedi, però non è l'unico, non è l'unico fattore particolare che potrebbe mettere in crisi l'interpretazione di quei punti come oggetto reale, ce ne sono... ne avevamo individuato altri due almeno, e possiamo andare avanti e vedere il secondo, l'esistenza di cammini multipli dovuti a riflessione che possono dar ragione della presenza di questi... di questi Echi, vediamo allora questo problema dei cammini multipli da riflessione, vediamo di rappresentare un po' la geometria del sistema come si presenta, qui abbiamo rappresentato il radar, questo è il nostro velivolo, il modo normale con cui un radar

e... diciamo vede il velivolo è quello di inviare un segnale, torna l'Echo, ritorna il radar, eccetera eccetera, se c'è... ed ecco il modello che ipotizza questa possibile... situazione, se c'è un cammino multiplo di riflessione vuol dire che può accadere un qualcosa di questo tipo, abbiamo... il segnale si propaga così, si riflette in parte su questo ostacolo, giunge all'aereo e poi torna al radar e questa si chiama bistatica, perché abbiamo questi due cammini distinti oppure abbiamo una riflessione monostatica dove abbiamo riflessioni sia all'andata che al ritorno e evidentemente questo è un cammino più lungo del cammino di red, quindi potrebbe dare ragione e conto di questa... di questi plots anomali, noi per ragioni di... appunto di livelli abbiamo escluso quella riflessione bistatica, perché tutte le volte che si ha un... monostatica, scusate, perché tutte le volte che si ha un fenomeno di riflessioni si ha comunque un'attenuazione, di conseguenza ipotizzare che sul cammino complessivo ci sia una doppia riflessione vuol dire aggiungere attenuazione elevata, quindi abbiamo scartato questo modello e abbiamo tenuto in conto soltanto

l'altra, dove c'è una sola riflessione, no, quindi abbiamo considerato soltanto la riflessione bistatica. Ritorniamo alla geometria che stiamo considerando, quindi abbiamo il nostro radar, questa  $R$  è la distanza reale del velivolo dal radar,  $R_1$ ,  $R_2$  sono le distanze del radar dall'ostacolo riflettente e  $R_2$  dall'ostacolo riflettente al nostro velivolo, ci sarà un angolo  $s...$  che rappresenta l'angolo tra queste due cose, la differenza fra differenza del... reale dell'ostacolo e la distanza misurata per l'Echo riflesse è evidentemente data dalla differenza fra il cammino riflesso  $R_1$  più  $R_2$ , meno il cammino diretto, è diviso per due, perché sappiamo che il radar... raddoppia... allora qui ho messo soltanto dei numeri che consentono di... poi di fare dei conti numerici, questi valori  $R_1$  massimo e minimo, come  $R_2$  massimo e minimo si riferiscono al fatto, scusate, al fatto che in realtà noi osserviamo i... le distanze le misuriamo campionando nel tempo e quindi ci sono dei valori... ci può essere una certa fluttuazione dovuta al fatto che abbiamo un campionamento nel tempo a intervalli discreti, e quindi per tener conto di questo vengono fuori

questi valori massimo e minimo, allora dobbiamo fare delle ipotesi su quell'oggetto che riflette, no, l'oggetto che riflette e... possiamo prendere in considerazione due casi, due modelli di riferimento, uno è un riflettore metallico perfetto e l'altro invece è un modello di... un meccanismo di diffusione, no, cominciamo con il caso di riflettore metallico perfetto, vuol dire una superficie piana, senza perdite, correttamente orientata, notate che in questo caso bisogna che l'orientamento sia tale da rispettare le leggi di riflessione, altrimenti le cose non stanno in piedi, e chiamiamo con  $S$  questa superficie, la superficie di questo, facciamo anche l'ipotesi che la superficie... la sezione equivalente radar bistatica sia uguale a quella monostatica, allora se facciamo i conti adesso queste... queste espressioni sono derivate dalla pratica dei ponti radio, perché i ponti radio spesso utilizzano proprio questi ripetitori come riflettori passivi, come ripetitori passivi e quindi si conosce abbastanza bene la geometria e i conti, quindi queste formule sono e... state costruite utilizzando i risultati che vengono utilizzati nei ponti radio, si può calcolare una

espressione... scrivere una espressione che...  
racconta che... descrive la potenza ricevuta  
l'ungo il cammino riflesso, cosa sono...  $G$  primo  
è il guadagno nella direzione del riflettore,  
 $\gamma$  è l'efficienza di apertura del riflettore,  
come al solito abbiamo detto che ide... una  
riflessione metallica avrebbe un coefficiente  
uno, una riflettore reale avrà una certa  
efficienza che è abbastanza elevata, ma 07 è un  
numero ragionevole, la potenza minima per il  
rilevamento è quella che... l'espressione che  
abbiamo già visto a suo tempo, e  $G_0$  è il guadagno  
nella direzione del velivolo alla distanza  
massima, se vogliamo che la potenza ricevuta per  
via di riflessioni sia maggiore della potenza  
minima per il rilevamento si deve verificare  
questa condizione, è abbastanza semplice  
questa... che cosa sono queste quantità, e come  
si calcolano queste quantità, io... vengono fuori  
queste relazioni, con i numeri che abbiamo visto  
prima, sostituendo i valori sono tutti valori  
disponibili e noti, facendo le sostituzioni viene  
fuori questa quantità da cui si ricava il  
risultato finale, che questo  $S$  deve essere  
maggiore di circa centotrentacinque metri

quadrati, quindi perché possa avere senso un modello basato sulla riflessione metallica, bisogna che ci sia un riflettore ideale perfettamente orientato con almeno centotrentacinque metri quadrati di superficie, vediamo invece il modello con diffusione, questa volta il modello è un pochino più complicato, perché non c'è un riflettore metallico che riflette tutto ma c'è una diffusione, cioè un... un insieme di centri di diffusione che irradiano in tutte... investiti dall'onda elettromagnetica irradiano in tutte le direzioni, allora supponiamo che  $S$  sia l'area  $S^*$  l'area vista dal radar e questo coefficiente  $\rho$ ... dà riflettività, cioè mi dice quanta dell'energia incidente viene comunque diffusa da questa superficie, anche questo è un... allora in questa si ha un'altra espressione, un pochino più complicata, la potenza ricevuta ha una espressione di questo tipo, dove però la complicazione nasce dal fatto che in questi modelli la... il meccanismo di riflessione non è più un meccanismo determinato o deterministico come nel caso della riflessione metallica ma è un meccanismo di tipo aleatorio, cioè dobbiamo

tenere conto delle variabilità statistiche, facendo delle assunzioni abbastanza ragionevoli si può vedere che si può applicare un modello di reili (fonetica), la potenza ricevuta... allora il fatto che la potenza ricevuta superi la potenza minima e... ha una probabilità, questa volta non è più un evento certo ma una probabilità e la probabilità che questo si verifichi ha questa espressione, siccome abbiamo dei rilevamenti con qualità quindici, quei tre rilevamenti sono qualità quindici e questo sappiamo dall'analisi delle impronte e questo significa che ci sono almeno nove elementi su una finestra di quindici, questo era quello che ci... allora bisogna che questa probabilità sia almeno pari a nove quattordicesimi perché questo si verifichi, almeno pari a quello, allora mettendo tutte queste considerazioni insieme viene fuori che la superficie S asterisco deve essere superiore perché possa sempre verificarsi questa situazione a questa quantità due zero due, dieci alla quinta metri quadrati, duecentomila metri quadrati grosso modo, c'è un altro problema dove va messo questo riflettore, perché non possiamo metterlo in un punto qualsiasi evidentemente, lo

dobbiamo mettere in un punto abbastanza preciso, facciamo ancora qui quattro conti sulla posizione che dovrebbe assumere questo riflettore, siamo ancora con la solita geometria, allora dobbiamo considerare dei punti in cui abbiamo che  $R_1$  più  $R_2$  è uguale a  $R$  più  $K$ ,  $K$  è la differenza e geometricamente parlando questa... il luogo dei punti per cui si verifica questa condizione è un episodio di rotazione che ha come asse la congiungente radar velivolo, allora se voglio individuare le possibili localizzazioni io devo fare l'intersezione di questo ellissoide con dei piani, se interseco questo ellissoide con un piano alla quota  $A$  ottengo una curva che più o meno è fatta così e se considero i due valori  $K$  minimo e  $K$  massimo che abbiamo visto prima per tenere conto delle incertezze abbiamo due curve di questo tipo, però per identificare correttamente la localizzazione dobbiamo anche tenere conto del fatto che l'antenna non è... non irradia allo stesso modo in tutte le direzioni, avrà una sua certa apertura, quindi interessano solo i punti che sono all'interno dell'apertura dell'antenna, allora incrociando questi due limiti verdi ottenuti intersecando degli

ellissoidi, scelti opportunamente, e i limiti rossi che dipendono invece dalla direzione della... dal diagramma di irradiazione dell'antenna, si ottiene una zona, un... non è neanche un poligono ma comunque questa superficie nella quale deve trovarsi l'elemento riflettente o diffondente alla quota H, c'è ancora il problema della quota, quale quota scelgo? Beh, comunque cominciamo a vedere che cosa succede, questi sono rappresentati schematicamente, le battute, i rilevamenti radar del 1136 e questi sono i tre plots anomali, li ho chiamati così, che... su cui stiamo discutendo, allora se considero un H uguale a zero metri, le tre zone in cui è possibile collocare questo ipotetico riflettore o diffusore sono rappresentate qui, se cambio l'altezza, evidentemente trecento metri saranno un po' più avanti e... cambio l'altezza e andiamo a seicento metri, saranno più avanti ancora, e poi ci fermiamo a novecento metri tanto per avere un insieme di... Però queste sono le altezze misurate dove? Sono misurate rispetto al piano tangente e... la superficie terrestre nel punto in cui c'è il radar, e se vogliamo avere un'idea della situazione geografica dobbiamo

tener conto della curvatura terrestre evidentemente, che non è più trascurabile a quelle distanze, non solo ma se vogliamo tener conto del fatto che la propagazione delle onde e... avviene in un mezzo che non ha indice di rifrazione costante ma indice di rifrazione che varia con l'ampiezza, la tecnica sia radar, sia dei ponti radio, delle trasmissioni radio suggerisce in queste condizioni di utilizzare una terra modificata nella quale... cioè per rendere rettilineo il percorso nelle atmosfere equivalenti si utilizza una terra che ha un raggio maggiorato rispetto alla terra vera di un fattore che normalmente è quattro terzi, allora ragioniamo su questa terra fittizia, chiamiamola così, con un fattore quattro terzi, quindi dobbiamo... ho detto le altezze che abbiamo misurato prima erano riferite a questo piano P se ci mettiamo a trentacinque miglia nautiche, cioè circa settantacinque chilometri siamo più o meno nella localizzazione, per avere le altezze rispetto al suolo, rispetto al geoide se vogliamo, dobbiamo tener conto di questa correzione, che qui io ho chiamato H primo, H primo se ho fatto bene i conti viene circa

trecentotrenta metri, l'ordine di grandezza di trecento metri, di conseguenza quei tracciati che ho indicato prima non si riferiscono a trecento metri, ma si riferisc... quello di prima che era zero adesso diventerà circa trecento metri, seicento, novecento e così via, adesso dobbiamo confrontare queste curve, queste regioni con l'orografia del terreno su cui si possono verificare, siccome conosciamo e... le distanze, conosciamo le... le coordinate dei vari punti riusciamo a individuare più o meno dove si dovrebbero trovare questi riflettori e siamo a nord di Tivoli, questo è il Monte Pellecchia, io non... non sono mai stato... queste sono tratte da una carta geografica e sono iso-curves, iso-livello a cinquecento metri, duecento metri, questa è mille metri e qui c'è un picco, un punto a mille e trecentosessantotto e qui abbiamo un crinale in cui si hanno pendenze diverse, evidentemente da questa... alla parte sinistra avremo una pendenza che degrada verso ovest e alla parte destra avremo degradazione verso est, allora dobbiamo prendere quelle curve e misurarle e confrontarle con questa... con questa geografia, qui ho riportato queste curve, allora

queste curve indicano la possibilità localizzazione del... del riflettore, però dobbiamo tener conto che so... che sicuramente dobbiamo escludere le zone che sono sul versante orientale, perché la pendenza è sbagliata, cioè non... non funziona, quindi in realtà il... le zone in cui è possibile collocare questi riflettori, posto che ci siano, sono quelle indicate qui in rosso per le prima, in verde per la seconda e in blu per la terza, sono sotto insiemmi di quelle viste prime con le condizioni che abbiamo appena citato, diamo un'occhiata alle dimensioni, grosso modo questi... questi qua... pseudo rettangoli sono circa 2,2 chilometri per 1,8 chilometri, con una superficie quattro e dieci alla sei metri quadrati, se però teniamo conto che abbiamo una certa limitazione possiamo stimare questi superfici S1, S2 e S3 circa in quattro e dieci alla sei per il primo caso e in uno alla dieci alla sei, e uno e tre in dieci alla sei per il secondo e per il terzo rispettivamente, però bisogna ricordarsi una cosa, che queste superfici sono le superfici viste dall'alto, perché noi abbiamo utilizzato una carta geografica, eccetera eccetera, in

realità quello che ci interessa, il numero che avevamo determinato precedentemente era la superficie vista dal radar e quindi bisognava tener conto di questa pendenza, se la pendenza è tre e quattro per cento dobbiamo tener conto del... coseno dell'angolo, perché la superficie vista da questa è molto più piccola rispetto alla superficie S1, facendo questi conti viene fuori che S1 asterisco è circa uno e due, da uno e due a uno e sei dieci alla quinta metri quadrati minore di quella soglia che avevamo ricavato prima e lo stesso discorso vale per le altre, attenzione stiamo parlando delle superfici complessive, quindi supponendo, dobbiamo fare l'ipotesi che ci sia una superficie omogenea, in cui il coefficiente di riflettività sia uniforme, eccetera, in ogni caso siamo sotto queste soglie che avevamo individuato, quindi prima conclusione, il modello con diffusione non dà ragione di questo fenomeno, vediamo il modello con riflessione metallica, attenzione, in questo caso quelle ragioni hanno il significato di regioni in cui è possibile collocare un riflettore, avevamo trovato quella dimensione centotrentacinque metri quadrati, no, però è un

riflettore ideale, perfettamente piano e perfettamente orientato se vogliamo andare verso ipotesi di riflettori reali tipo tetti di capannoni o cose di questo genere dobbiamo utilizzare dei fattori correttivi e grosso modo per avere una superficie... di circa centotrentacinque metri quadri si stima che ci vogliono almeno un ordine di grandezza, quindi dobbiamo ipotizzare dei riflettori reali, appunto, capannoni o cose di questo genere, con superfici dell'ordine di cento... mille, mille e cinquecento metri quadrati, non solo ma quelle tre zone, se vi ricordate le rappresentazioni, non sono sovrappendenti, quindi bisogna... quindi bisogna... e quindi non è possibile pensare che ci sia un unico riflettore che fa tutta... dà ragioni di tutti e tre, ce ne vogliono almeno due, perché ci sono sovrapposizioni tra la prima e la seconda, sovrapposizioni tra la seconda e la terza, non tra la prima e la terza, quindi bisogna ipotizzare quindi una molteplicità di riflettori di questo tipo, e questo sembra poco probabile... avere questi riflettori, non solo ma sembra poco probabile trovare riflettori di questo tipo all'interno di un parco naturale,

perché se andiamo a vedere la localizzazione di queste... di queste zone vado a finire in pieno nel parco naturale del Monti Lucrezi, che è appunto a nord di Tivoli e quindi sembra poco probabile trovare dei riflettori di quelle dimensioni collocati appunto nel... in un parco naturale, quindi anche il modello di riflessione metallica non può essere invocato per spiegare questo... questo fenomeno del... degli Echi multipli, e quindi anche questo termine si elimina, vediamo... **PRESIDENTE:** no, concludiamo scusi, eh! **CONSULENTE PENT MARIO:** concludiamo qui? **PRESIDENTE:** alle 17:00 sì sì. **CONSULENTE PENT MARIO:** come? **PRESIDENTE:** sì, sono le 17:00. **CONSULENTE PENT MARIO:** va bene. **PRESIDENTE:** tanto siccome deve comunque... **CONSULENTE PENT MARIO:** no no, certo, certo. **PRESIDENTE:** quindi va bene, la Corte rinvia all'udienza del 4 aprile, ore 9:30, invitando gli imputati e Periti a ricomparire senz'altro avviso. L'Udienza è tolta!

La presente trascrizione è stata effettuata dalla O.F.T. (Cooperativa servizi di verbalizzazione) a r.l. ROMA - ed è composta di nn. **231** pagine.

**per O.F.T.  
Natale PIZZO**