

IL V.T.S. NELL'AREA DELLO STRETTO

Massimo CHILLEMI, Luigi GIACOBBE

DRP Facoltà di Ingegneria Università di Messina, 0903977208, massimochillemi@tiscali.it, studiogiacobbe@tiscali.it

Riassunto

Gli sviluppi del traffico navale nell'area dello Stretto hanno fatto sentire negli anni un crescente bisogno di un efficace sistema di monitoraggio e controllo dei natanti in transito, portando alla costituzione di un centro V.T.S. (Vessel Traffic Service), che gestisce il traffico longitudinale in direzione Nord-Sud e Sud-Nord ed i collegamenti tra le due sponde dello Stretto.

Il V.T.S. è costituito da un sistema complesso a sensori multipli, con l'obiettivo di incrementare il livello di sicurezza ed efficienza del trasporto marittimo. In prospettiva il centro V.T.S. di Messina, già organizzato e strutturato secondo le più moderne tecniche di analisi e rendering, nel corso dei prossimi anni dovrà probabilmente svilupparsi ulteriormente, anche in funzione della prossima realizzazione del Ponte e della conseguente ulteriore maggiore criticità dell'area.

La nota si sofferma sulla teoria del radar e sulle incertezze connesse al posizionamento dei vettori ed inoltre analizza criticamente la possibilità di utilizzare altri sistemi di posizionamento. In particolare, si prospetta l'integrazione del V.T.S. locale con una rete G.P.S., che consenta il raggiungimento di incertezze nel posizionamento dei carichi pericolosi di ordine inferiore rispetto alla situazione attuale.

Abstract

In the latest years the fast increase of the naval traffic in the area of the Straits of Messina caused an increased need of an efficient monitoring system to check the ship in transit.

The V.T.S. (Vessel Traffic Service) Center of Messina acts on an area delimited to North by the passing parallel for Gioia Tauro-Capo Vaticano and to South from the passing parallel for Capo Spartivento; the same center manages the longitudinal traffic in direction North-South and South-North and the links among the two banks of the Straits.

A V.T.S. center is a complex system composed by multiple sensors, that aims to increase the safety level and efficiency of the maritime transport. In the next years the center V.T.S. of Messina, already organized and structured according to the most modern techniques of analysis and rendering, probably will develop to cope the next construction of the Bridge across the Strait, that shall involve an increased critical condition of the area.

This note deals with the radar theory, hearth of the V.T.S. system and with the precision connected to the positioning of the carriers and besides analyzes critically the possibility to use other systems of positioning. Particularly, we think that is possible to integrate the local V.T.S. with a G.P.S. network, to achieve an upper degree of precision in the positioning of dangerous loads in transit along the Straits.

1. Premesse

Gli sviluppi del traffico navale nell'area dello Stretto, con particolare riguardo alla peculiarità dell'intersezione di due direttrici (traffico trasversale tra le sponde siciliana e calabrese, traffico longitudinale in direzione Nord-Sud e viceversa), che s'intersecano con numerosi punti di conflitto potenziali, hanno fatto sentire negli anni un crescente bisogno di un efficace sistema di monitoraggio e controllo dei natanti in transito. Il problema, già affrontato con l'emanazione del D.M. 08/05/1985, ha assunto termini di pregnante attualità ed urgenza già nel 1990, quando, in seguito alla collisione della motonave Pathmos, i Comuni di Messina, Villa S. Giovanni e Reggio Calabria siglarono un accordo di programma per la nascita di un sistema integrato di controllo della navigazione nello Stretto. L'iniziativa costituiva del resto una prima risposta del sistema nazionale all'esortazione contenuta nel capitolo V° della SO.L.A.S. (normativa internazionale sulla sicurezza della vita umana in mare), affinché gli Stati membri si dotassero di un efficace apparato di controllo della sicurezza della navigazione.

Il centro V.T.S. di Messina, operativo, sia pure in fase sperimentale, dal 2002, agisce su un'area delimitata a Nord dal parallelo passante per Gioia Tauro – Capo Vaticano e a Sud dal parallelo passante per Capo Spartivento, gestendo (v. figg. 1-4) un traffico longitudinale in direzione Nord – Sud e Sud – Nord dell'ordine di 9.000 navi/anno, oltre ai collegamenti trasversali tra le due sponde dello Stretto (circa 70.000 corse complete di andata e ritorno all'anno), intervenendo in maniera significativa su possibili intersezioni e punti di crisi.

A livello nazionale, su recepimento della L. 51/2001, l'esempio del centro peloritano ha già prodotto la pianificazione di un sistema integrato costituito da una Centrale Operativa con sede

presso il Comando della Guardia Costiera di Roma, interfacciato con i V.T.S. di area di Trieste, Venezia, Bari, Reggio Calabria, Catania, Palermo, Cagliari e Genova.

A loro volta, i centri V.T.S. d'area sono integrati con un certo numero di V.T.S. locali. Con uno dei V.T.S. d'area (verosimilmente Reggio Calabria o, meno probabilmente, Catania) sarà prossimamente integrato anche il centro locale di Messina.

Anno	n° arrivi
1990	67
1991	90
1992	74
1993	21
1994	65
1995	47
1996	46
1997	48
1998	38
1999	659
2000	721
2001	616
2002	445
2003	190

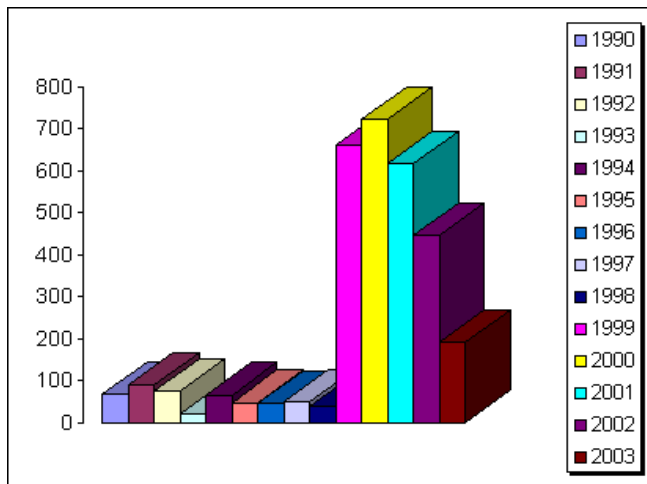


Fig. 1: Numero di arrivi di navi mercantili nel Porto di Messina

Anno	n° partenze
1990	22
1991	12
1992	30
1993	9
1994	27
1995	26
1996	4
1997	10
1998	10
1999	655
2000	709
2001	613
2002	445
2003	187

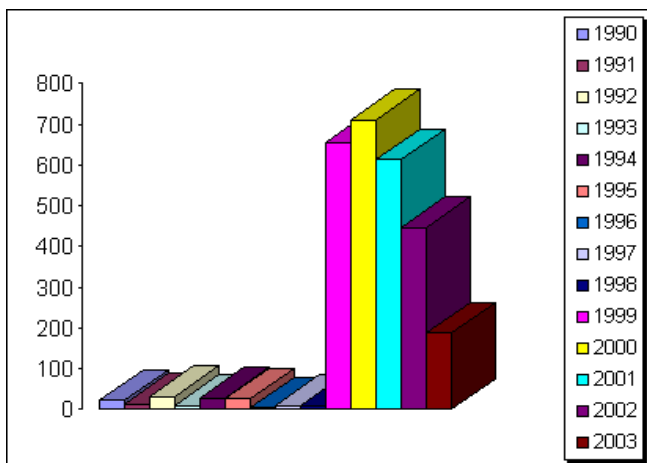


Fig. 2: Numero di partenze di navi mercantili dal Porto di Messina

Anno	n° corse
1991	59.807
1992	51.036
1993	69.840
1994	69.760
1995	74.778
1996	76.506
1997	60.465
1998	36.610
1999	36.472
2000	76.960
2001	76.246
2002	75.966
2003	72.150

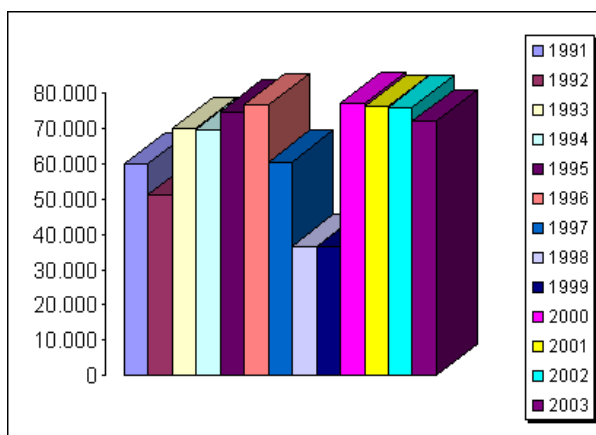


Fig. 3: Attività di collegamento nello Stretto di Messina

Anno	n° navi
1990	94
1991	72
1992	95
1993	104
1994	67
1995	69
1996	69
1997	122
1998	147
1999	127
2000	169
2001	182
2002	186
2003	242

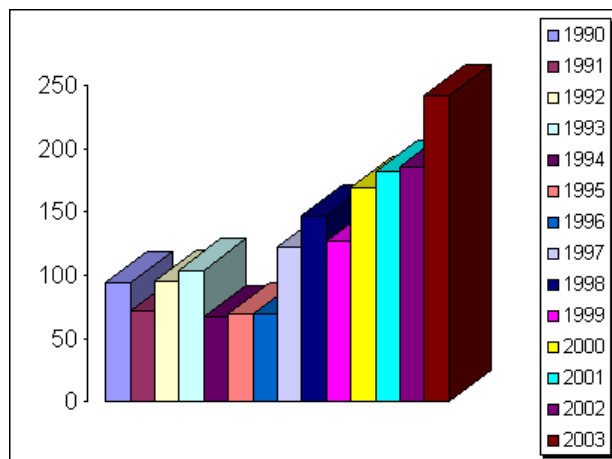


Fig. 4: Navi da crociera in sosta nel Porto di Messina

2. Le linee guida

Il V.T.S. è un sistema nato già negli anni '50, come naturale evoluzione applicativa del radar con base fissa. L'esigenza di realizzare delle stazioni di controllo del traffico navale era inizialmente dovuta alla necessità di fornire un aiuto alla navigazione in condizioni meteomarine avverse, ma ben presto si è trasformato in un sistema complesso a sensori multipli, con l'obiettivo di incrementare il livello di sicurezza ed efficienza del trasporto marittimo.

Un progetto di così ampio respiro, il cui successo dipende in buona parte dal coordinamento e dall'omologazione internazionale dei vari centri operativi, ha indotto l'I.M.O., attraverso il proprio comitato I.A.L.A. (International Association Aids to Navigation) a predisporre delle linee guida, che affrontano le problematiche relative alle finalità, alla progettazione, alla gestione ed ai profili legali ed amministrativi inerenti gli oltre cinquecento centri V.T.S. attualmente operanti nel mondo.

3. La struttura

Il centro V.T.S. di Messina è articolato in una sede centrale, in cui è allocato il sistema elaborazioni dati ed in tre stazioni radar. Tali stazioni sono ubicate nella stessa sede centrale, a Capo Peloro, in prossimità di Forte Spuria sulla costa siciliana ed a monte di Villa S. Giovanni sulla costa calabrese. I tre siti, collegati anche mediante ponte radio, forniscono dati elaborati dal sistema centrale, realizzato dalla ALENIA MARCONI SYSTEMS, mediante la tecnologia Multi Sensor Fusion, consentendo precisioni dell'ordine di 20-25 m nella determinazione del "bersaglio".

Il personale è costituito da tecnici radaristi organizzati funzionalmente in "supervisori", con compiti di coordinamento e correzione dei parametri radar, "operatori", con mansioni di gestione di porzioni delimitate dell'area V.T.S. e "tecnici manutentori".

4. La tecnologia

Fondamentalmente, la tecnologia di base del V.T.S. è rappresentata dal classico radar ad impulsi, ovviamente implementato da una serie di opzioni relative alla raccolta, alla valutazione e diffusione dei dati.

4.1. Il radar

Il radar (RADio Detection And Ranging = rivelazione e misura della distanza per mezzo di onde radio), come noto, è un sistema elettronico atto a localizzare oggetti posti entro una determinata area. Secondo uno schema elementare, il radar è costituito da un'antenna trasmittente, un'antenna ricevente ed un ricevitore. L'antenna trasmittente genera, attraverso un oscillatore, un segnale elettromagnetico, che, intercettato da un oggetto riflettente, viene in parte riflesso in tutte le direzioni e, captato dall'antenna ricevente, inviato al ricevitore.

Concettualmente, il funzionamento del radar ad impulsi è estremamente semplice, basandosi la misura della distanza sul classico procedimento di tipo cinematico:

$$D = c \cdot \Delta t / 2$$

essendo D la distanza, c la velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche ($\approx 3 \times 10^8$ Km/s) e Δt l'intervallo di tempo intercorso tra l'emissione del segnale ed il suo ritorno all'antenna ricevente.

L'azimut viene visualizzato sull'indicatore (P.P.I. Plan Position Indicator) trasformando i dati angolari dell'antenna in tensioni ad essi proporzionali.

Indicando con P la potenza del trasmettitore radar, la densità di potenza (potenza per area unitaria) ad una distanza R dal radar per un'antenna omnidirezionale è pari alla potenza specifica per unità di superficie distribuita su una sfera immaginaria di raggio R:

$$\gamma_p = \frac{P}{4\pi R^2} \quad [1]$$

Se invece il radar è ad antenna direzionale, occorre introdurre il concetto di guadagno dell'antenna, definito come il rapporto fra l'intensità massima della radiazione dell'antenna direzionale e l'intensità di radiazione di un'antenna isotropica, senza perdite, con la stessa potenza in ingresso. La densità di potenza sull'oggetto bersaglio con un'antenna con un guadagno di trasmissione G è quindi:

$$\gamma_{pd} = \frac{G \times P}{4\pi R^2} \quad [2]$$

La potenza reirradiata in direzione del radar è proporzionale ad un parametro σ definito area equivalente del radar, per cui la potenza all'antenna ricevente è pari a:

$$P_r = \frac{G \times P \times \sigma}{4\pi R^2} \quad [3]$$

Mentre la densità di potenza del segnale d'eco all'antenna ricevente è:

$$\gamma_{pr} = \frac{G \times P \times \sigma}{(4\pi R^2)^2} \quad [4]$$

A sua volta, l'antenna radar intercetta solo una parte della potenza d'eco. Se l'area effettiva di intercettazione dell'antenna ricevente è σ_r , la potenza d'eco P_e ricevuta dal radar è:

$$P_e = \frac{G \times P \times \sigma_r \times \sigma}{(4\pi R^2)^2} \quad [5]$$

La (5) è l'equazione fondamentale del radar. Secondo la teoria dell'antenna tra il guadagno d'antenna e l'area effettiva sussiste la seguente relazione:

$$G = \frac{4\pi\sigma_r}{\lambda^2} \quad [6]$$

essendo λ la lunghezza d'onda, per cui, sostituendo nella (5), si ottiene:

$$P_e = \frac{G \times P \times \sigma_r^2 \times \sigma}{4\pi\lambda^2 R^4} \quad [7]$$

ovvero

$$P_e = \frac{G^2 \times P \times \lambda^2 \times \sigma}{(4\pi)^3 R^4} \quad [8]$$

La portata del radar, cioè la massima distanza al di là della quale il bersaglio non può essere più rilevato dipende dal segnale minimo rilevabile s_{\min} . Quando quest'ultimo eguaglia il segnale d'eco, si sta evidentemente rilevando la distanza limite, per cui si ha:

$$D_{\max} = \frac{P \times \sigma_r^2 \times \sigma}{\sqrt[4]{(4\pi)^3 s_{\min}}} \quad [9]$$

oppure

$$D_{\max} = \frac{P \times G^2 \times \lambda^2 \times \sigma}{\sqrt{(4\pi)^3 s_{\min}}} \quad [10]$$

Con la (9) e la (10) si è espressa l'equazione del radar sotto forma di portata.

Per radar a grande portata è però indispensabile tener conto della curvatura terrestre allo scopo di ricavare il limite al quale possono giungere i segnali emessi, ovvero la portata geografica del radar. A tal fine, assumendo come superficie di riferimento la sfera locale ed ipotizzando l'atmosfera omogenea e isotropa, si ottiene:

$$d = \sqrt{(R+h)^2 - R^2} \approx \sqrt{2Rh} \quad [11]$$

avendo indicato con R il raggio terrestre e con h l'altezza dell'antenna radar dal suolo.

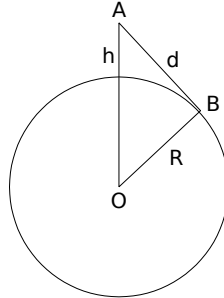


Fig. 5: limite di visibilità radar

La propagazione diretta è però influenzata dalla condizione di non isotropia dell'atmosfera causata dal decrescere della densità con la quota; si ha, pertanto, una rifrazione delle onde elettromagnetiche dovuta al variare dell'indice di rifrazione con la quota secondo la relazione:

$$\frac{\delta k}{\delta h} = -3.9 \times 10^{-8} m^{-1} \quad [12]$$

La direzione di propagazione è quindi una curva con la concavità diretta verso il suolo e di curvatura:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\cos \alpha}{k} \frac{\delta k}{\delta h} \quad [13]$$

dove α è l'angolo tra la curva e il piano orizzontale; se il fascio radar è diretto orizzontalmente si ha $\alpha = 0$. Della curvatura si può tener conto considerando la propagazione ancora rettilinea ma sottraendo alla curvatura terrestre quella relativa alla traiettoria:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R} - \frac{1}{\rho} \quad [14]$$

per cui si ha:

$$R_{eq} = \frac{R}{1 - \frac{R}{k} \frac{\delta k}{\delta h}} \approx \frac{4}{3} R \quad [15]$$

La visibilità elettromagnetica ora calcolata si riferisce a condizioni atmosferiche standard; situazioni anomale potrebbero verificarsi per variazioni diverse del valore $\delta k/\delta h$.

Le prestazioni del radar possono essere valutate sia in termini di distanza lineare che di distanza angolare. In entrambi i casi si distinguono quali parametri fondamentali di prestazione il potere discriminante e la precisione.

In termini di distanze lineari si hanno per i radar adibiti al servizio VTS i seguenti standard prestazionali:

- **potere discriminante:** il radar dev'essere in grado di distinguere due navi con scafo in acciaio della lunghezza di 20 m allineate sullo stesso azimut e distaccate di 30 m da una distanza di 6 miglia nautiche (11.112 m) in condizioni di pioggia caratterizzate da una caduta superiore a 25 mm/h;
- **precisione:** il radar dev'essere in grado di determinare la posizione dell'obiettivo con una indeterminazione di ± 30 m.

In termini di distanza angolare si ha invece:

- **potere discriminante:** il radar dev'essere in grado di distinguere due navi con scafo in acciaio della lunghezza di 20 m disassate di 75 m da una distanza di 6 miglia nautiche (11.112 m) in condizioni di pioggia caratterizzate da una caduta superiore a 25 mm/h. Tale definizione corrisponde ad un potere discriminante pari a $6,75 \times 10^{-3}$ rad, ovvero $0^\circ 23' 12,18''$.
- **precisione:** la posizione dell'obiettivo dev'essere ottenuta con una indeterminazione di $\pm 0^\circ 36'$ per radar operanti nella banda di frequenza 9.300-9.500 MHz (X-band) e di $\pm 1^\circ$ per radar operanti nella banda di frequenza 2.900-3.100 MHz (S-band).

4.2. Raccolta, valutazione e diffusione dei dati

In un sistema V.T.S. è necessario raccogliere una gran mole di informazioni ambientali. La maggior parte delle informazioni può essere acquisita mediante sensori meteorologici ed idrografici oppure attraverso i database di servizi alleati, V.T.S. ed autorità portuali limitrofe, utilizzando le moderne linee di comunicazione on line. Per ottenere informazioni sul movimento e l'identificazione dei natanti, come si è detto, il principale strumento è il radar, che però non può autonomamente identificare gli oggetti intercettati. Generalmente la corretta identificazione dei natanti comporta l'utilizzazione di un sistema radio VHF (VHF Directions Finders), mentre è in corso di sviluppo ed identificazione il sistema A.I.S. (Automatic Identification System), che a partire dal 2002 è stato introdotto sulle navi. Il sistema è in grado di trasmettere messaggi contenenti l'identità, la posizione ed altri dati di dettaglio della nave sia in forma automatica che in modo manuale (cioè a richiesta). Con tale sistema la precisione lineare è dell'ordine di ± 10 m.

Informazioni sulla posizione dei natanti possono essere inoltre raccolte mediante l'uso del GPS o del GPS differenziale. Un sostanziale sviluppo del sistema di monitoraggio è infine dovuto all'utilizzo degli infrarossi, grazie ai quali si possono avere informazioni anche durante le ore notturne ed in condizioni climatiche avverse.

4.3. Il V.T.S. Management ed il Multi Fusion System

Il sistema V.T.S. è essenzialmente costituito da:

- un elaboratore centrale;
- le periferiche di monitoraggio e rilevazione (innanzi tutto i sensori radar ed i VHF direction finders);
- un sistema di restituzione dei dati elaborati costituito da un certo numero di display processors;
- personal computer per la registrazione e riproduzione delle attività.

L'elaboratore centrale e gli altri componenti del sistema sono connessi ad una rete L.A.N. (Local Area Network), che rappresenta il canale di comunicazione tra i nodi radar. I VHF directional finders sono invece collegati al computer centrale mediante linee dedicate. I dati rilevati sono elaborati mediante il sistema Multi Sensor Fusion, che combina le informazioni provenienti da una pluralità di sensori, consentendo l'acquisizione di risultati non raggiungibili disponendo di dati provenienti da una sola fonte.

L'Alenia Marconi Systems ha realizzato tale sistema utilizzando per l'analisi e la correlazione dei dati la modellazione di Petri Net ed ha inoltre costruito un prototipo di MMI (Man Machine Interface) sviluppando il software GUIB (Graphic User Interface Builder).

Tutte le informazioni raccolte con i diversi sensori e strumenti di identificazione e/o intercettazione a disposizione del centro V.T.S. sono convogliate ad un sistema informatico centrale, che provvede ad elaborarle, restituendo a video l'immagine del traffico navale nell'area di interesse.

Tramite l'interfaccia informatico il centro V.T.S. scambia inoltre le informazioni raccolte ed elaborate con i centri collegati, utilizzando i comuni network di comunicazione.

5. Conclusioni

Il centro V.T.S. di Messina, già organizzato e strutturato secondo le più moderne tecniche di analisi e rendering, nel corso dei prossimi anni dovrà probabilmente svilupparsi ulteriormente, anche nella prospettiva della realizzazione del Ponte. Tale infrastruttura trasformerà infatti l'area dello Stretto in un nodo cruciale ai fini della difesa e della protezione civile.

In altri termini, il centro V.T.S., arricchendosi dell'interfacciamento con altri sensori e fonti di informazioni (GPS, SAR, sensori geo-idrologici, stazioni radar adibite al controllo del traffico aereo), potrebbe costituire il fulcro, o comunque il prototipo, di un più ampio sistema di controllo e monitoraggio del territorio e non soltanto del traffico navale.

Certamente l'obiettivo non può essere immediato e non soltanto per problematiche di tipo economico e/o tecnologiche, ma innanzi tutto per la necessità di calibrare un sistema ponderale, che possa condurre all'opportuna combinazione di informazioni aventi peso e riferimenti assolutamente diversi, al fine di rendere un'ideale immagine dinamica del territorio, dal microscopico al macroscopico.

Bibliografia:

- Documentazione tecnica Alenia Marconi Systems disponibile su www.alenia.it, 2005
Galati G.: "RADAR e Navigazione", Edizioni TEXMAT, 2004
I.A.L.A.: "V.T.S. Guidelines", 2002
Nicoli A.: "Navigazione moderna" – Edizioni Quaderni Marinari, 1997