

Rapporto n° 9748

Simulazioni di manovrabilità all'interno del nuovo porto di Tremestieri

C. Notaro, E. Pino, D. Tozzi, L. Massa, V. Rossi
Genova, Aprile 2007

Rapporto Cetena n° 9748

Titolo/Title

Simulazioni di manovrabilità all'interno del nuovo porto di Tremestieri

Autori/Authors Chiara Notaro, Enrico Pino, Lorenzo Massa, Vittorio Rossi, Davide Tozzi

Sommario

Il presente rapporto illustra i risultati delle simulazioni di manovra condotte dal CETENA S.p.A. mediante il proprio simulatore di manovra SIMON II per conto dell' Autorità Portuale di Messina per il Porto di Tremestieri (ME).

Lo studio riguarda la simulazione di manovre di arrivo e partenza in condizioni meteomarine severe ed estreme di una nave Ro Ro di 200 m, all'interno della nuova area portuale di Tremestieri avente la planimetria proposta ed indicata nelle figure allegate.

Per maggiore completezza l'operatività del porto è stata verificata anche simulando l'ingresso di una nave monoelica delle stesse dimensioni della precedente ma di potenza inferiore e dotata di un unico thruster.

Inoltre, è stata verificata l'agibilità nautica dell'approdo con traghetti di tipo bi-direzionale mediante una analisi di 'crabbing', ossia valutando le massime condizioni ambientali che tali imbarcazioni sono in grado di contrastare staticamente.

Abstract

<i>Autori</i> Enrico Pino Chiara Notaro	<i>Capo Servizio</i> 	<i>Capo Settore</i> 	<i>Resp. Sicurezza Segreto di Stato</i>
---	--------------------------	-------------------------	---

<i>CIRCOLAZIONE</i>	Interna <input type="checkbox"/> Internal Only Libera <input type="checkbox"/> Free Riservata Industriale <input checked="" type="checkbox"/> Commercial in confidence Classificata <input type="checkbox"/> Classified	<i>CIRCULATION</i>
---------------------	--	--------------------

<i>Pagine /Sheets</i> 56	<i>Note / Notes</i> Software: SIMON II IDN 01
-----------------------------	---

<i>Commessa /Job</i> 517006000013	<i>Codici distribuzione / Distribution codes</i> Autorità Portuale di Messina - IDROTEC
--------------------------------------	--

INDICE

Indice	2
1. Introduzione	3
2. Descrizione del simulatore di manovra	5
3. Simulazioni	7
3.1 Condizioni generali di simulazione	7
3.2 Descrizione delle manovre.....	9
4. Conclusioni	14
5. Bibliografia	16
Appendice A	17
Appendice B	22
Appendice C	33
Appendice D	36
Appendice E.....	43

1. INTRODUZIONE

Il presente rapporto illustra i risultati delle simulazioni di manovra condotte in data 15 Marzo 2007 dal CETENA S.p.A. mediante il proprio simulatore di manovra SIMON II per conto dell'Autorità Portuale di Messina. Le simulazioni sono state effettuate dal Comandante Ottavio Lanzola, che ha ricoperto il ruolo di capo pilota del corpo piloti del Porto di Genova, coadiuvato dal Comandante del corpo piloti del porto di Messina Giovanni Cotugno, alla presenza dell'Ing. F. Grimaldi e dell' Ing. A. Rigoni per conto della società IDROTEC e dell'Ing. F. Di Sarcina rappresentante dell'Autorità Portuale di Messina.

Lo studio riguarda la simulazione di manovre di arrivo e partenza in condizioni meteomarine severe ed estreme che si possono verificare nella zona marina antistante ed all'interno della nuova area portuale di Tremestieri la cui planimetria è riportata in **Figura 1A**.

Le manovre sono state effettuate con una nave Ro Ro bielica di lunghezza pari a 200 m e due thruster prodieri (da 1300 kW l'uno).

Con il Comandante Cotugno sono state concordate alcune simulazioni di ingresso per le quali è stata utilizzata la stessa nave bielica con alcune penalizzazioni delle sue caratteristiche nautiche che riguardano:

- utilizzo simultaneo del telegrafo di macchina sia nel moto avanti che nel moto addietro limitando anche la potenza di propulsione disponibile (dagli originali 140 giri/min si è passati a 100 giri/min massimi);
- uso di un unico thruster prodiero (da 1300 kW di potenza).

L'utilizzo in simultanea delle eliche di propulsione non consente di avvertire il caratteristico effetto evolutivo dovuto all'elica durante la marcia addietro tipico di una nave monoelica.

Comunque, al fine della valutazione da un punto di vista nautico della planimetria del nuovo porto, si è convenuto che fosse utile valutare la fattibilità di alcune manovre d'ingresso in condizioni meteomarine 'standard' con una nave che presentava delle caratteristiche di manovrabilità penalizzate rispetto ad una nave bielica tradizionale e che quindi si avvicinasse come prestazioni manovriere ad una nave monoelica.

Nel seguito di questo studio tale configurazione di nave verrà indicata come nave 'monoelica'.

Le caratteristiche principali della nave bielica utilizzata per le simulazioni sono riportate in **Tabella 1A (App. A)**.

La nave 'monoelica' così come è stata usata durante il lavoro di simulazione, è stata configurata al momento stesso delle manovre di simulazione semplicemente usando, come riportato in precedenza, simultaneamente le manette dei motori, senza mai oltrepassare i 100

giri dell'elica circa (corrispondenti ad una velocità avanti di 13 kn circa sui 24 kn massimi), e disattivando uno dei due thruster installati sulla nave bielica. Questo è stato fatto al fine di riprodurre con buona approssimazione il comportamento manovriero di una nave "vecchia" od in avaria che esegua la manovra d'ingresso nel porto in specificate condizioni meteo marine, come verrà illustrato nel seguito della descrizione delle manovre.

Inoltre, si è verificata l'agibilità dell'approdo di Tremestieri anche per le navi di tipo traghetto bi-direzionale. Data la superiore manovrabilità dei traghetti bi-direzionali, equipaggiati con propulsori Voight-Schneider oppure con propulsori azimutali, si è deciso di esaminare l'operatività di queste navi non in termini di simulazioni interattive bensì mediante verifica cosiddetta di 'crabbing', ossia valutando le massime condizioni ambientali che tali imbarcazioni sono in grado di contrastare staticamente.

La relazione in cui viene illustrata sia la metodologia di calcolo che i risultati ottenuti con questo studio di 'crabbing' sono riportati in **Appendice E**.

2. DESCRIZIONE DEL SIMULATORE DI MANOVRA

Lo strumento utilizzato per lo studio è il simulatore di manovra SIMON II, progettato e sviluppato dal CETENA, e utilizzato correntemente dal CETENA per studi di navigabilità di configurazioni portuali.

Il simulatore di manovra consiste dei seguenti elementi:

- simulacro di plancia che alloggia i controlli per il governo e la propulsione della nave oltre agli indicatori di bordo necessari per la navigazione;
- PC work-station su cui è installato il modello matematico di simulazione per navi di superficie (SIMSUP);
- monitor per la visualizzazione 2D della manovra;
- monitor cilindrico per la visualizzazione 3D della manovra.

Il modello matematico della nave è connesso tramite il PC sia alla plancia di comando sia al display. L'affidabilità del modello matematico SIMSUP utilizzato dal SIMON II nel riprodurre il comportamento manovriero per le diverse tipologie di nave e configurazioni degli organi propulsivi e di governo è assicurata da una sistematica opera di validazione rispetto ai risultati delle prove in mare di manovrabilità che fanno parte della Banca Dati al Vero continuamente aggiornata dal CETENA. Tale opera di validazione è testimoniata da diverse relazioni cui si rimanda in Bibliografia [1] [2].

Per maggiori dettagli sul simulatore di manovra SIMON II si può fare riferimento a [3].

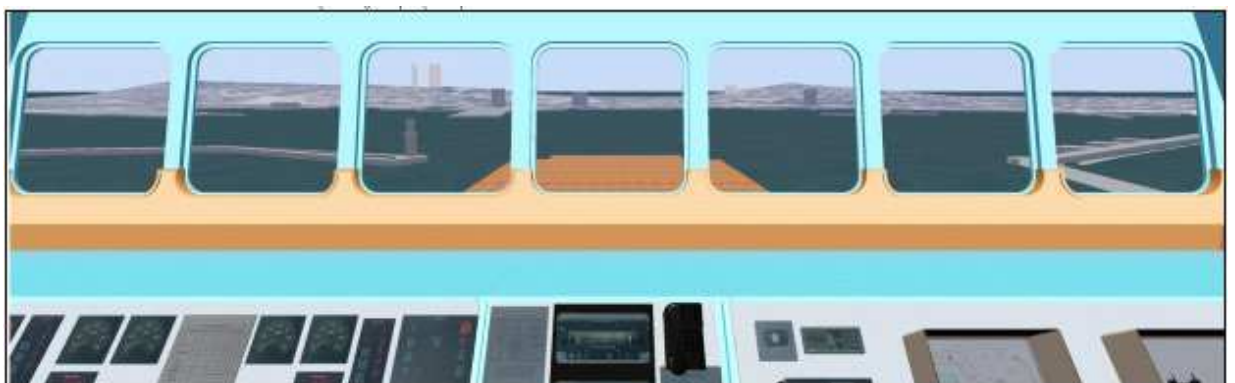


Figura 1 – Simulatore di manovra – Immagine proiettata sullo schermo per la visualizzazione tridimensionale



Figura 2 – Simulatore di manovra - Vista dall'alto dell'area di manovra e relativi ingombri



Figura 3 – Simulatore di manovra – Esempio di vista della plancia e dello schermo tridimensionale

3. SIMULAZIONI

3.1 Condizioni generali di simulazione

Di seguito, per la nave utilizzata nelle simulazioni, vengono descritte le singole manovre e riportati i relativi commenti del Comandante Lanzola, co-esecutore delle simulazioni e del capo dei piloti del porto di Messina Comandante Cotugno.

Durante lo svolgimento delle manovre non è stato fatto utilizzo di rimorchiatori: le navi devono essere in grado di manovrare autonomamente utilizzando la sola forza delle macchine e dei thrusters durante tutto lo svolgimento delle manovre d'attracco / partenza dal nuovo porto di Tremestieri.

Durante l'esecuzione delle manovre si è tenuto conto sia dell'agitazione ondosa della zona di mare prospiciente il porto che della corrente e delle condizioni di vento.

L'influenza della corrente è presente sino all'imboccatura del porto, in accordo con le osservazioni fatte dai Comandanti, mentre quella del mare viene via via smorzata all'interno di tutto il bacino portuale.

Si è fatto riferimento sia ai dati delle condizioni meteomarine forniti dalla società IDROTEC (documento che è riportato nell' **Appendice B**) sia da quelli forniti da un precedente studio CETENA [4] relativo agli approdi posti immediatamente a nord di quello oggetto di questo studio, sempre in località Tremestieri. Questa seconda serie di dati è stata ottenuta dall'esame delle condizioni meteo fornite dalla stazione meteorologica di Messina Forte Spuria e dalle pubblicazioni dell'Istituto Idrografico della Marina [5] sempre relative allo Stretto di Messina (**Appendice C**).

Da un confronto fra i dati di corrente riportati in **Appendice B** ed in **Appendice C** si evince che sia i valori medi che quelli massimi riportati in **Appendice C** risultano essere più severi e quindi più conservativi. Per questo motivo, si è deciso di effettuare le simulazioni di manovra utilizzando i valori di corrente media annua e corrente massima ascendente/discendente più impegnativi, che quindi risultano essere pari rispettivamente a:

Condizione severa

- corrente ascendente media annua = 3.1 kn
- corrente discendente media annua = 3.4 kn

Condizione estrema

- massima corrente ascendente = 4.8 kn
- massima corrente discendente = 5.7 kn

Su suggerimento del Comandante Cotugno, intervenuto durante le simulazioni, tali valori di corrente risultano essere comunque superiori a quelli normalmente percepiti nella fase di manovra dalle navi nell'arco dell'anno di fronte allo specchio acqueo del porto di Tremestieri. Sulla base di queste considerazioni, quindi sono state anche condotte manovre con valori di corrente medi inferiori a quelli precedentemente indicati e pari a circa 1.5 kn.

L'effetto del moto ondoso è stato considerato, in tutte le manovre, proveniente sempre da 175°N: il disturbo dovuto al moto ondoso è comunque limitato in quanto, durante le manovre di ormeggio/partenza, la nave non si presenta mai al traverso rispetto alla direzione prevalente delle onde. L'altezza d'onda considerata è 1.5 m per la condizione severa e 3.0 m per quella estrema.

L'effetto di disturbo causato dall'azione del vento è stato simulato seguendo le indicazioni riportate in **Fig. 1B** dell'**Appendice B**. Le direzioni prevalenti di provenienza ed il numero di eventi del vento risultano essere dal settore di NW (direzione 330°), dal settore di SW (direzione 210°) e di NE (direzione 30°). Su indicazione del Comandante Cotugno, oltre alle direzioni di provenienza sopracitate, si è valutato l'effetto del vento proveniente dai settori di SE (direzione 150°) in quanto tale vento risulta essere impegnativo per le navi che operano durante le fasi di ormeggio/partenza dal porto di Tremestieri. Le velocità del vento scelte sono 15 e 25 nodi per la condizione severa e 35 nodi per quella estrema.

Un elenco completo delle simulazioni effettuate, comprensivo delle condizioni meteomarine e dell'esito della manovra, è contenuto in **Tabella 1B (App. B)**.

3.2 Descrizione delle manovre

Il punto di partenza delle manovre di ingresso nel porto, su indicazione specifica del Comandante Lanzola e come confermato dal Comandante Cotugno, è stato scelto con rotta 0° Nord e la nave posizionata all'altezza dello spigolo sud del pennello esterno del porto, sia per le navi provenienti dallo Stretto di Messina sia per quelle che arrivano da sud.

La velocità iniziale di simulazione della nave durante l'approccio al porto di Tremestieri è pari a 3.0 nodi per tutte le manovre d'ingresso.

La nave deve quindi percorrere un tratto rettilineo, fino ad avvicinarsi sufficientemente all'imboccatura del porto. Grazie all'uso combinato delle due eliche di propulsione ed eventualmente dei thrusters (se bielica) o dell'elica, del timone e dell'unico thruster (nel caso di nave 'monoelica'), la nave ruoterà fino a presentarsi con la poppa rivolta alla banchina di arrivo.

Durante le manovre è stato di volta in volta valutato dai Comandanti quale fosse il punto migliore dal quale iniziare la manovra di avvicinamento all'imboccatura del porto, relativamente alle condizioni di vento ma soprattutto a quelle di corrente: infatti, nelle figure illustranti la traiettoria delle manovre che di seguito verranno descritte, si evidenziano differenti punti di partenza.

Tutte le traiettorie delle manovre d'attracco / partenza che sono state simulate vengono allegate in **Appendice D (Figura 1D ÷ Figura 11D)**.

In **Appendice D, Figura 12D** è riportato l'involuppo di tutte le manovre riuscite che sono state compiute sia con la nave bielica che con quella 'monoelica'.

Durante le manovre, sia di ingresso che di uscita, si è tenuto in considerazione l'ingombro di una o più navi ormeggiate alla banchina opposta a seconda delle configurazioni (indicate come "assetti operativi" C e D, **cfr. App. A Figura 2A**). Le loro dimensioni sono indicate in **Appendice A, Figura 2A**.

1) Manovra di ingresso in cfg. C, con vento a 15 kn da NW, corrente media annua discendente di 3.4 kn e mare con altezza d'onda 1.5 m da 175°N (App. D, Figura 1D). Ingombri considerati: 2 traghetti bidirezionali sul pennello esterno.

Si riesce a condurre la manovra in condizioni di assoluta sicurezza e senza l'ausilio di alcun rimorchiatore.

La presenza delle navi sulla banchina opposta all'ormeggio non costituisce alcun disturbo e vincolo alla manovra del Ro-Ro. Il transito al lato del RoRo ormeggiato avviene ad una distanza di circa 30 m che è considerata più che soddisfacente sia da un punto di vista del

disturbo alla nave ormeggiata che da un punto di vista della sicurezza complessiva della manovra.

2) *Manovra di ingresso in cfg. C, con vento a 15 kn da NW, corrente media annua ascendente di 3.1 kn e mare con altezza d'onda 1.5 m da 175°N (App. D, Figura 2D). Ingombri considerati: 2 traghetti bidirezionali sul pennello esterno.*

Si riesce a condurre la manovra in condizioni di assoluta sicurezza e senza l'ausilio di alcun rimorchiatore. Durante la manovra d'ingresso nel porto si è avvertita l'influenza della corrente ascendente che è stata adeguatamente contrastata dalla potenza della macchina. La presenza delle navi sulla banchina opposta all'ormeggio non costituisce alcun disturbo e vincolo alla manovra del Ro-Ro.

3) *Manovra di ingresso in cfg. C, con vento a 15 kn da NE, corrente media annua discendente di 3.4 kn e mare con altezza d'onda 1.5 m da 175°N (App. D, Figura 3D). Ingombri considerati: 2 traghetti bidirezionali sul pennello esterno.*

Si riesce a condurre la manovra in condizioni di assoluta sicurezza e senza l'ausilio di alcun rimorchiatore. Con il vento da Grecale è opportuno iniziare la manovra di ingresso al porto in una posizione situata più al largo rispetto all'imboccatura del porto (*cf. App. D, Figura 2D e 3D*), al fine di creare un margine sufficiente di sicurezza nei confronti del vento che tende a schiacciare la nave verso l'imboccatura. La virata a sinistra in corrispondenza dell'imboccatura, è in qualche modo agevolata dall'effetto del vento anche se, seguendo la consuetudine marinaresca, la distanza fra lo spigolo di poppa e la testata del molo avrebbe potuto anche essere un po' superiore. Grazie alle buone capacità manovriere, tipiche di questa tipologia di navi, si riesce a controllare la prora e la posizione della nave e ad accostarla correttamente in banchina.

4) *Manovra di ingresso in cfg. C, con vento a 35 kn da SW, corrente massima annua discendente di 5.7 kn e mare con altezza d'onda 3 m da 175°N (App. D, Figura 4D). Ingombri considerati: 2 traghetti bidirezionali sul pennello esterno.*

Questa manovra è stata impostata volutamente con le condizioni peggiori di vento, mare e corrente che, in contemporanea, si possono presentare con bassissima probabilità nell'anno. Questa è quindi una manovra considerata estrema, rappresentativa di una condizione meteomarina in cui devono verificarsi congiuntamente tutti questi effetti avversi, per ciascuno di essi, valori estremi d'intensità. Tale manovra è stata comunque effettuata proprio per verificare in quale misura l'operatività del porto ne venga influenzata.

Il vento è al massimo dell'intensità, proveniente da SW, e la corrente è discendente, anch'essa al suo massimo registrabile, in direzione opposta di 180° rispetto al vento. La nave quindi si

trova soggetta a questo gioco opposto di forze: il vento, che spinge verso nord, contrastando l'evoluzione necessaria all'ingresso al porto, e la corrente, piuttosto forte, che contrasta la risalita della nave frenandola.

Anche in questo caso la partenza è necessariamente situata da un punto più scostato dall'imboccatura del porto per contrastare sia l'azione di scarroccio esercitata dal vento che la deriva della corrente: la manovra evolutiva da eseguire per portare la poppa rivolta all'interno va iniziata già a circa 100-150 m dal pennello esterno che delimita il porto a levante (vedasi **App. D, Figura 4D**). La nave, come si vede dalla sua traiettoria, subisce fin quando non è ancora ben dentro al porto l'azione della corrente che tende a spingerla verso sud. Le distanze di sicurezza sono rispettate grazie all'accortezza nell'uso delle macchine e dei thrusters a controbilanciare le azioni di scarroccio del vento e della corrente.

Con questi accorgimenti si riesce a condurre la manovra in condizioni di sicurezza. La presenza delle navi sulla banchina opposta all'ormeggio non costituisce disturbo alla manovra del Ro-Ro.

*5) Manovra di partenza da cfig. D, con vento a 35 kn da NW, corrente media annua discendente di 3.4 kn e mare con altezza d'onda 3 m da 175°N (**App. D, Figura 5D**). Ingombri considerati: 1 traghetto Ro Ro sulla banchina interna.*

Il distacco da banchina, qualunque essa sia e qualunque sia la direzione del vento, è perfettamente eseguibile con l'aiuto dei thrusters di prora e dell'azione combinata delle eliche principali. La difficoltà di questa manovra di partenza è data dall'azione di contrasto che è necessario fare per muoversi sotto l'azione del vento che spinge la nave contro i parabordi. Per questo motivo è stata scelta la partenza con vento da Maestrone dalla banchina D (pennello esterno). Quando investe la nave al traverso, questo vento attua su di essa un'azione che si oppone al distacco da banchina. La manovra viene portata a termine con successo e con buoni margini di sicurezza grazie alle elevate capacità manovriere della nave. La manovra è stata interrotta non appena il Comandante ha ritenuto la nave era da considerarsi in sicurezza in quanto ormai ben avviata oltre l'uscita del porto.

*6) Manovra di ingresso in cfig. D, con vento a 35 kn da SE, corrente media annua ascendente di 3.1 kn e mare con altezza d'onda 3 m da 175°N (**App. D, Figura 6D**). Nessun ingombro considerato.*

Da questa manovra di simulazione e per tutte quelle che seguiranno, è stata condotta una serie di simulazioni con vento proveniente da SE in quanto tale direzione di provenienza è ritenuta particolarmente probante per quanto riguarda le manovre d'ingresso nel porto. Osservando la rosa dei venti in **Figura 1B** dell'**Appendice B**, si nota effettivamente la presenza di vento proveniente da Scirocco (150° circa) oltre alle più "marcate" direzioni NW, NE e SW, che però

come si è visto non hanno dato problemi: su consiglio del Comandante Cotugno si è deciso quindi di valutare il comportamento della nave soggetta a questa specifica direzione di vento.

La nave inizia la manovra di avvicinamento all'imboccatura del porto partendo il più a sud possibile. Si mantiene discosta dall'estremità del pennello esterno e inizia la rotazione verso l'interno non appena si presenta al traverso dell'imboccatura del porto. In questo modo, una volta iniziata l'evoluzione a sinistra, riesce a ruotare di poppa anche grazie all'azione del vento al traverso, ma si trova troppo lontana dall'estremità del pennello della banchina esterna alla quale si vuole ormeggiare. La manovra così si complica: non appena la nave tenta di raddrizzarsi per presentarsi con il suo asse longitudinale parallelo alla banchina, il vento la investe al traverso facendola ruotare a sinistra, allontanandola in questo modo dalla banchina stessa. Il Comandante riesce a contrastare quest'azione facendo prevalere le macchine (la nave avvicina di fatto la poppa a banchina) ma in ogni caso la nave allarga a sinistra la sua prora, compromettendo la sicurezza di eventuali altre navi ormeggiate sulla banchina opposta (in questo caso di "prova" non considerate presenti).

7) Ripetizione della precedente manovra: manovra di ingresso in cfg. D, con vento a 35 kn da SE, corrente media annua ascendente di 3.1 kn e mare con altezza d'onda 3 m da 175°N (App. D, Figura 7D). Nessun ingombro considerato.

La manovra precedente viene ripetuta, in questo caso senza considerare ingombri di altre navi ormeggiate.

La nave riesce a concludere la rotazione all'interno del porto presentandosi di poppa molto vicina al pennello esterno. L'azione del vento interviene di nuovo a complicare la manovra facendo eseguire alla nave una rotazione durante la marcia indietro per l'accosto in banchina che la costringe ad allargare di prora.

La manovra si può considerare non riuscita in quanto l'approdo è rappresentato dal pennello esterno (cfg. D) anche se, nella realtà, in assenza d'ingombri nella darsena portuale, sarebbe possibile l'ormeggio alla banchina opposta (cfg. C). Tale considerazione vale anche per la precedente Manovra 6.

I due Comandanti concludono che la condizione di vento da SE avente una velocità di 35 kn rappresenta una manovra limite da effettuare con accortezza, da valutare caso per caso (cioè in funzione dell'efficienza e del tipo di nave) e da attuare in condizioni di darsena sgombra. Questa condizione limite è causata sia all'intensità sia dalla direzione del vento, che può rendere complesse e in parte rischiose le manovre tanto di attracco quanto di partenza.

La corrente in questo caso non risulta essere un fenomeno limitante così come il moto ondoso.

8) *Manovra di ingresso in cfg. D, con vento a 25 kn da SE, corrente media annua discendente di 3.4 kn e mare con altezza d'onda 1.5 m da 175°N (App. D, Figura 8D). Ingombri considerati: 1 traghetto Ro Ro sulla banchina interna.*

La manovra è riuscita con adeguati margini di sicurezza.

La presenza della nave sulla banchina opposta all'ormeggio non costituisce alcun disturbo e vincolo alla manovra del Ro-Ro.

9) *Nave 'monoelica': manovra di ingresso in cfg. D, con vento a 15 kn da SE, corrente media annua discendente di 1.5 kn e mare con altezza d'onda 1.0 m da 175°N (App. D, Figura 9D). Ingombri considerati: 1 traghetto Ro Ro sulla banchina interna.*

Come precedentemente riportato, la nave 'monoelica' è stata ottenuta partendo dalla condizione di nave bielica, usando il telegrafo di macchina in contemporanea e con l'ausilio di un solo thruster prodiero: con queste restrizioni operative si vuole simulare una nave avente prestazioni inferiori rispetto alla nostra nave bielica provata in precedenza.

Con la condizione di nave 'monoelica', si è convenuto di eseguire l'ingresso nel porto esclusivamente nelle condizioni meteomarine considerate 'standard', quali sono quelle indicate in questa prova.

La manovra risulta per forza di cose più lunga ma riesce comunque perfettamente e con adeguati margini di sicurezza. La presenza della nave sulla banchina opposta all'ormeggio non costituisce alcun disturbo e vincolo alla manovra del Ro-Ro.

10) *Nave 'monoelica': manovra di ingresso in cfg. C, con vento a 20 kn da SE, corrente media annua discendente di 1.5 kn e mare con altezza d'onda 1.0 m da 175°N (App. D, Figura 10D). Ingombri considerati: 2 traghetti bidirezionali sul pennello esterno.*

Ripetizione della precedente manovra, ma con vento rinforzato a 20 kn ed attracco sul lato opposto in configurazione C.

La manovra è riuscita con adeguati margini di sicurezza.

La presenza della nave sulla banchina opposta all'ormeggio non costituisce alcun disturbo e vincolo alla manovra del Ro-Ro.

11) Manovra di ingresso in cfg. C, con vento a 15 kn da SE, corrente media annua ascendente di 3.1 kn e mare con altezza d'onda 1.5 m da 175°N (App. D, Figura 11D). Ingombri considerati: 2 traghetti bidirezionali sul pennello esterno.

Si rileva anche in questo caso quanto sia importante impostare bene la manovra, anche con vento di 15 kn.

Si riesce a condurre la manovra con buoni margini di sicurezza e senza che la presenza delle navi sulla banchina opposta all'ormeggio costituiscano disturbo e vincolo alla manovra del Ro-Ro.

4. CONCLUSIONI

L'analisi delle simulazioni condotte evidenzia come la nave Ro Ro bielica, grazie ai suoi mezzi di propulsione e manovra, non presenti particolari problemi nell'esecuzione delle manovre di ingresso sino ad una intensità del vento pari a 25 nodi da entrambe le configurazioni di attracco previste nella nuova area portuale mentre le partenze si eseguono in condizioni di sicurezza anche per intensità del vento di 35 nodi, il tutto compiuto senza l'ausilio dei rimorchiatori.

Si tenga presente che, a giudizio di entrambi i Comandanti, il comportamento propulsivo e manovriero della nave bielica durante le simulazioni è risultato essere aderente a quello che si ottiene al vero durante le manovre di attracco / partenza.

In generale, dalle simulazioni e dai commenti dei Comandanti si evince che l'influenza del moto ondoso e della corrente (entrambi provenienti sempre da direzioni che permangono costanti sia nell'arco della giornata che dell'anno) sulle manovre di attracco / partenza non sia determinante per la buona riuscita delle stesse mentre è sicuramente determinante quella del vento.

In particolare, con vento da SE (scirocco) ed intensità 35 nodi la manovra d'attracco alla cfg. D non è riuscita: in questo caso si richiede la disponibilità all'ormeggio su entrambe le banchine. Questo fatto implica che la darsena portuale deve essere completamente sgombra al fine di permettere alla nave, che sta accostando, comunque un approdo.

Tali simulazioni sono state condotte in condizioni considerate conservative sia per quanto riguarda quelle meteomarine (considerate ampiamente conservative rispetto a quelle mediamente avvertite durante la pratica quotidiana) che per le modalità delle manovre d'attracco nel momento in cui la nave si trovi nei pressi della banchina: infatti, ad esempio, durante la fase di accosto a banchina è stato simulato l'utilizzo di un unico cavo di poppa con un tiro massimo di 16 t e l'azione del vento è considerata costante su tutta l'area di manovra sino all'interno del porto.

Nelle manovre eseguite non è stato necessario l'uso dei rimorchiatori

Per quanto riguarda la nave 'monoelica', le simulazioni condotte hanno permesso di verificare la fattibilità delle manovre di ingresso e di attracco presso le banchine in entrambe le configurazioni C e D nel caso in cui le condizioni meteomarine sono, nel loro complesso, più moderate.

Va precisato come per le manovre condotte con venti di 35 nodi da SE, che rappresentano condizioni limite che si verificano solo occasionalmente durante l'anno, l'ingresso in porto sia da valutare caso per caso, mentre, nelle normali condizioni meteo, secondo quanto indicato da entrambi i Comandanti, le manovre possono essere eseguite con sufficienti margini di sicurezza.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] G.Capurro, P.Puccio
'Primi risultati del programma SIMSUP per navi monoelica. Confronto teorico-sperimentale'
Rapporto tecnico CETENA n. 3832, Dicembre 1989
- [2] G.Capurro, P.Puccio
'Primi risultati del programma SIMSUP per navi bielica. Confronto teorico-sperimentale'
Rapporto tecnico CETENA n. 4037, Agosto 1990
- [3] G.Capurro
'Description of CETENA manoeuvring simulator SIMON II'
Rapporto tecnico CETENA n. 7459, Gennaio 2001
- [4] Roberta Depascale, M. Giannini
'Requisiti degli apparati di propulsione e di governo di traghetti per operare in sicurezza presso l'approdo di Tremestieri'
Rapporto tecnico CETENA n. 9384, Febbraio 2006
- [5] Istituto Idrografico della Marina
'Tavole di marea (Mediterraneo – Mar Rosso) e delle correnti di marea (Venezia e Stretto di Messina)'
Genova, 2003

APPENDICE A

Tabella 1A: Traghetto Ro Ro: caratteristiche principali

Caratteristiche della carena		
Lunghezza tra le perpendicolari	183.0	m
Lunghezza fuori tutto	200.0	m
Larghezza B	26	m
Immersione media T	7.4	m
Dislocamento	31040	t
Area frontale opera morta	660	m ²
Area longitudinale opera morta	5253	m ²
Caratteristiche dell'elica		
Numero eliche / Tipo	2 / pale orientabili	
Numero delle pale	4	
Diametro	6.3	m
Apparato Motore		
2 Diesel medio-veloci	2*10800	kW
Giri elica	140	rpm
Propulsione ausiliaria		
2 thruster a prora	1300	kW

Tabella 2A: Elenco simulazioni - Nave Ro Ro di 200 m di lunghezza

Manovra N°	Assetto Operativo	Condizione	VENTO		MARE		CORRENTE		Esito
			DIR.. [°]	VEL. [kn]	DIR.. [°]	Hs. [m]	DIR.. [°]	VEL. [kn]	
1	C	ingresso	330	15	175	1.5	210	3.4	positivo
2	C	ingresso	330	15	175	1.5	30	3.1	positivo
3	C	ingresso	30	15	175	1.5	210	3.4	positivo
4	C	ingresso	210	35	175	3	210	5.7	positivo
5	D	partenza	330	35	175	3	210	3.4	positivo
6	D	Ingresso	150	35	175	3	30	3.1	negativo
7		(2 ripetizioni)	150	35	175	3	30	3.1	negativo
8	D	ingresso	150	25	175	1.5	210	3.4	positivo
9	D	Ingresso, con nave “monoelica”	150	15	175	1.0	210	1.5	positivo
10	C	Ingresso, con nave “monoelica”	150	20	175	1.0	210	1.5	positivo
11	C	ingresso	150	15	175	1.5	30	1.5	positivo

Figura 1A: Configurazione portuale

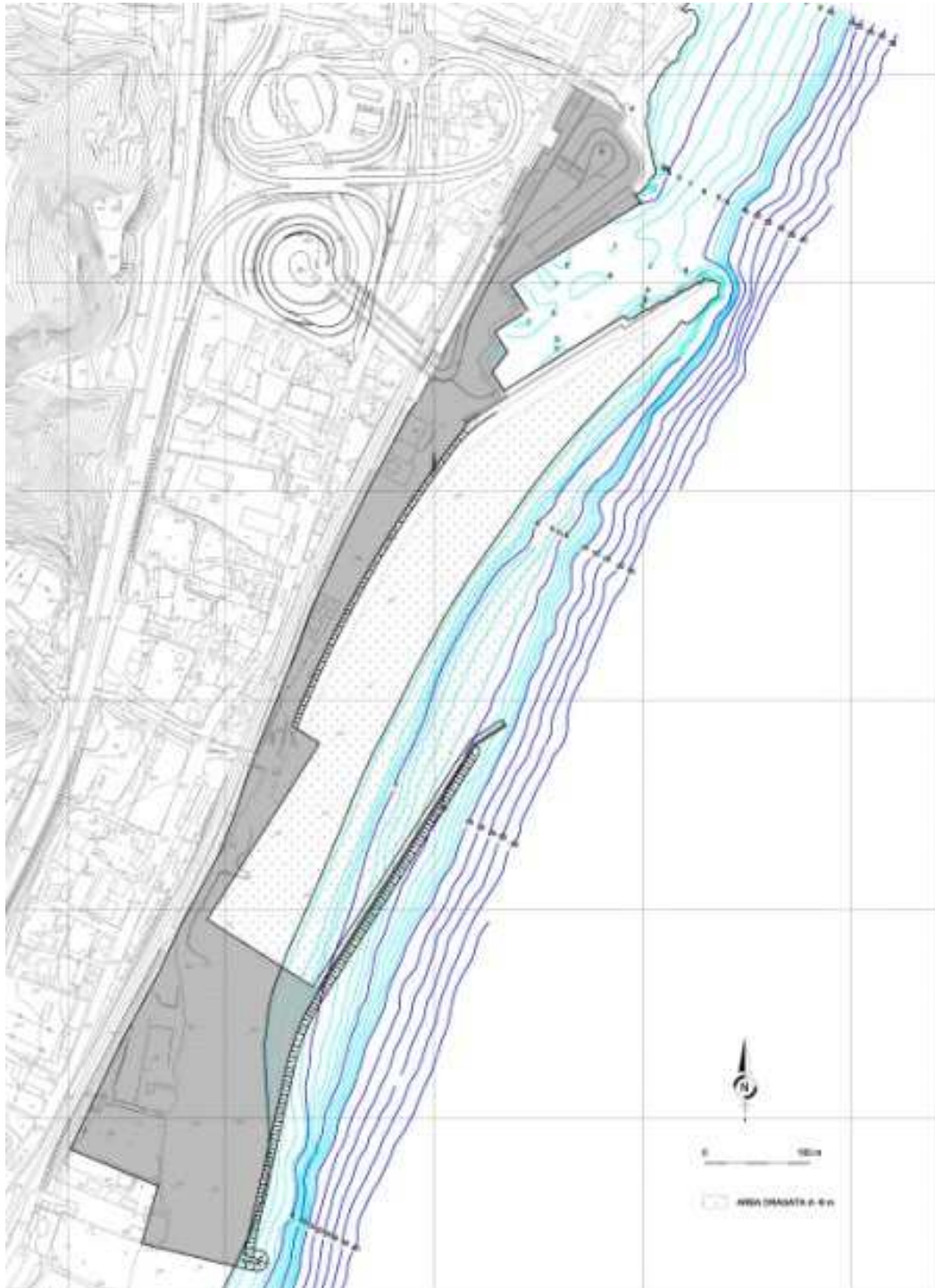
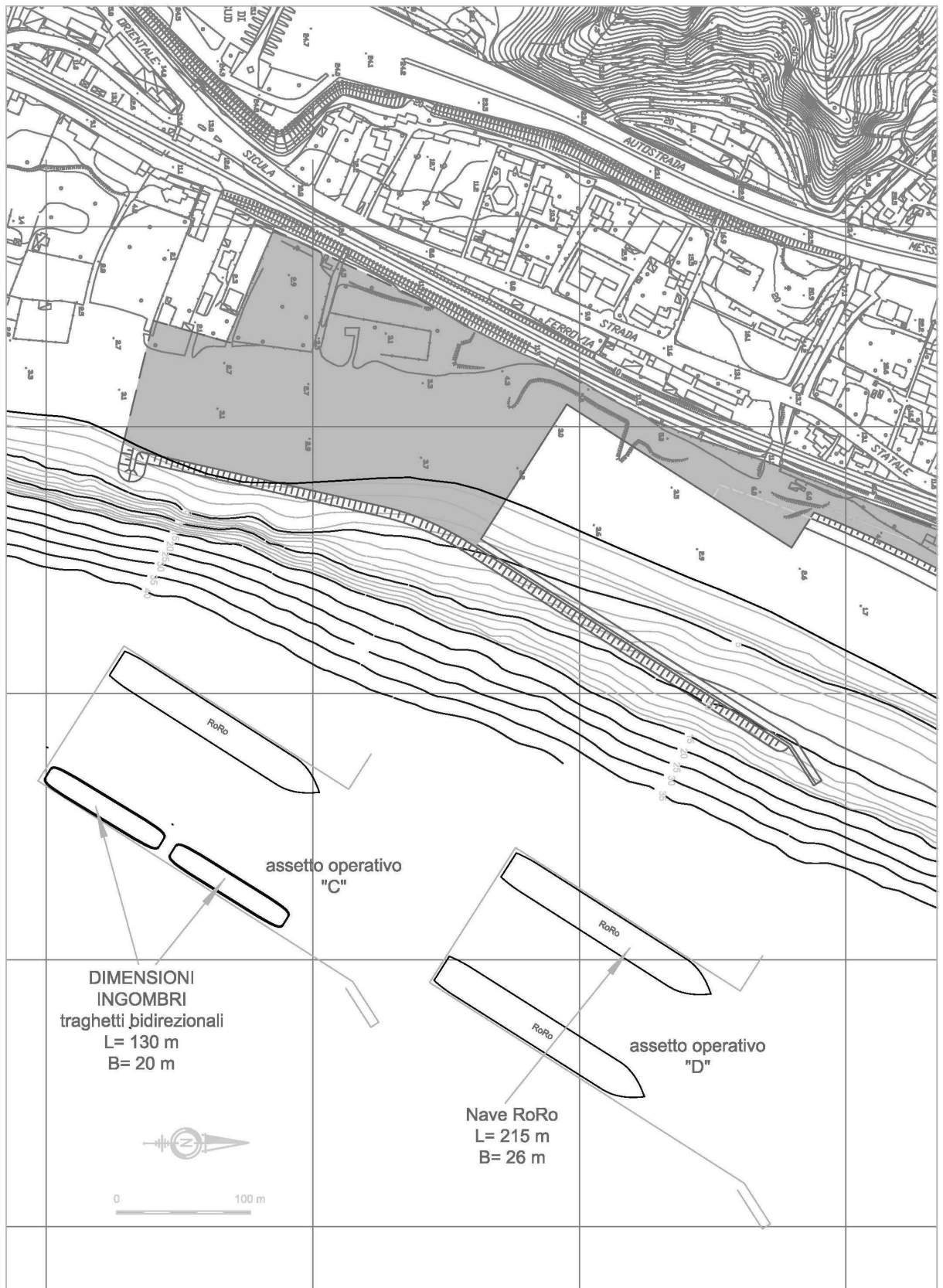


Figura 2A: Schema di massima degli assetti operativi (C e D)



APPENDICE B
Dati meteomarini (da IDROTEC)

ELENCO FIGURE

Dati di vento

FIG. 1B: Rete Mareografica Nazionale, stazione di Messina, rosa dei venti (periodo di osservazione 01/01/1999 – 31/12/2004) - (www.idromare.com)

FIG. 2B: Rete Mareografica Nazionale, stazione di Messina, tabella statistica del regime dei venti, numero di eventi e percentuali di occorrenza (periodo di osservazione 01/08/1998 – 31/12/2005) - (www.idromare.com)

FIG. 3B: Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica, stazione di Messina, rosa dei venti: percentuale di occorrenza delle velocità medie aventi livelli e direzioni di provenienza assegnati (periodo di osservazione 7/1978 – 12/1997)

FIG. 4B: Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica, stazione di Messina, tabella statistica del regime dei venti (n° di eventi) (periodo di osservazione 7/1978 – 12/1997)

Misure di corrente

FIG. 5B: Misure della corrente in corrispondenza della batimetrica -10 m (profondità di misurazione: -2.5 m, -5.5 m e -8.5 m) in località Tremestieri (ME) - (Technital, 1999)

FIG. 6B: Misure della corrente in corrispondenza della batimetrica -50 m (profondità di misurazione: -16 m, -24 m e -45 m) in località Tremestieri (ME) - (Technital, 1999)

Clima ondoso sottocosta

FIG. 7B: Tremestieri – Settore di traversia principale: percentuali di occorrenza delle altezze significative aventi livelli e direzioni di provenienza assegnati in prossimità della batimetrica -20 m – (fonte dati al largo EWM, elaborazione IDROTEC)

FIG. 8B: Tremestieri – Settore di traversia principale: percentuali di occorrenza per classi di altezza d'onda e direzione in prossimità della batimetrica -20 m – (fonte dati al largo EWM, elaborazione IDROTEC)

FIG. 9B: Valori estremi in prossimità di Tremestieri (batimetria -20 m)

FIG. 10B: tabella riepilogativa della frequenza dei venti a Tremestieri

DATI DI VENTO

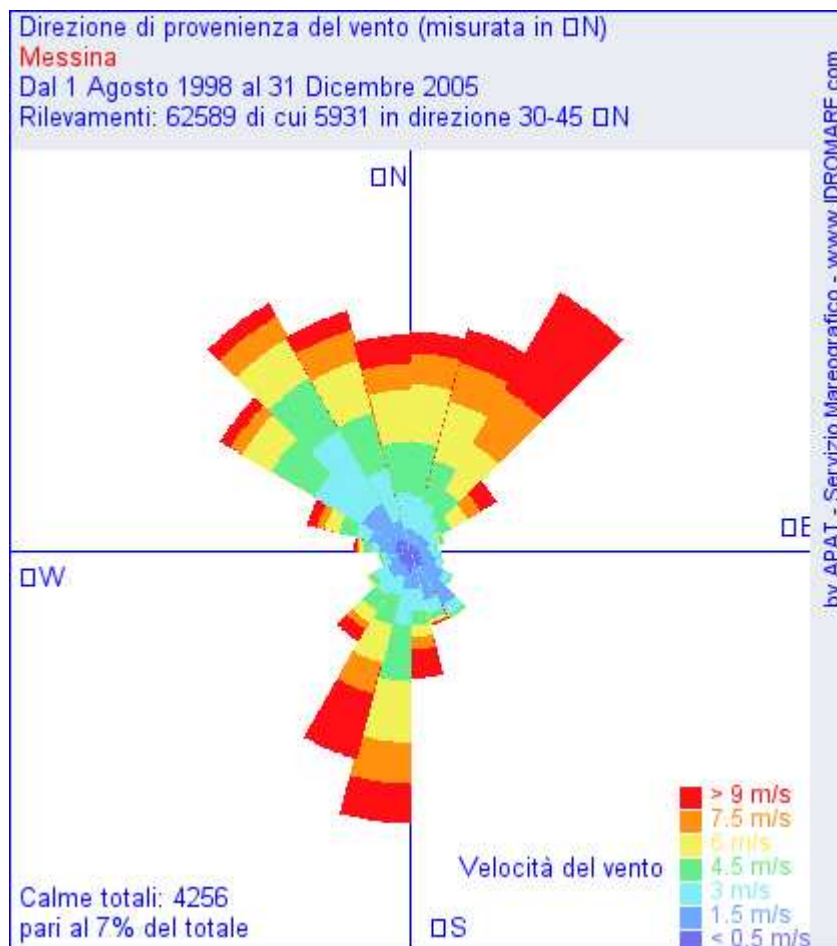


FIG. 1B: Rete Mareografica Nazionale, stazione di Messina, rosa dei venti (periodo di osservazione 01/01/1999 – 31/12/2004) - (www.idromare.com)

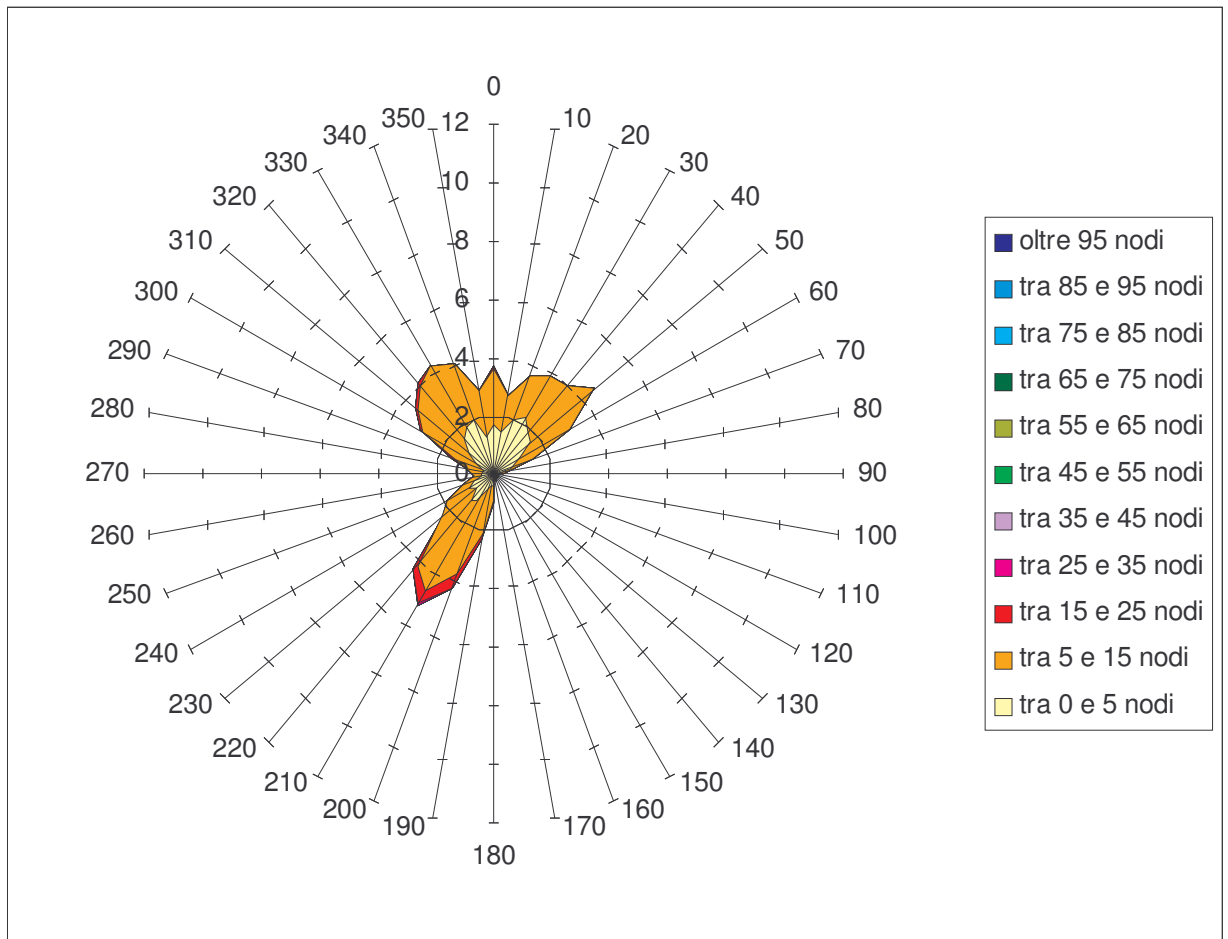


FIG. 3B: Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica, stazione di Messina, rosa dei venti: percentuale di occorrenza delle velocità medie aventi livelli e direzioni di provenienza assegnati (periodo di osservazione 7/1978 – 12/1997)

α (°)	v [nodi]											TOT
	0-5	5-15	15-25	25-35	53-45	45-55	55-65	65-75	75-85	85-95	>95	
0	987	1118	24	0	0	0	0	0	0	0	0	2129
10	830	767	7	6	4	3	4	1	2	3	1	1628
20	1143	937	11	0	1	5	2	2	1	0	1	2103
30	1247	1008	8	0	0	0	0	0	0	0	0	2263
40	1083	1186	4	2	0	0	0	0	0	0	1	2276
50	961	1648	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2611
60	613	1152	2	0	0	0	0	1	0	0	1	1769
70	348	482	1	0	0	0	0	0	0	0	0	831
80	177	135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	312
90	130	44	0	0	0	0	1	0	1	0	0	176
100	48	22	1	0	0	0	0	0	0	0	4	75
110	61	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68
120	71	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
130	71	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91
140	86	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119
150	79	33	3	1	0	0	1	0	0	0	0	117
160	109	37	1	0	0	0	0	0	0	0	2	149
170	53	44	5	1	0	0	0	0	0	0	0	103
180	233	312	41	8	0	0	0	0	0	0	0	594
190	244	945	142	5	0	0	0	0	0	0	0	1336
200	314	1828	273	8	0	0	0	0	0	1	0	2424
210	633	2113	248	5	0	0	0	0	0	0	1	3000
220	696	1676	132	1	0	0	0	0	1	0	0	2506
230	430	875	67	4	0	0	0	0	0	0	0	1376
240	518	556	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1083
250	391	230	3	0	0	0	2	0	0	0	0	626
260	264	131	8	0	0	0	0	0	0	0	0	403
270	255	184	21	0	0	0	0	0	0	0	0	460
280	206	309	23	0	0	0	0	0	0	0	0	538
290	260	565	59	0	0	0	0	0	0	0	0	884
300	387	1221	116	3	0	0	0	1	0	0	0	1728
310	615	1373	56	1	1	0	1	0	0	0	0	2047
320	863	1430	49	2	0	0	0	0	0	0	1	2345
330	1067	1401	27	1	0	0	0	0	0	0	0	2496
340	1114	1206	26	0	0	0	0	0	0	0	0	2346
350	754	946	22	0	0	0	0	0	0	0	1	1723
var.	14	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	20
TOT	17355	25991	1391	48	6	8	11	5	5	4	14	

numero di osservazioni 58042. eventi di calma 13204.

FIG. 4B: Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica, stazione di Messina, tabella statistica del regime dei venti (n° di eventi) (periodo di osservazione 7/1978 – 12/1997)

MISURE DI CORRENTE

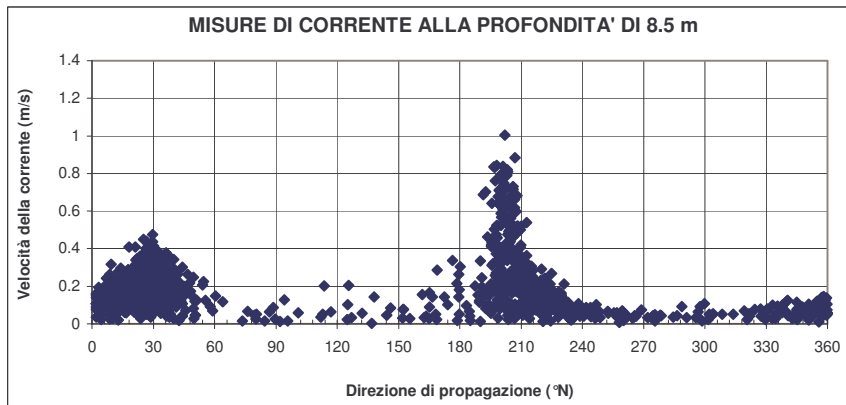
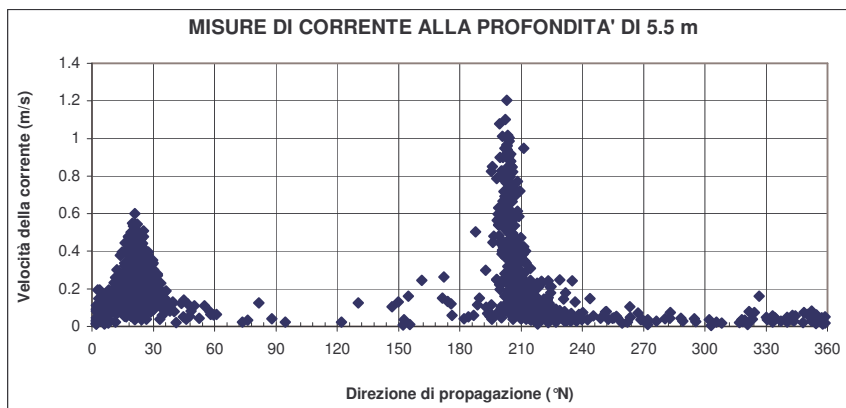
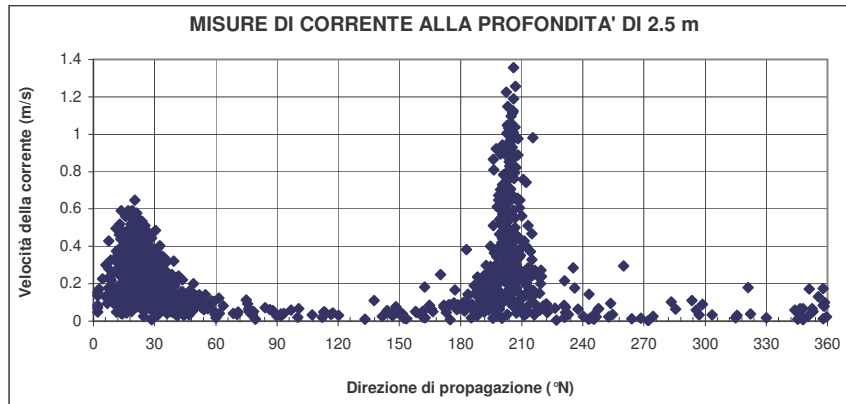


FIG. 5B: Misure della corrente in corrispondenza della batimetria -10 m (profondità di misurazione: -2.5 m, -5.5 m e -8.5 m) in località Tremestieri (ME) - (Technital, 1999)

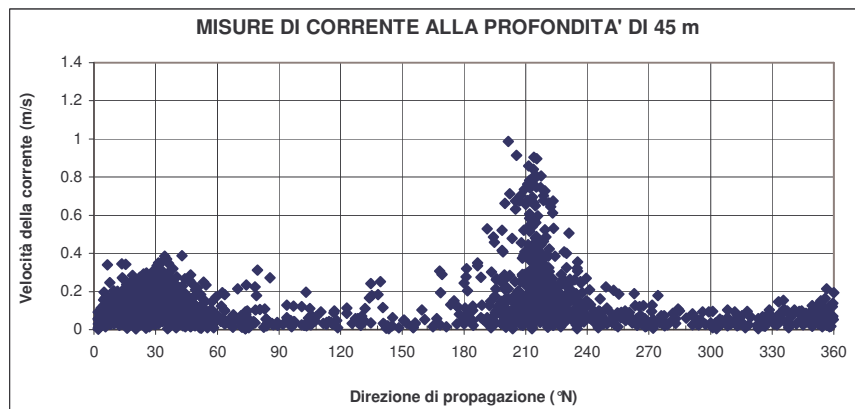
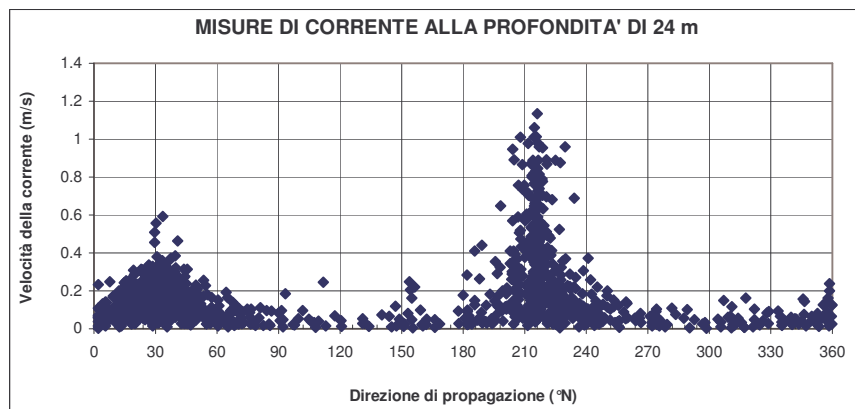
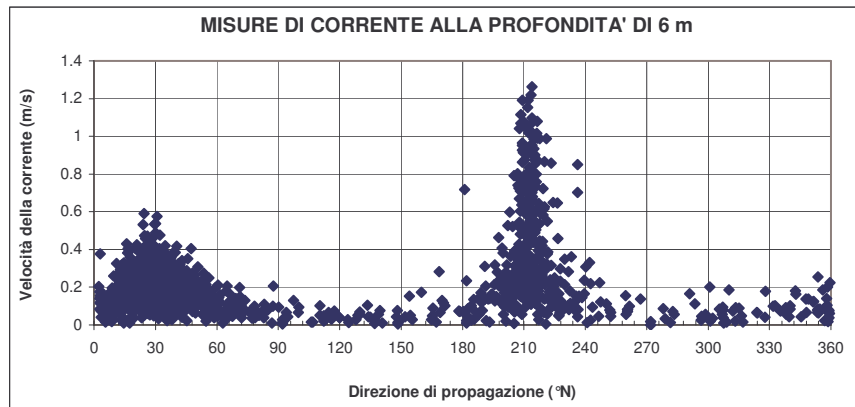


FIG. 6B: Misure della corrente in corrispondenza della batimetria -50m (profondità di misurazione: -16 m, -24 m e -45 m) in località Tremestieri (ME) - (Technital, 1999)

CLIMA ONDOSO SOTTOCOSTA

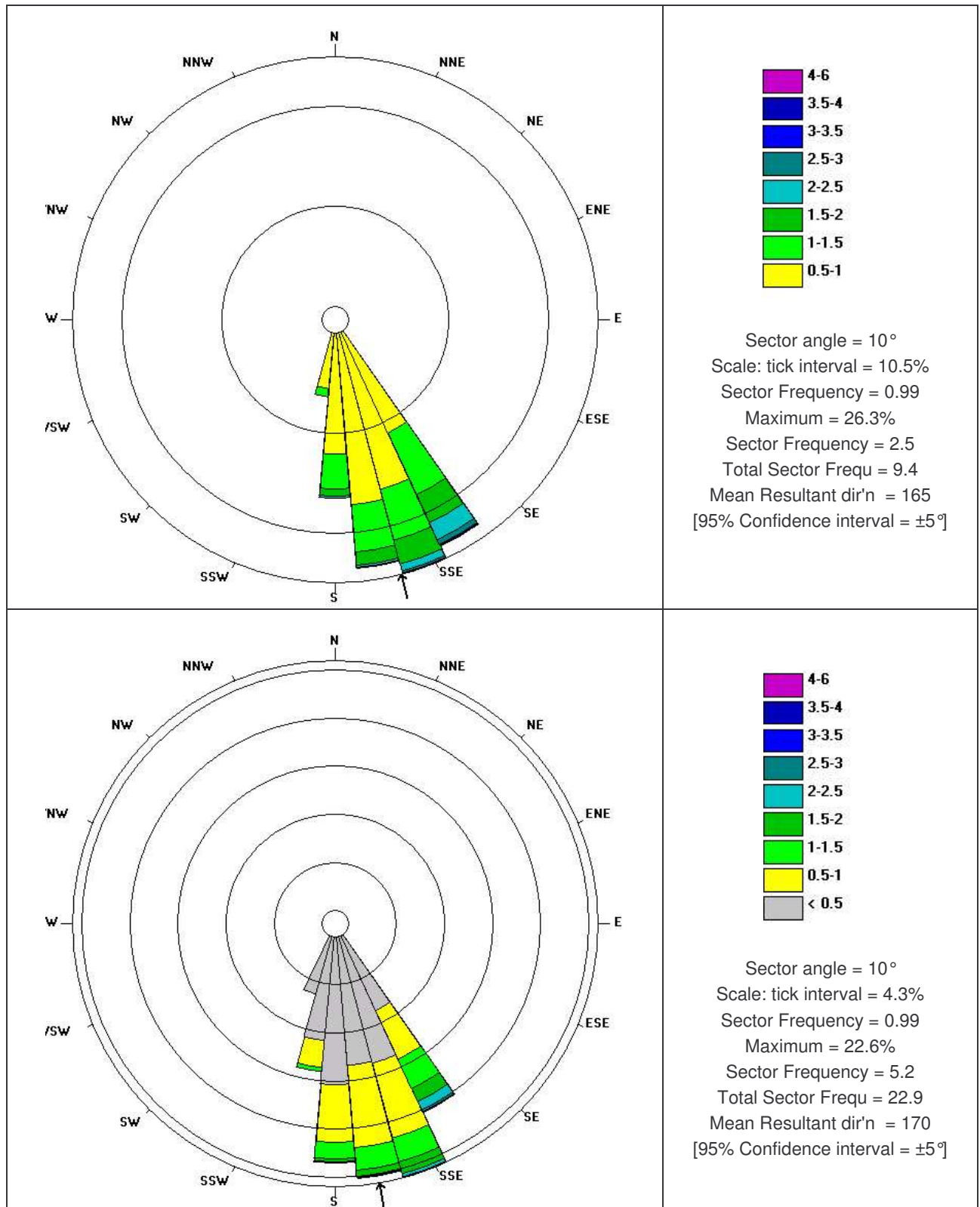


FIG. 7B: Tremestieri – Settore di traversia principale: percentuali di occorrenza delle altezze significative aventi livelli e direzioni di provenienza assegnati in prossimità della batimetria -20 m – (fonte dati al largo EWM, elaborazione IDROTEC)

Dir. (°N)	Classi di altezza d'onda significativa								Totale
	0-0.5	0.5-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	
150	1.702	1.105	0.662	0.310	0.186	0.044	0.009	0.012	4.031
160	2.704	1.599	0.520	0.245	0.071	0.021	0.009	0.003	5.172
170	2.675	1.699	0.464	0.133	0.021	0.006	0.006		5.004
180	3.050	1.191	0.352	0.065	0.021	0.003			4.682
190	2.152	0.550	0.086						2.787
200	1.232								1.232
Totale	13.516	6.145	2.084	0.754	0.299	0.074	0.024	0.015	22.909

FIG. 8B: Tremestieri – Settore di traversia principale: percentuali di occorrenza per classi di altezza d’onda e direzione in prossimità della batimetria –20 m – (fonte dati al largo EWM, elaborazione IDROTEC)

periodo di ritorno (anni)	H _s (m)	T _p (s)
1	2.8	8.4
5	3.4	9.3
10	3.7	9.7
20	4.0	10.1
50	4.3	10.5
100	4.6	10.8

Settore di traversia principale 150°N – 200°N (direzione media 175°N)

Gli eventi ondosi significativi provenienti dal settore di traversia secondario sono stati definiti mediante hindcasting basato sui dati di vento del RMN. Per i venti di intensità più elevata registrati (18 m/s) si sono ottenute onde di 0.7 m (provenienza 45°N).

FIG. 9B: Valori estremi in prossimità di Tremestieri (batimetria –20 m)

		intensità del vento				
		>8m/s (15,55 kn)	>10m/s (19,43 kn)	>13 m/s (25,26 kn)	>15 m/s (29,15 kn)	>18 m/s (34,98 kn)
		giorni/anno	giorni/anno	giorni/anno	giorni/anno	giorni/anno
direzione di provenienza del vento °N	0°-60°	16,71	2,39	0,14	0,02	0,00
	60°-120°	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
	120°-180°	3,21	1,36	0,21	0,06	0,01
	180°-240°	11,85	4,74	0,81	0,20	0,02
	240°-300°	1,23	0,40	0,08	0,03	0,01
	300°-360°	6,70	2,38	0,37	0,08	0,00
	omnidirezionale	39,71	11,27	1,60	0,39	0,03

		intensità del vento				
		>8m/s (15,55 kn)	>10m/s (19,43 kn)	>13 m/s (25,26 kn)	>15 m/s (29,15 kn)	>18 m/s (34,98 kn)
		ore/anno	ore/anno	ore/anno	ore/anno	ore/anno
direzione di provenienza del vento °N	0°-60°	400,93	57,25	3,24	0,56	0,00
	60°-120°	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
	120°-180°	77,00	32,72	5,08	1,41	0,14
	180°-240°	284,44	113,80	19,32	4,79	0,42
	240°-300°	29,47	9,59	1,83	0,71	0,14
	300°-360°	160,77	57,11	8,88	1,83	0,00
	omnidirezionale	953,03	270,48	38,36	9,31	0,71

FIG. 10B : Tabella riepilogativa della frequenza dei venti a Tremestieri.

APPENDICE C

Dati meteomarini (da Rapporto CETENA n° 9384)

Direzione	Classi di velocità						TOTALE
	0-1 nodi	2-4 nodi	5-7 nodi	8-12 nodi	13-23 nodi	>24 nodi	
0	3.58	5.81	4.44	2.61	0.58	0.04	17.06
45	3.58	6.07	5.32	2.82	0.34	0.01	18.14
90	3.58	1.08	0.92	0.35	0.01	0.00	5.94
135	3.58	0.36	0.16	0.09	0.14	0.02	4.35
180	3.58	1.50	1.76	2.47	2.01	0.13	11.44
225	3.58	3.26	3.82	3.84	2.13	0.07	16.69
270	3.58	1.59	1.12	0.90	0.37	0.02	7.57
315	3.58	4.98	5.07	3.86	1.27	0.04	18.81
TOTALE	28.63	24.66	22.61	16.93	6.85	0.32	100

Tabella 1C: Probabilità di occorrenza del vento (media annuale)

Direzione	0-1 nodi	1-2 nodi	2-3 nodi	3-4 nodi	4-5 nodi	>5 nodi	TOTALE
Corrente montante	28.5	6.2	6.8	5.9	1.9	0.0	49.3
Corrente discendente	25.3	0.0	2.8	7.1	10.5	4.9	50.6
TOTALE	53.8	6.2	9.6	13.0	12.4	4.9	100.0

Tabella 2C: Probabilità di occorrenza della corrente (media annuale)

Ore della giornata	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Media annua
0-3	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
3-6	3.45	3.58	3.38	3.20	2.92	2.98	2.71	3.21	3.08	3.20	3.20	3.45	3.20
6-9	0.00	0.01	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
9-12	-3.37	-3.37	-3.30	-3.27	-3.18	-2.98	-3.21	-3.35	-3.61	-3.66	-3.67	-3.49	-3.37
12-15	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15-18	2.43	2.84	2.84	3.08	3.39	3.59	3.68	3.69	3.36	2.96	2.38	2.54	3.07
18-21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
21-24	-3.18	-3.46	-3.73	-3.93	-3.77	-3.54	-3.42	-3.35	-3.61	-3.43	-3.87	-2.99	-3.52

Tabella 3C: Valori medi di corrente su base annua nell'arco della giornata

**Valori ordinati della corrente rilevati nella zona di mare di Tremestieri
(Totale osservazioni 2776)**

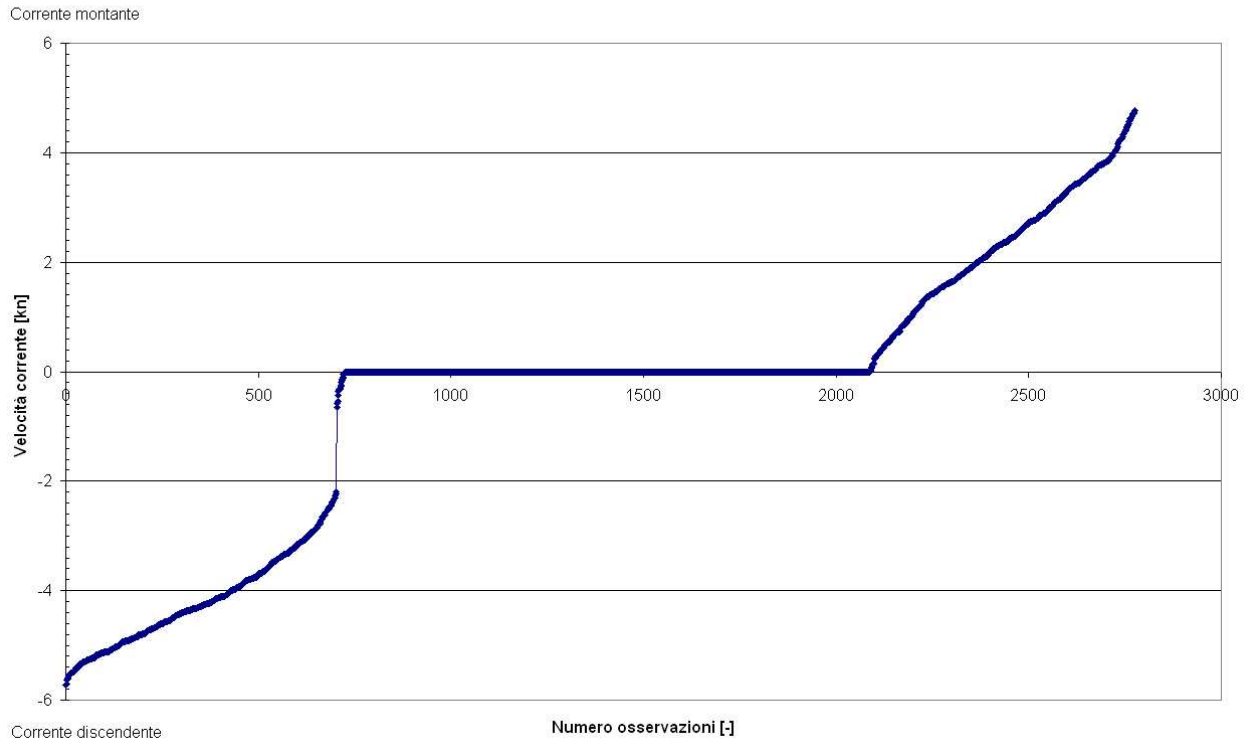
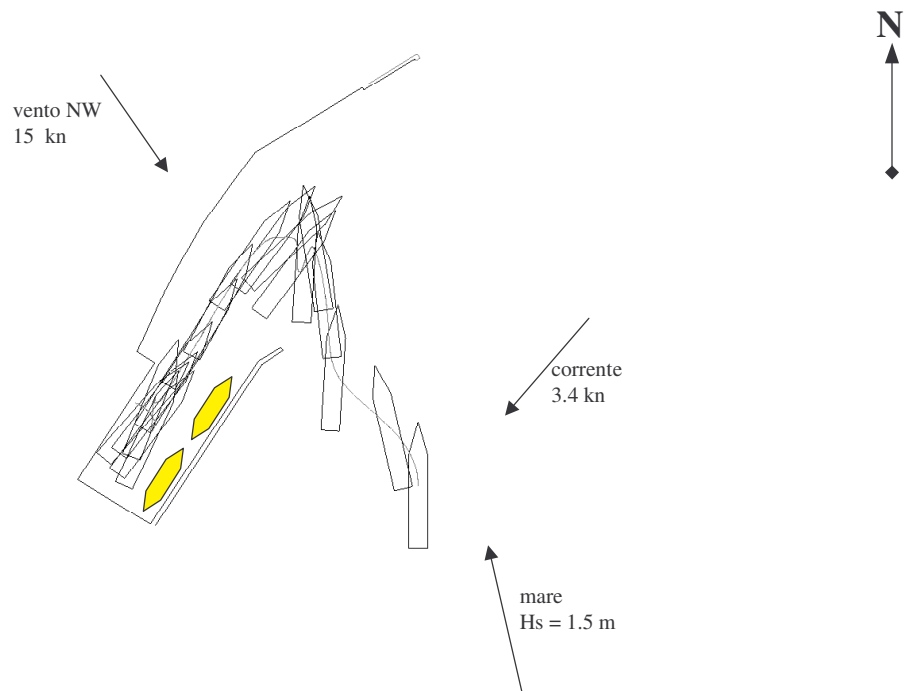


FIG. 1C: Valori ordinati di velocità della corrente in prossimità di Tremestieri

APPENDICE D

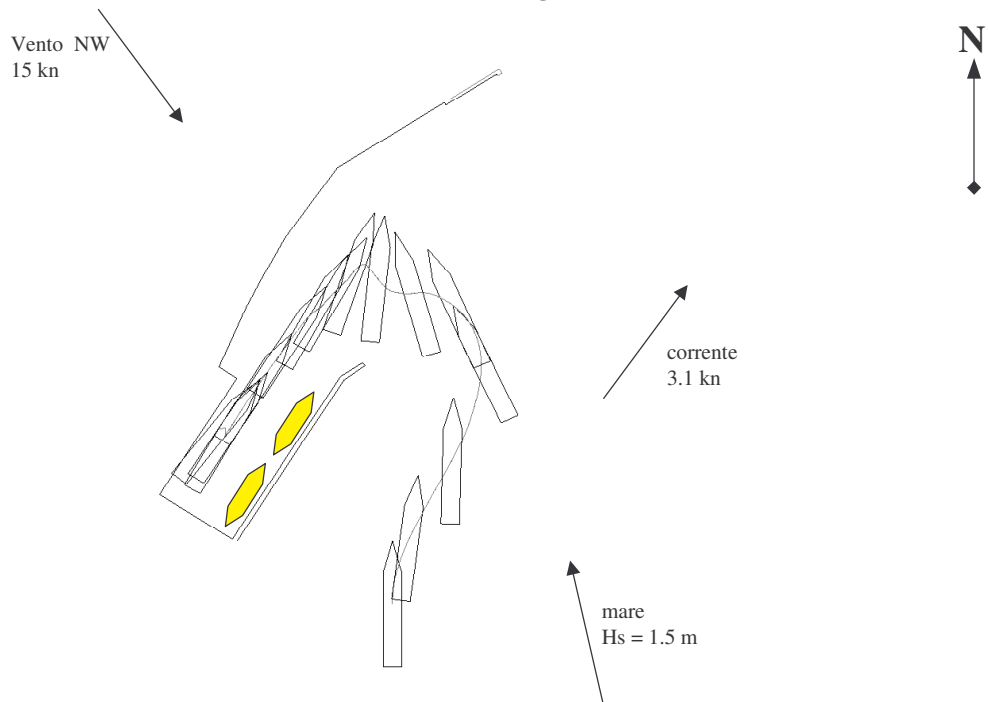
Traiettorie delle manovre di attracco / partenza

**Figura 1D -
Manovra 1 - Cfg. C**

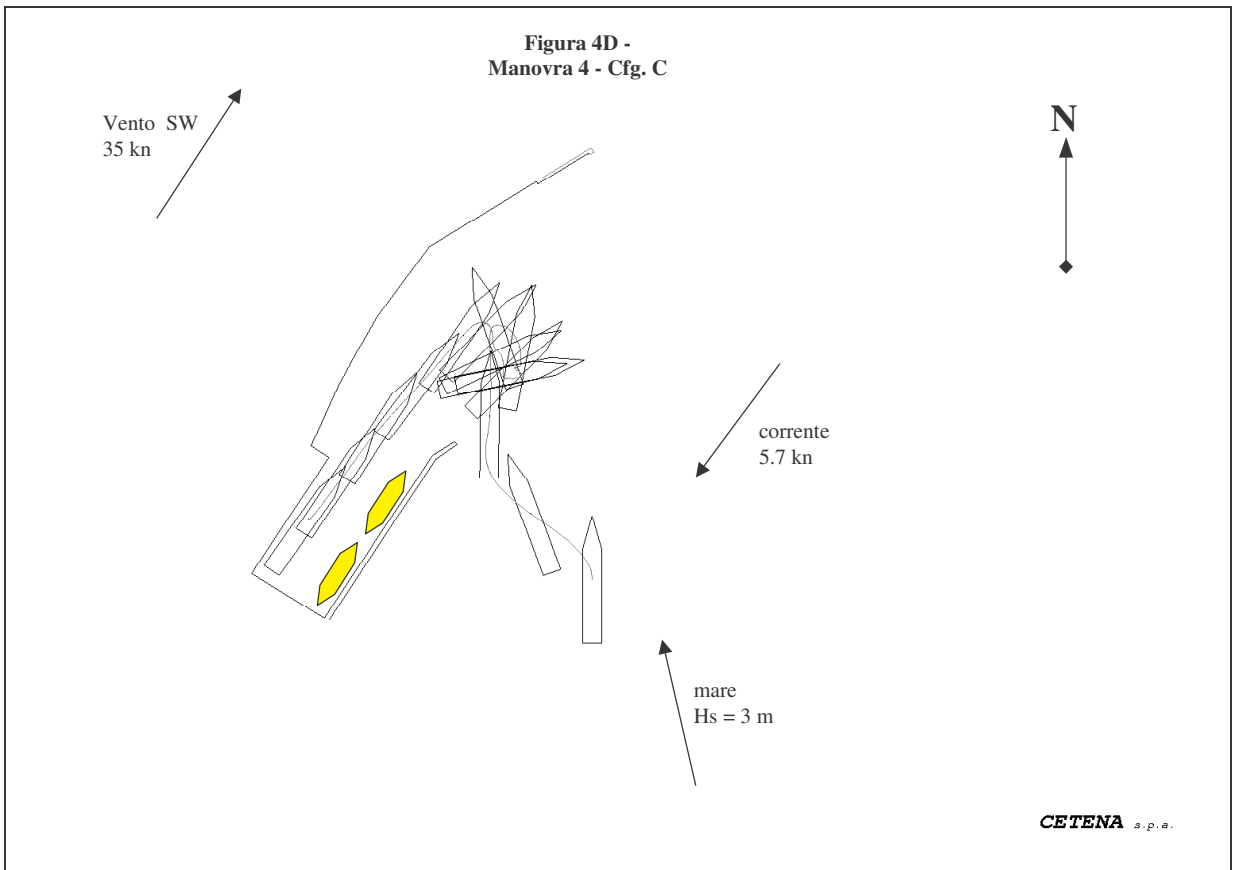
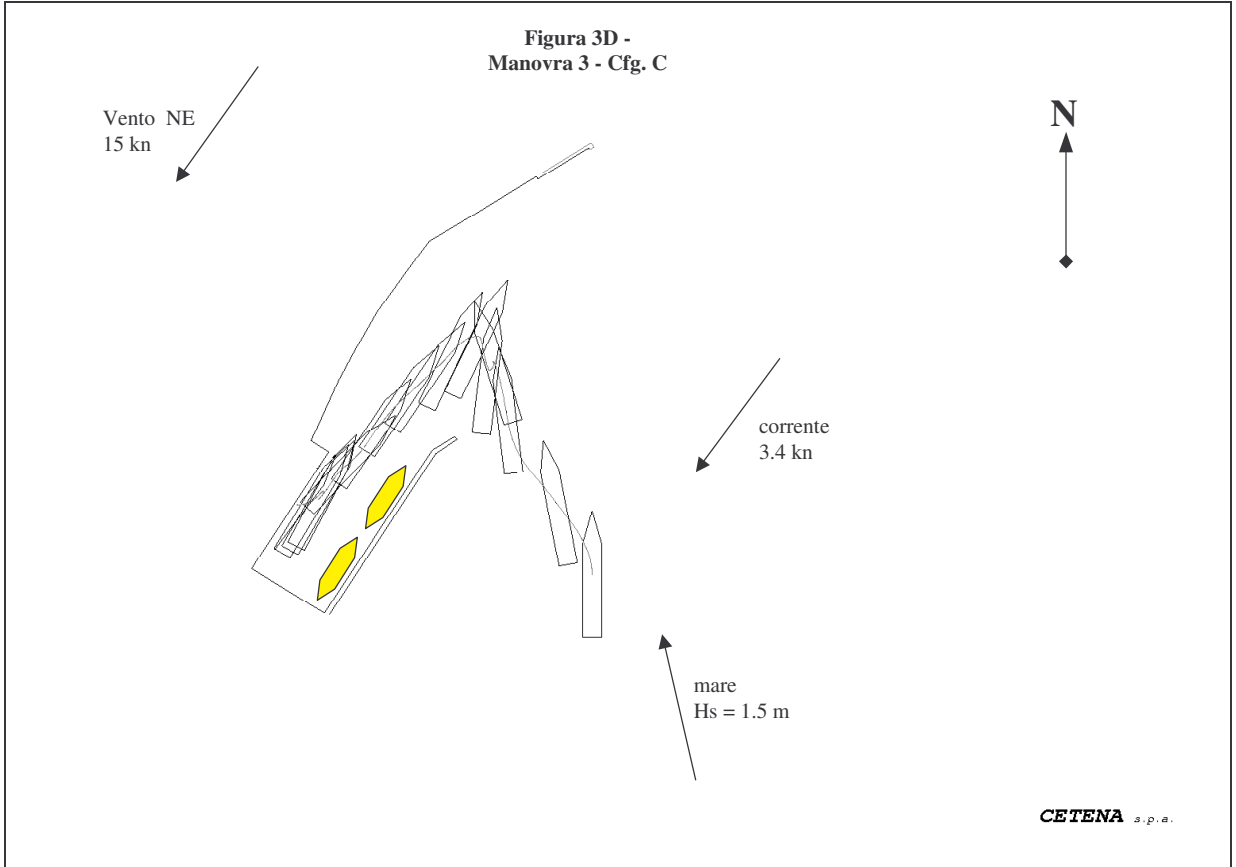


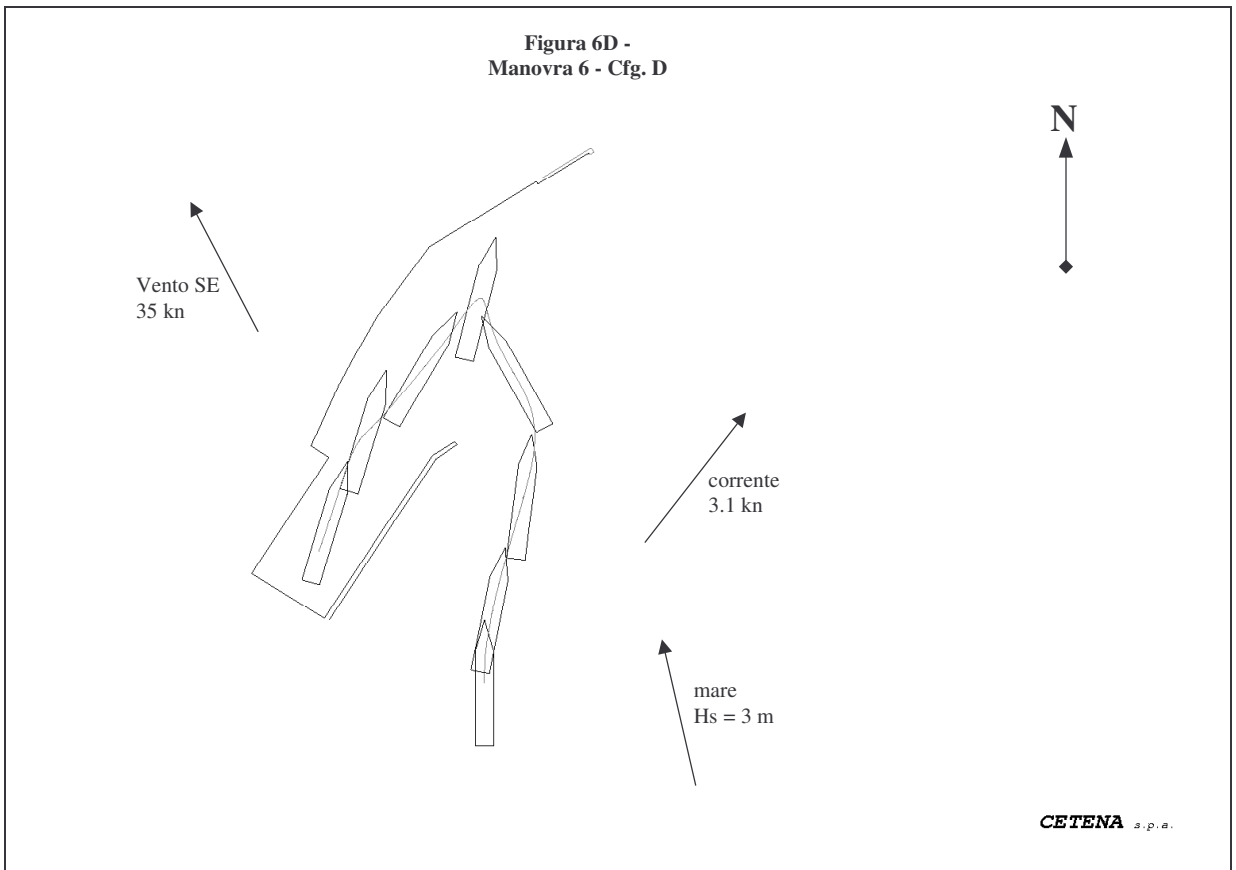
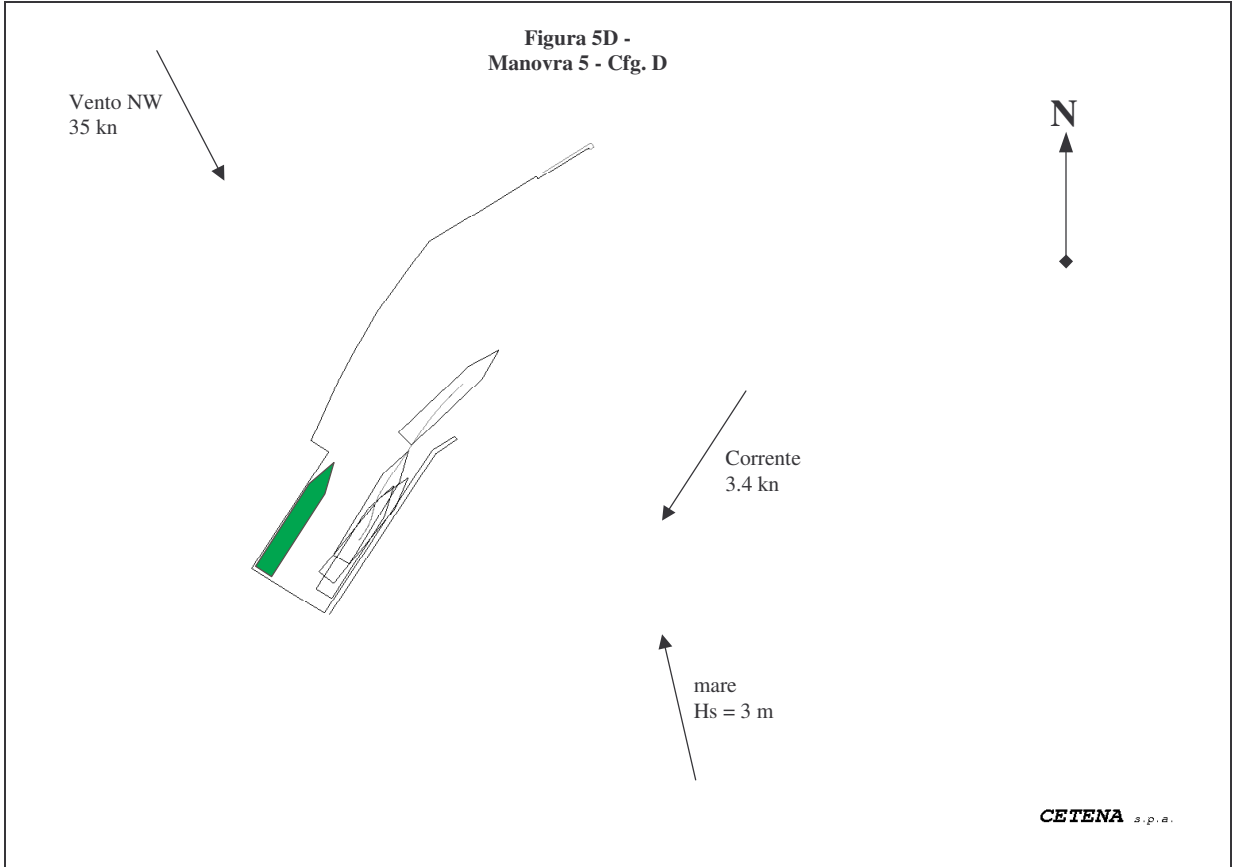
CETENA s.p.a.

**Figura 2D -
Manovra 2 - Cfg. C**

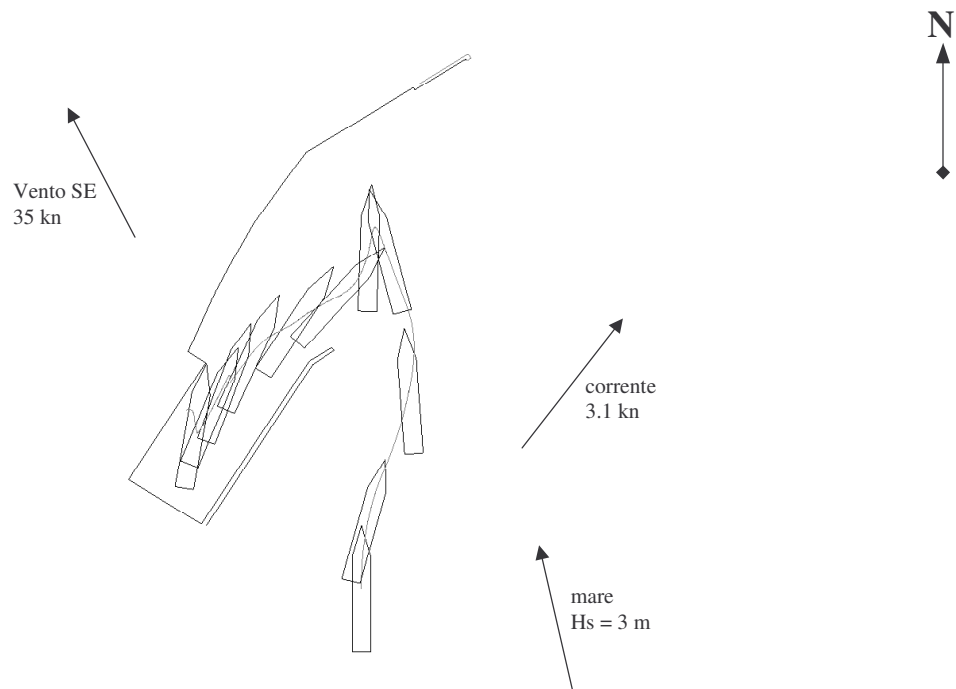


CETENA s.p.a.



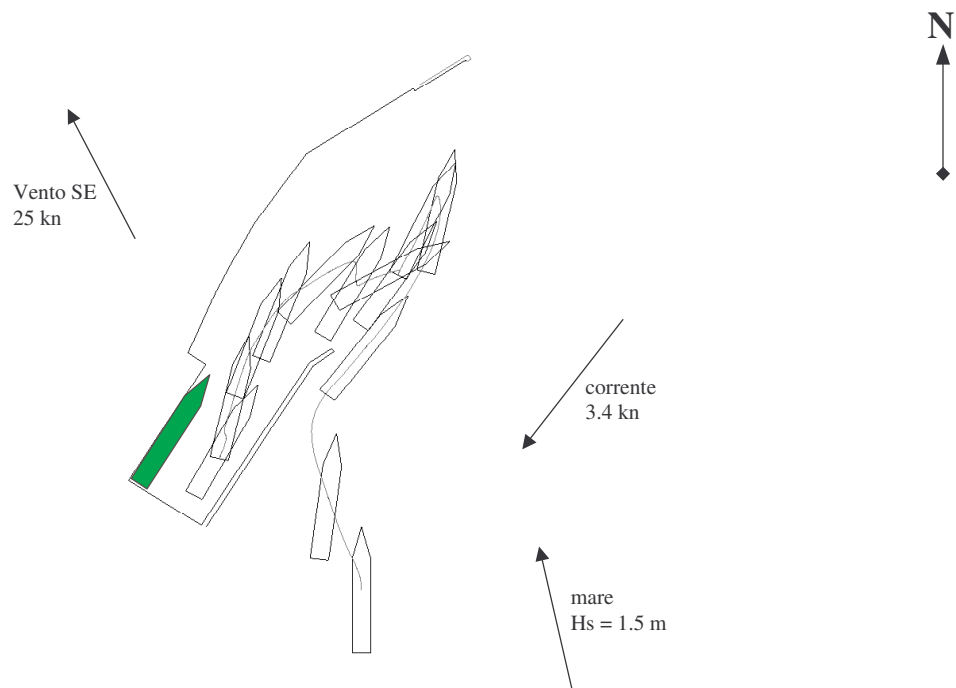


**Figura 7D -
Manovra 7 - Cfg. D**



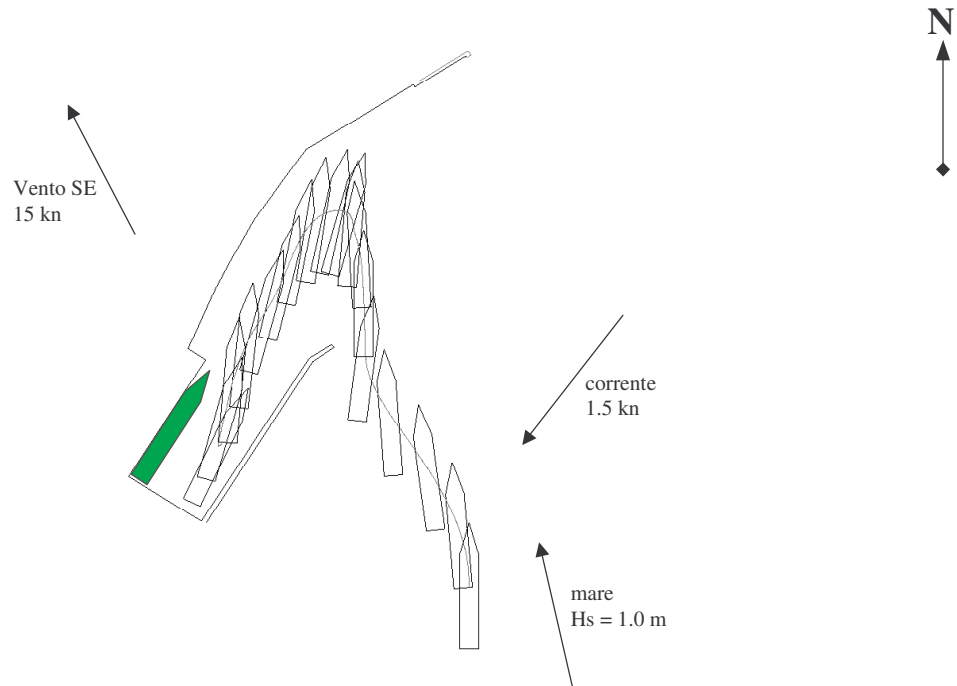
CETENA s.p.a.

**Figura 8D -
Manovra 8 - Cfg. D**



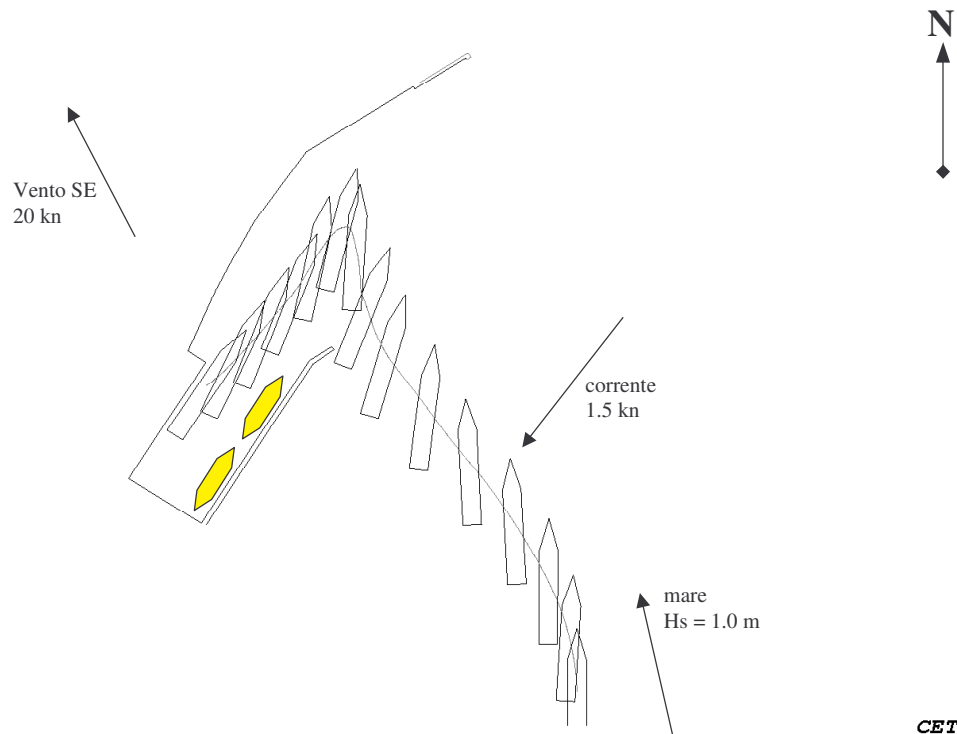
CETENA s.p.a.

**Figura 9D -
Manovra 9 - Cfg. D**



CETENA s.p.a.

**Figura 10D -
Manovra 10 - Cfg. C**



CETENA s.p.a.

Figura 11D -
Manovra 11 - Cfg. C

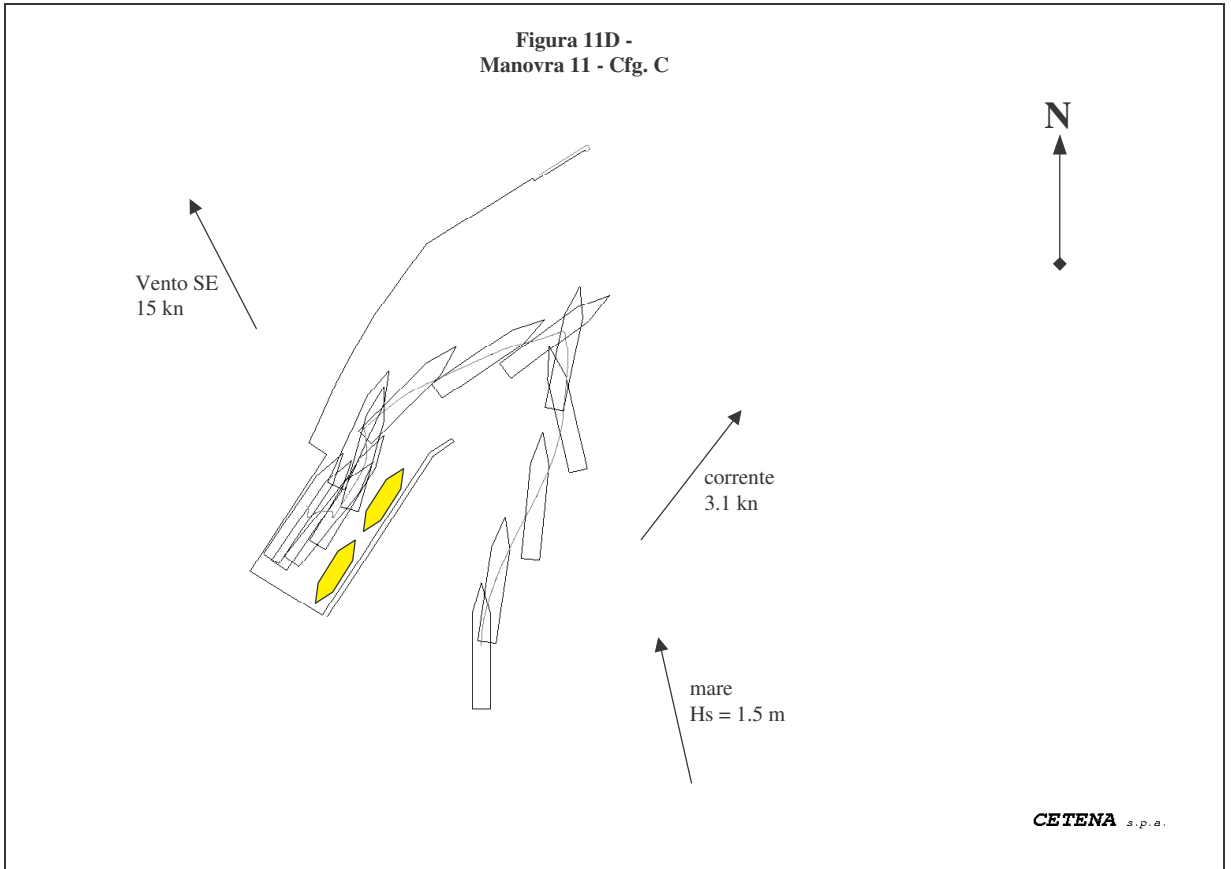
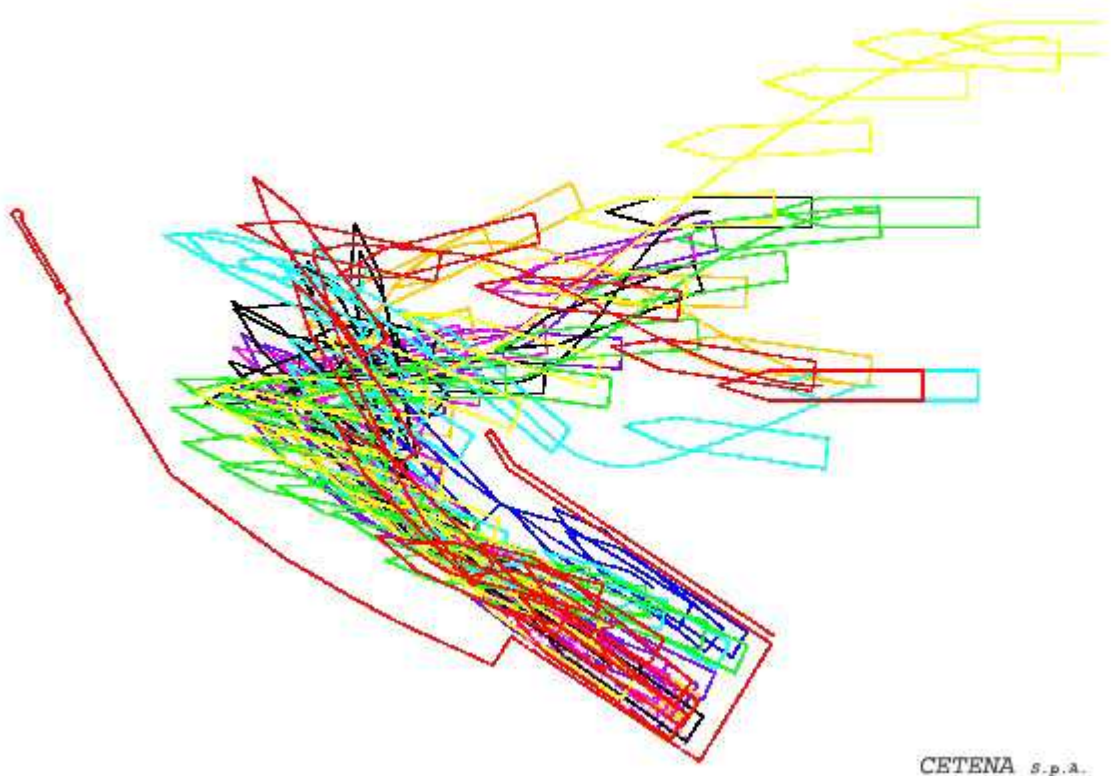


Figura 12D
Involuppo delle manovre riuscite



APPENDICE E

Studio di crabbing per due diverse tipologie di traghetti bi-direzionali

1. INTRODUZIONE

La presente relazione illustra i risultati del calcolo compiuto dal CETENA S.p.A. al fine di determinare le caratteristiche degli apparati di propulsione e di governo di due diverse tipologie di navi traghetto di tipo bidirezionale affinché sia garantita la possibilità di manovrare in sicurezza e l'agibilità del nuovo approdo di Tremestieri (Me) con condizioni meteomarine in accordo con quelle esaminate nello studio di manovrabilità.

Le caratteristiche delle manovre di approdo sono state valutate utilizzando due tipologie di navi, tutte nell'ambito dei traghetti bidirezionali, la prima dotata di propulsione Voith-Schneider (un propulsore prodiero ed uno poppiere) e la seconda di quattro propulsori azimutali (due prodieri e due poppieri).

Per ciascuna tipologia di nave si sono assunte caratteristiche di forma e dimensioni principali dedotte da carene esistenti.

Lo studio è stato svolto dopo un'analisi delle condizioni meteomarine tipiche della zona in cui si trova la struttura portuale di Tremestieri.

2. CARATTERISTICHE DELLE NAVI

Sono di seguito elencate le principali caratteristiche delle navi considerate così come assunte per il calcolo; le due navi saranno identificate come NAVE 1 e NAVE 2 essendo la nave 1 equipaggiata con propulsori Voith-Schneider e la nave 2 con propulsori azimutali.

NAVE 1

Scafo

Lunghezza fuori tutto	115 m
Larghezza	20 m
Immersione	3.5 m
Area laterale esposta al vento	700 m ²
Area frontale esposta al vento	250 m ²

Propulsione

2 Voith-Schneider (1 AV, 1 AD)

NAVE 2

Scafo

Lunghezza fuori tutto	115 m
Larghezza	20 m
Immersione	4.5 m
Area laterale esposta al vento	1400 m ²
Area frontale esposta al vento	300 m ²

Propulsione

4 Azimutali (2 AV, 2 AD)

3. ANALISI DELLE CONDIZIONI METEOMARINE

In accordo con il precedente studio di manovrabilità, sono stati considerati un valore del vento di 35 nodi e un valore massimo della corrente discendente di 3.4 nodi e della corrente ascendente di 3.1 nodi.

4. AZIONI SULLE NAVI

Come già riportato, dalle misurazioni effettuate, la corrente nello stretto è risultata essere ascendente o discendente e quindi in direzione Sud-Nord e viceversa. Considerando una rotta di ingresso al porto di circa 240° ed una rotta di uscita di circa 60°, durante le manovre di approdo la nave si troverà con la corrente a 60° rispetto al proprio asse longitudinale (Figura 1E); per il calcolo delle azioni sulle navi sono state considerate quindi le massime correnti montante e discendente a cui è stato sovrapposto l'effetto del vento alla massima intensità e per le diverse direzioni di provenienza.



Figura 1E. Posizione della nave rispetto alla corrente e convenzioni sui segni assunte nei calcoli

Le forze risultanti calcolate sono le forze longitudinale X e trasversale Y ed il momento nel piano orizzontale N, date da:

$$X = X_C + X_V$$

$$Y = Y_C + Y_V$$

$$N = N_C + N_V$$

dove il pedici “C” e “V” indicano rispettivamente i contributi dati dagli effetti della corrente e del vento.

In particolare i contributi dovuti alla corrente sono dati da:

$$X_C = \frac{1}{2} \rho L^2 X_{vv} v_c^2 + R u_c$$

$$Y_C = \frac{1}{2} \rho L^2 [Y_{vt}(u_c)(v_c) - Y_{v|vt}(v_c)|v_c|]$$

$$N_C = \frac{1}{2} \rho \int_L C_D(x) T(x) x v_c(x) |v_c(x)| dx + \frac{1}{2} \rho L^3 N_{vt}(u_c)(v_c)$$

dove:

- i coefficienti X_{vv} , Y_{vt} , $Y_{v|vt}$, N_{vt} e C_D sono i coefficienti idrodinamici tipici delle equazioni del moto stimati attraverso il programma di Simulazione di Manovra SIMSUP (Appendice E, [1]) in funzione delle caratteristiche di carena;
- u_c e v_c sono le componenti longitudinali e trasversali della velocità della corrente;
- R è la resistenza di carena;
- ρ è la densità dell’acqua di mare;
- L è la lunghezza della nave.

I contributi del vento sono dati da:

$$X_V = \frac{1}{2} \rho C_X v_r^2 A_T$$

$$Y_V = \frac{1}{2} \rho C_Y v_r^2 A_L$$

$$N_V = \frac{1}{2} \rho C_N v_r^2 A_L L_{oa}$$

dove:

- C_X , C_Y e C_N sono i coefficienti aerodinamici stimati attraverso il programma SIMSUP in funzione delle caratteristiche delle superfici esposte al vento;
- V_r è la velocità del vento relativa alla nave;
- ρ è la densità dell’aria;
- L_{oa} è la lunghezza della nave fuori tutto;
- A_L è la proiezione longitudinale delle superfici esposte al vento;
- A_T è la proiezione trasversale delle superfici esposte al vento.

Le forze ed i momenti risultanti così calcolati per le due navi, sono visualizzate nei diagrammi polari riportati nelle seguenti Figure 2E –7E.

Le convenzioni di segno assunte nel calcolo delle azioni sulle navi sono quelle riportate in Figura 1E.

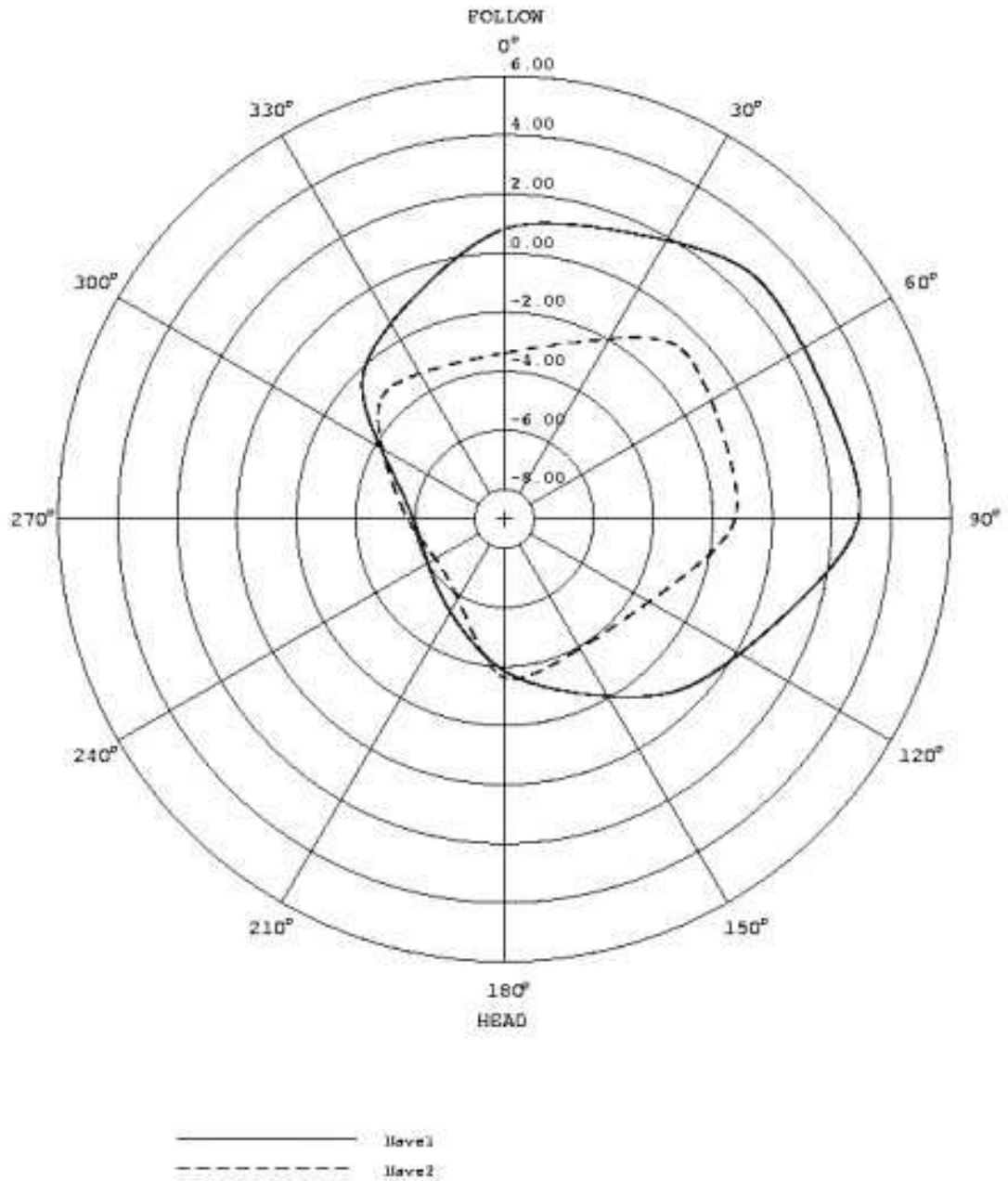


Figura 2E. Diagramma polare della forza longitudinale X [t] per vento massimo nelle diverse direzioni e massima corrente discendente

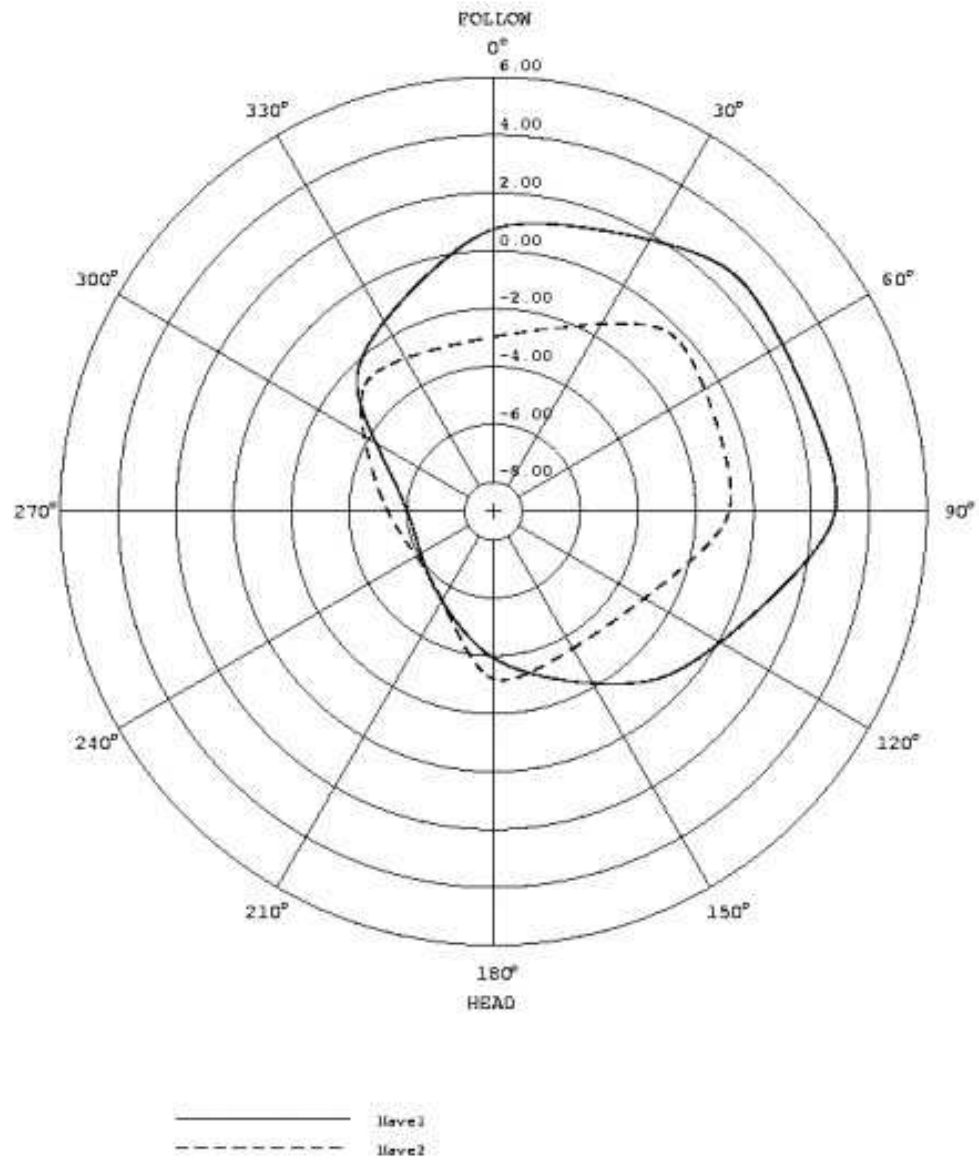


Figura 3E. Diagramma polare della forza longitudinale X [t] per vento massimo nelle diverse direzioni e massima corrente montante

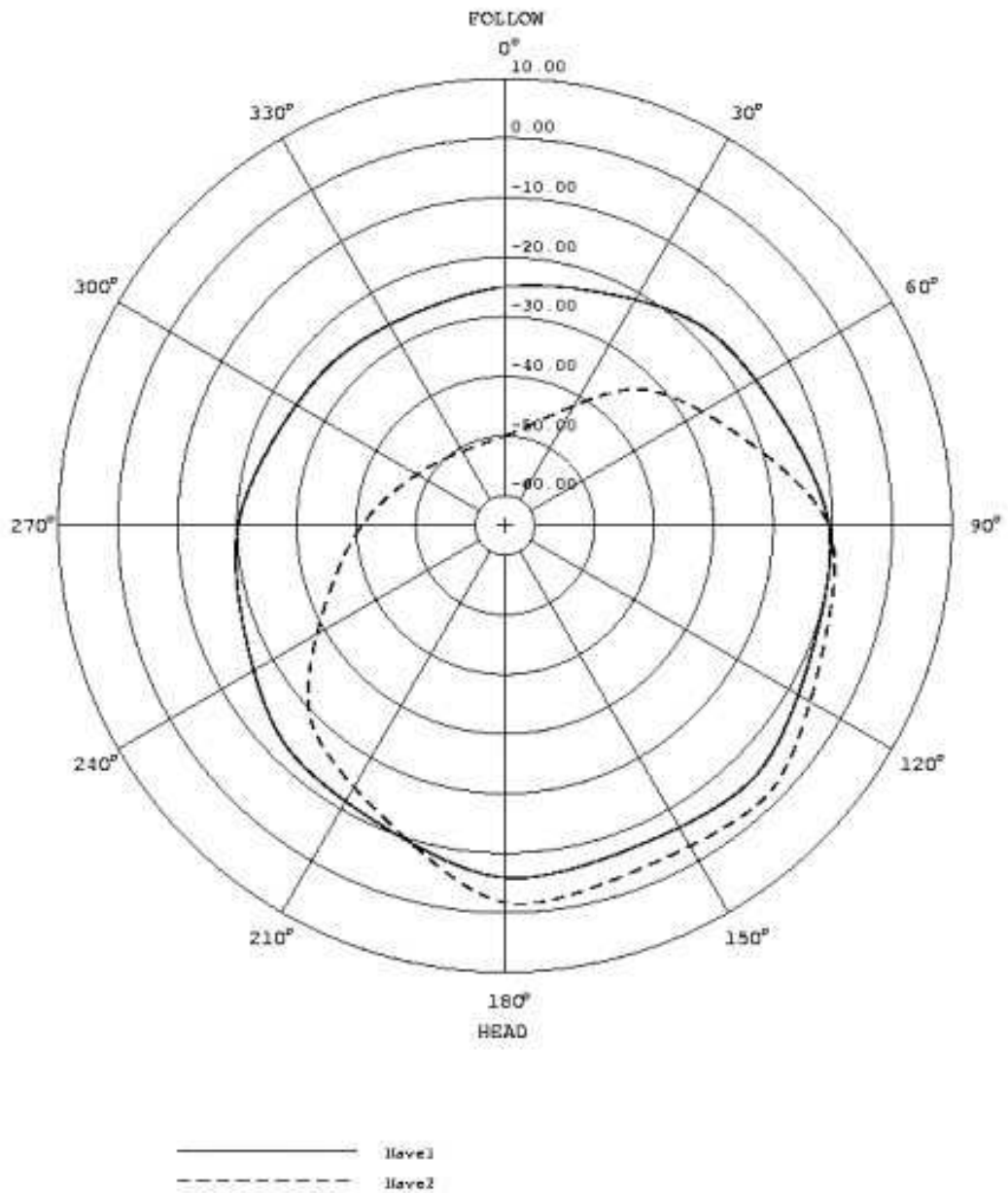


Figura 4E. Diagramma polare della forza trasversale Y [t] per vento massimo nelle diverse direzioni e massima corrente discendente

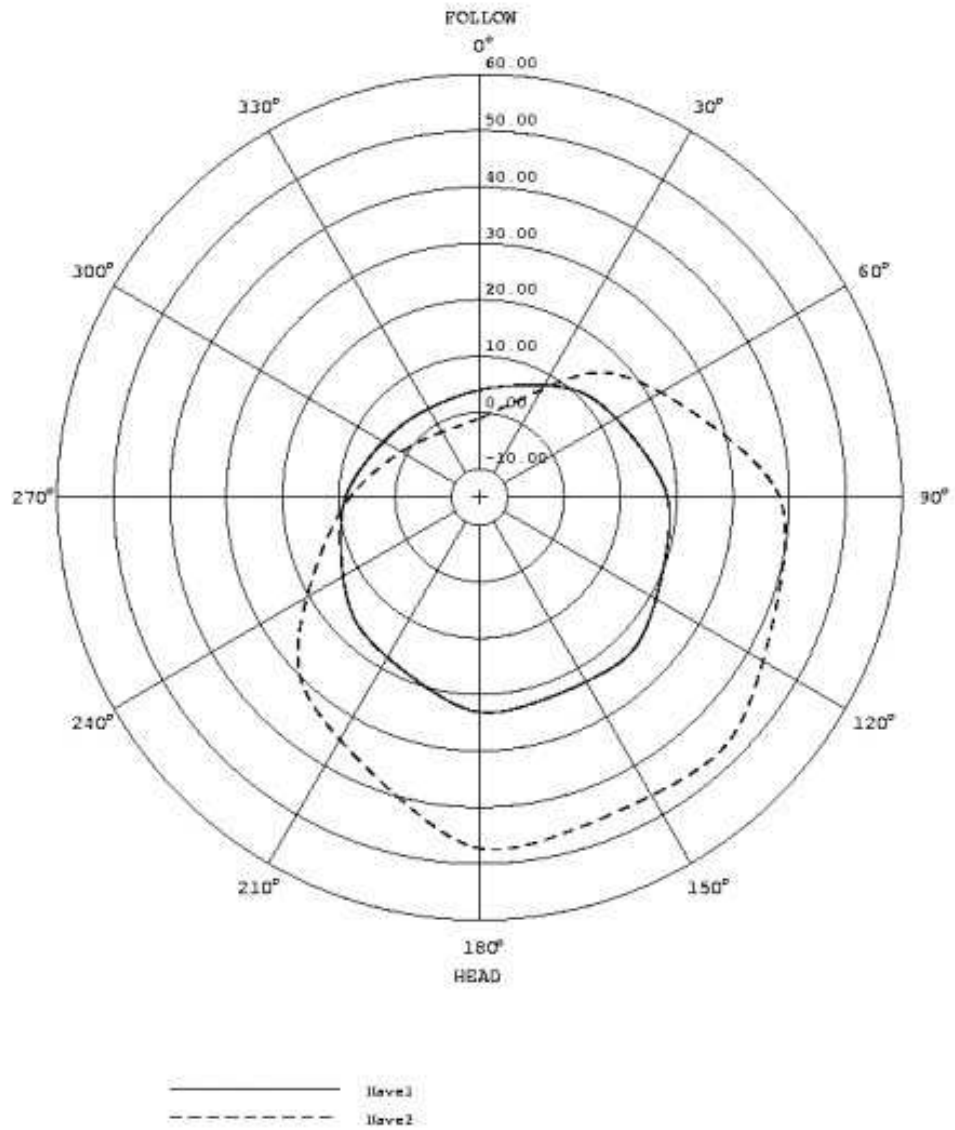


Figura 5E. Diagramma polare della forza trasversale Y [t] per vento massimo nelle diverse direzioni e massima corrente montante

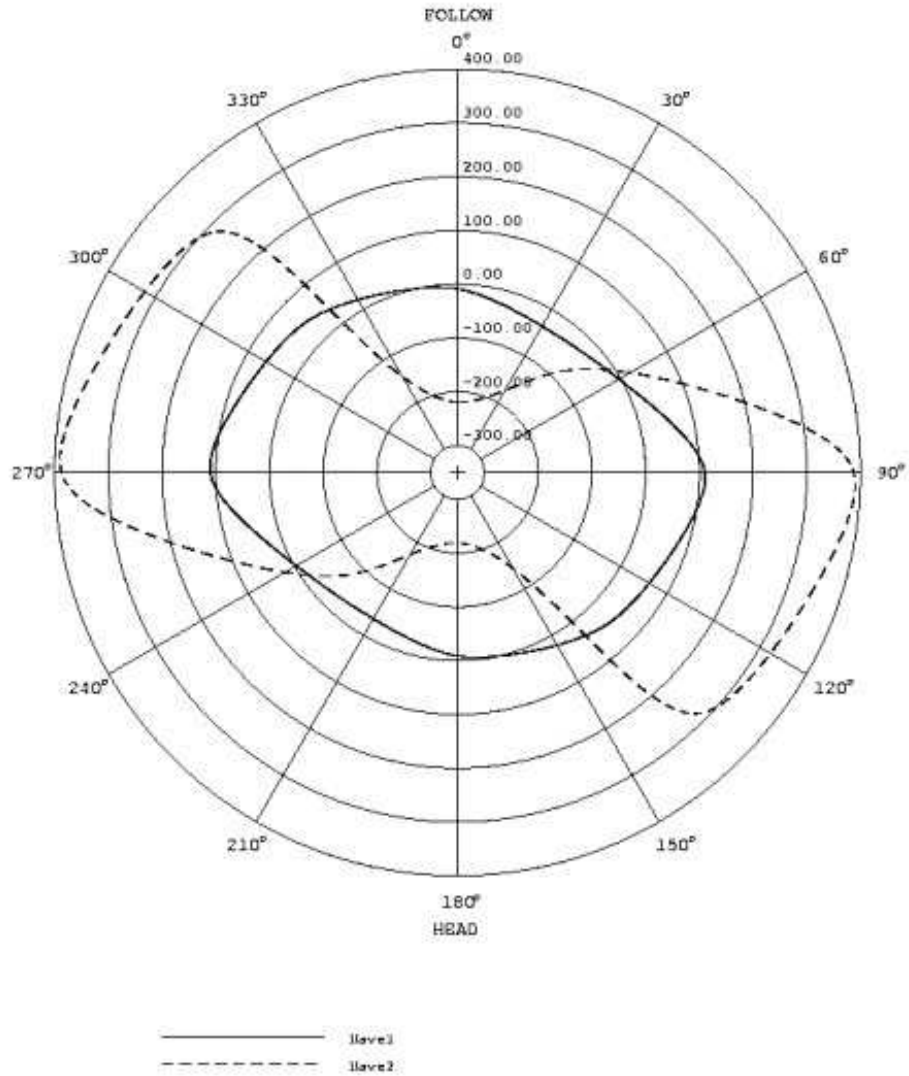


Figura 6E. Diagramma polare della momento nel piano orizzontale N [tm] per vento massimo nelle diverse direzioni e massima corrente discendente

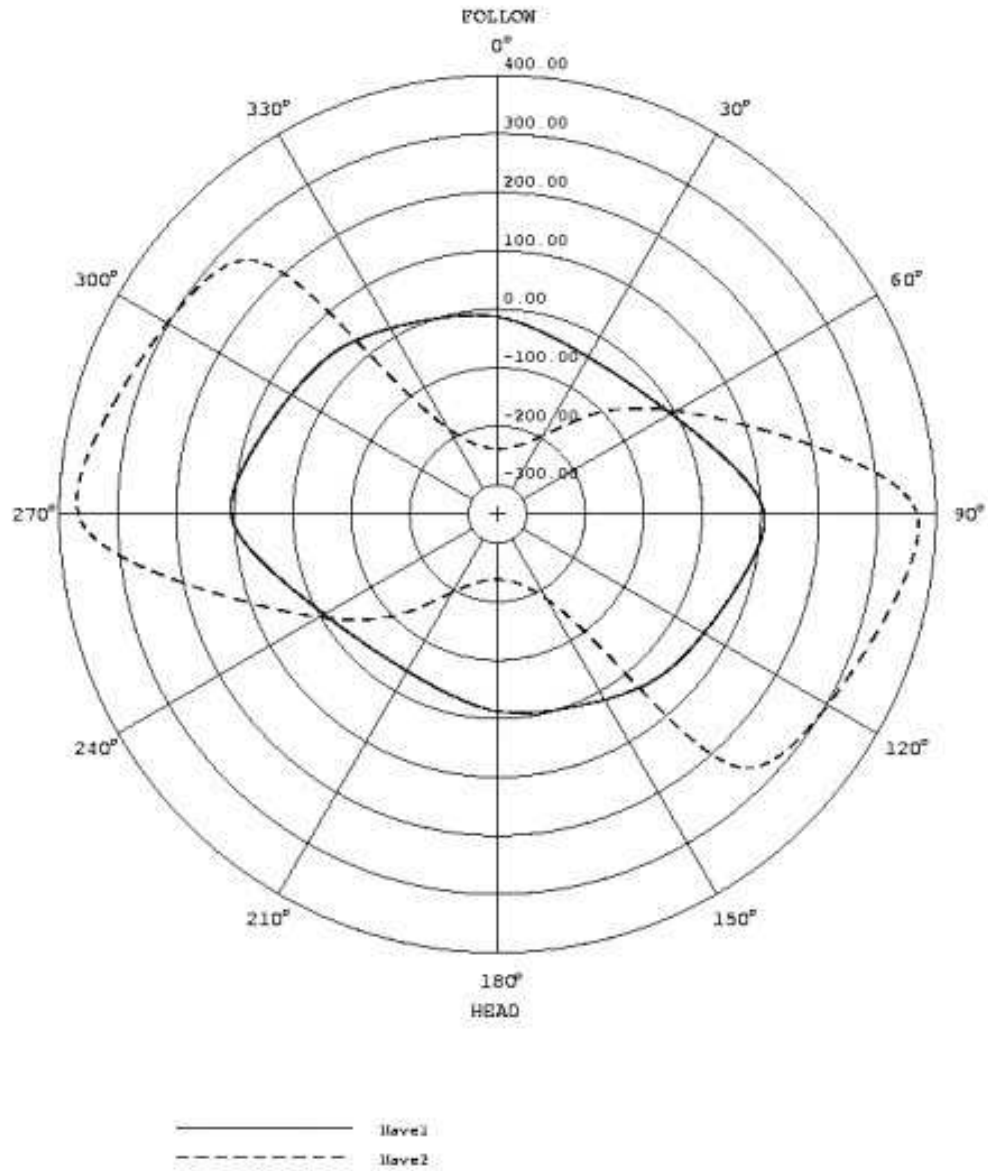


Figura 7E. Diagramma polare della momento nel piano orizzontale N [tm] per vento massimo nelle diverse direzioni e massima corrente montante

5. FORZE RICHIESTE e REQUISITI PROPULSIVI

Si distinguono i risultati ottenuti per le due tipologie di navi, differenti in quanto dipendenti dalle forme di carena e dalle dimensioni delle superfici esposte al vento.

Stimate come descritto al paragrafo precedente le azioni agenti sulla nave nella condizione più gravosa in cui si trova ad operare, si sono determinate le forze necessarie che andrebbero applicate a prora ed a poppa per equilibrare le azioni esterne.

NAVE 1

Dallo studio di operatività la condizione più gravosa, risulta quella associata alla massima corrente discendente e vento da N di maggiore intensità.

A queste condizioni meteomarine corrispondono le seguenti sollecitazioni sulla nave (vedasi Fig. 4E e Fig. 6E):

- forza trasversale = 25 t
- momento orizzontale = 8.78 t m

Assumendo che i propulsori siano posti a 42 metri da centro nave, le forze necessarie per il bilanciamento delle azioni esterne risultano (vedasi Fig. 4E e Fig. 6E):

- $F_{\text{bow}} = 13.9 \text{ t}$
- $F_{\text{stern}} = 13.8 \text{ t}$

NAVE 2

Dallo studio di operatività la condizione più gravosa, risulta quella associata alla massima corrente discendente agente al traverso e al vento di NW di maggiore intensità.

A queste condizioni meteomarine corrispondono le seguenti sollecitazioni sulla nave:

- forza trasversale = 49.6 t
- momento orizzontale = 285 t m

Assumendo che i propulsori siano posti a 42 metri da centro nave, le forze necessarie per il bilanciamento delle azioni esterne risultano:

- $F_{\text{bow}} = 21.7 \text{ t}$
- $F_{\text{stern}} = 28.5 \text{ t}$

Considerando i fattori d'interferenza elica – carena per i due diversi tipi di propulsori si ottengono le caratteristiche che tali propulsori devono avere al fine di garantire la piena operatività della nave nell'approdo di Tremestieri.

NAVE 1

Considerata la riduzione di spinta dovuta agli effetti di interferenza sopra descritti, la forza massima che ogni propulsore deve poter fornire è di circa 18.5 tonnellate. Assunta una potenza specifica del propulsore Voith Schneider di circa 9.5 kg/CV, i propulsori devono avere una potenza di circa 1950 CV ciascuno.

NAVE 2

Considerata la riduzione di spinta dovuta agli effetti di interferenza sopra descritti, la forza massima che ogni propulsore deve poter fornire è di circa 20.0 tonnellate. Assunta una potenza specifica del propulsore azimutale di circa 10 kg/CV, i propulsori devono avere una potenza di circa 2000 CV ciascuno.

6. CONCLUSIONI

E' stato condotto uno studio per determinare i requisiti di potenza che devono soddisfare i traghetti bidirezionali di due diverse tipologie propulsive per operare in sicurezza presso il nuovo approdo sito in località Tremestieri con condizioni meteo-marine in accordo con quelle definite nelle precedenti simulazioni di manovra.

Dai risultati ottenuti per le due navi in esame risulta che la potenza richiesta ai propulsori, al fine di avere la piena agibilità all'approdo nel porto di Tremestieri, corrisponde alle potenze effettivamente installate sulle navi attualmente in servizio nello Stretto di Messina.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] G. Capurro, G. Cuomo
'Programma di simulazione Simsup – Teorie e Manuale d'uso'
Rapporto Cetena N. 5264, Febbraio 1994