Autorità di Sistema Portuale
del Mare Adriatico Meridionale
Bari, Brindisi, Manfredonia, Barletta, Monopoli

PORTO DI BARI

Variante localizzata del Piano Regolatore Portuale, ai sensi dell'art. 22, comma 6 del D.lgs. 169/2016 e ss. mm. ii., finalizzata alla riqualificazione del Molo S. Cataldo e al potenziamento delle infrastrutture asservite alla sede logistica del Corpo delle Capitanerie di Porto.



titolo	elaborato
studio idraulico-marittimo prove con simulatore di manovra	RI 4

data e aggiornamenti		
02		
01	aprile 2021	Delibera del Comitato di Gestione n. 4 del 29.04.2021
00	novembre 2019	emissione

progetto del dipartimento tecnico		
progettisti	ing. Paolo Iusco	AdSP MAM
	ing. Annunziata Attolico	AdSP MAM
	ing. Eugenio Pagnotta	AdSP MAM
relazioni specialistiche	prof. ing. Giuseppe R. Tomasicchio	studio idraulico-marittimo
	I.R.I.D.E. Srl di Roma	valutazione ambientale strategica
coordinatore della progettazione	ing. Francesco Di Leverano	AdSP MAM
responsabile unico del procedimento	ing. Paolo Iusco	AdSP MAM

Firmato digitalmente da
PAOLO IUSCO
T = Ingegnere
C = IT

THESI s.r.l.
Via Martino Colonna, 93 - 70042 Mola di Bari (BA) – ITALY
P.I. 06316980728

UNI EN ISO 9001:2015
Certificato N 002/18

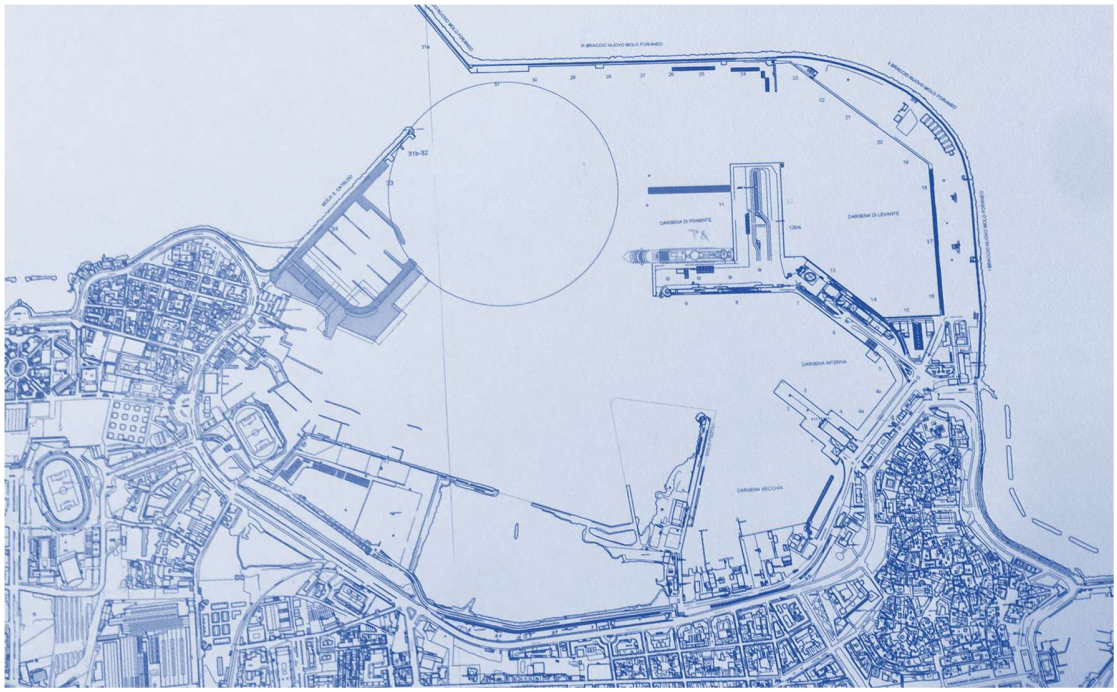
Variante localizzata al PRP del porto di Bari
Studi Idraulico-Marittimi

Port Assessment Bari

Prove effettuate presso THESI S.r.l. in data 10 e 11 dicembre 2019

MOLA di BARI - ITALIA

RELAZIONE FINALE



gennaio 2020

INDICE

PREMESSE E GENERALITÀ....3
NAVE OGGETTO DELLA SIMULAZIONE....6
GRUPPO DI LAVORO....7
DESCRIZIONE PROVE DI MANOVRABILITÀ....9
FASI DI SIMULAZIONE....9
RIMORCHIATORI....10
SCENARI METEO-MARINI....12
MODALITÀ DI ESECUZIONE....14
IL MODELLO NUMERICO....15
FORZE DI CARENA....17
FORZE DOVUTE AL VENTO....18
FORZE DOVUTE ALLA CORRENTE E AL MOTO ONDOSO....20
FORZE DELL'ELICA....22
FORZE DEL TIMONE....24
CONDIZIONI DI SIMULAZIONE....25
DESCRIZIONE PROVE DI MANOVRABILITÀ....37
PRIMA PROVA....37
SECONDA PROVA....40
TERZA PROVA....41
QUARTA PROVA....45
QUINTA PROVA....49
SESTA PROVA....53
SETTIMA PROVA....57
OTTAVA PROVA....61
NONA PROVA....65
DECIMA PROVA....69
UNDICESIMA PROVA....73
DODICESIMA PROVA....77
TREDICESIMA PROVA....82
QUATTORDICESIMA PROVA....86
QUINDICESIMA PROVA....90
SEDICESIMA PROVA....94
DICIASSETTESIMA PROVA....98
DICIOTTESIMA PROVA....102
DICIANNOVESIMA PROVA....106
VENTESIMA PROVA....110
CONSIDERAZIONI FINALI E PARERE SINTETICO DEL CAPO PILOTI PORTO DI BARI....115
BIBLIOGRAFIA....119
ALLEGATI....120

PREMESSE E GENERALITÀ

In data 21.05.2019 è stata stipulata una convenzione tra il Comando Generale delle Capitanerie di Porto – Guardia Costiera e l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Adriatico Meridionale (AdSPMAM), in forza della quale il Comando Generale affida all'AdSPMAM l'espletamento delle attività necessarie alla realizzazione di nuovi ormeggi lungo la banchina San Cataldo nel porto di Bari, nonché alla realizzazione di infrastrutture asservite alla logistica.

Per la realizzazione degli obiettivi previsti nella Convenzione è necessario procedere alla variazione degli strumenti di pianificazione territoriale, realizzando una variante al Piano Regolatore Portuale (PRP) vigente.

L'AdSPMAM intende procedere alla redazione di una "variante localizzata" come prevista all'art. 22, comma 6 del D.Lgs. 169/2016 come modificato da ultimo dall'art. 14 del D.Lgs. 232/2017.

Nell'ambito del procedimento, l'AdSP assume la funzione di Stazione appaltante per la progettazione, direzione lavori, misura e contabilità delle opere, collaudo, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione; la copertura finanziaria è resa disponibile dal Comando generale. In tale ambito, l'AdSPMAM ha nominato progettisti gli ingegneri Paolo Iusco, Annunziata Attolico ed Eugenio Pagnotta, funzionari tecnici dell'Ente.

Con nota prot. 20190024890 del 29/10/2019, l'AdSPMAM ha affidato, tra gli altri, al prof. ing. Giuseppe Tomasicchio, il servizio per la conduzione "Prove con simulatore di manovra di tipo *real time full mission*".

Nella presente relazione viene presentato lo studio di manovrabilità ed ormeggio di alcuni modelli-nave nel porto di Bari, effettuato tramite prove simulate nelle giornate del 10 e 11 dicembre 2019, presso il centro di addestramento e simulazione Thesi s.r.l. di Mola di Bari.

Gli obiettivi raggiunti per mezzo delle simulazioni possono essere sintetizzati come segue, nei vari scenari meteomarini presi in considerazione:

1) la verifica delle condizioni di esercizio e lo studio delle tecniche di manovra delle unità in arrivo e partenza dal nuovo porto (grande nave da crociera, nave ro-pax);

2) la verifica dell'adeguatezza degli spazi a disposizione di ciascuna tipologia di unità navale per compiere le manovre portuali nel layout di variante stralcio, in relazione anche ad ingombri eventualmente presenti nell'area di manovra;

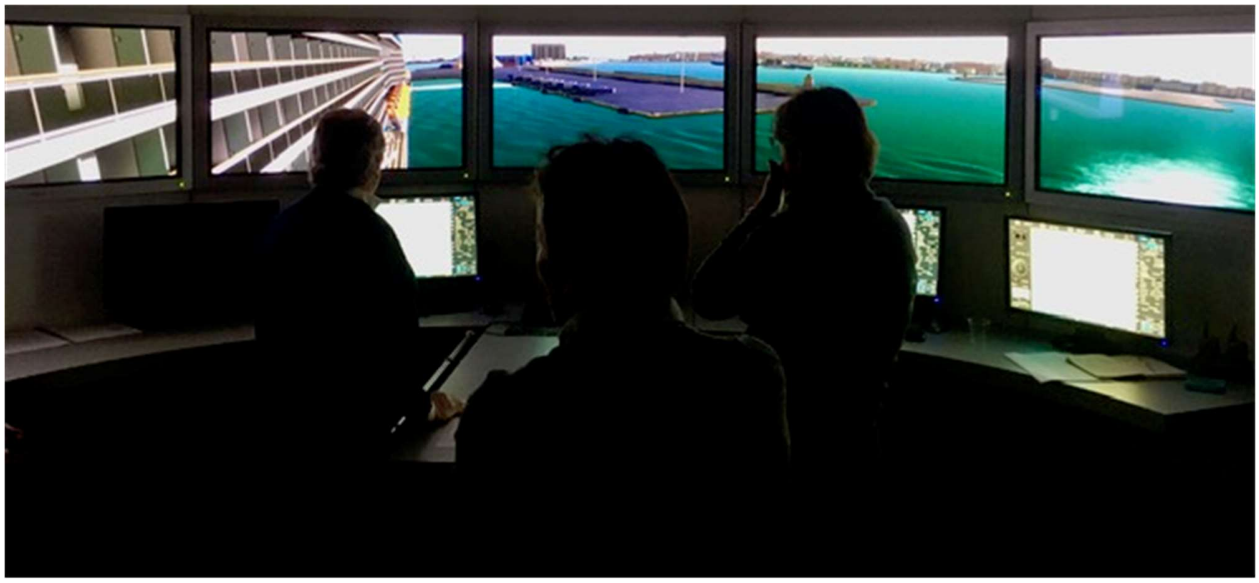
3) lo studio della fattibilità dell'arrivo/partenza in condizioni meteomarine estreme, in relazione sia alla geometria diversificata dell'imboccatura per i due layout portuali, sia alla dotazione di rimorchiatori di cui si è deciso di tenere conto.

Come detto, scopo dell'attività svolta è la valutazione, tramite **simulazioni di navigazione**, della manovrabilità di grandi navi da crociera del porto di Bari.

Nello specifico, le simulazioni eseguite nelle giornate del 11 e 12 Dicembre 2019, hanno interessato le manovre di approccio/ingresso al porto, accosto e partenza dal terminal crociere.

Lo studio della simulazione in oggetto ha avuto l'obiettivo primario di:

- **Indagare** la fattibilità alla manovra in differenti condizioni meteo di una determinata specifica nave, individuata per dimensioni e tipologia, come richiesto della committenza, in un ambiente portuale ridisegnato da un progetto di variante.
- **Investigare**, per un confinato numero di casi, l'esito di manovre della nave in oggetto in condizioni di limitata capacità manovriera (Aree di manovra limitate dalla presenza di navi ormeggiate, Boe, Briccole, ecc.)



Il team di Manovra durante le fasi dei Test

Tutte le varie simulazioni di manovra sono state gestite dal Capo Pilota del Porto di Bari, Comandante **Enzo Sciannandrone** mediante il Simulatore di manovra installato presso la sede di Mola di Bari della THESI srl.

Egli è stato coadiuvato dal Collega Comandante **Giacomo Antonio Fiore,** della Thesi srl in un team (Pilota – Comandante) tipico della gestione di manovra di una nave mercantile in fase di manovra ed ormeggio in acque confinate, come previsto dai Regolamenti internazionali per prevenire le Collisioni in mare (COLREG 1972) ed osservare i principi di base per il mantenimento di una guardia di Navigazione come stabilito, nella regola VIII/2, sezione A-VIII/2 e B-VIII/2 della Convenzione STCW

NAVE OGGETTO DELLA SIMULAZIONE

La simulazione e studio in oggetto hanno interessato essenzialmente la seguente unità navale **Cruise "Fantasy",** le cui caratteristiche costruttive ed evolutive sono rappresentate dalla scheda allegata: **Nave Cruise "Fantasy":**

- LOA = 333,00 mt;
- B = 38/49 mt (alette),
- D = 8,8 mt



Per maggiori info tecniche sulla nave, relativamente alle caratteristiche costruttive, potenza, propulsori e di manovra, sono allegati files relativi alle corrispondenti:

- **Pilot card**
- **Wheelhouse Poster**

GRUPPO DI LAVORO

Il gruppo di lavoro identificato per le operazioni di simulazioni di approccio e manovra era composto dalle seguenti persone:

Partecipante	Ente di riferimento	Note
Com.te Ezio **Sciannandrone**	Capo del Corpo Piloti Porto di Bari	**Esecutore delle Manovre** Gestione Macchina, Timone Rimorchiatori, ecc.
Com.te Giacomo A. **Fiore**	THESI srl	**Coordinatore delle Manovre** Gestione Macchina, Timone Rimorchiatori, ecc.
Ingegner **Davor Svast**	Transas	**Coordinatore tecnico di Simulazione** Prep. modelli prove e set-up
Prof. Ing. **Roberto Tomasicchio**	Committente consulente di AdSPMAM	**Supervisore alle prove** cliente
C/C (CP) Francesco I. **Benedetto**	Autorità Marittima Capitaneria di Porto Bari	**Ufficio Tecnica/Sicurezza** Capo Sezione
Ingegnere **Eugenio Pagnotta**	Autorità di Sistema Adriatico meridionale	**Ufficio tecnico** Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale – Bari Giorno 11 Dicembre 2019
Ingegnere **Paolo Iusco**	Autorità di Sistema Adriatico meridionale	**Ufficio tecnico** Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale – Bari Giorno 12 dicembre 2019
Capitano (CLC) **Simone Quaranta**	THESI srl	**Coordinamento tecnico** Area simulazione, gestione manovre e logistica



Il Gruppo di Lavoro durante la programmazione delle attività



Il gruppo di lavoro in una fase di assesment

DESCRIZIONE PROVE DI MANOVRABILITÀ

Come anticipato, le simulazioni di simulazione si sono svolte con il contributo del Comandante **Sciannandrone**, Capo pilota del porto di Bari, coadiuvato dal Com.te **Fiore** della THESI, istruttore approvato dal Comando Generale Capitanerie di Porto per le attività STCW nella gestione di Manovre in ambito Radar/Arpa/BTM e SAR e dal personale THESI-TRANSAS.

In particolare il Comandante **Fiore,** si è dedicato sia al comando sia al pilotaggio della nave, presiedendo personalmente all'uso della macchina e del timone, coadiuvato dal Com. Sciannandrone e Ing. Svastd, coordinatore delle simulazioni e gestione dei relativi software.

Ogni simulazione d'ingresso in Porto si è svolta impostando la velocità d'avanzo iniziale della nave generalmente uguale a 6-8 nodi**,** come si è già detto in corrispondenza di un punto a un miglio scarso dall'imboccatura del porto.

Ciò si è reso necessario, in considerazione delle condizioni di vento e mare simulate, per:

- **Assicurare** alla nave
  l'abbrivio necessario e
- **Governare** la rotta
  verso l'imboccatura del Porto.

FASI DI SIMULAZIONE

Tutte le **fasi di Simulazione** di manovra si sono svolte nel laboratorio di manovra della THESI di Mola di Bari, con una serie di simulazioni di navigazione in scenario virtuale 3D, per valutare le manovre d'ingresso ed uscita della nave nel nuovo layout portuale del porto di Bari proposto dal prof. Tomasicchio e formalizzato dall'AdSPMAM.



La composizione delle varie simulazioni (Tipo di manovra, ingombri, uso di rimorchiatore, ed introduzione di particolari condizioni meteo) è stata preventivamente concordata con il committente e la commissione presente durante le prove.

Le simulazioni proposte, sono state eseguite seguendo un programma di manovre da noi suggerito e condiviso dal committente e dalla commissione stessa.



Fasi di manovra con Pilota Sciannandrone, Capitano di Manovra Fiore, Ing. Pagnotta, C/C Benedetto

RIMORCHIATORI

In considerazione delle condizioni meteo e/o della difficoltà della manovra introdotti, durante la simulazione sono stati impiegati, uno o più **rimorchiatori** contemporaneamente, con

caratteristiche analoghe a quelli dei rimorchiatori ipotizzati nel futuro delle operazioni portuali del porto di Bari. Le loro caratteristiche sono allegate nei file acclusi alla presente relazione.

Occorre dire che la Guardia Costiera, per il porto di Bari, impone l'ausilio dei rimorchiatori in caso di vento di intensità maggiore o uguale a 22 kN. Talvolta, nelle prove eseguite, il Comandante non ha ritenuto di avvalersi dei rimorchiatori, anche in condizioni di vento con intensità ben maggiore a 22 kN.



fase di intervento rimorchiatori in assistenza

Sono stati definiti assieme al committente eventuali ingombri dovuti ad altre navi ormeggiate in porto.

Sono stati registrati i valori degli angoli di prora HDG e di spinta-tiro relativi ai rimorchiatori presenti. Tali dati sono stati successivamente rappresentati tramite **file di Log** allegati alla presente relazione.



Si noti a proravia il rimorchiatore in assistenza

SCENARI METEO-MARINI

Per l'esecuzione delle simulazioni, sono stati considerati differenti **scenari meteo marini,** come si evince dalla scheda riassuntiva allegata:

		Hs (m)		
		Prob=0.9	Prob=0.99	Prob=0.999
		Condizioni d'Onda		
Area portuale		**Cattive**	**Severe**	**Molto severe**
Molo esterno	**Porto**	1,19	2,31	3,14
Imboccatura esterna	**P1**	1,53	1,71	2,12
Imboccatura interna	**P2**	0,64	0,72	0,93
Cerchio evoluzione	**P3**	0,45	0,51	0,65
Banchina n. 10	**B7**	0,38	0,43	0,53

Ciascuno degli scenari è stato identificato tramite caratteristiche di:

- Stato del mare ed agitazione ondosa
- Mappa delle correnti
- Marea
- Intensità del vento

I dettagli dello studio meteomarino sono forniti dal committente e concordati con il committente prima dell'esecuzione delle simulazioni ed anche durante lo svolgimento delle stesse.



Dettaglio delle Aree portuali
con ipotesi di Condizioni di moto ondoso estreme previste in simulazione

Modalità di esecuzione

La presente relazione presenta i risultati dello ***studio di manovrabilità ed ormeggio*** di alcuni modelli-nave nel porto di Bari, effettuato tramite prove simulate nelle giornate del 10 e 11 dicembre 2019, presso il centro di addestramento Thesi s.r.l. di Mola di Bari.

In particolare, le prove di simulazione hanno riguardato la zona di ormeggio della ***"Darsena di Ponente"*** e della ***"Darsena Interna"***, il tutto in conformità alla cartografia ufficiale ed al piano regolatore portuale, modificato come da richiesta del committente.

Nel seguito si descrivono il modello numerico utilizzato e le condizioni adottate per le simulazioni.

Per lo svolgimento di questa indagine si è utilizzato un sistema di simulazione dotato di un software con un modello di manovra non lineare a parametri concentrati. L'avanzato sistema permette di determinare la traiettoria della nave, considerando l'azione di disturbi esterni (quali onde, vento e corrente) e l'effetto di particolari situazioni operative, quali acque ristrette e fondali limitati.

Nel dettaglio, il simulatore ***Navi-trainer Professional 5000*** utilizza un software nella versione 5.35, certificato dall'ente di classificazione **DNV-GL** (certificato allegato alla presente relazione).

Le manovre d'ingresso e di uscita dall'area portuale in esame sono state condotte utilizzando:

- **gli organi di governo relativi al modello-nave identificato** e,
- **l'ausilio di rimorchiatori,**
  quando esplicitamente richiesto,

Il modello numerico

Come in ogni simulatore di manovra, il modello numerico che simula il comportamento dinamico della nave, al variare delle azioni di controllo, rappresenta il nucleo attivo dell'intero sistema.

Il modello risulta essere in grado di predire nel tempo la rotta e la traiettoria della nave al variare delle azioni sugli organi di governo e di manovra, prendendo in considerazione l'effetto di disturbi esterni alla nave (mare, vento, corrente) e di particolari condizioni operative.

La nave viene assimilata ad un corpo rigido avente tre gradi di libertà nel piano orizzontale e le tre formulazioni delle forze agenti su di essa possono essere sinteticamente descritte nella seguente forma:

$$m(\dot{u} - vr) = X'$$

$$m(\dot{v} + ur) = Y'$$

$$I_{zz}\,\dot{r} = N'$$

ove si indicano con:

m	=	massa della nave;
I_{zz}	=	momento di inerzia intorno all'asse verticale;
u, v, r	=	velocità di abbrivio, di deriva e di imbardata.

Il punto sopra la variabile indica la derivata prima rispetto al tempo della variabile stessa. Per avere una simulazione più realistica possibile è necessario anche schematizzare la dinamica della propulsione che viene descritta dalla seguente equazione differenziale:

$$2\pi I_p \dot{n} = Q_D - Q_P - Q_F$$

ove:

Q_D = coppia fornita dall'apparato motore;

Q_P = coppia assorbita dall'elica;

Q_F = coppia assorbita dagli attriti del motore e dalla linea d'assi;

I_p = momento di inerzia del propulsore;

n = numero di giri.

Va notato che di queste equazioni differenziali ne esistono tante quante sono gli assi della nave in esame.

L'apparato motore dei modelli schematizzato per questa indagine di navigabilità era di tipo diesel e pertanto la coppia da esso sviluppata è stata ipotizzata funzione lineare della quantità di combustibile iniettata per giro (C_g). Sulla base di questa ipotesi è possibile scrivere la seguente relazione:

$$Q_d = \dot{Q} \cdot Cg + Q_0$$

dove Q e Q_0 possono essere ricavate dall'abaco di potenza del motore in esame. In particolare, la Q_0 rappresenta il valore della coppia resistente del motore quando esso viene trascinato. Essendo il consumo per giro proporzionale alla posizione della cremagliera (Z) ed *a* la massima quantità di combustibile iniettata per giro, si può scrivere:

$$Q_p = \dot{a} \cdot Z \cdot Q + Q_0$$

Ciò equivale a fare variare linearmente la coppia fornita dal motore con la posizione della cremagliera, che viene comandata dalla posizione del telegrafo di macchina.
Le forze agenti sulla nave, rappresentate dai termini di destra delle equazioni differenziali precedenti, lungo i suoi tre gradi di libertà nel piano orizzontale, sono state scomposte in contributi attribuibili alla carena, all'elica, al timone, al vento, alle onde, alle ancore e alle linee di ormeggio. Nel seguito sarà data una breve descrizione degli approcci alla trattazione dei singoli moduli rappresentanti le varie componenti delle forze.

Forze di carena

Al fine di avere un'espressione matematica per questo tipo di forze, che si assume essere quelle provocate dai moti della nave, è usato uno sviluppo in *serie di Taylor* a più variabili [1]. Tale sviluppo in serie è fatto nell'intorno di un punto di equilibrio delle forze agenti sulla nave e cioè per un determinato valore della velocità longitudinale e per valori nulli dell'altra componente lineare e della velocità angolare. Il numero dei coefficienti dello sviluppo in serie, generalmente noti come coefficienti idrodinamici, varia secondo lo scopo del problema che deve essere affrontato e del grado di sofisticazione con cui sono inseriti nella rappresentazione matematica gli effetti idrodinamici della carena.

La valutazione dei coefficienti idrodinamici è stata effettuata utilizzando approcci di tipo semi empirico (Clarke [2], Kijima [3]) basati sull'analisi statistica di un gran numero di dati sperimentali. Le formulazioni così ottenute permettono di calcolare le derivate idrodinamiche lineari e non lineari in funzione delle dimensioni e dei rapporti adimensionali principali che definiscono la carena.

Per tenere conto di manovre effettuate in condizioni di **basso fondale**, è stata utilizzata la formulazione di *Sheng* [4] per il calcolo delle correzioni da apportare a buona parte delle

derivative idrodinamiche di carena. Tali correzioni, dipendenti dall'immersione media e dalla profondità del fondale, sono rappresentate come funzioni non lineari dei rapporti adimensionali larghezza-immersione (B/T) e profondità-immersione (H/T) e sono applicate limitatamente alle derivate idrodinamiche lineari. Un nuovo fattore correttivo riguarda invece la resistenza al moto che, in prima approssimazione, si è ipotizzato incrementi linearmente in funzione del rapporto immersione profondità.

Forze dovute al vento

Le componenti di tali forze possono assumere, soprattutto a basse velocità e per navi aventi un'elevata superficie esposta, intensità tali da compromettere, o perlomeno alterare, le capacità di risposta della nave alle azioni di controllo e di governo. Tali problematiche possono manifestare il loro effetto soprattutto durante la navigazione in aree marittime a traffico controllato (porti, canali, fiordi, ecc.) dove vengono, maggiormente, valutati gli aspetti legati alla sicurezza della navigazione.

Nel modello di simulazione utilizzato, il vento è considerato costante in intensità e direzione (*a regime*) durante tutta la durata della manovra e le forze da esso generate sono ritenute proporzionali al quadrato della velocità relativa nave-vento secondo le seguenti relazioni:

$$X_W = \frac{1}{2}\rho_a V_a^2 A_x C_x'$$

$$Y_W = \frac{1}{2}\rho_a V_a^2 A_y C_y'$$

$$N_W = Y_W L_{OA} C_N'$$

dove:

ρ_a = densità dell'aria

Va = velocità del vento relativo

Ax, Ay = proiezioni dell'area trasversale e longitudinale

LOA = lunghezza fuori tutto

I tre coefficienti aerodinamici $C'_x,\ C'_y,\ C'_N$ sono ottenuti da test effettuati in galleria del vento al variare dell'angolo di incidenza del vettore velocità relativa nave-vento rispetto la prora della nave su numerosi modelli riproducenti in scala le sovrastrutture e l'opera morta (Tang [5], Aage [6]).

Per lo svolgimento delle simulazioni presentate si sono scelti, nell'ambito dei coefficienti riportati, quelli che meglio caratterizzano le navi schematizzate.

Forze dovute alla corrente e al moto ondoso

Per le verifiche della navigabilità è di grande interesse conoscere gli effetti che sono introdotti dagli agenti meteo-marini e verificarne l'impatto che hanno sullo svolgimento delle varie manovre. Nel modello di simulazione gli effetti della corrente, anche se nello studio in esame essa non viene tenuta in considerazione, vengono inseriti nella schematizzazione matematica sulla base del concetto di velocità relativa. Ciò significa che le forze idrodinamiche sono valutate non sulla base delle due componenti della velocità lineare della nave, ma considerando le componenti della velocità relativa nave-fluido.

Nel modello di simulazione anche l'azione del moto ondoso è presa in considerazione attribuendo il suo effetto alla variazione della velocità relativa fluido-carena, intesa in questo contesto come differenza tra la velocità della nave e la componente della velocità orbitale dell'onda e ciò permette di considerare sia gli effetti del primo che del secondo ordine, altrimenti schematizzati con l'introduzione di altri coefficienti, come riportato nella referenza bibliografica [7]. Nell'applicazione si considera che l'opera viva della carena non alteri il potenziale d'onda, cioè vengono trascurati gli effetti delle onde riflesse e diffrante dalla carena e di quelle provocate dai moti oscillatori della nave intorno e lungo i suoi assi.

Per il calcolo della velocità orbitale dell'onda si è ipotizzato che lo stato di mare, indipendentemente dalle condizioni ambientali, quali *fetches* e fondali, sia rappresentato dalla

distribuzione spettrale a due parametri di *Pierson-Moskowitz* [8]. Lo spettro di mare viene schematizzato introducendo cinque contributi energetici ciascuno di pari intensità (0.2 m_0) e con una frequenza (ϖ_i) pari al rapporto fra il momento di ordine uno e quello di ordine zero.

Più dettagliatamente, avendo indicato con m_0:

$$m_0 = \int_0^{\infty} S(\omega) d\omega$$

l'espressione della frequenza (ϖ_i) può essere esplicitata nel modo seguente:

$$\varpi_i = \frac{\int_{\omega_i}^{\omega_{i+1}} \omega S(\omega) d\omega}{\int_{\omega_i}^{\omega_{i+1}} S(\omega) d\omega} = \frac{\int_{\omega_i}^{\omega_{i+1}} \omega S(\omega) d\omega}{\frac{1}{5} m_0}$$

Per ciascuna delle cinque frequenze (ϖ_i) si determina la velocità orbitale lungo la direzione di propagazione dell'onda che viene proiettata lungo gli assi di un sistema inerziale (X_0, Y_0) secondo le formule seguenti:

$$U_{W_i} = -a\varpi_i e^{-KT} \cos\beta \cos\left[K\left(X_0 \cos\beta + Y_0 sin\beta\right) - \varpi_i t + \varphi_i\right]$$
$$V_{W_i} = -a\varpi_i e^{-KT} sin\beta \cos\left[K\left(X_0 \cos\beta + Y_0 sin\beta\right) - \varpi_i t + \varphi_i\right]$$

avendo indicato con:

T = immersione nave

K = numero d'onda della

frequenza ϖ_i A = ampiezza d'onda

B = direzione di provenienza del moto ondoso

φ_i = fase casuale alla frequenza ϖ_i

Le velocità orbitali possono essere proiettate lungo gli assi (x,y) solidali con la nave in accordo con le seguenti relazioni:

$$u_W = U_W \cos\varphi + V_W sin\varphi$$

$$v_W = -U_W sin\varphi + V_W \cos\varphi$$

avendo indicato con φ la rotta della nave e con U_W e V_W la somma ottenuta dalle cinque componenti con le quali è stato schematizzato lo spettro del moto ondoso.

Forze dell'elica

La simulazione del comportamento dinamico della nave in manovra, perché sia corretta, necessita di una accurata schematizzazione analitica della spinta fornita dall'elica.

Il tradizionale **grafico di elica isolata** e la relativa approssimazione polinomiale dei coefficienti K_T e K_Q di spinta e coppia rappresentano la caratteristica di funzionamento nel tradizionale quadrante propulsivo caratterizzato da velocità d'avanzo e giri positivi; questo potrebbe essere sufficiente alla simulazione delle principali manovre standard, ma non adatto alla **marcia addietro** o più complesse simulazioni dell'inversione di spinta nelle manovre di arresto, azioni effettuate a bordo nelle fasi di avvicinamento ad un'area portuale.

Per ovviare a questi inconvenienti si è fatto uso della rappresentazione adottata nella referenza [9] per la schematizzazione matematica di questo tipo di forze. In questo lavoro i coefficienti di spinta e di coppia dell'elica vengono riportati in funzione dell'angolo di passo idrodinamico (β) che può assumere valori compresi fra 0 e 2π:

$$C_T = \sum_{k=0}^{n} [A(k)\cos k\beta + B(k)\sin k\beta]$$

$$C_Q = \sum_{k=0}^{n} [A(k)\cos k\beta + B(k)\sin k\beta] \qquad \text{con} \qquad \beta = tg^{-1}\frac{V_a}{0.7\pi nD}$$

In questa maniera risulta pertanto possibile schematizzare il funzionamento dell'elica anche quando essa opera a giri e/o velocità d'avanzo negativi.

I coefficienti di spinta e coppia, una volta inseriti in un apposito algoritmo matematico e noti i parametri indipendenti (velocità nave, scia, passo effettivo dell'elica e numero dei giri), restituiscono la coppia assorbita e la spinta fornita dall'elica.

Quest'ultima grandezza viene introdotta nel modello matematico a meno del coefficiente di risucchio che viene in prima approssimazione assunto costante nonostante il variare della velocità nave.

Forze del timone

La determinazione delle forze generate dal timone è l'elemento chiave nella simulazione della nave in manovra.

Essenzialmente le forze del timone sono quelle generate da una superficie di controllo simmetrica, caratterizzata da:

- **Coefficienti di resistenza** e
- **Portanza** in funzione dell'angolo di attacco.

Detti coefficienti, derivati da misure su profili isolati, rappresentano la risposta del sistema timone ad un flusso comunque orientato.

La determinazione della velocità e direzione effettiva del flusso incidente la sua superficie è resa più complessa dalla posizione che il timone normalmente assume, dietro carena e dietro elica.

Gli effetti dell'elica sul flusso giocano un ruolo determinante sulla capacità evolutiva.

I fenomeni d'**interferenza elica timone** sono stati tenuti in considerazione nel modello matematico secondo quanto suggerito nelle referenze [10,11].

CONDIZIONI DI SIMULAZIONE

Come da richiesta del committente, sono state effettuate delle manovre di alcuni modelli-nave, precedentemente identificati, ipotizzando il lay-out del porto a seguito di specifiche richieste da parte del committente stesso, coerenti al futuro piano regolatore del porto.

Lo scenario richiesto (come da files: "*Porto di Bari - Piano Utilizzo Aree Bari – Tavola.pdf*" e *"Porto_Bari_interventi_futuri.pdf"* ricevuti in data 08/11/2019; *"Porto di Bari - Carta bati-morfologica.dwg"* ricevuto in data 11/11/2019 e *"Porto_Bari_Layout_futuro.dwg"* ricevuto in data 12/11/2019) è stato implementato nel database geografico del sistema di simulazione in 2 D e 3D (Figura 1a e 1b).

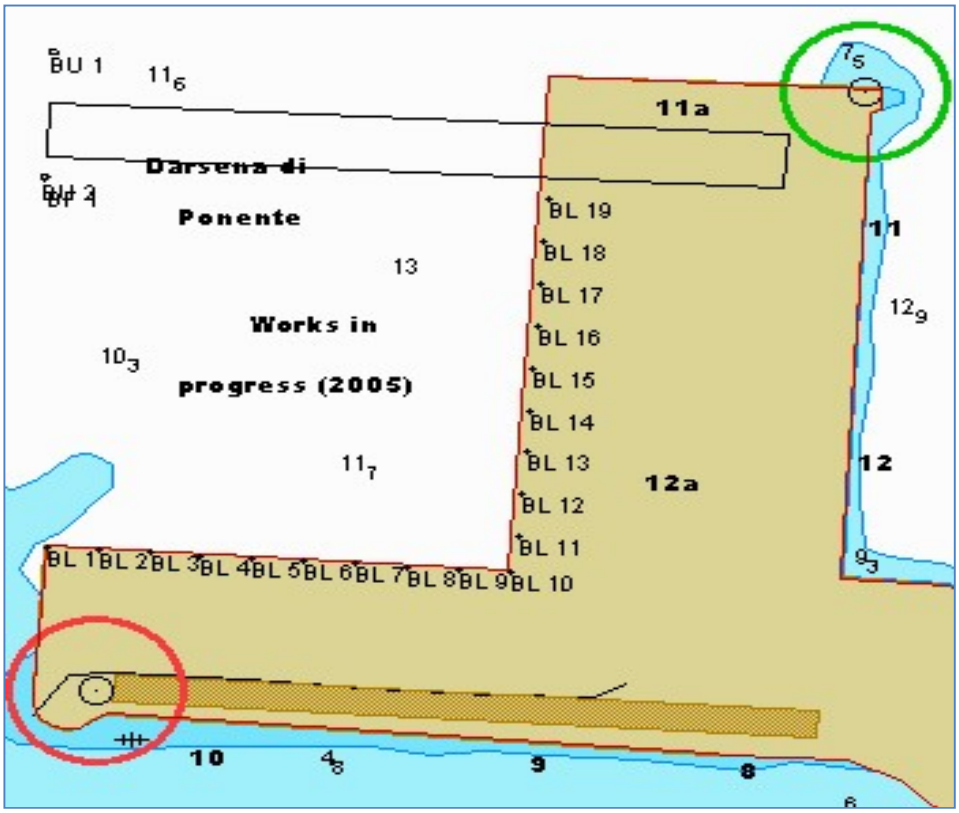


Figura 1°

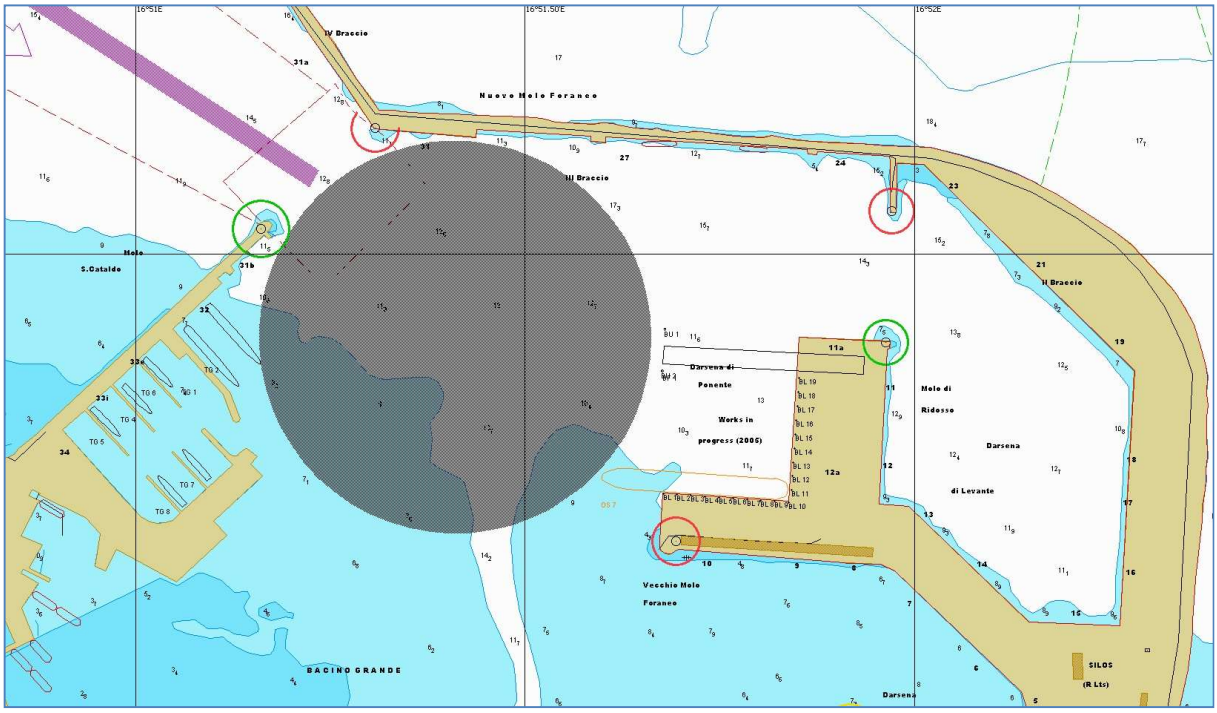


Figura 1b

Le condizioni meteomarine previste per le prove simulate sono state impostate come da nomenclatura indicata nel seguente prospetto (file *"Simulazioni di manovra dati input.docx"* ricevuto in data 25/11/2019):

Tabella 1. Condizioni di moto ondoso estreme previste

		Hs (m)		
		Prob=0.9	Prob=0.99	Prob=0.999
		Bad	**Severe**	**Very severe**
Molo esterno	**Porto**	1,19	2,31	3,14
Imboccatura esterna	**P1**	1,53	1,71	2,12
Imboccatura interna	**P2**	0,64	0,72	0,93
turning basin	**P3**	0,45	0,51	0,65
cruise berth	**B7**	0,38	0,43	0,53



Tabella 2. Condizioni meteomarine adottate per le simulazioni

	DIREZIONI VENTO E MARE	SCENARIO			CARATTERISTICHE METEO	Frequenza
1	**VENTO**	25 kN			N (~360°N)	frequente
	ONDA (severe)	Posizione	Hs (m)	Tp(s)	Tramontana + Mare	
		molo esterno	2,31	9		
		P1	1,71	9		
		P2	0.72	9		
		P3	0.51	9		
		P4	0.43	9		
2	**VENTO**	25 kN			N (~360°N)	non frequente
	ONDA (very severe)	Posizione	Hs (m)	Tp(s)	Tramontana + Mare	
		molo esterno	3.14	10		
		P1	2.12	10		
		P2	0.93	10		
		P3	0.65	10		
		P4	0.53	10		
3	**VENTO**	25 kN			NNE (~23°N)	frequente
	ONDA (severe)	Posizione	Hs (m)	Tp(s)	Greco Tramontana + Mare	
		molo esterno	2,31	9		
		P1	1,71	9		
		P2	0.72	9		
		P3	0.51	9		
		P4	0.43	9		
4	**VENTO**	25 kN			ENE (~68°N)	frequente
	ONDA (severe)	Posizione	Hs (m)	Tp(s)	Greco Levante + Mare	
		molo esterno	2,31	9		
		P1	1,71	9		
		P2	0.72	9		
		P3	0.51	9		
		P4	0.43	9		
5	**VENTO**	25 kN			ENE (~68°N)	non frequente
	ONDA (very severe)	Posizione	Hs (m)	Tp(s)	Greco Levante + Mare	
		molo esterno	3.14	10		
		P1	2.12	10		
		P2	0.93	10		
		P3	0.65	10		
		P4	0.53	10		

	VENTO	25 kN			ENE (~68°N)	
		Posizione	Hs (m)	Tp (s)		
6	ONDA (bad)	molo esterno P1 P2 P3 P4	1.19 1,53 0.64 0.45 0.38	8 8 8 8 8	Greco Levante + Mare	non frequente

I **valori batimetrici** all'esterno dell'area portuale provengono dalla carta nautica della zona interessata, mentre la profondità all'interno del bacino portuale e quella in prossimità dell'imboccatura è stata assunta in conformità ai documenti precedentemente menzionati.

Tutte le simulazioni delle manovre eseguite nello svolgimento del presente studio, sono state condotte presso la sede di "Thesi srl" in Mola di Bari.

Il sistema utilizzato per le prove è dotato di un simulacro di una consolle di plancia che, interfacciata col personal computer dove è installato il software del modello matematico precedentemente descritto, ha permesso di impartire gli ordini ai vari organi di governo e di propulsione in tempo reale (Figura 2).



Figura 2

La figura 2 mostra il simulacro della plancia dal quale si visualizza lo scenario operativo con angolo di visione di 150°. La **rappresentazione**, oltre a seguire coerentemente i movimenti della nave su un angolo totale di 360°, era modificabille, con apposito pannello interattivo, secondo i punti di vista dell'operatore: Bridge, PORT Wing, STBD Wing, Bow, Stern.

La dinamica della nave durante le simulazioni è stata rappresentata sullo schermo di un computer della stazione istruttore che riproduceva, in un piano orizzontale, la figura di galleggiamento della nave e la configurazione portuale **in "true motion":** Il lay- out portuale appare fermo sullo schermo e la figura di galleggiamento della nave si muove in conseguenza degli ordini impartiti ai suoi organi di governo e propulsione, con la possibilità di scegliere la scala che si ritiene più opportuna.

Da questa postazione è stato possibile **impostare i vari esercizi** e cioè stabilire lo scenario e le condizioni iniziali (rotta e velocità) della nave, impostare i vari elementi meteo marini, gestire l'eventuale l'ausilio dei rimorchiatori ed effettuare misure di distanza del modello-nave rispetto agli altri targets presenti e/o moli e banchine portuali.

Un'**altra rappresentazione** dei movimenti della nave è offerta dallo schermo **del simulatore RADAR** per seguire la **cinematica della nave** tramite gli echi prodotti da eventuali bersagli, dighe e moli della configurazione portuale, con l'opportunità di scegliere fra le varie modalità standard che offre questo apparato di bordo.

Inoltre, tramite il **sistema ECDIS** (Wärtsilä Navi-sailor 4000), è possibile **monitorare la rotta** nelle varie manovre eseguite, con l'ausilio della **funzione predittiva** - *Prediction*, che indica la posizione futura stimata della nave.

Il modello matematico descritto nel precedente paragrafo è stato applicato alle unità *"Fantasy 233338"*, *"Car carrier 4"*, *"Ro-Ro passenger ferry 8"* e *"Ro-Ro passenger ferry 10",* le cui caratteristiche principali sono riportate nella seguente tabella:

MODELLO NAVE	Length Overall [m]	Moulded Breadth [m]	Displacement [t]	Draft [m]	Max Speed [kn]	Num Propellers	Bow/Stern Thrusters
Fantasy 233338	333	38	64673	8.8	23	2 SSD (2 x 21316 kW)	B/S
Car carrier 4	196.4	31.1	24186	7.4	19.5	1 CPP (1 x 11060 kW)	B/S
Ro-Ro passenger ferry 8	182.6	25.5	21104	6.5	21.5	2 CPP (2 x 11520 kW)	B
Ro-Ro passenger ferry 10	172	36.8	20865	6.7	23	2 CPP (2 x 21465 kW)	B
MODELLO TUG	**Length Overall [m]**	**Moulded Breadth [m]**	**Displacement [t]**	**Draft [m]**	**Max Speed [kn]**	**Num Propellers**	**Bow/Stern Thrusters**
ASD tug 4	26.1	8.9	450	3.3	12.7	Z-Drive CPP (2 x 1280 kW)	B



View



Type of engine	Slow Speed Diesel (1 x 11060 kW)
Type of propeller	CPP
Thruster bow	Yes
Thruster stern	Yes

General information

Vessel type	Car carrier 4 (Dis.24186t)
Displacement	24186.0 t
Max speed	19.5 knt

Dimensions

Length	196.4 m
Breadth	31.1 m
Bow draft	7.4 m
Stern draft	7.4 m
Height of eye	25 m

View



Type of engine	Medium Speed Diesel (2 x 11520 kW)
Type of propeller	CPP
Thruster bow	Yes
Thruster stern	None

General information

Vessel type	Ro-Ro passenger ferry 8 (Dis.:
Displacement	21104.0 t
Max speed	21.5 knt

Dimensions

Length	182.6 m
Breadth	25.5 m
Bow draft	6.5 m
Stern draft	6.5 m
Height of eye	29 m

View



Type of engine	Medium Speed Diesel (2 x 21465 kW)
Type of propeller	CPP
Thruster bow	Yes
Thruster stern	None

General information

Vessel type	Ro-Ro Passenger Ferry 10 (Di
Displacement	20865.0 t
Max speed	23.0 knt

Dimensions

Length	172.0 m
Breadth	36.8 m
Bow draft	6.7 m
Stern draft	6.7 m
Height of eye	22 m

View



Type of engine	High Speed Diesel (2 x 1280 kW)
Type of propeller	Z-Drive CPP
Thruster bow	Yes
Thruster stern	None

General information

Vessel type	ASD tug 4 (bp 40t)
Displacement	450.0 t
Max speed	12.7 knt

Dimensions

Length	26.1 m
Breadth	8.9 m
Bow draft	3.3 m (3.8 m ext.)
Stern draft	3.3 m (4.3 m ext.)
Height of eye	6 m

Per poter descrivere opportunamente tutte le **prove di manovrabilità** ed ormeggio eseguite al simulatore, si riportano di seguito per ogni esercitazione effettuata i relativi diagrammi cartesiani funzione dei valori di:

- **Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG** in funzione del tempo;
- **Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT)** in funzione del tempo;
- **Potenze dei propulsori** desiderate e delle eliche di manovra di prora e poppa;
- **Dati anemometrici ed anemoscopici** e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave.

Nelle prove in cui sono stati richiesti rimorchiatori a supporto della manovra del modello-nave, sono stati registrati i valori degli angoli di prora HDG e di spinta-tiro relativi ai rimorchiatori presenti.

Tali dati sono stati successivamente rappresentati tramite **file di log,** allegati alla presente relazione e disponibili quindi ad ogni eventuale relativa valutazione approfondita.

Inoltre, per ogni prova in cui sono stati utilizzati i rimorchiatori, il presente documento riporta una tabella che rappresenta l'evoluzione di tale utilizzo durante la prova e che contempla i seguenti dati:

- OS = nome della nave utilizzata
- EXERCISE NAME = RUN X = numero della prova
- TIME = trascorrere del tempo
- Dati di posizione ed heading OWN SHIP in azzurro

Local position X m	Local position Y m	Heading °

- Dati TUG 2 (POPPA) in verde

Tug TT 2 Angle °	Tug TT 2 fx tf	Tug TT 2 fy tf	Tug TT 2 fn tf * m	Tug TT 2 Power %	Tug TT 2 State

- Dati TUG 1 (PRORA) in rosso

Tug TUG 1 Angle °	Tug TUG 1 fx tf	Tug TUG 1 fy tf	Tug TUG 1 fn tf * m	Tug TUG 1 Power %	Tug TUG 1 State

In particolare, nelle colonne TUG TT State viene riportata l'azione del TUG coinvolto che può essere:

- FREE
- ESCORT
- PULL (e stati intermedi "going to …")
- PUSH (e stati intermedi "going to …")

Tutti i dati vengono riportati anche in formato excel per un utilizzo puntuale.

Infine, nell'ottica di fornire una **valutazione oggettiva** sul rischio correlato all'esecuzione delle prove di manovra condotte, è stata misurata e rappresentata la **distanza minima** alla quale il modello-nave si è venuto a trovare durante le varie fasi di manovra, rispetto agli altri target, moli e banchine presenti nell'area portuale.

DESCRIZIONE PROVE DI MANOVRABILITÀ

Prima prova

a) La prima prova è stata una manovra di ingresso del modello-nave *"Fantasy 233338"* nell'area portuale, accostata a sinistra con evoluzione nel *"Bacino Grande"* ed ormeggio finale fianco sinistro poppa a terra.

Condizioni meteomarine:

- vento d'intensità 25 kn da 330°
- mare calmo (Figura 3)
- corrente 0,5 m/s da N fuori dal porto e 0 m/s nel porto (per tutte le prove)

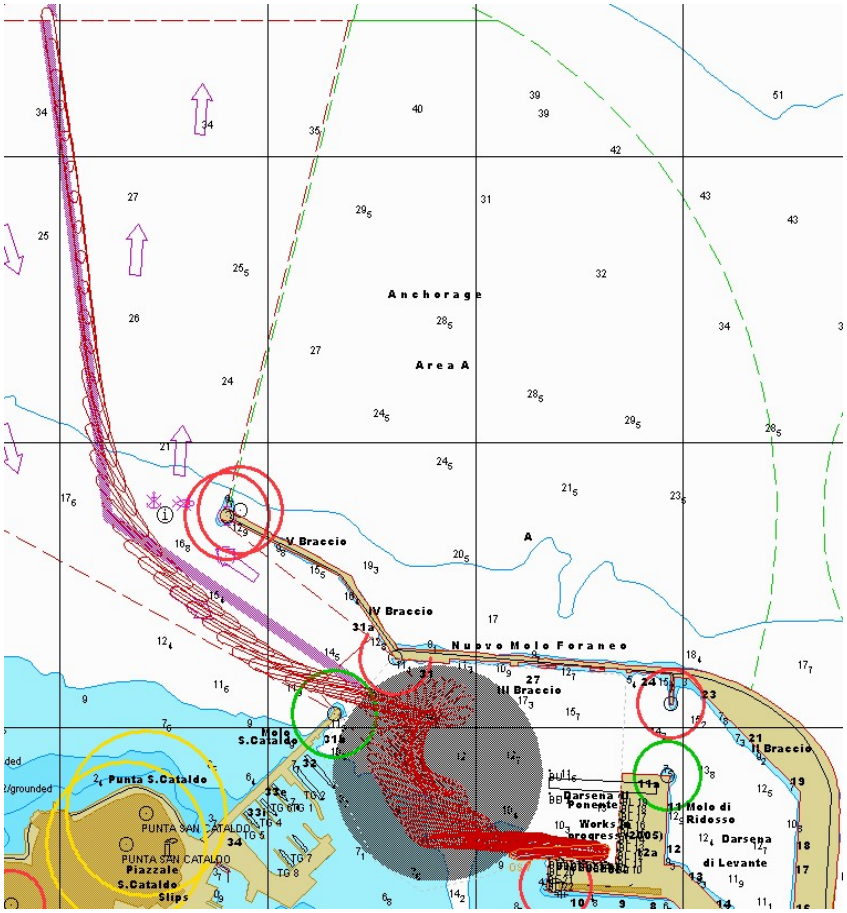


Figura 3

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 4)

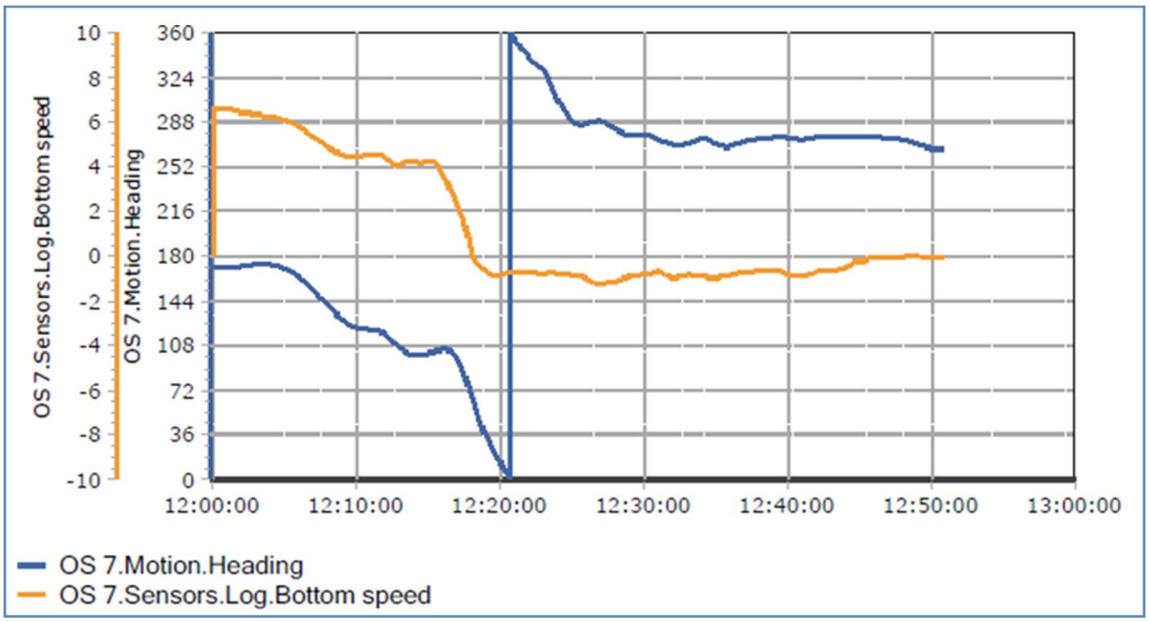


Figura 4

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 5)

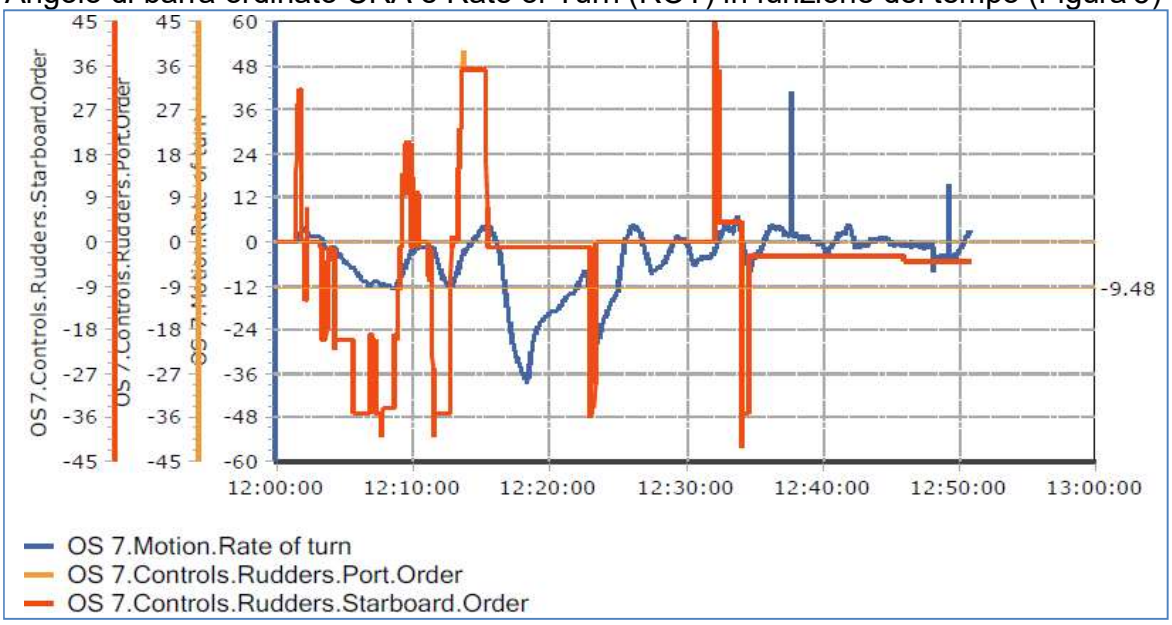


Figura 5

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 6)

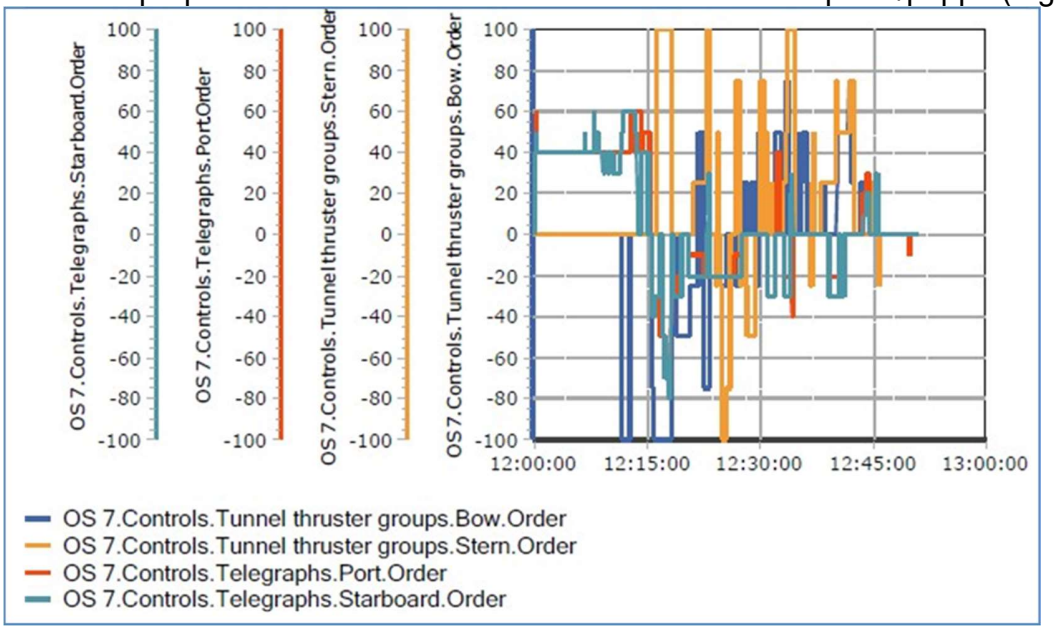


Figura 6

- Dati anemometrici ed anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 7)

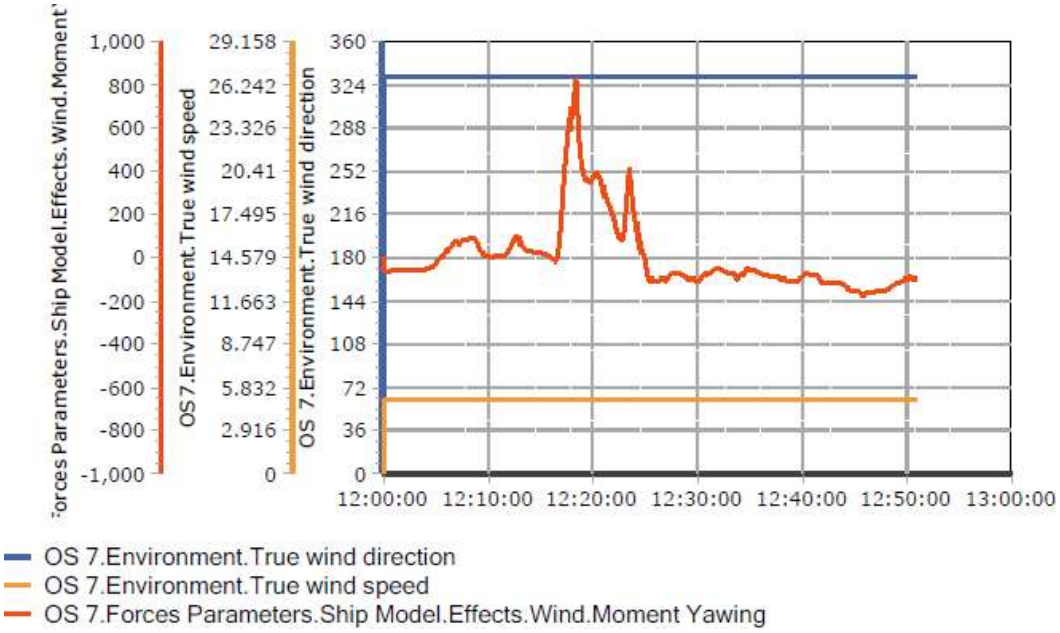


Figura 7

La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 30 m in testata del molo S. Cataldo (Figura 8).

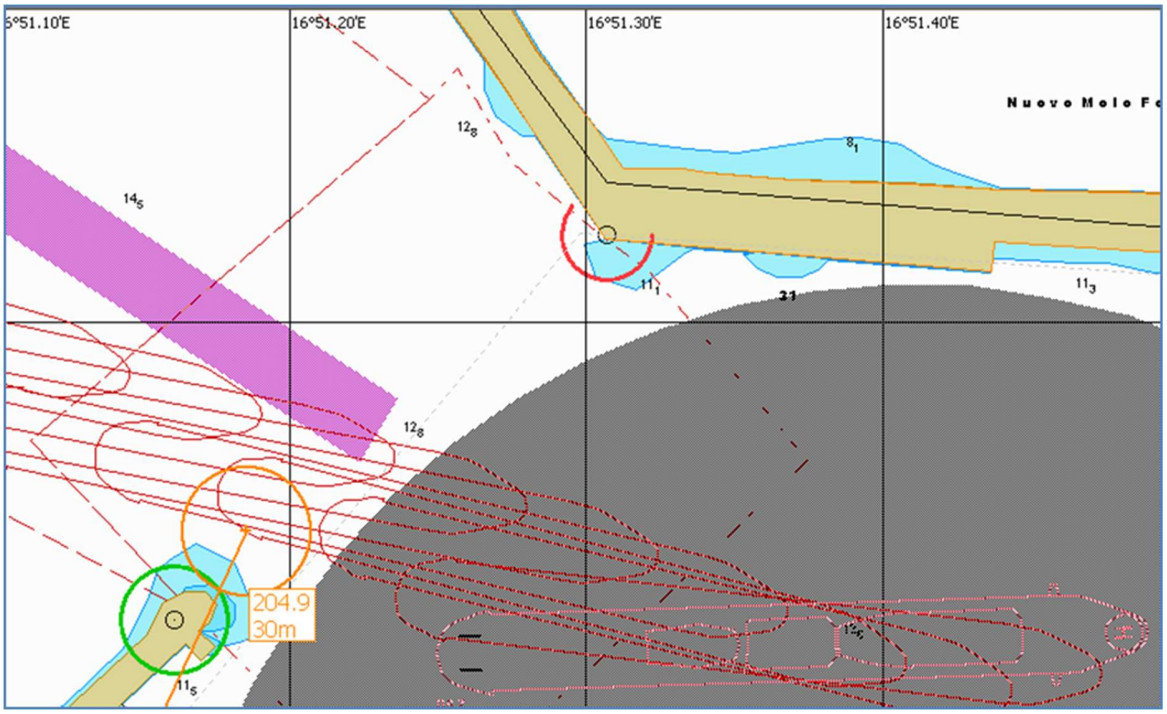


Figura 8

Utilizzo TUG: rimorchiatori 1 e 2 presenti nello scenario ma non utilizzati, ingresso in porto OWN SHIP in autonomia.

Seconda prova

b) La seconda prova è stata una manovra di ingresso del modello-nave *"Fantasy 233338"* nell'area portuale in presenza di un vento d'intensità 25 kn da 360°.

L'esercitazione è stata **interrotta per un contatto** del modello-nave con la testata del molo S. Cataldo.

Utilizzo TUG: rimorchiatori 1 e 2 presenti nello scenario ma non utilizzati, ingresso in porto OWN SHIP in autonomia. Prova interrotta per contatto "breakwater".

Terza prova

c) La terza prova è stata una manovra di ingresso del modello-nave *"Fantasy 233338"* nell'area portuale, accostata a sinistra con evoluzione nel *"Bacino Grande"* ed ormeggio finale fianco sinistro poppa a terra.

Condizioni meteomarine:

- vento d'intensità 25 kn da 360° e
- mare calmo (Figura 9).

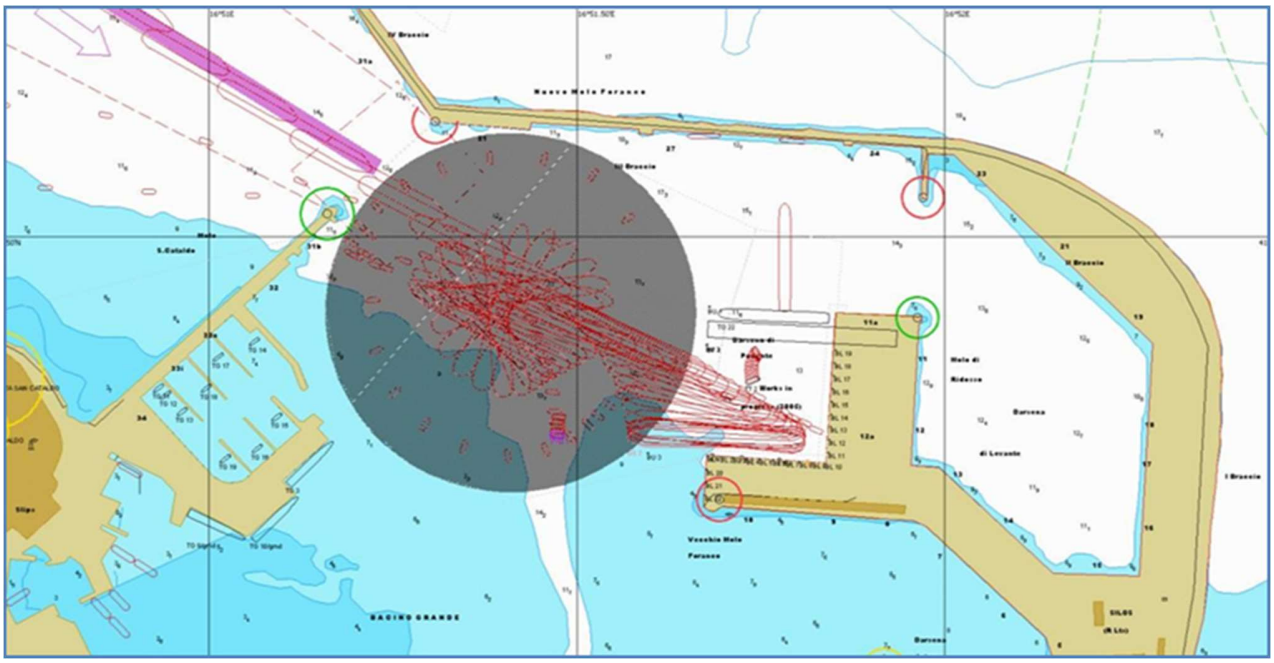


Figura 9

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 10)

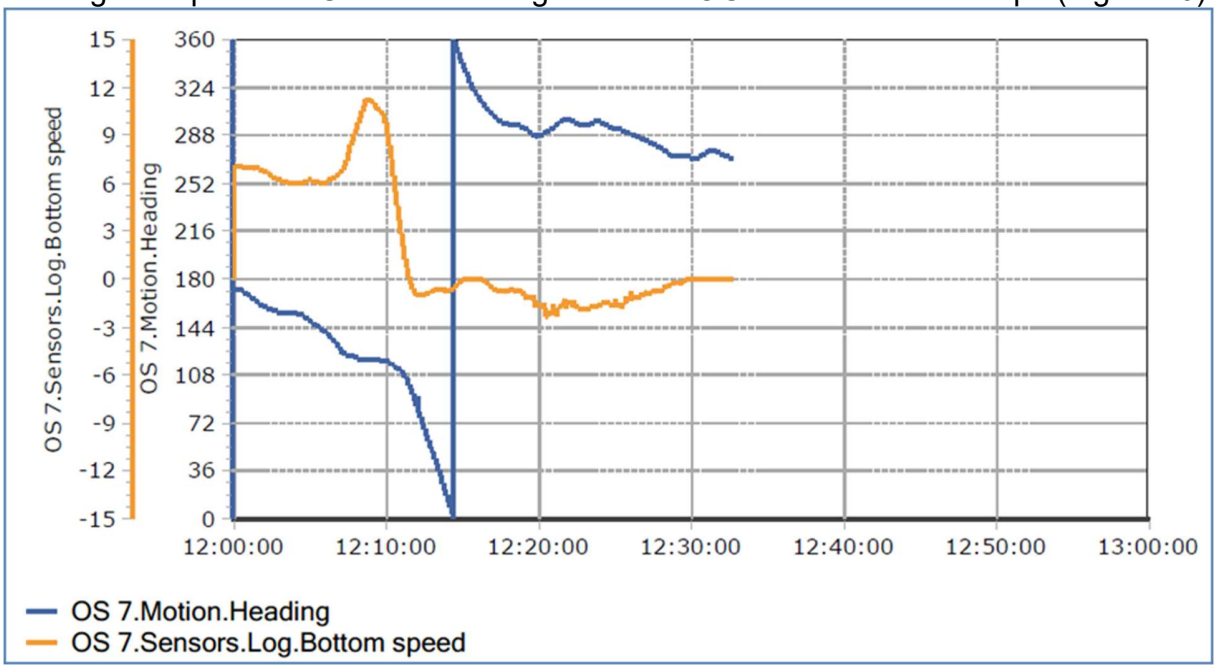


Figura 10

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 11)

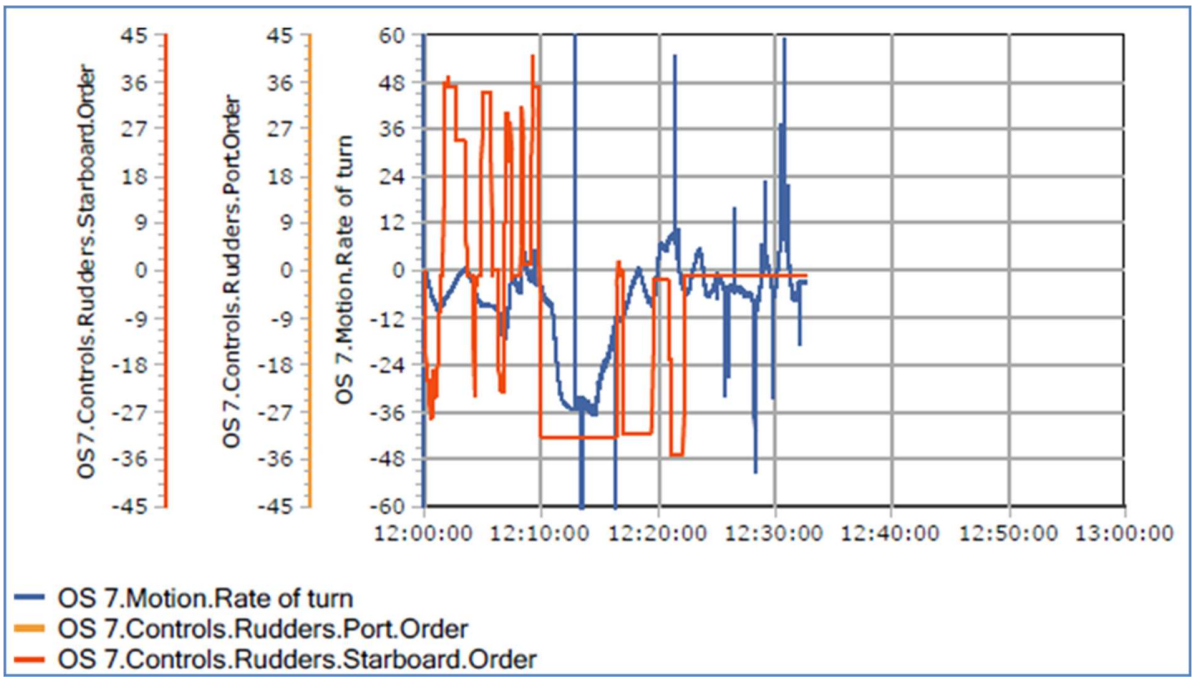


Figura 11

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 12)

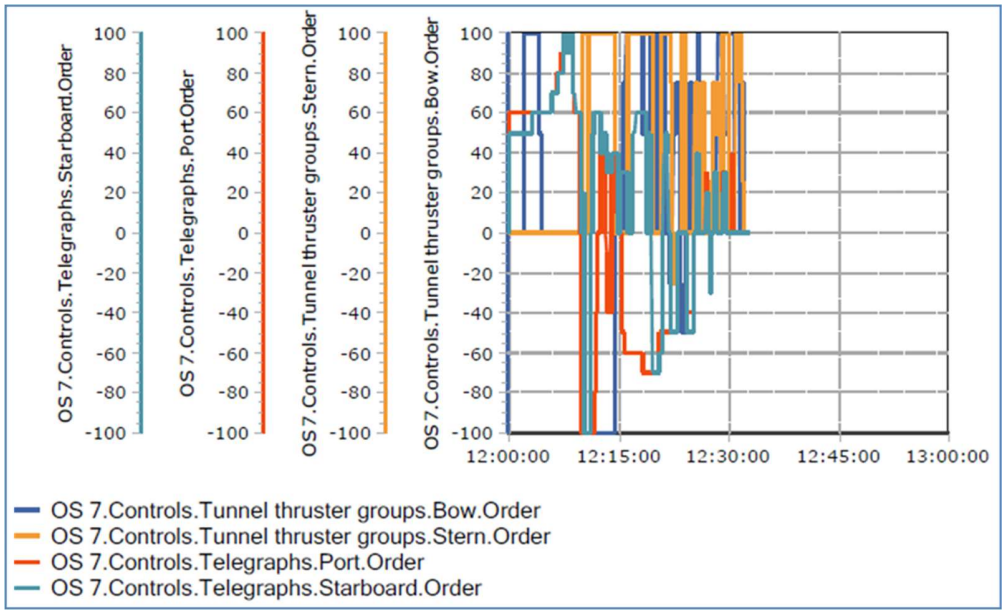


Figura 12

- Dati anemometrici ed anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 13)

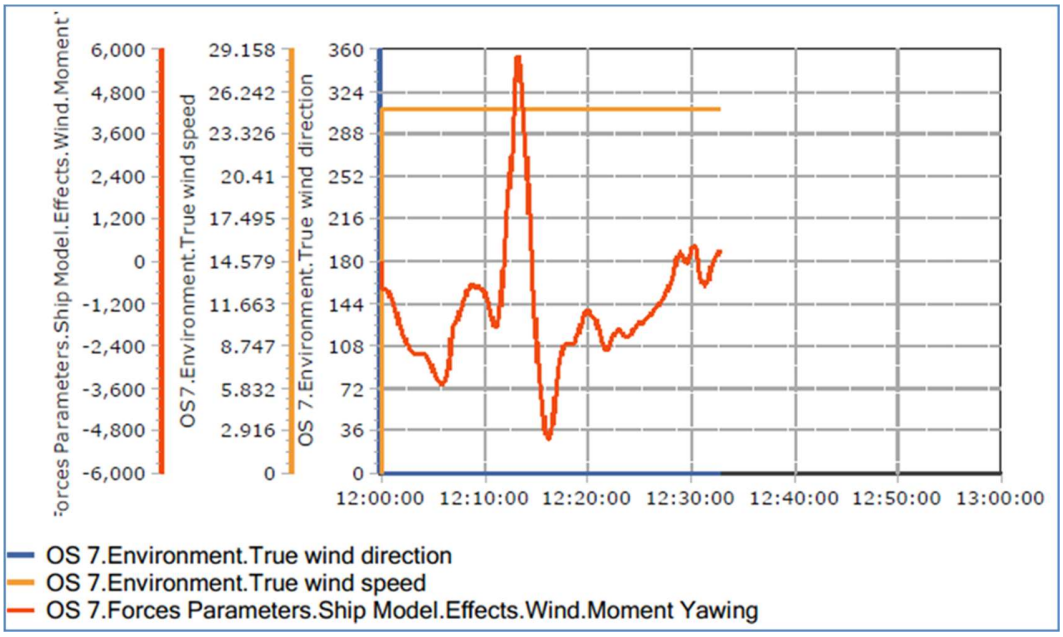


Figura 13

La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 28 m dal dolphin BU2 (Figura 14).

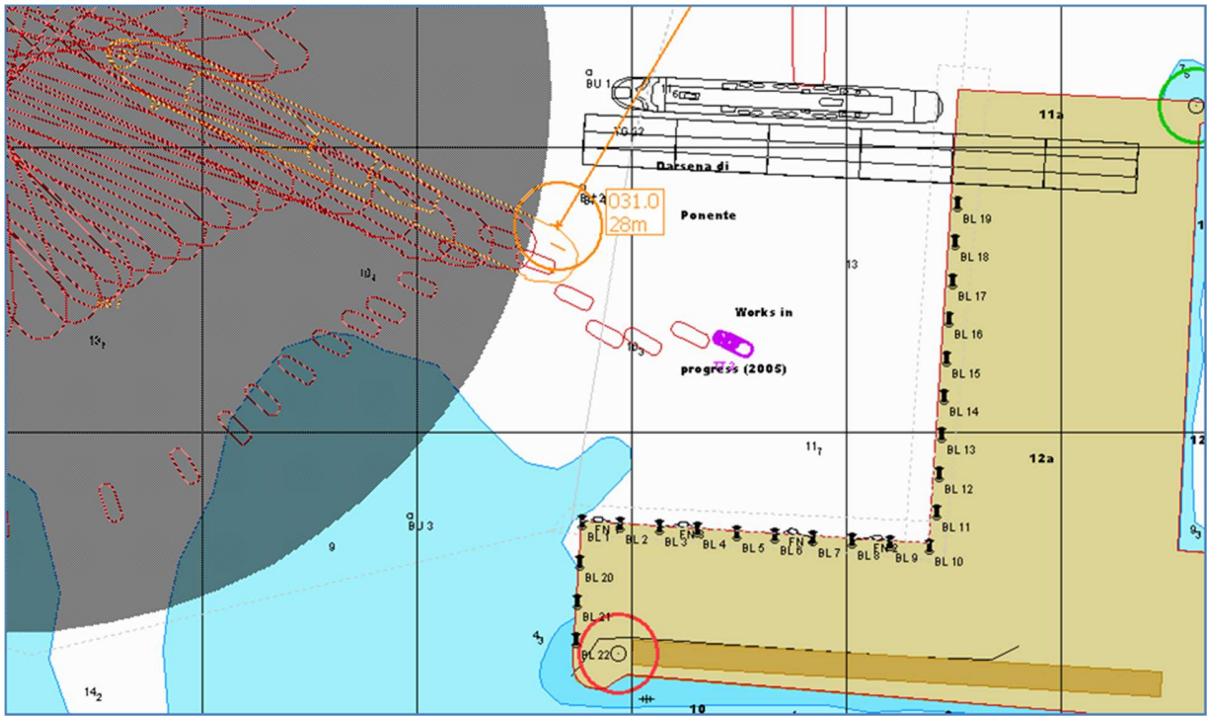


Figura 14

Utilizzo TUG:

- TUG 1 e TUG 2 sono presenti ed in assistenza dalle 12:12 in stato di scorta (ESCORT); assistono la manovra fino alle 12:26 dopodiché il TUG 2 di poppavia subisce contatto con banchina mentre TUG 1 continua ESCORT prora-via.

Quarta prova

d) La quarta prova è stata una manovra di ingresso del modello-nave *"Fantasy 233338"* nell'area portuale.

Condizioni meteomarine:

- vento d'intensità 25 kn da 360° e
- onda "*very severe*".

L'esercitazione è stata **interrotta per un contatto** del rimorchiatore di poppa con il dolphin BU2 nell'intorno dell'istante 21':40'' di simulazione.

La **successiva prova cinque** è stata ripresa dal contatto del rimorchiatore menzionato (Figura 15).

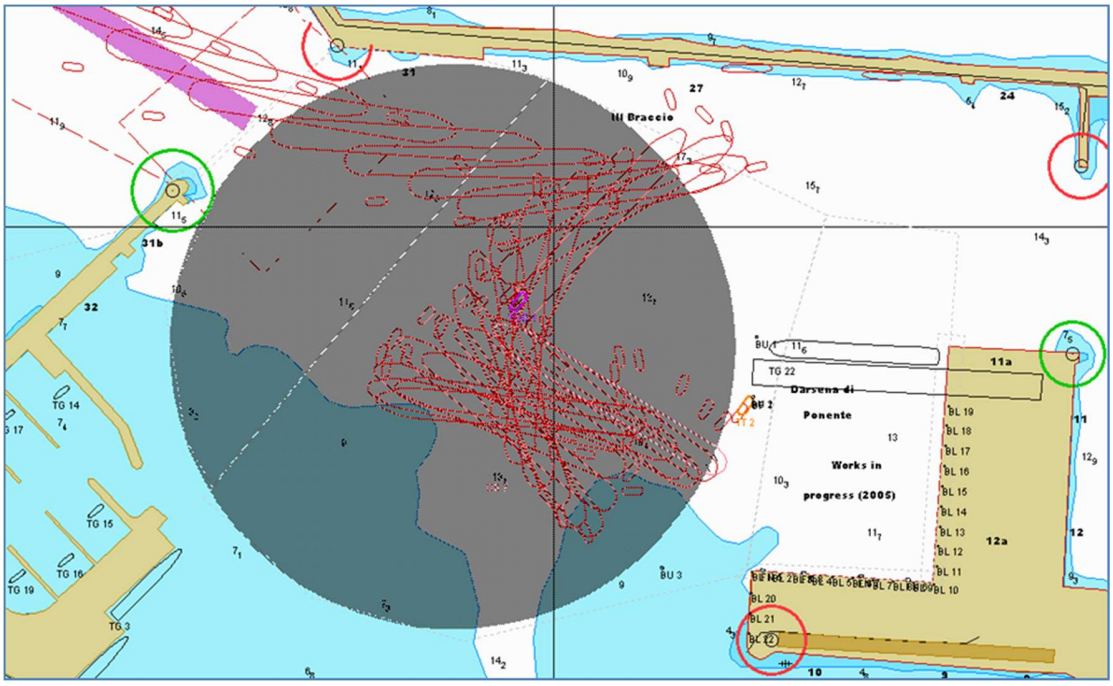


Figura 15

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 16)

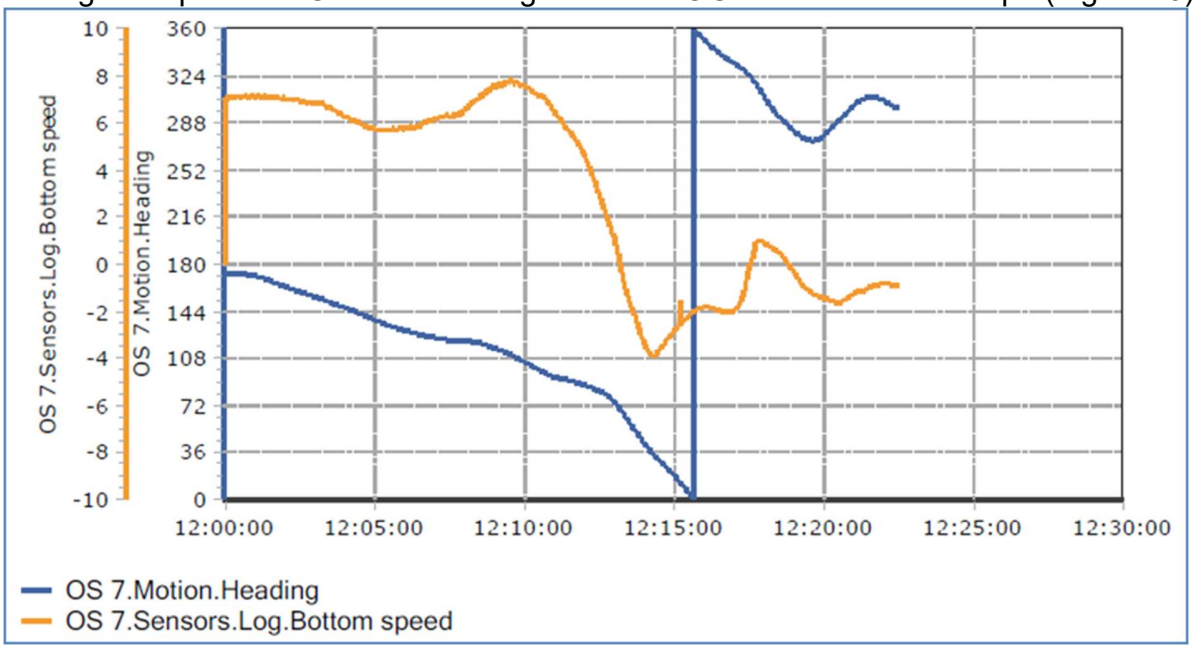


Figura 16

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 17)

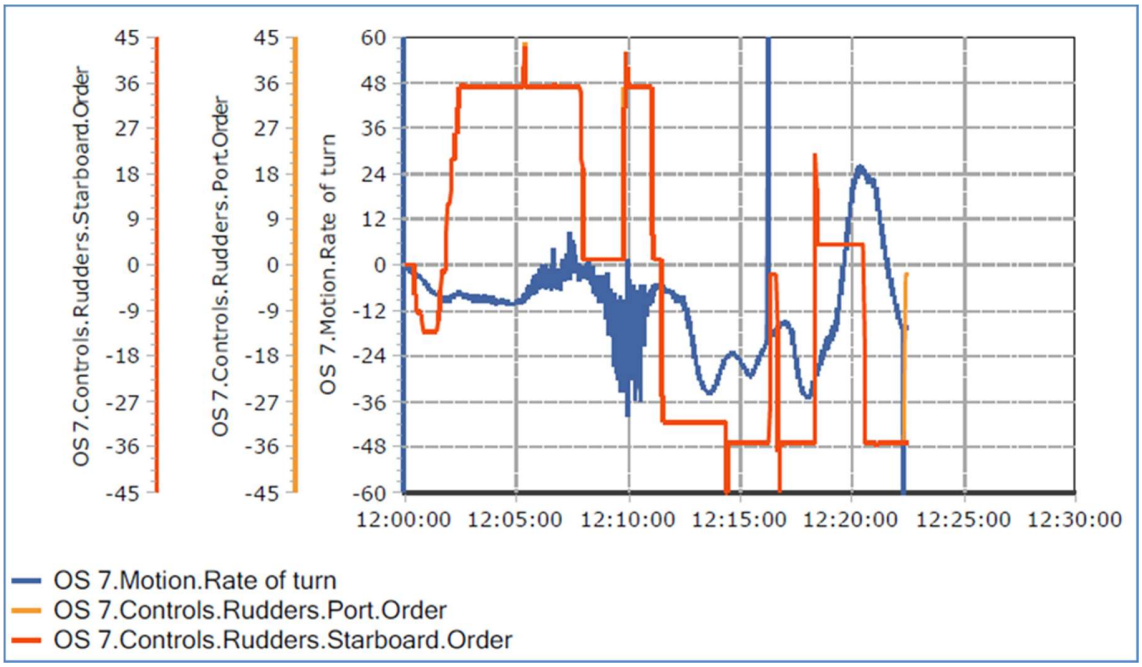


Figura 17

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 18)

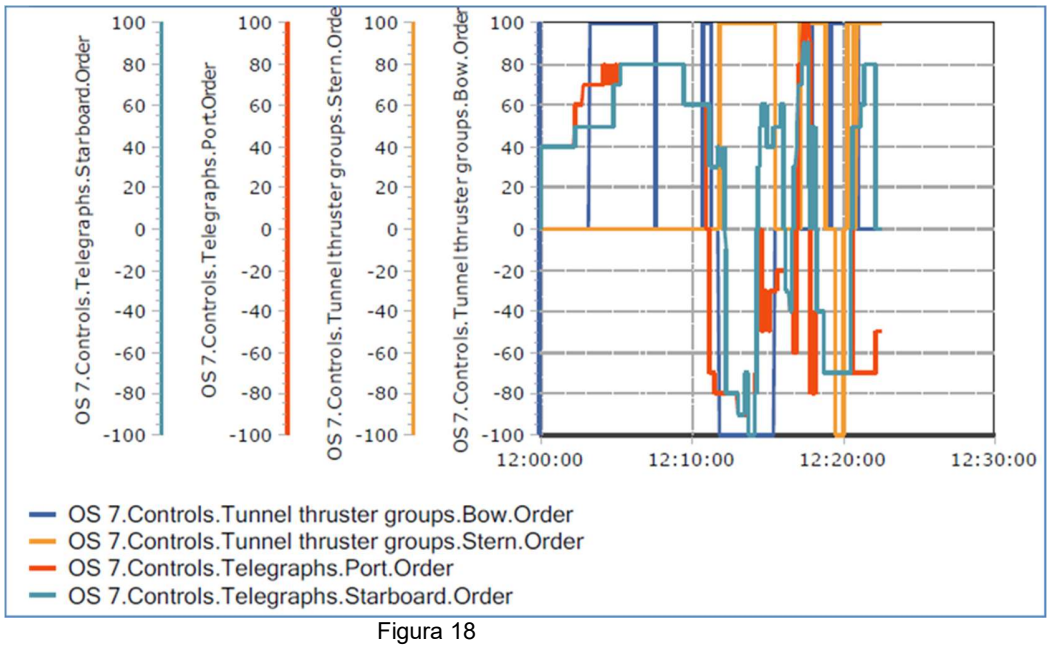


Figura 18

- Dati anemometrici ed anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 19)

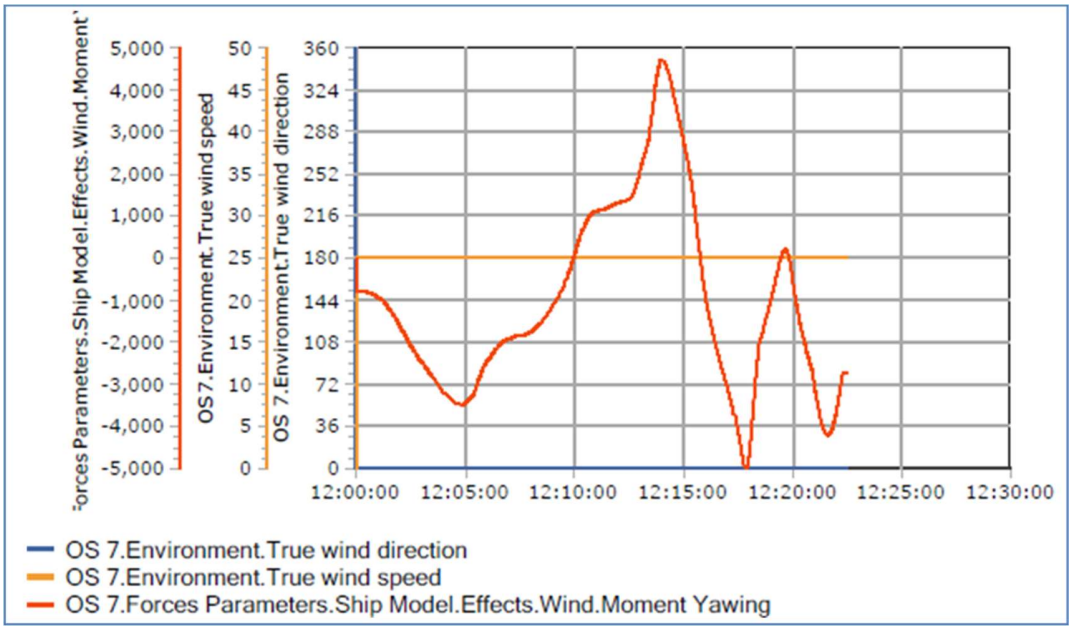


Figura 19

La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 25 m dal nuovo molo foraneo (Figura 20).

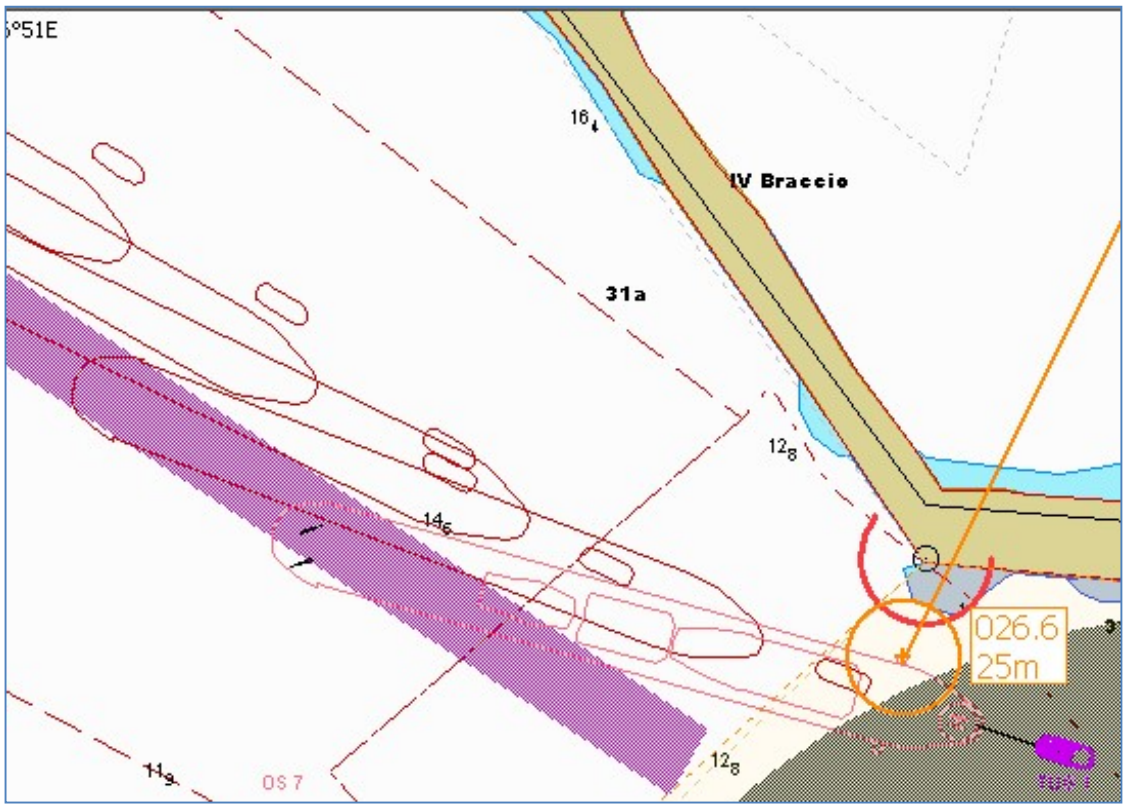


Figura 20

Utilizzo TUG:

- TUG 1 e TUG 2 sono presenti ed in assistenza dalle 12:04 in stato di scorta (ESCORT);
- TUG 1 alle 12:09 inizia tiro (PULL) 10%;
- alle 12.11 TUG 1 e 2 in tiro (PULL) al 50%;
- dalle 12.12 entrambi i tug in tiro (PULL) al 100%;
- 12:15 TUG 1 10% in tiro (PULL) e TUG 2 continua al 100%;
- 12:18 TUG 1 e 2 in tiro (PULL) al 100% per accosto in banchina;
- 12:19 TUG 2 in tiro (PULL) 50%;
- 12:20 TUG 2 tiro 25% e TUG 1 tiro 100% (PULL);
- 12:21 TUG 2 tiro 100% e TUG 1 tiro 50% (PULL);

Quinta prova

e) La quinta prova è stata una manovra di ingresso del modello-nave *"Fantasy 233338"* nell'area portuale.

Condizioni meteomarine:

- vento d'intensità 25 kn da 360° e
- onda "*very severe*".

Tale prova ha avuto inizio nell'intorno dell'istante 21':40' di simulazione **a completamento della precedente quarta prova** (Figura 21).

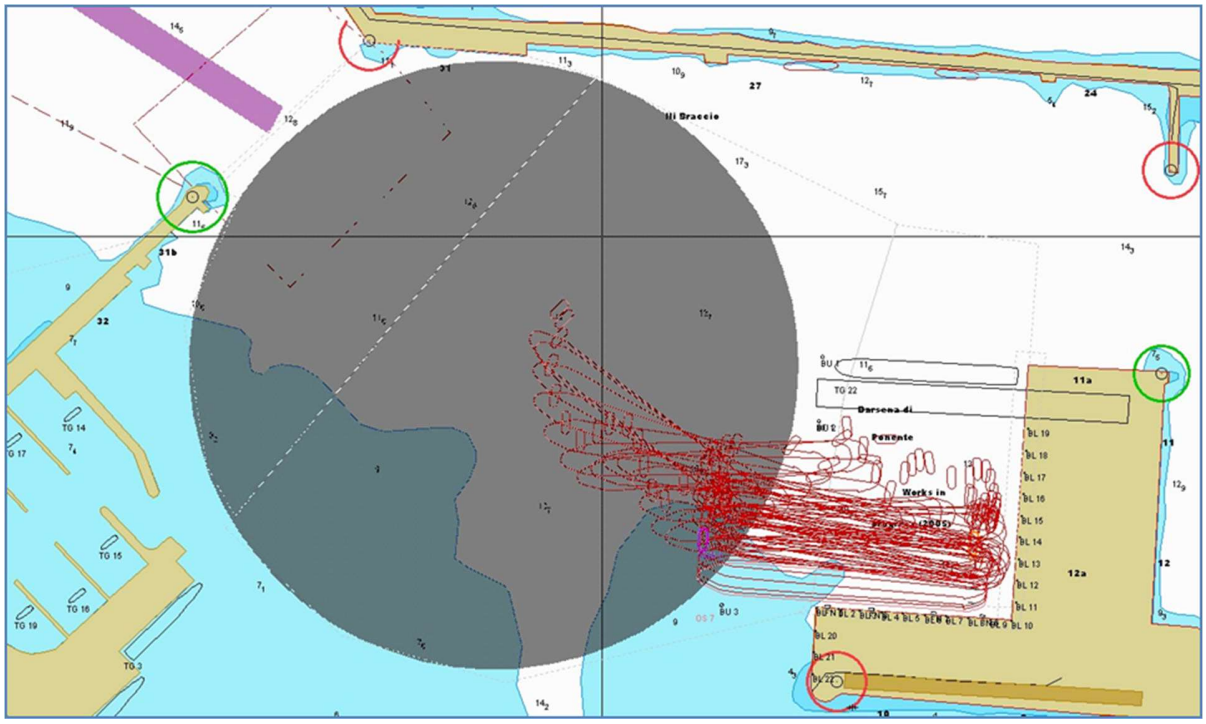


Figura 21

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 22)

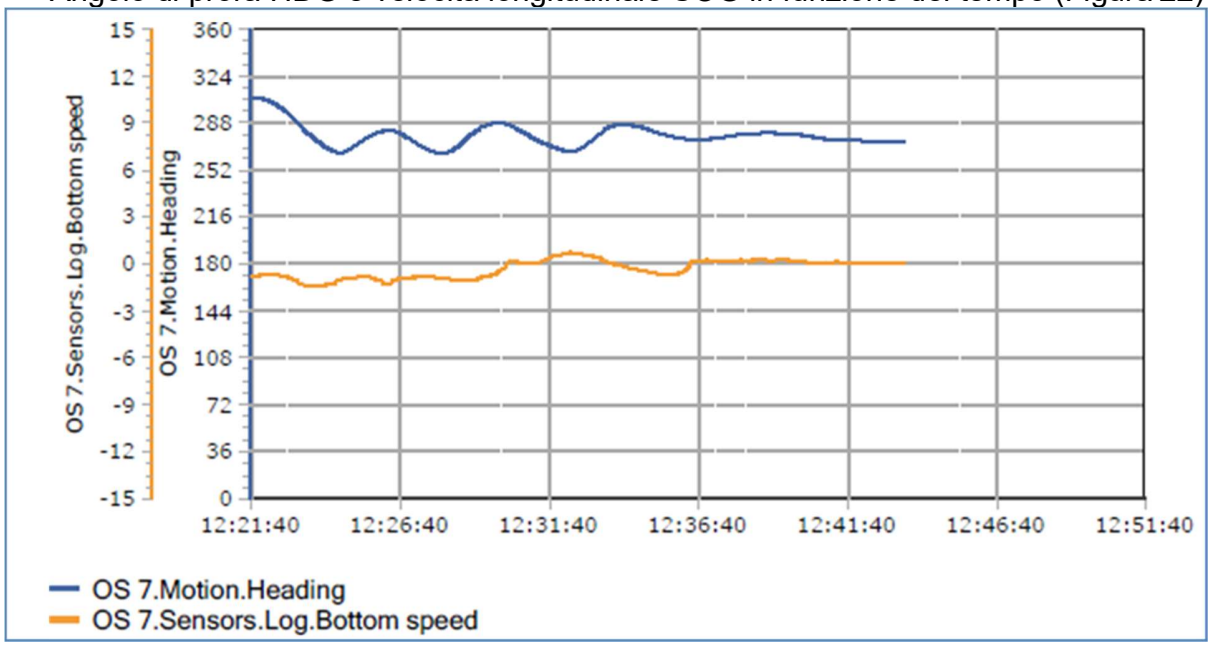


Figura 22

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 23)

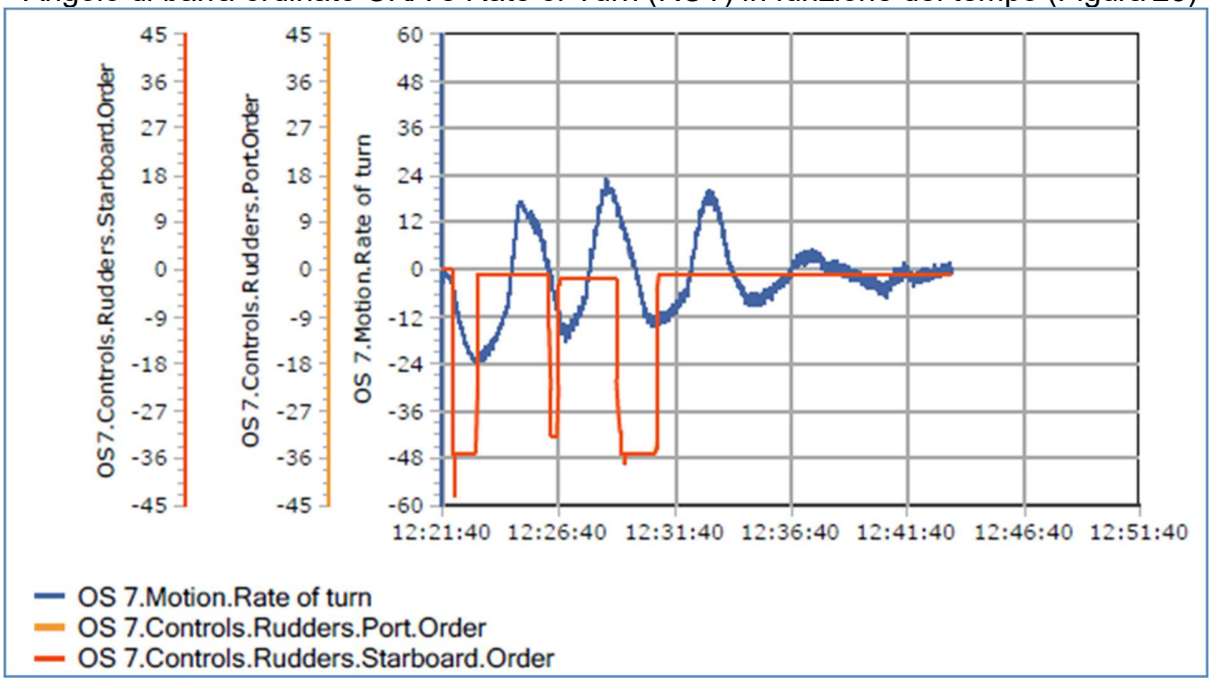


Figura 23

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 24)

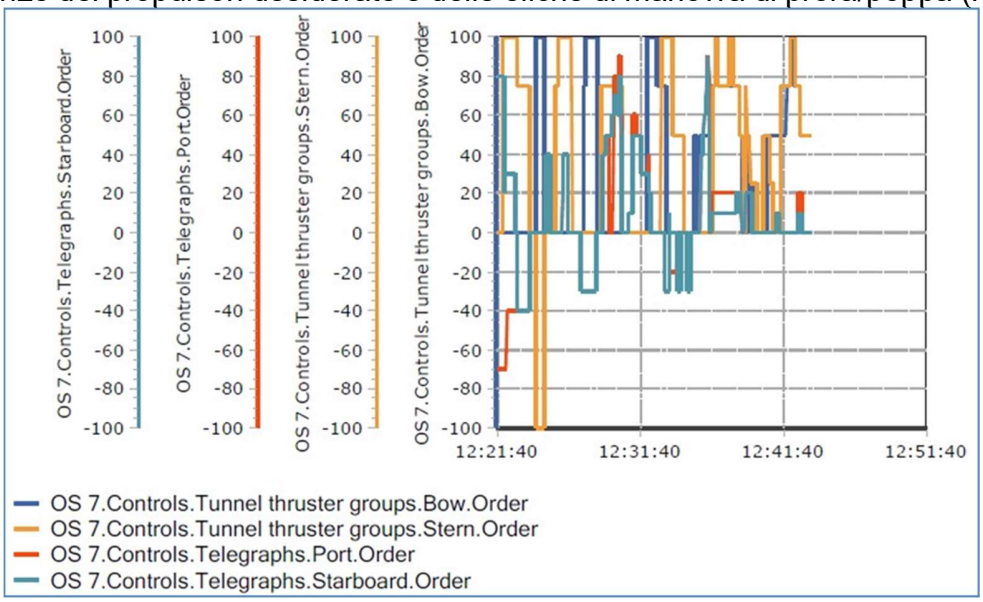


Figura 24

- Dati anemometrici ed anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 25)

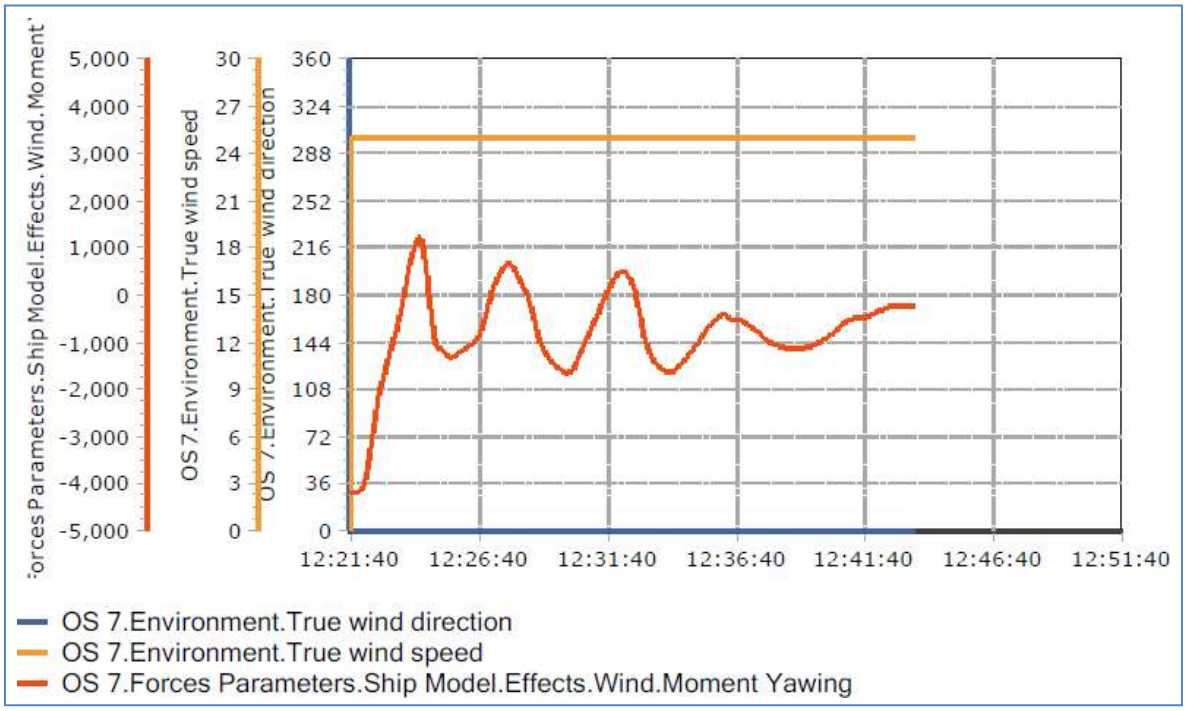


Figura 25

La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 21 m dal dolphin BU2 (Figura 26).

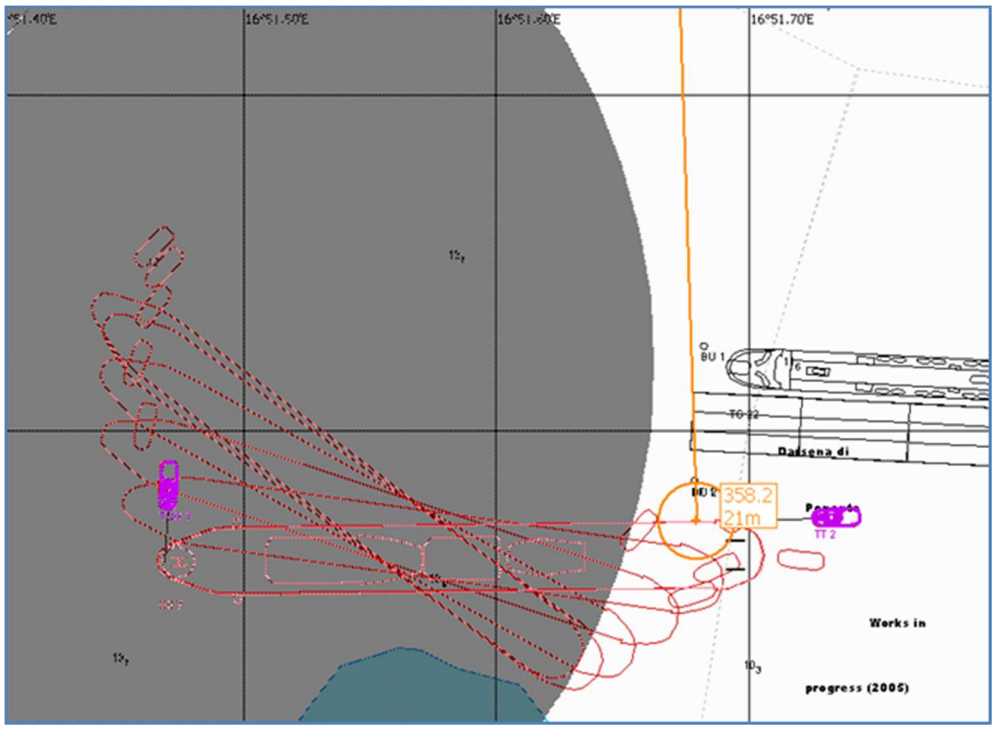


Figura 26

Utilizzo TUG:

- 12:21 TUG 1 e 2 in tiro (PULL) 100%;
- 12:23 TUG urta poppa in banchina e riduce tiro (PULL) 0%;
- 12:24 TUG 1 e 2 tiro 10% per accosto in banchina;
- 12:25 TUG 1 e 2 in spinta (PUSH) al 100% per avvicinamento parallelo in banchina;
- 12:26 TUG 1 e 2 in tiro (PULL) al 50%;
- 12:28 TUG 1 e 2 in tiro (PULL) 10%;
- 12:29 TUG 1 e 2 in tiro (PULL) da 50% fino a 100%;
- 12:30 TUG 1 e 2 in tiro (PULL) ridotto a 50%;
- 12:31 TUG 1 e 2 in tiro (PULL) ridotto a 25%;
- 12:32 TUG 1 e 2 in tiro (PULL) ridotto a 0%;
- 12:33 TUG 1 e 2 in tiro (PULL) aumentato a 50%;
- 12:34 TUG 1 e 2 in tiro (PULL) aumentato a 100%
- 12:35 TUG 1 e 2 in tiro (PULL) in riduzione a 50% giungendo fino a 0% alle 12.39 con la posa del primo cavo a terra e successivo ormeggio

Sesta prova

f) La sesta prova è stata una manovra di ingresso del modello-nave *"Fantasy 233338"* nell'area portuale, accostata a sinistra con evoluzione nel *"Bacino Grande"* ed ormeggio finale fianco sinistro poppa a terra.

Condizioni meteomarine:

- vento d'intensità 25 kn da 330° e
- onda "*severe*" (Figura 27).

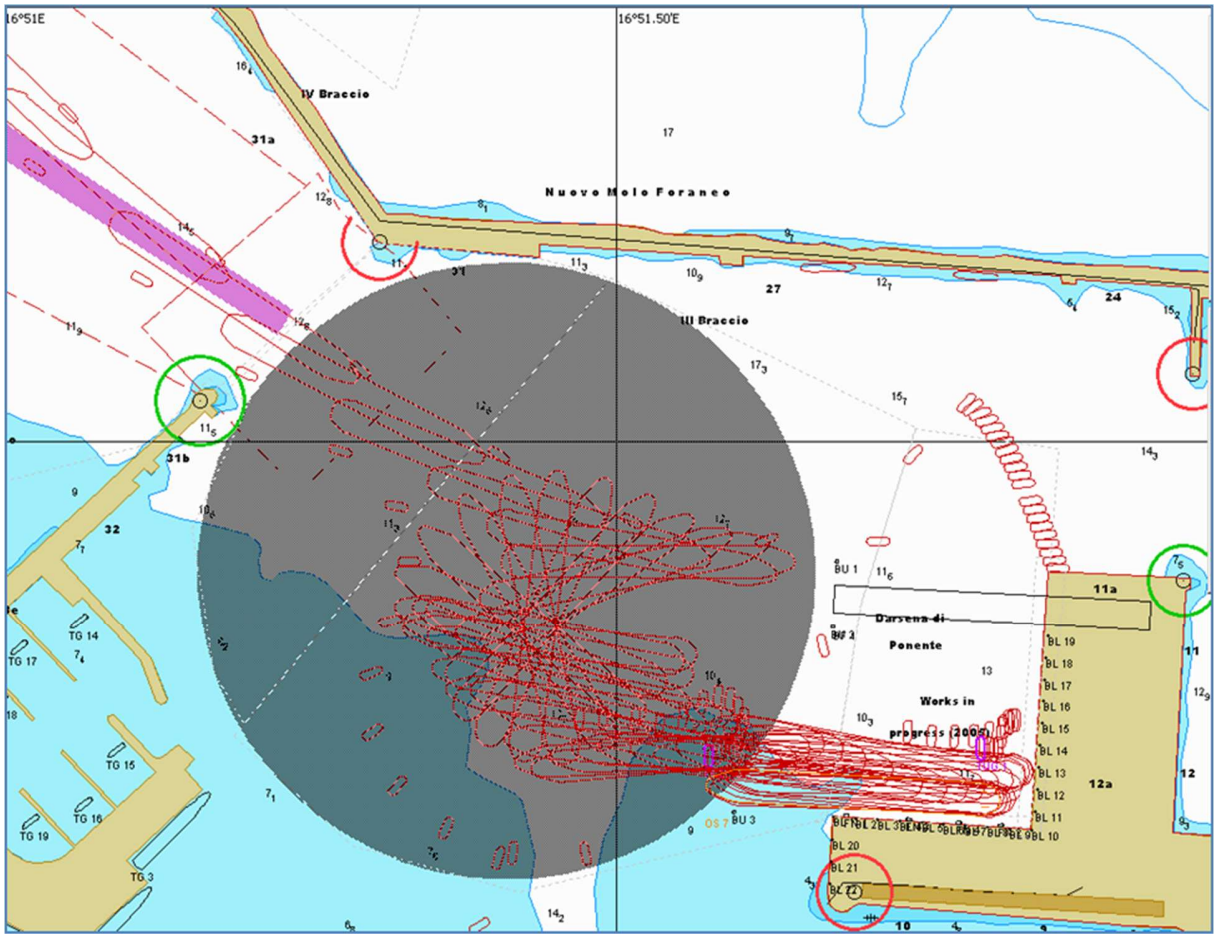


Figura 27

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 28)

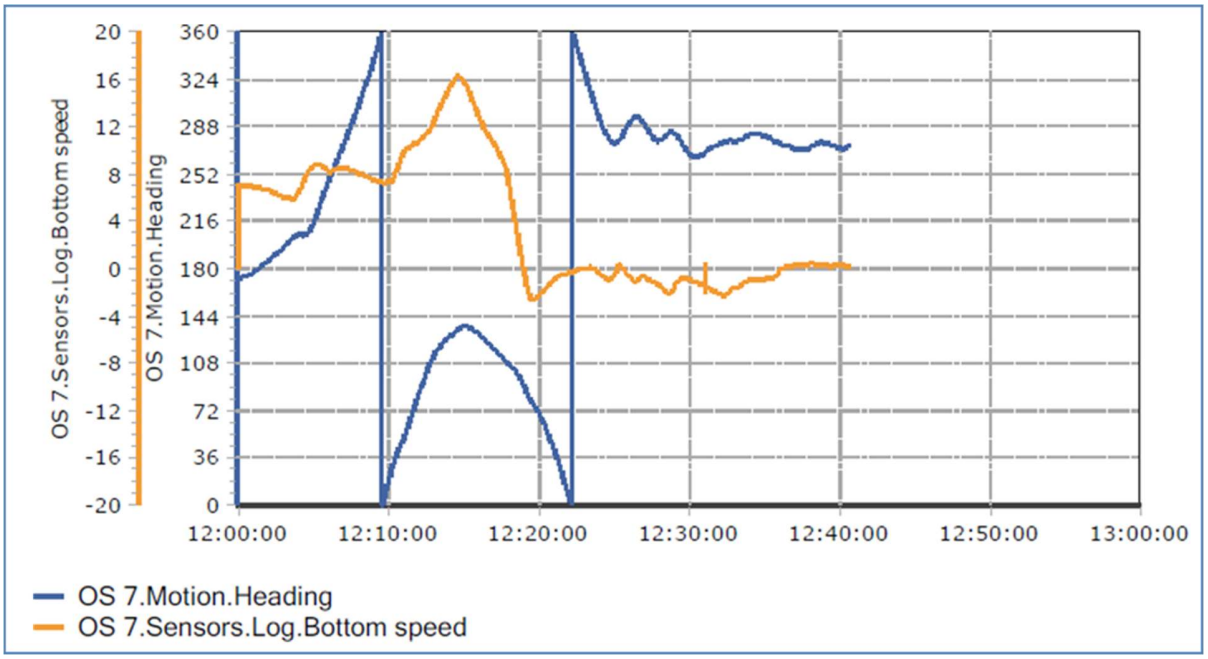


Figura 28

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 29)

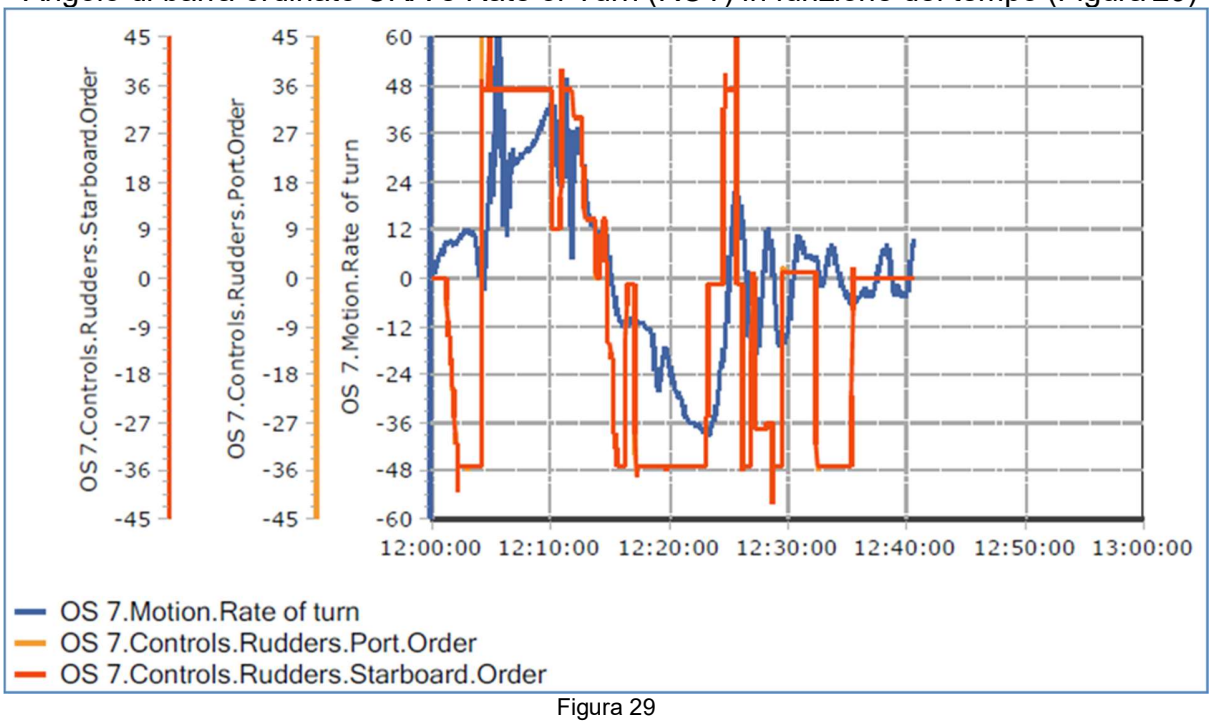


Figura 29

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 30)

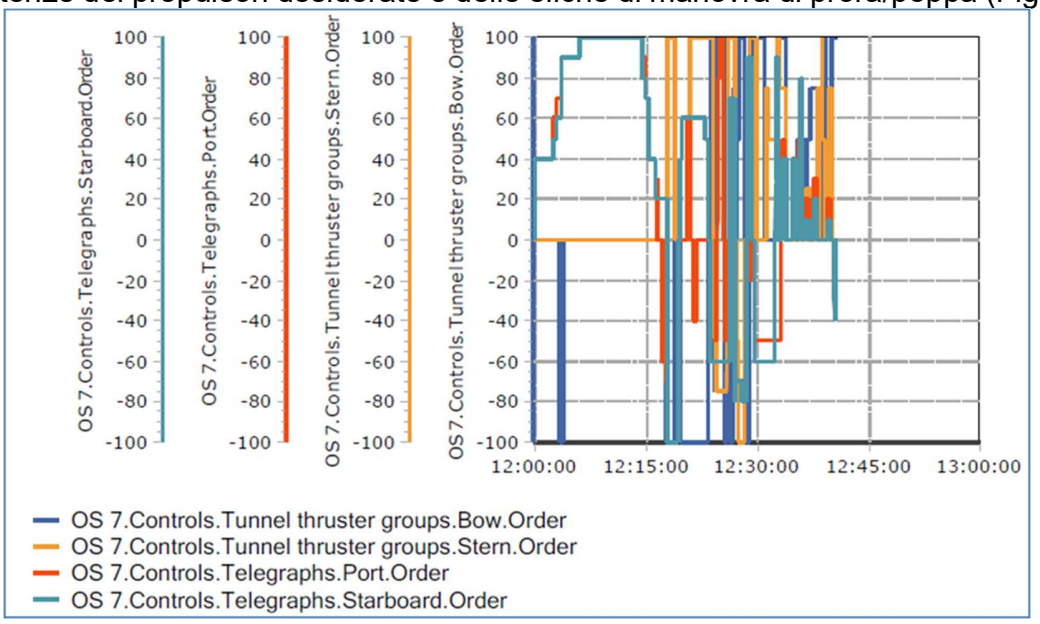


Figura 30

- Dati anemometrici ed anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 31)

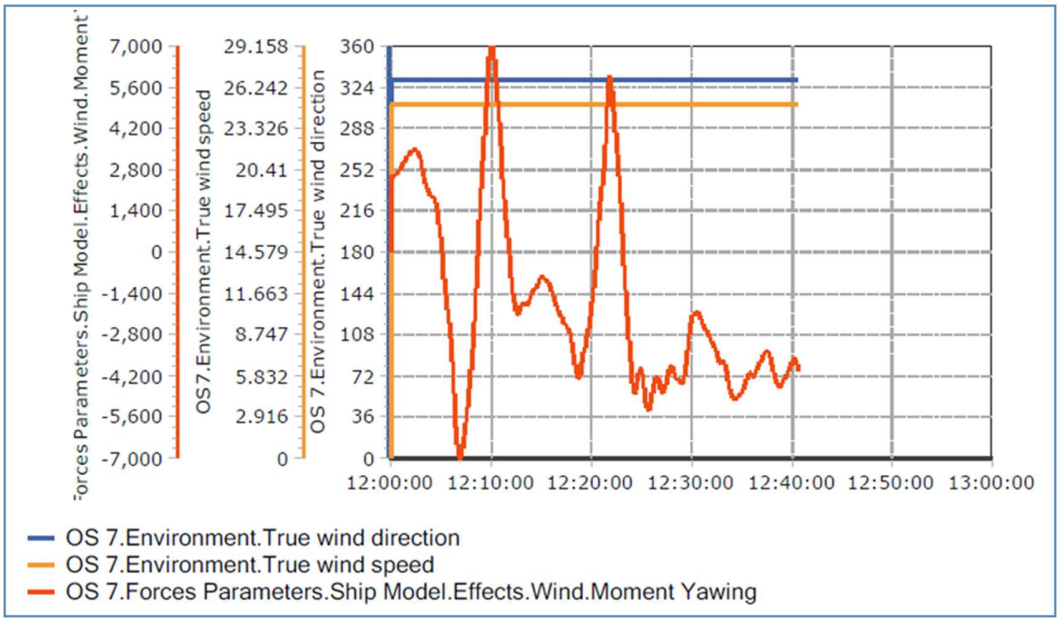


Figura 31

La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 24 m dal nuovo molo foraneo (Figura 32).

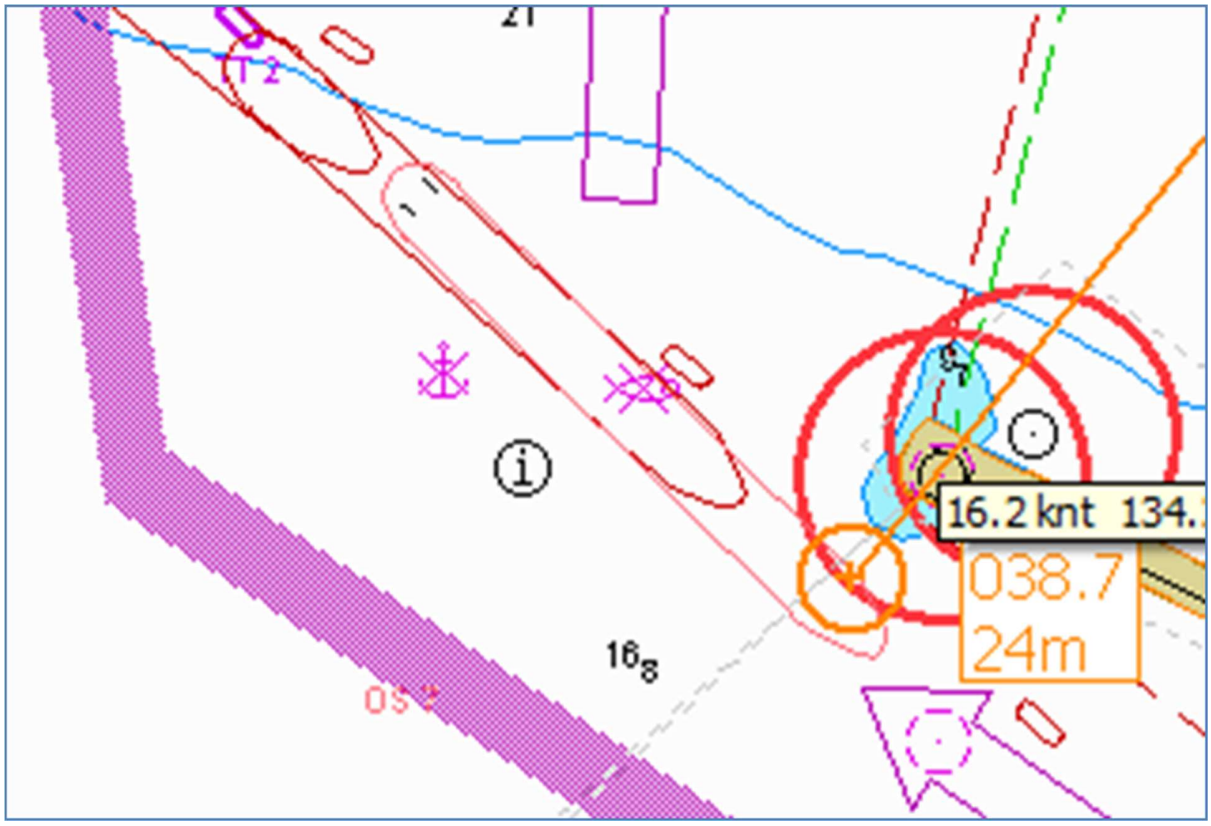


Figura 32

Utilizzo TUG:

- 12:01 TUG 1 e 2 in approccio per assistenza alla manovra (going to ESCORT)
- 12:03 TUG 1 e 2 inizio assistenza (start ESCORT) fino a termine manovra 12:22

Settima prova

g) La settima prova è stata una manovra di ingresso del modello-nave *"Fantasy 233338"* nell'area portuale, accostata a sinistra con evoluzione nel *"Bacino Grande"* ed ormeggio finale fianco sinistro poppa a terra.

Condizioni meteomarine:

- vento d'intensità 25 kn da 330° e
- onda "*severe"*.

Durante questa esercitazione è stato registrato un **contatto del modello-nave con il dolphin BU2** nell'intorno dell'istante 16':00'' di simulazione. La **successiva prova otto** è stata ripresa prima del contatto menzionato (Figura 33).

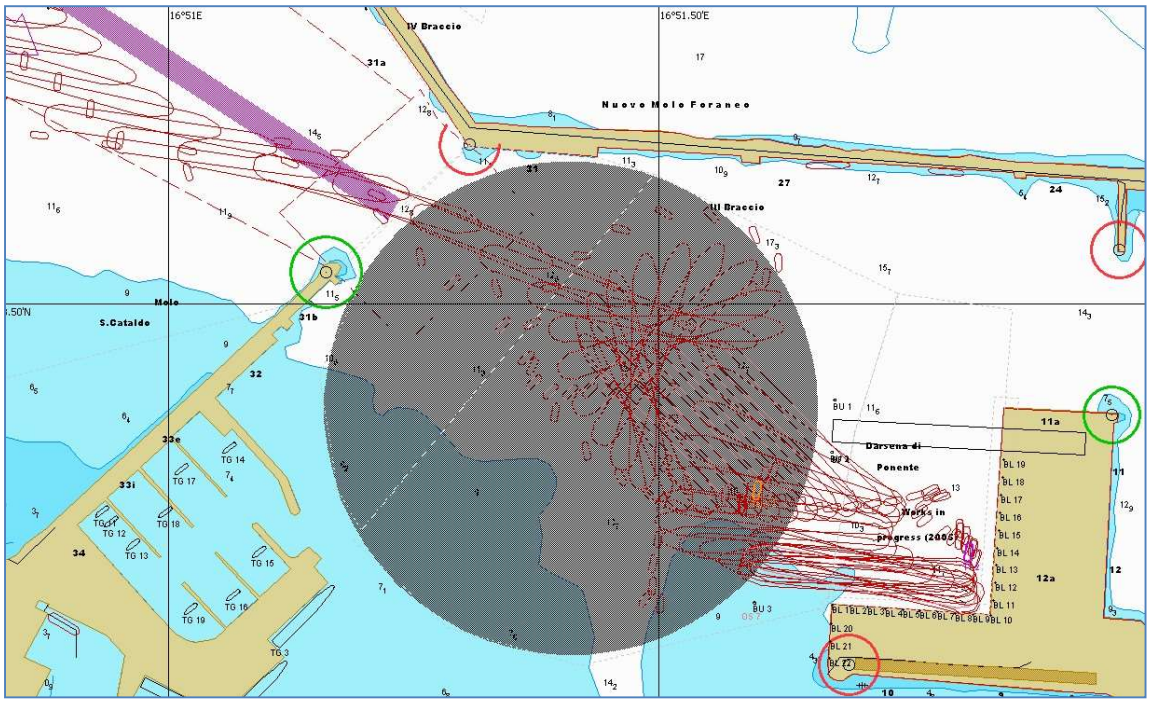


Figura 33

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 34)

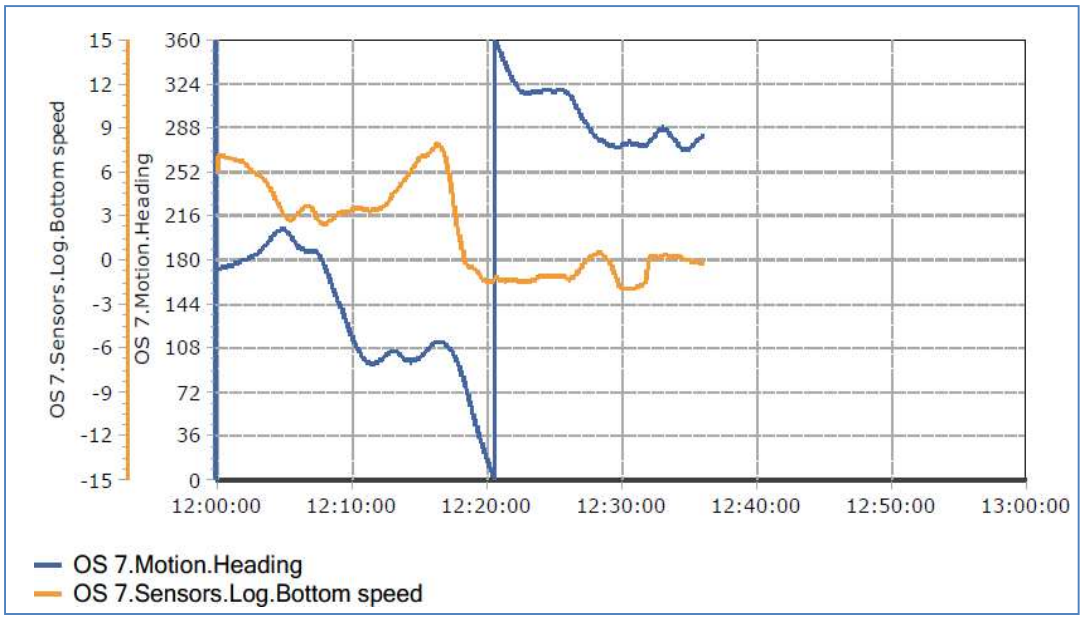


Figura 34

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 35)

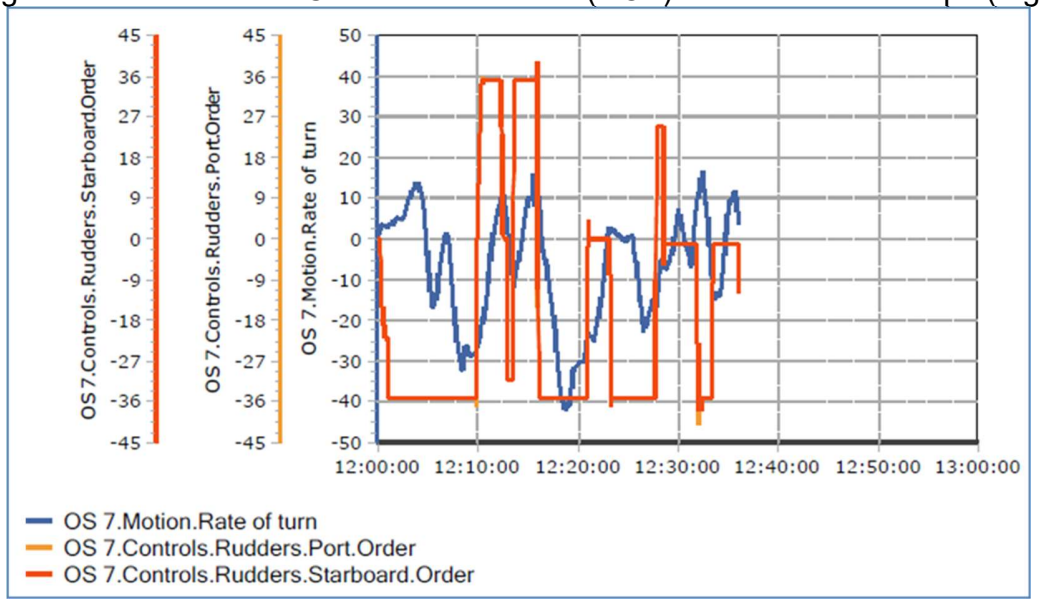


Figura 35

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 36)

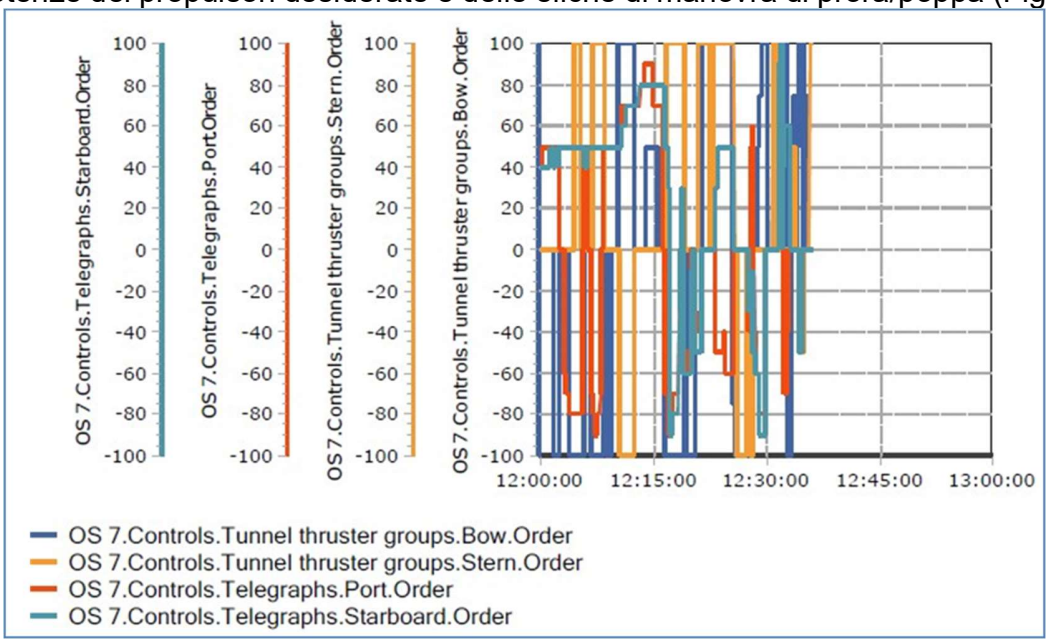


Figura 36

- Dati anemometrici ed anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 37)

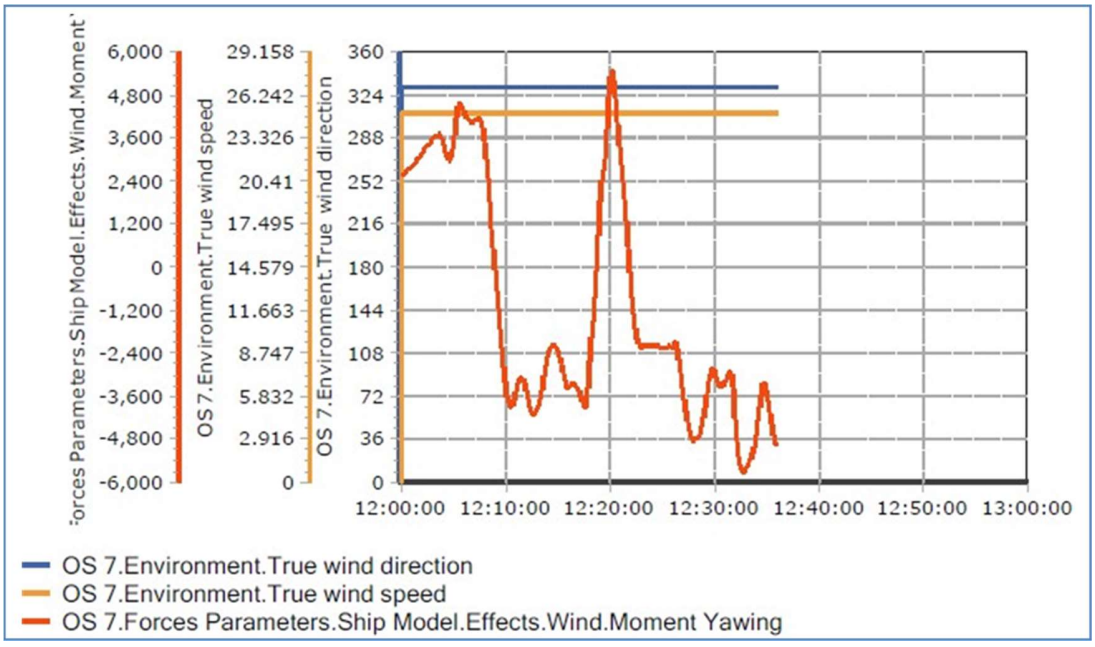


Figura 37

Il modello-nave è entrato in contatto con il dolphin BU2 (Figura 38).

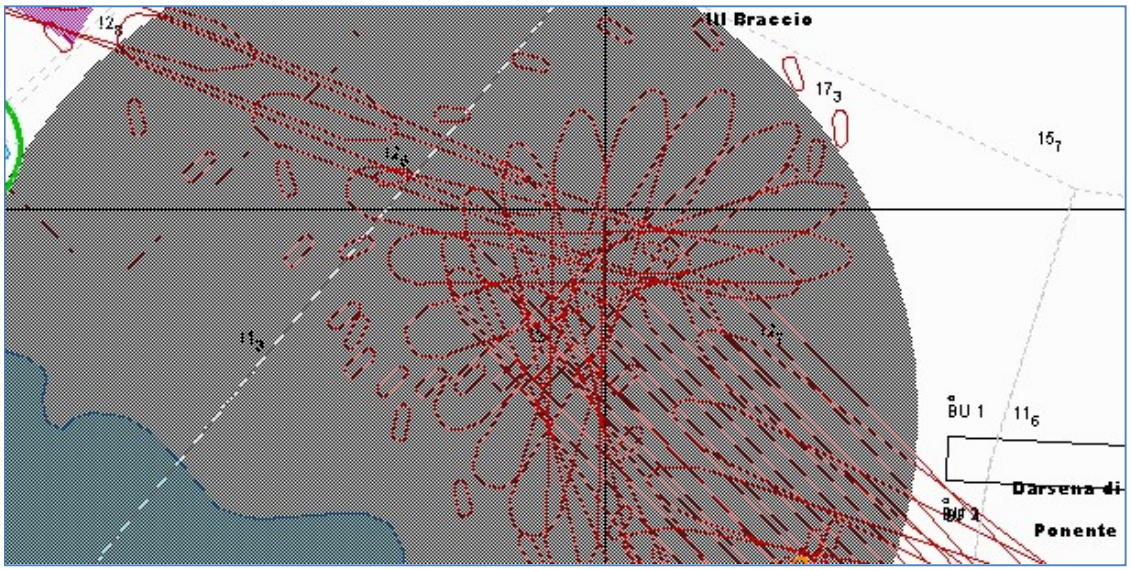


Figura 38

Utilizzo TUG:

- Dalle 12:01 alle 12:04 entrambi i TUG si dispongono per l'assistenza alla manovra di ingresso in porto (ESCORT);
- dalle 12.06 alle 12:15 TUG 1 in tiro (PULL) con picchi del 100% di potenza e TUG 2 in assistenza (ESCORT);
- dalle 12:16 fino alle 12:25 entrambi i tug sono in tiro (PULL) con aumento potenza da 10% fino a 100% per aiutare la manovra evolutiva;
- 12:25 contatto lato dritto nave con banchina;
- dalle 12:26 fino alle 12:34 entrambi i tug in tiro (PULL) con utilizzo di potenza tra 0% e 100% in base agli ordini pilota;

Ottava prova

h) L'ottava prova è stata una manovra d'ingresso del modello-nave *"Fantasy 233338"* nell'area portuale, accostata a sinistra con evoluzione nel *"Bacino Grande"* ed ormeggio finale fianco sinistro poppa a terra.

Condizioni meteomarine:

- vento d'intensità 25 kn da 330° e
- onda "*severe"*.

Tale prova ha avuto inizio nell'intorno dell'istante 16':00'' di simulazione **a completamento della precedente** settima prova (Figura 39).

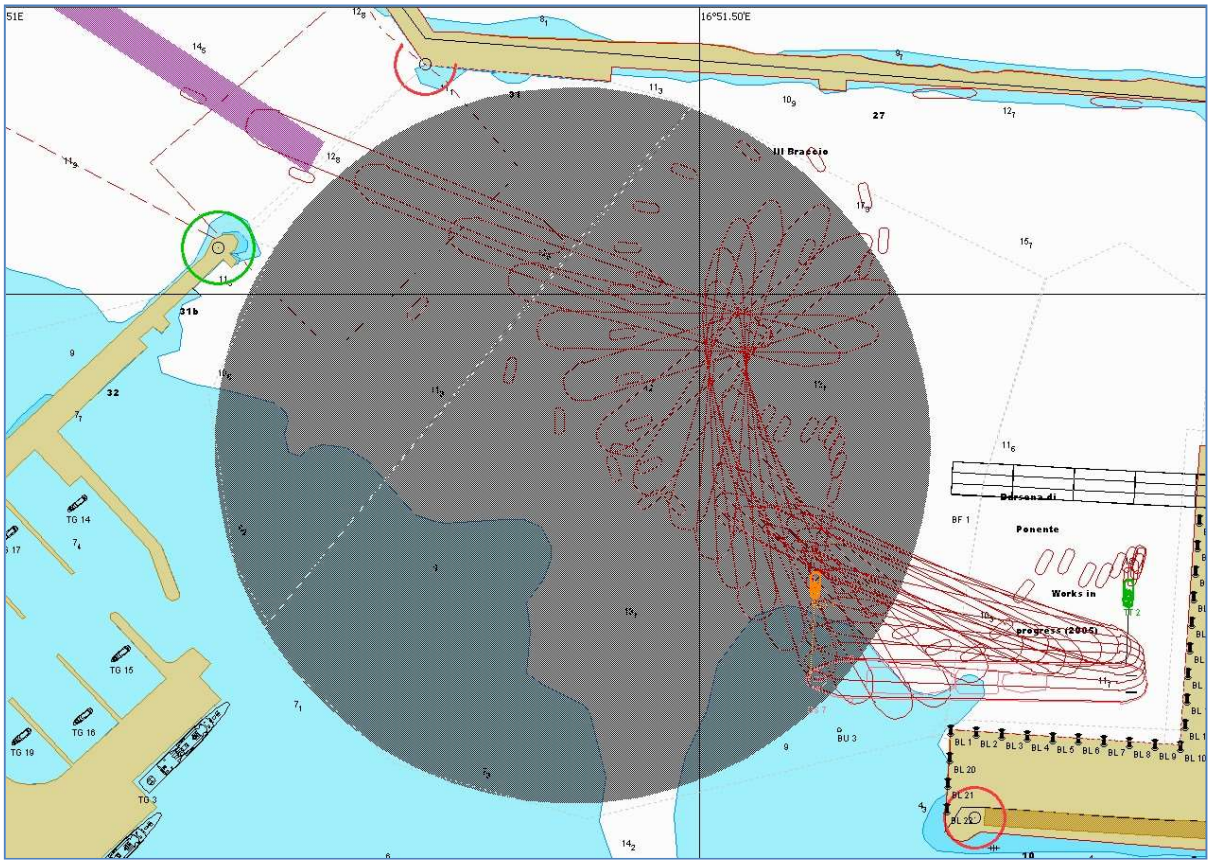


Figura 39

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 40)

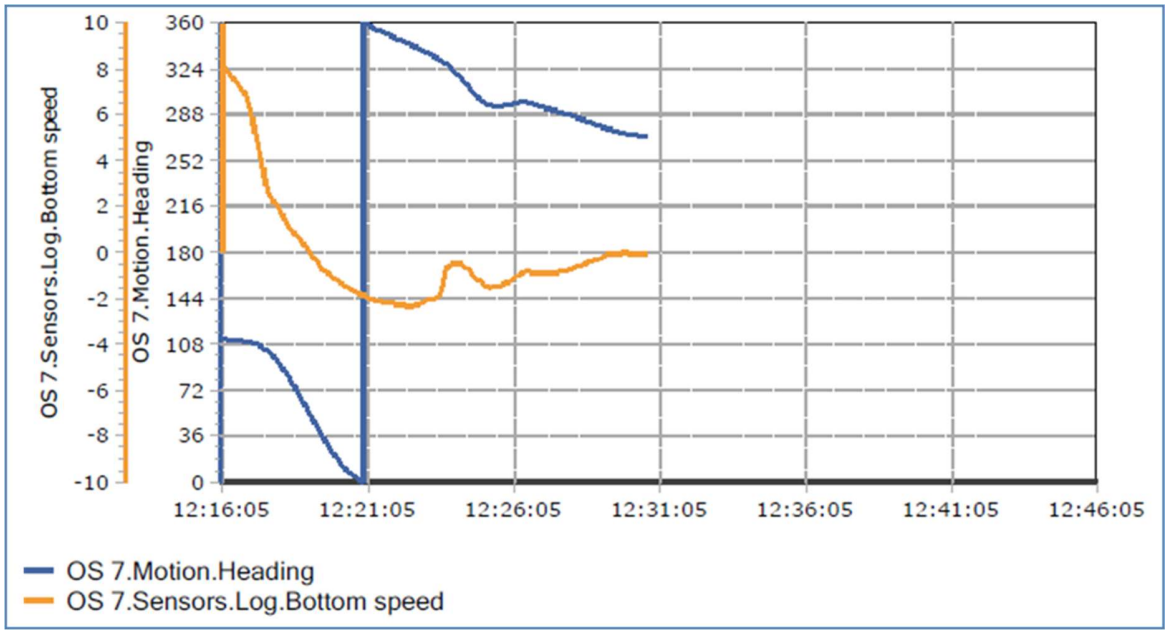


Figura 40

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 41)

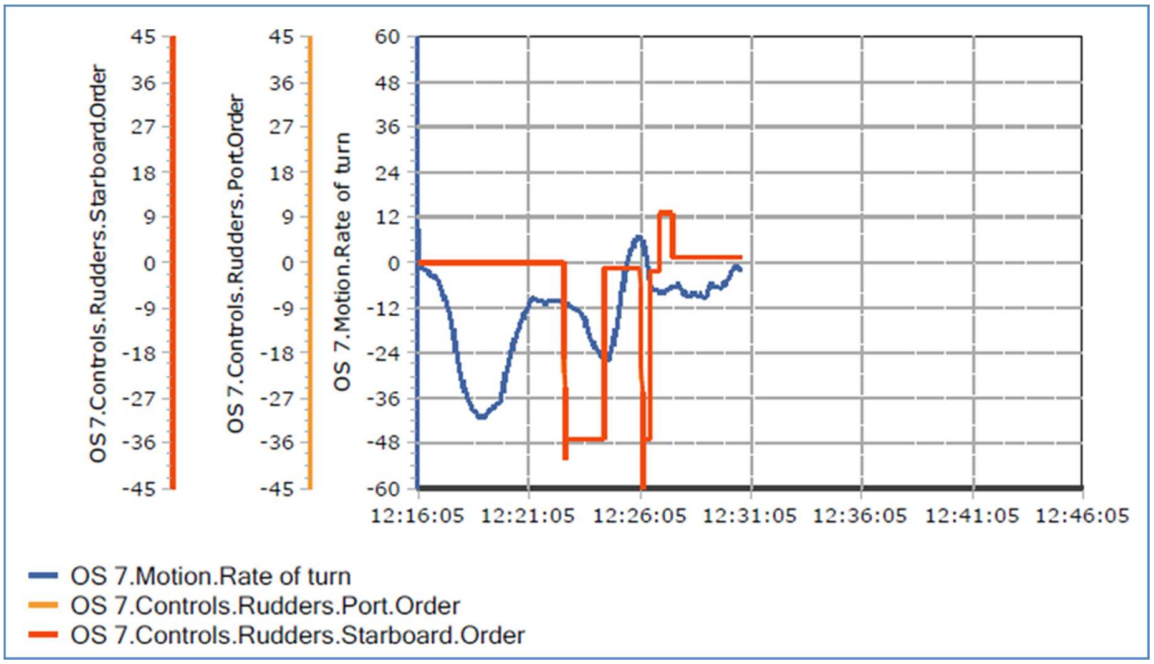


Figura 41

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 42)

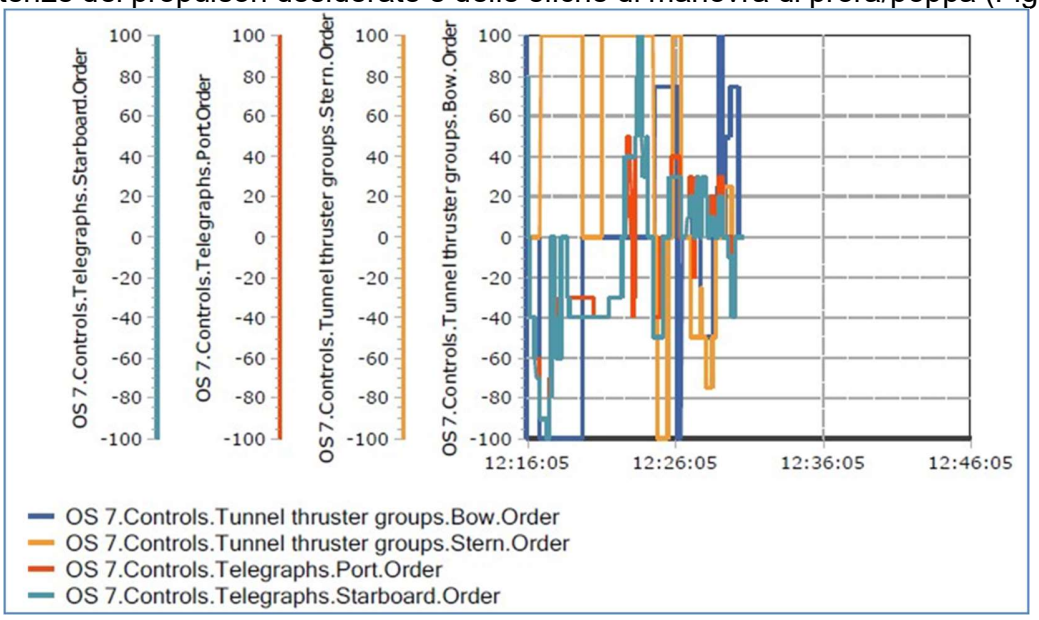


Figura 42

- Dati anemometrici ed anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 43)

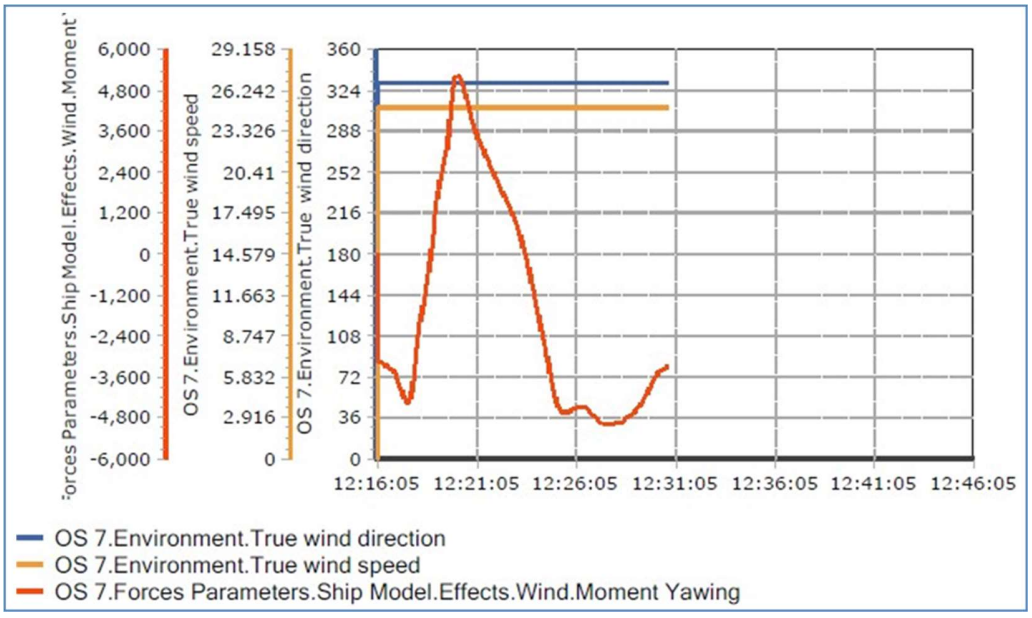


Figura 43

La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 42 m dal molo nord della darsena di ponente (Figura 44).

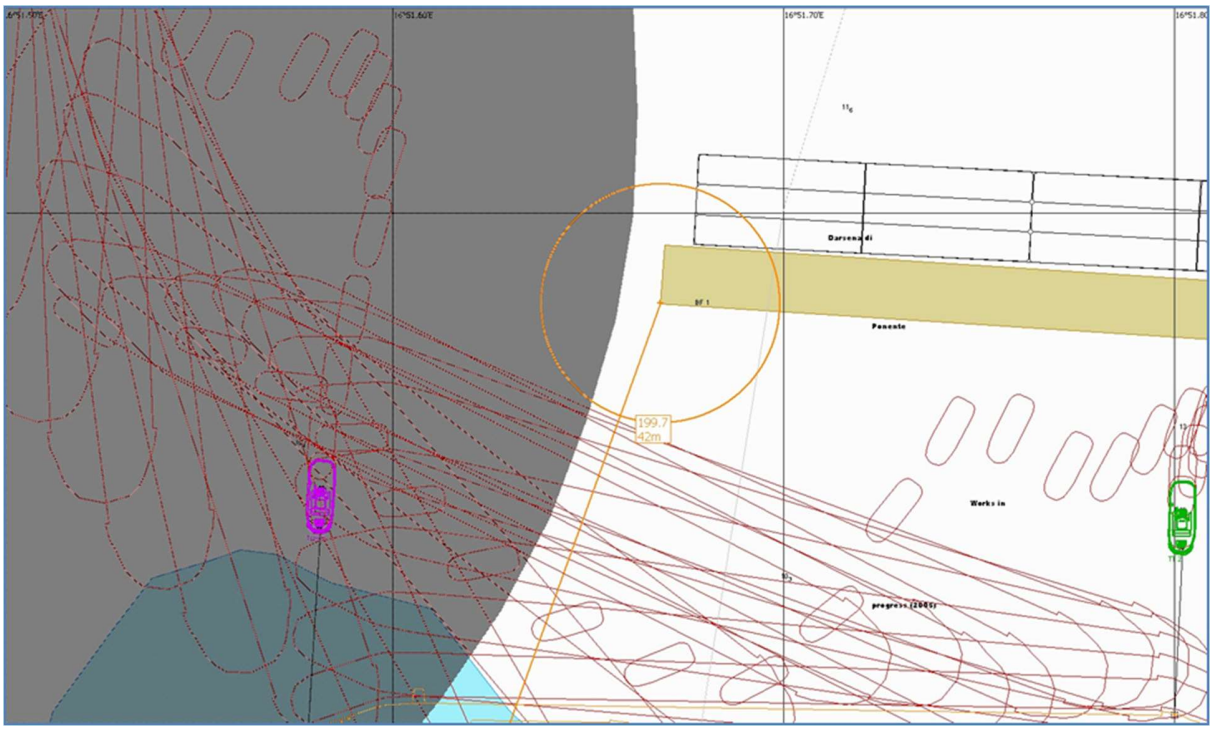


Figura 44

Utilizzo TUG:

- Dalle 12:16 TUG 1 in tiro (PULL) 10% e TUG 2 si appresta al tiro (going to PULL);
- Dalle 12:17 entrambi i tug in tiro (PULL) del 100% per evoluzione OWN SHIP;
- 12:19 TUG 1 riduce al 50% il tiro (PULL)
- 12:20 entrambi i tug in tiro (PULL) ridotto al 25%
- Dalle 12:21 alle 12:28 TUG 1 ha un utilizzo di potenza per il tiro (PULL) riducendo ed aumentando tra 0%, 50%, 25% e 0%
- Contemporaneamente (dalle 12:21 alle 12:28) TUG 21 ha un utilizzo di potenza per il tiro (PULL) aumentando e riducendo a 100%, 0%, 25% e 0%
- 12:28 termine manovra con entrambi i tug a 0%

Nona prova

i) La nona prova è stata una manovra di ingresso del modello-nave *"Fantasy 233338"* nell'area portuale, accostata a sinistra con evoluzione nel *"Bacino Grande"* ed ormeggio finale fianco sinistro poppa a terra.

Condizioni meteomarine:

- vento d'intensità 25 kn da 330° e
- onda "*severe"* (Figura 45).

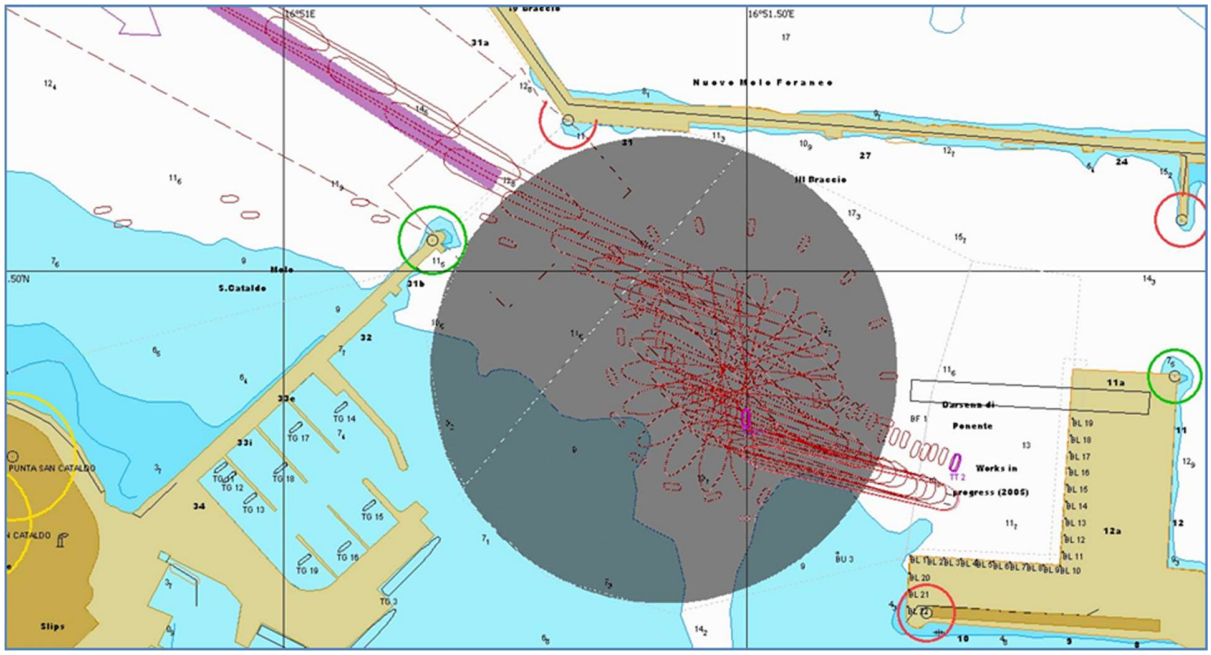


Figura 45

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 46)



Figura 46

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 47)

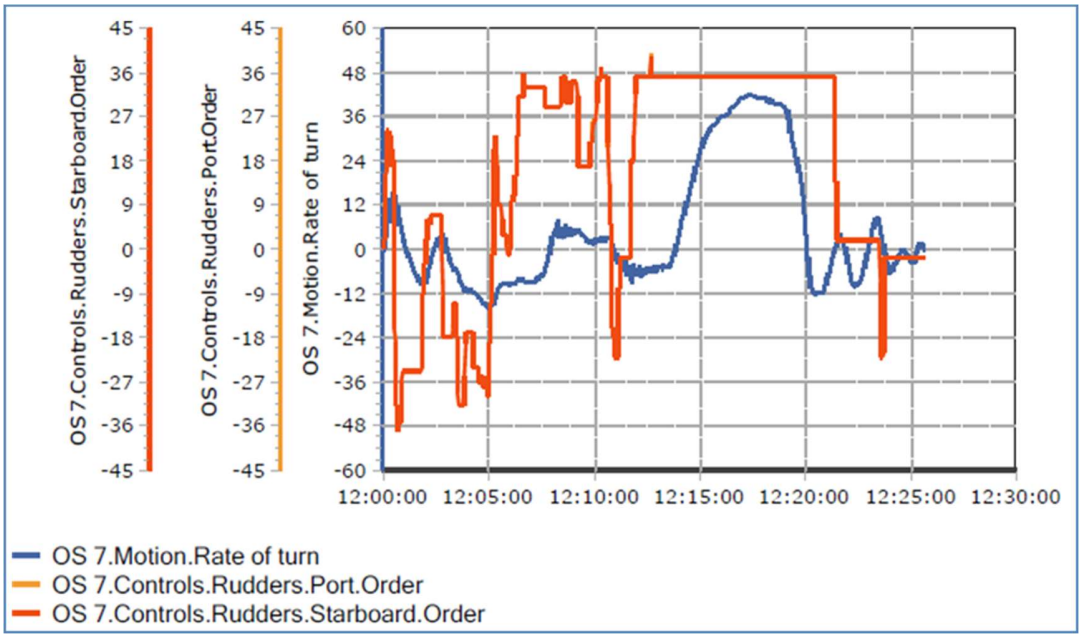


Figura 47

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 48)

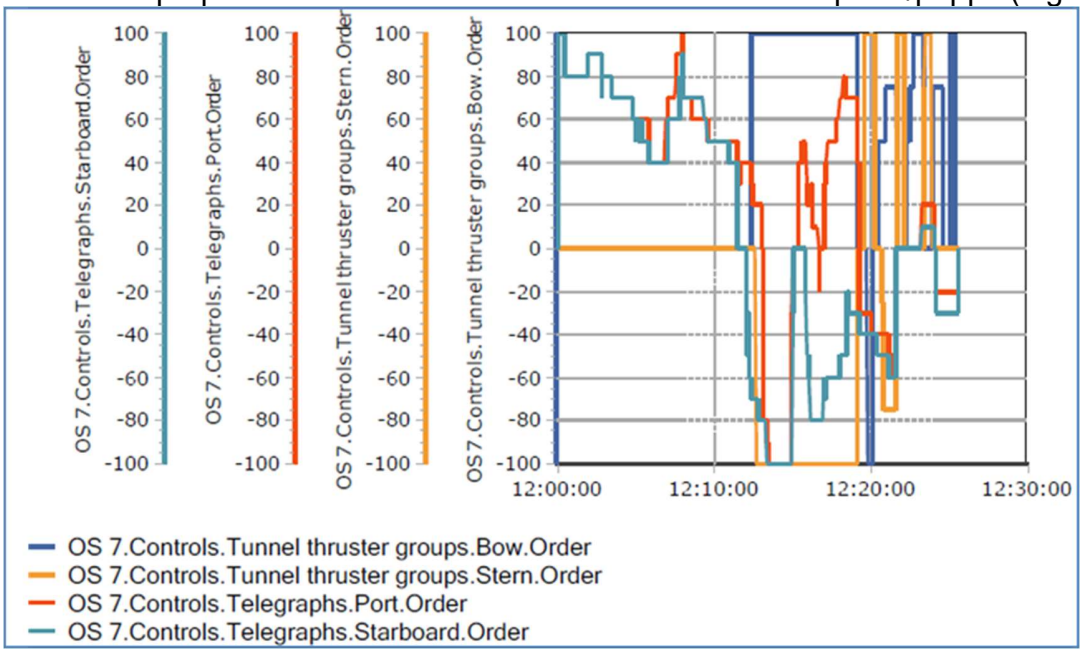


Figura 48

- Dati anemometrici ed anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 49)

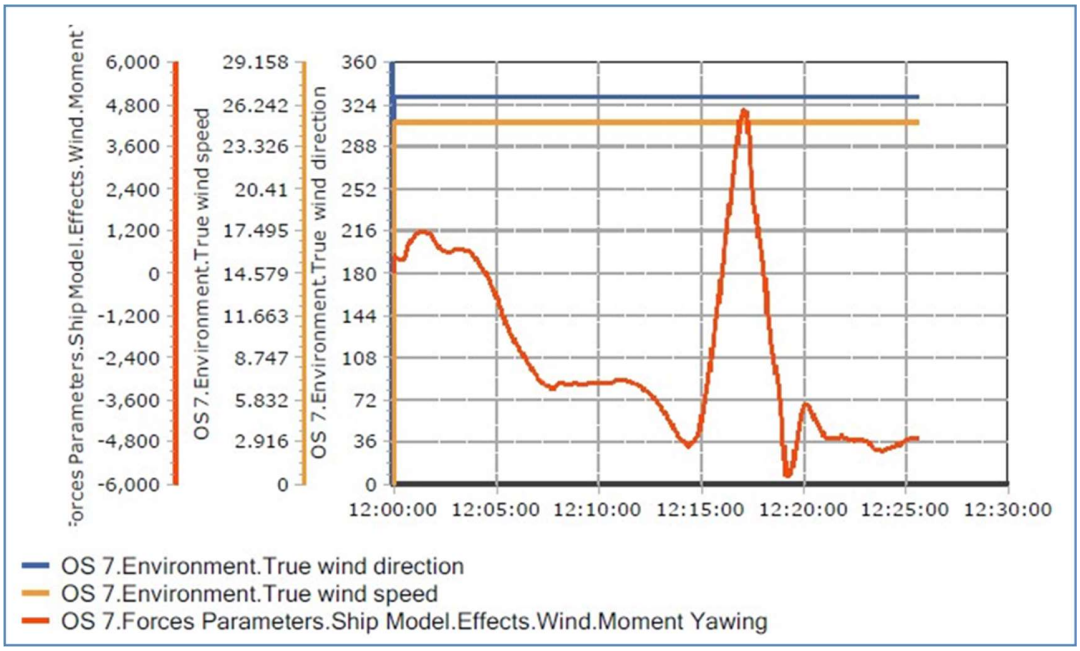


Figura 49

La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 70 m dal molo nord della darsena di ponente (Figura 50).

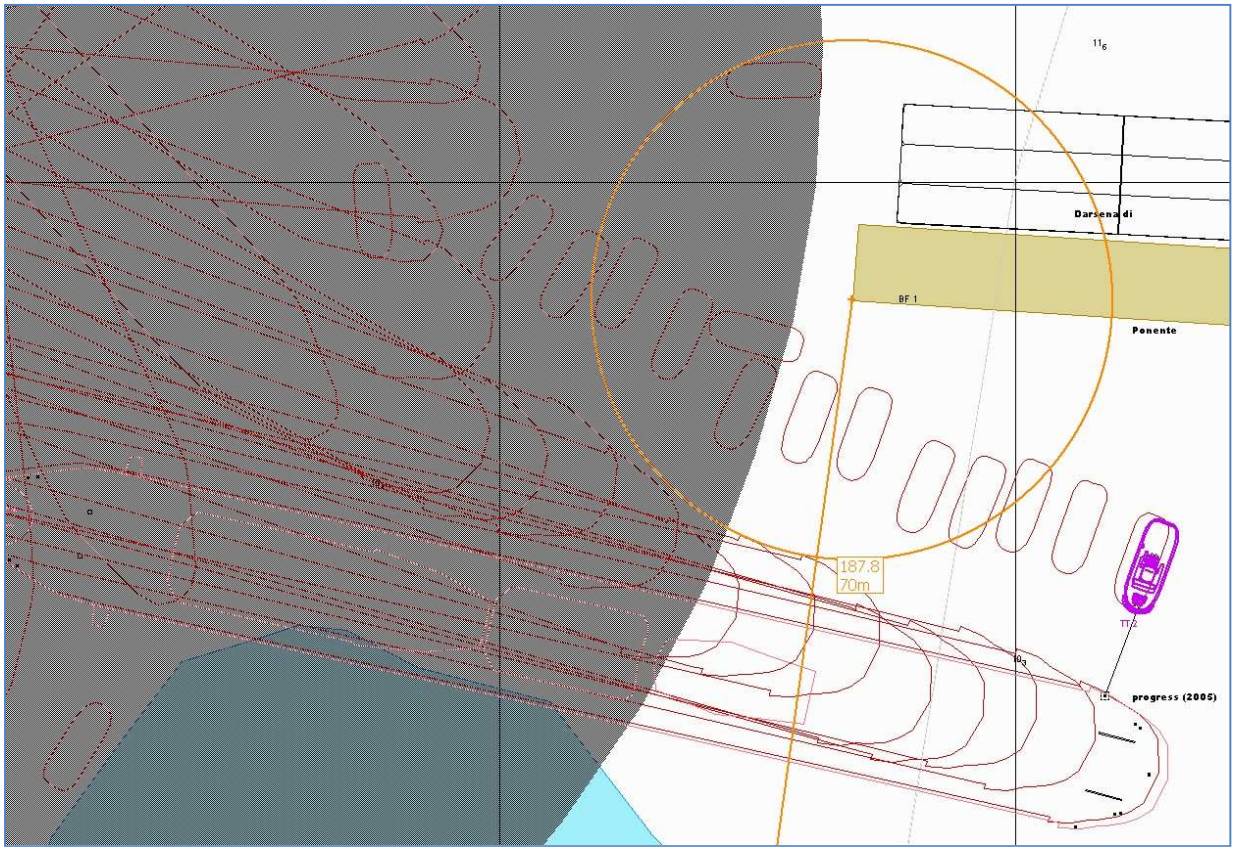


Figura 50

Utilizzo TUG:

- Dalle 12:11 entrambi i tug si avvicinano ad OWN SHIP per l'assistenza alla manovra (going to ESCORT);
- Dalle 12:15 alle 12:23 entrambi i tug sono impegnati nel tiro (PULL) con potenza che oscilla tra valori minimi di 0% a max. 50% alternativamente;
- La manovra si conclude alle 12:23;

Decima prova

l) La decima prova è stata una manovra d'ingresso del modello-nave *"Fantasy 233338"* nell'area portuale, accostata a dritta con evoluzione nel *"Bacino Grande"* ed ormeggio finale fianco sinistro poppa a terra.

Condizioni meteomarine:

- vento d'intensità 25 kn da 155° e
- onda *"severe"*.

In questa esercitazione si è registrato un **contatto del modello-nave** con il dolphin BU2 nell'istante 31':50'' di simulazione. La **successiva prova undici** è stata ripresa prima del contatto menzionato (Figura 51).

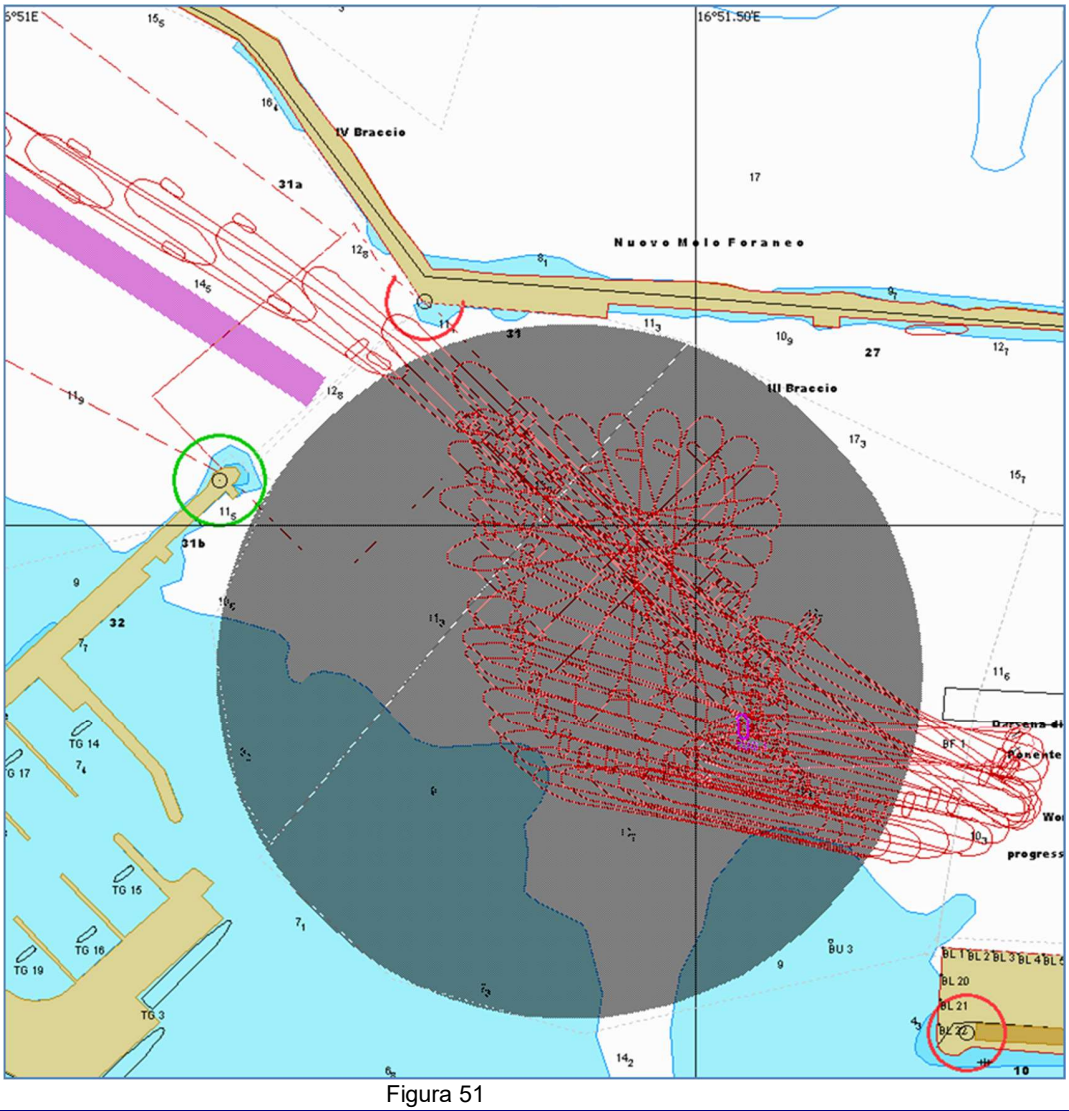


Figura 51

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 52)

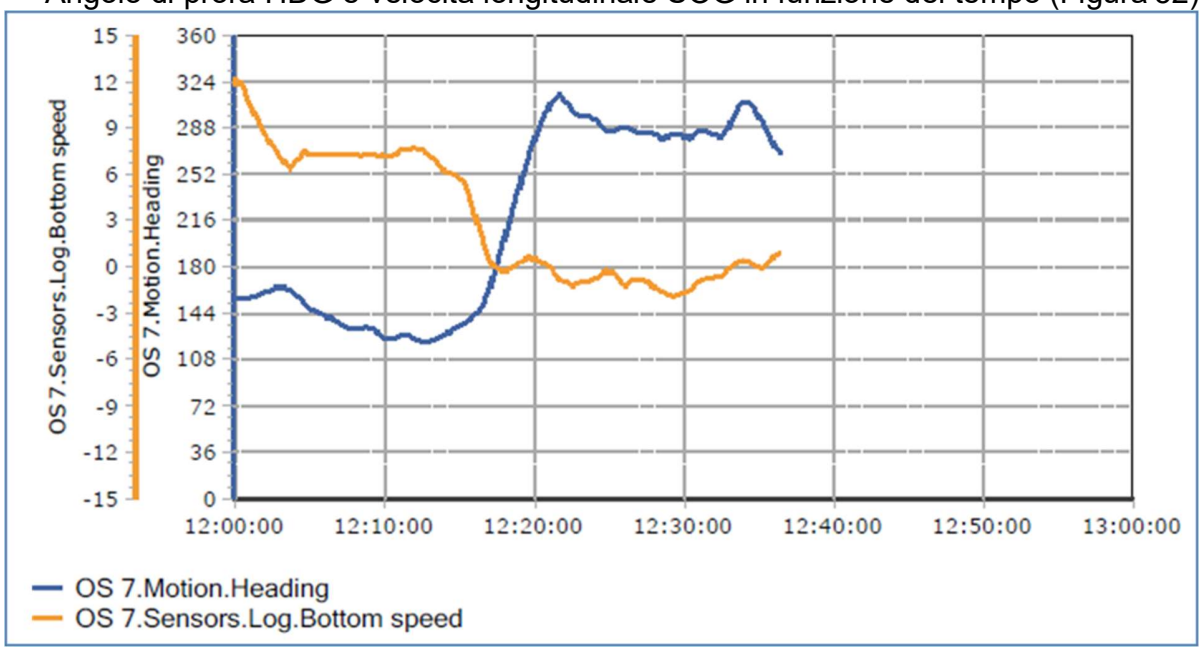


Figura 52

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 53)

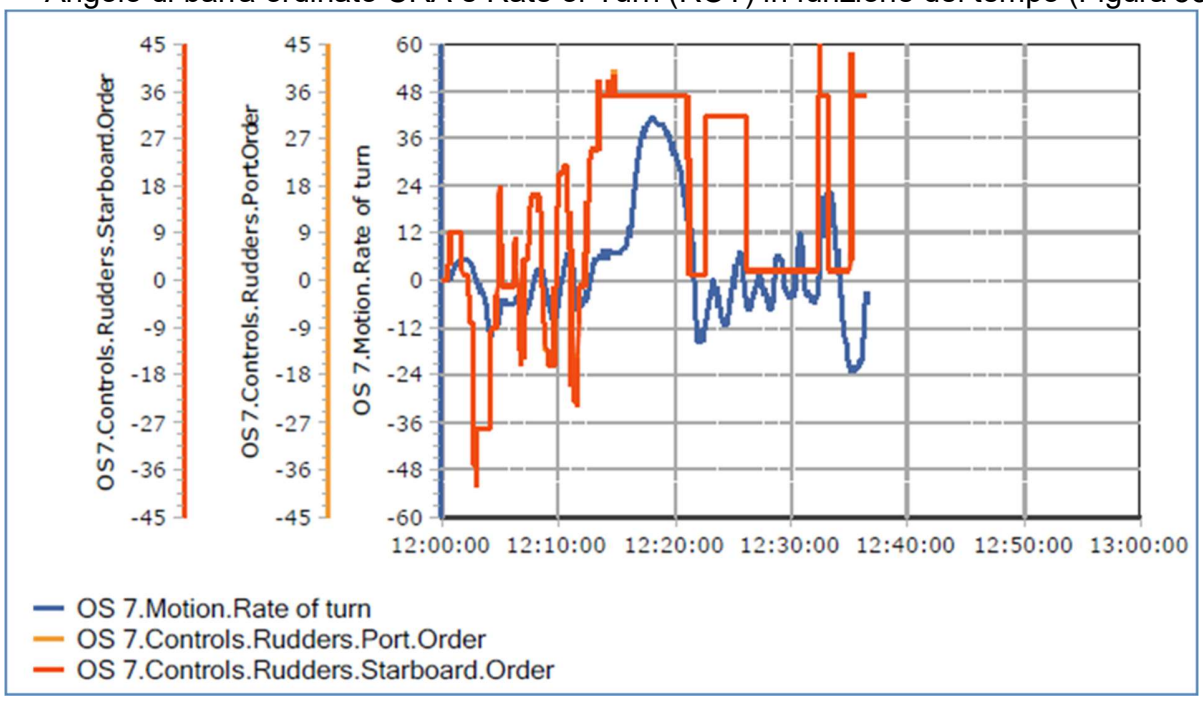


Figura 53

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 54)

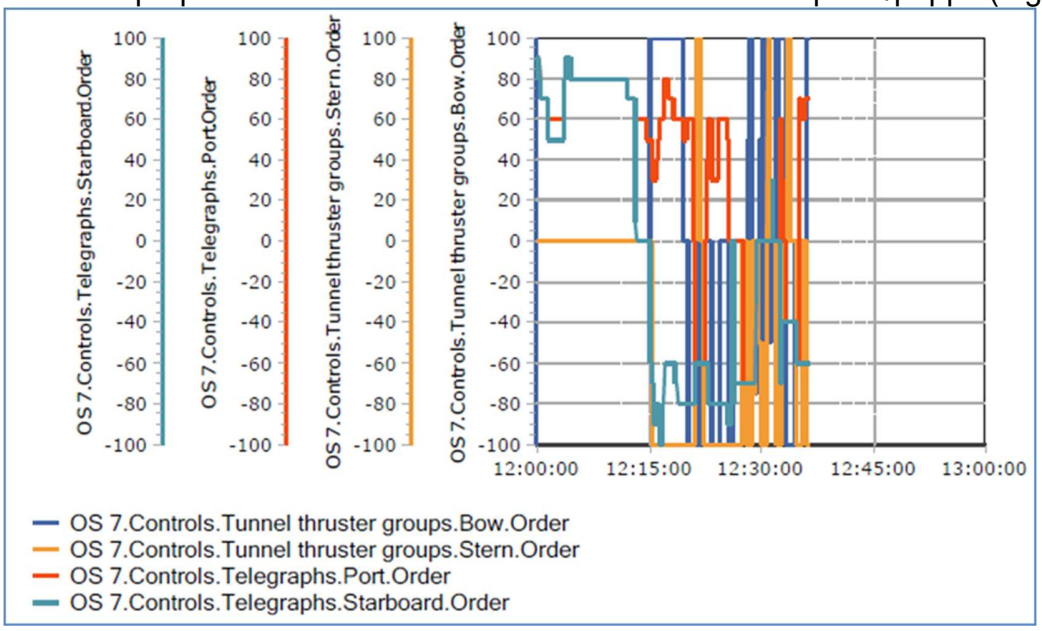


Figura 54

- Dati anemometrici ed anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 55)

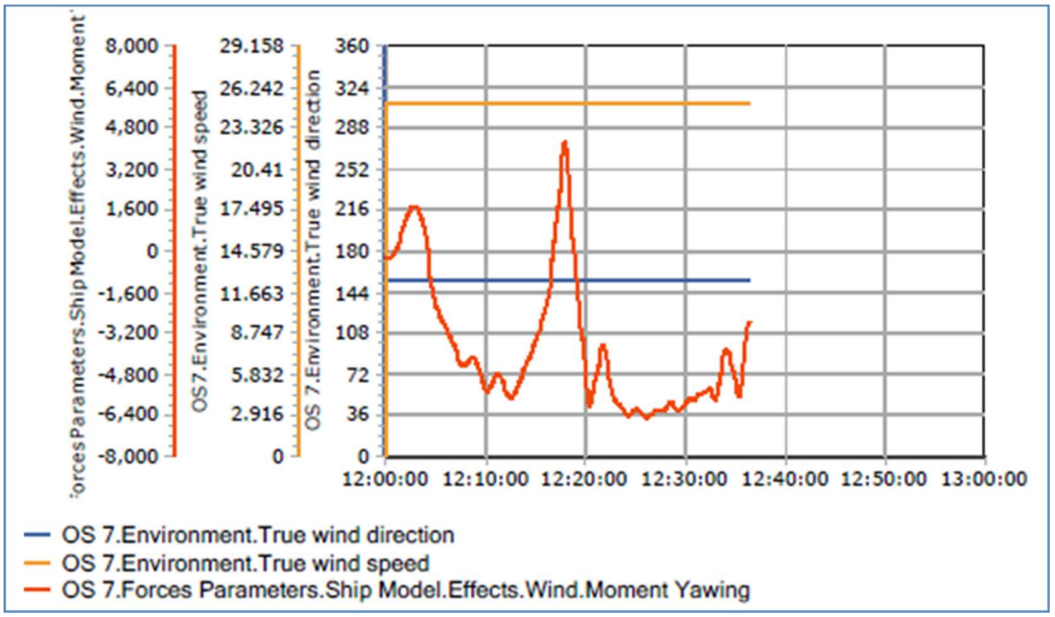


Figura 55

Il modello-nave è entrato in contatto con il dolphin BU2 (Figura 56).

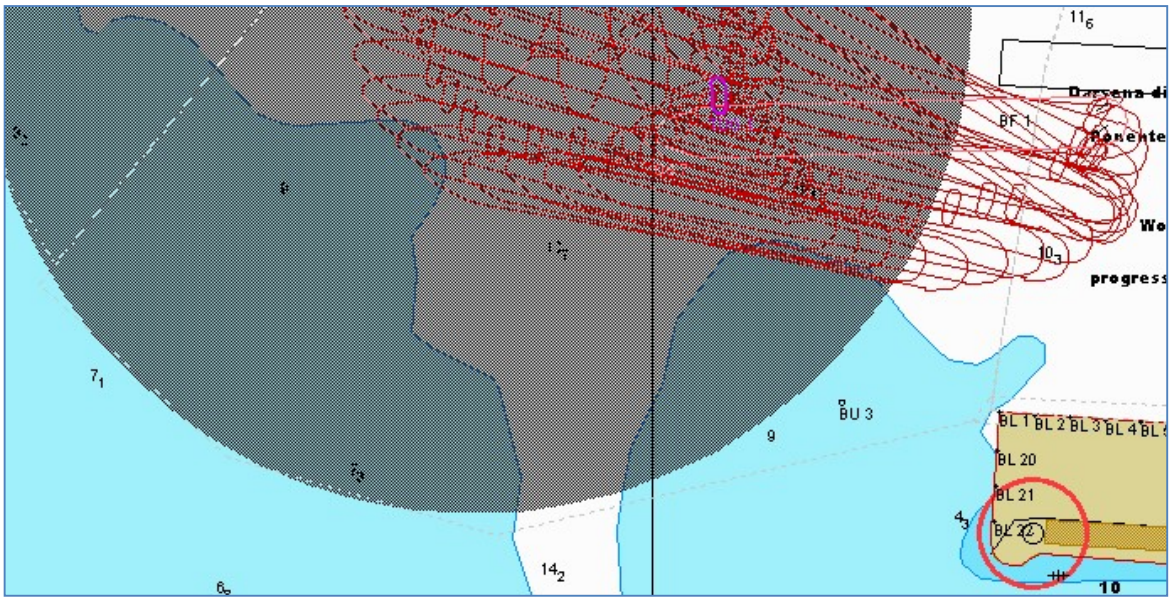


Figura 56

Utilizzo TUG:

- Dalle 12:00 entrambi i tug si avvicinano ad OWN SHIP per l'assistenza alla manovra (going to ESCORT);
- Dalle 12:04 iniziano l'assistenza alla manovra (ESCORT) fino alle 12:14 in spinta (PUSH);
- Dalle 12:15 entrambi i tug sono impegnati nella spinta (PUSH) con potenza che oscilla tra valori minimi di 0% a max. 100% alternativamente per l'accosto in banchina;
- 12:33 TUG 1 e TUG 2 sono in spinta (PUSH) con potenza 100% quando si verifica un contatto lato dritta in banchina
- 12:33 si conclude l'esercizio

Undicesima prova

m) L'undicesima prova è stata una manovra di ingresso del modello-nave *"Fantasy 233338"* nell'area portuale, accostata a sinistra con evoluzione nel *"Bacino Grande"* ed ormeggio finale fianco sinistro poppa a terra.

Condizioni meteomarine:

- vento d'intensità 25 kn da 155° e
- onda "*severe*".

Tale prova ha avuto inizio nell'intorno dell'istante 31':50'' di simulazione **a completamento della precedente decima prova** (Figura 57).

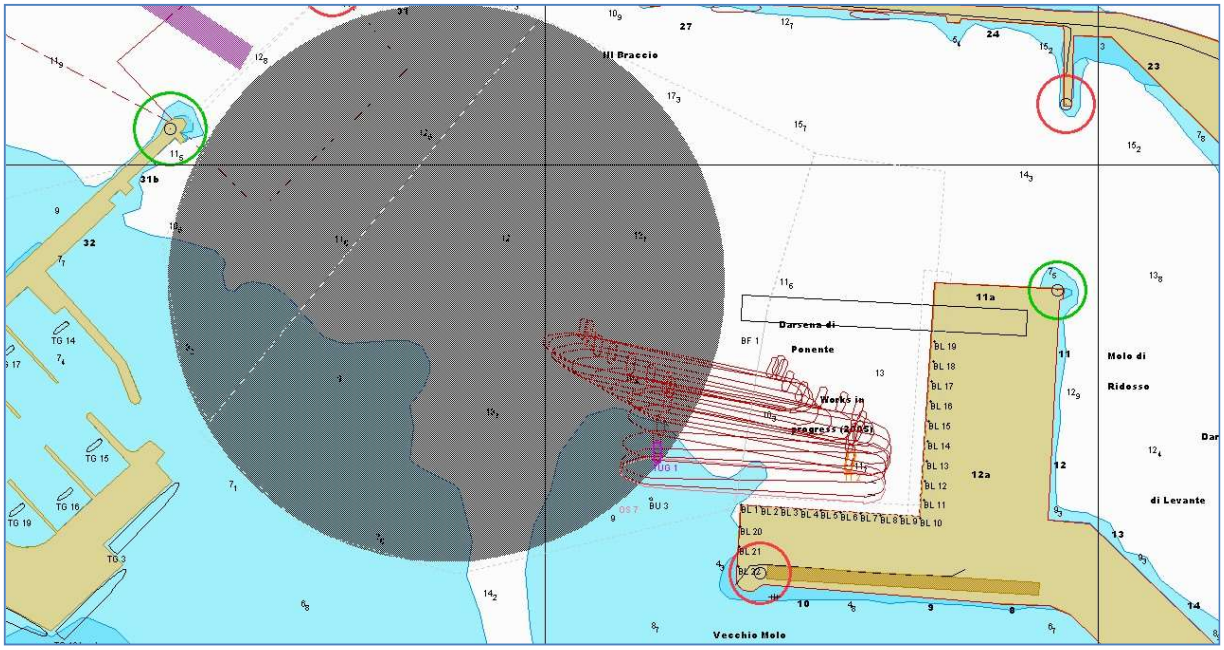


Figura 57

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 58)

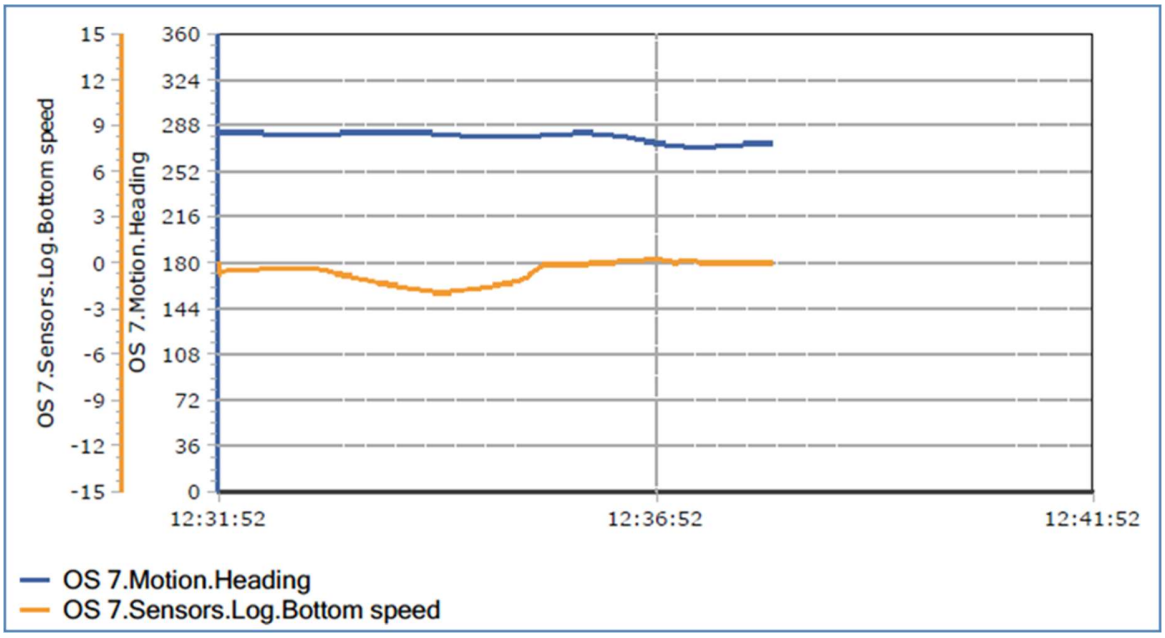


Figura 58

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 59)

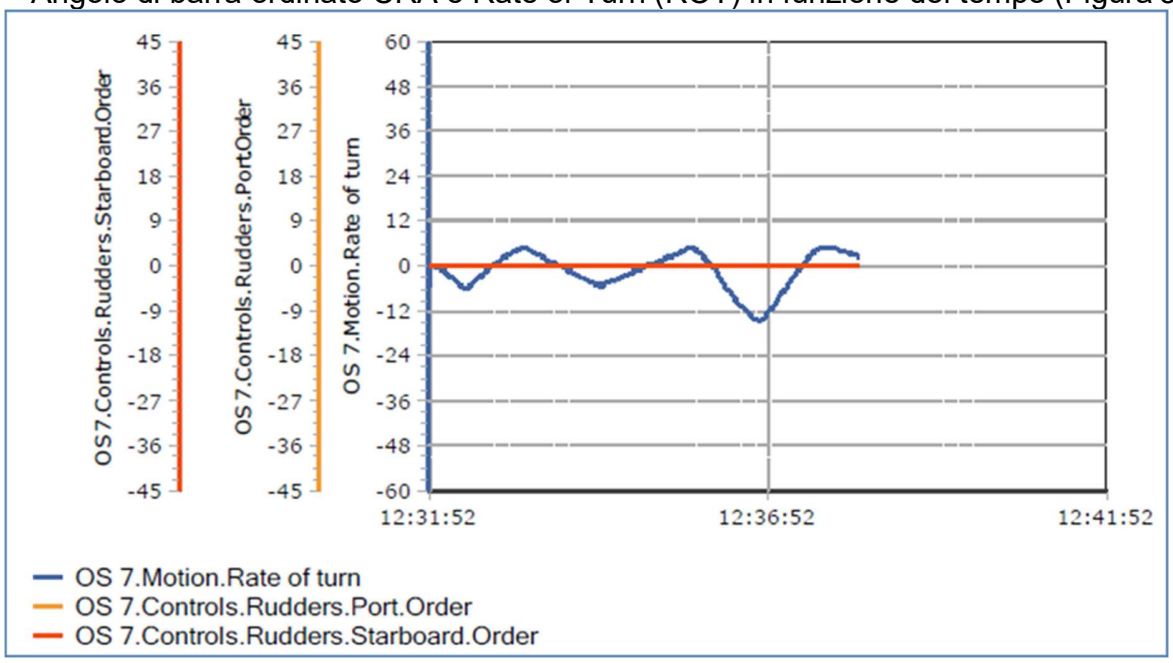


Figura 59

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 60)

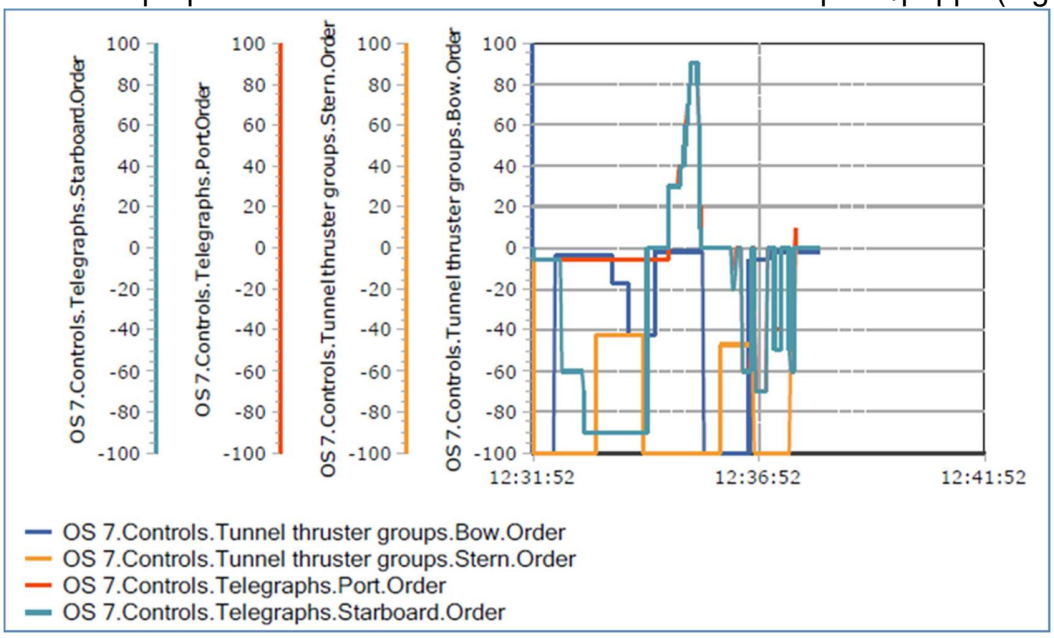


Figura 60

- Dati anemometrici ed anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 61)

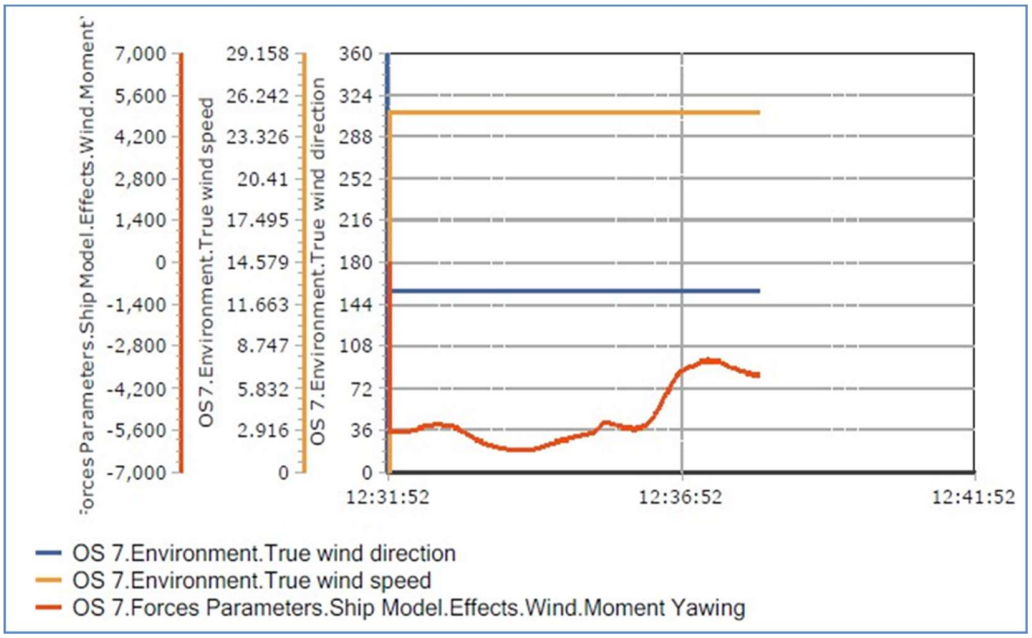


Figura 61

La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 38 m dal molo nord della darsena di ponente (Figura 62).

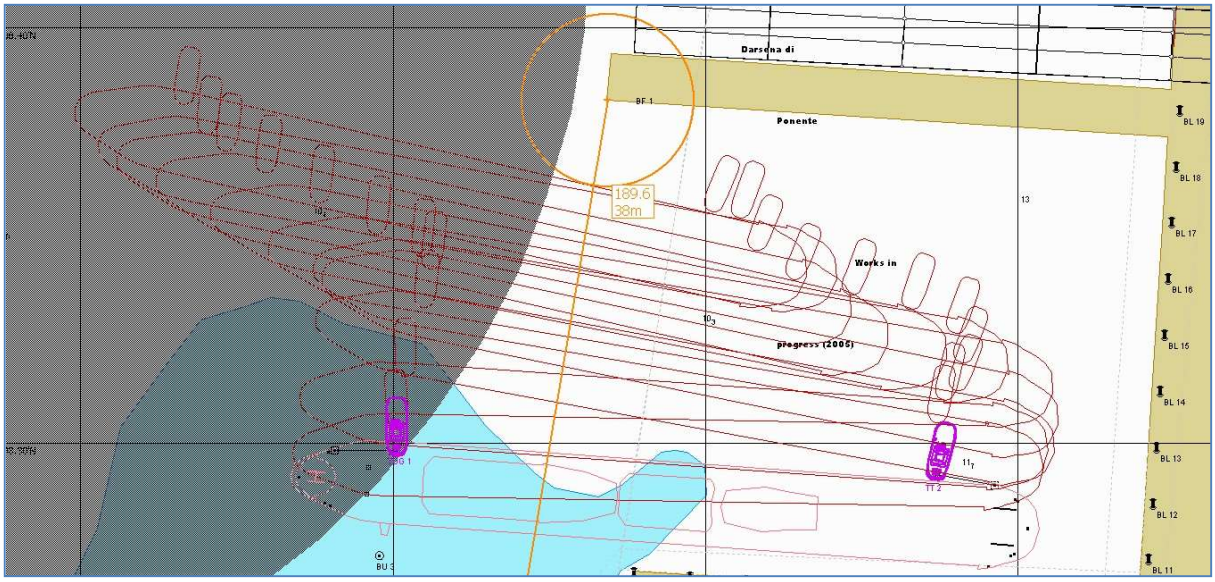


Figura 62

Utilizzo TUG:

Continua da RUN 10

Si riprende con lo scenario interrotto da prova precedente a seguito del contatto in banchina con orario 12:33 (circa) con TUG 1 e 2 in spinta (PUSH) 100% alternando potenza con valori massimi di 100% fino a 0% fino alle ore 12:38 a completamento dello scenario della RUN 10 non terminato.

Dodicesima prova

n) La dodicesima prova è stata una manovra di ingresso del modello-nave *"Fantasy 233338"* nell'area portuale, accostata a sinistra con evoluzione nel *"Bacino Grande"* ed ormeggio finale fianco sinistro poppa a terra.

Condizioni meteomarine, in presenza di:

- vento d'intensità 35 kn da 360° e
- onda "*severe*" (Figura 63).

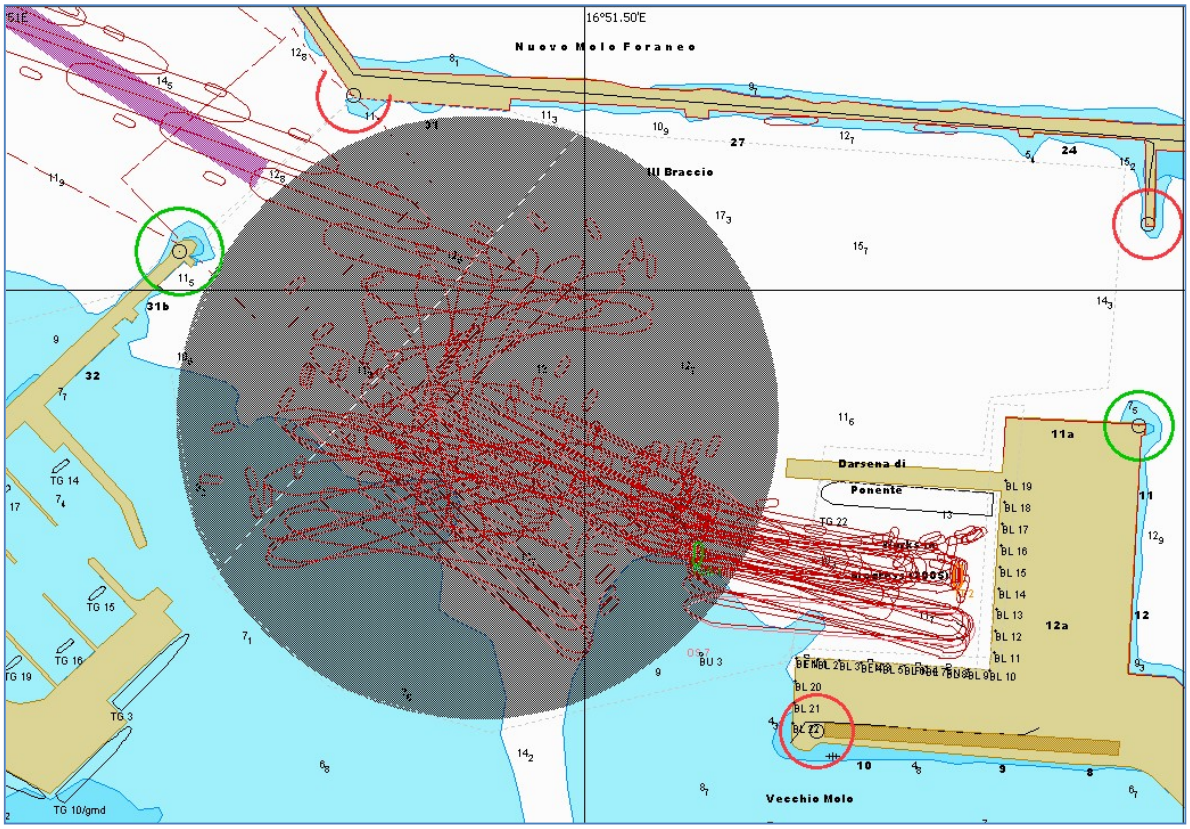


Figura 63

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 64)

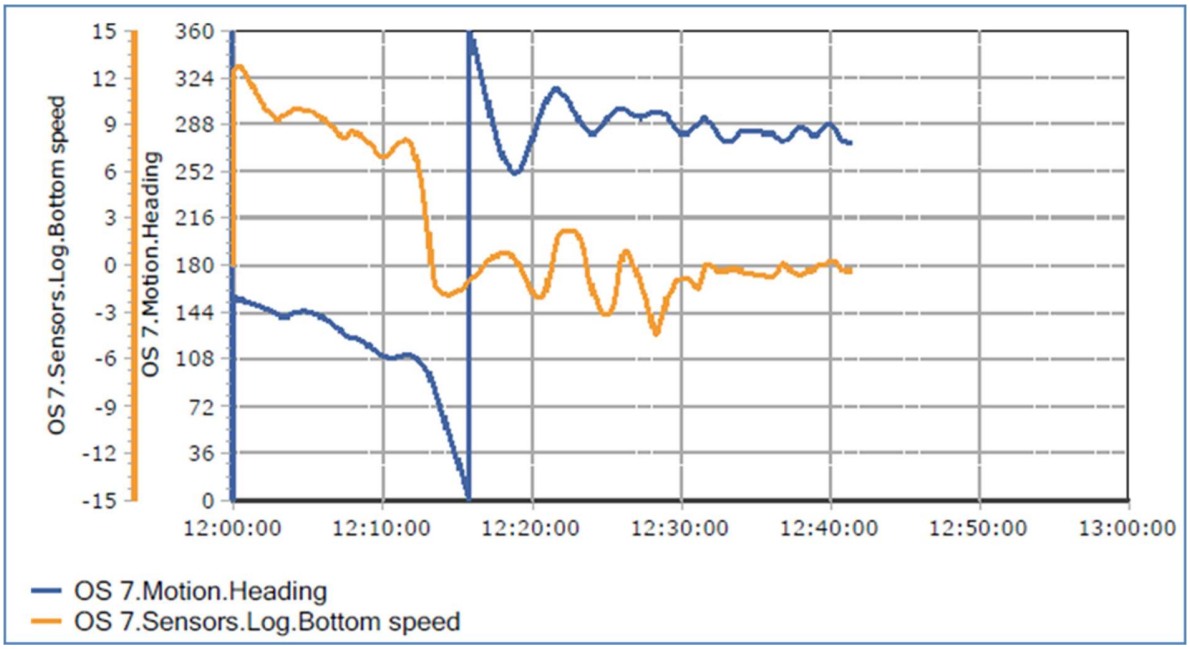


Figura 64

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 65)

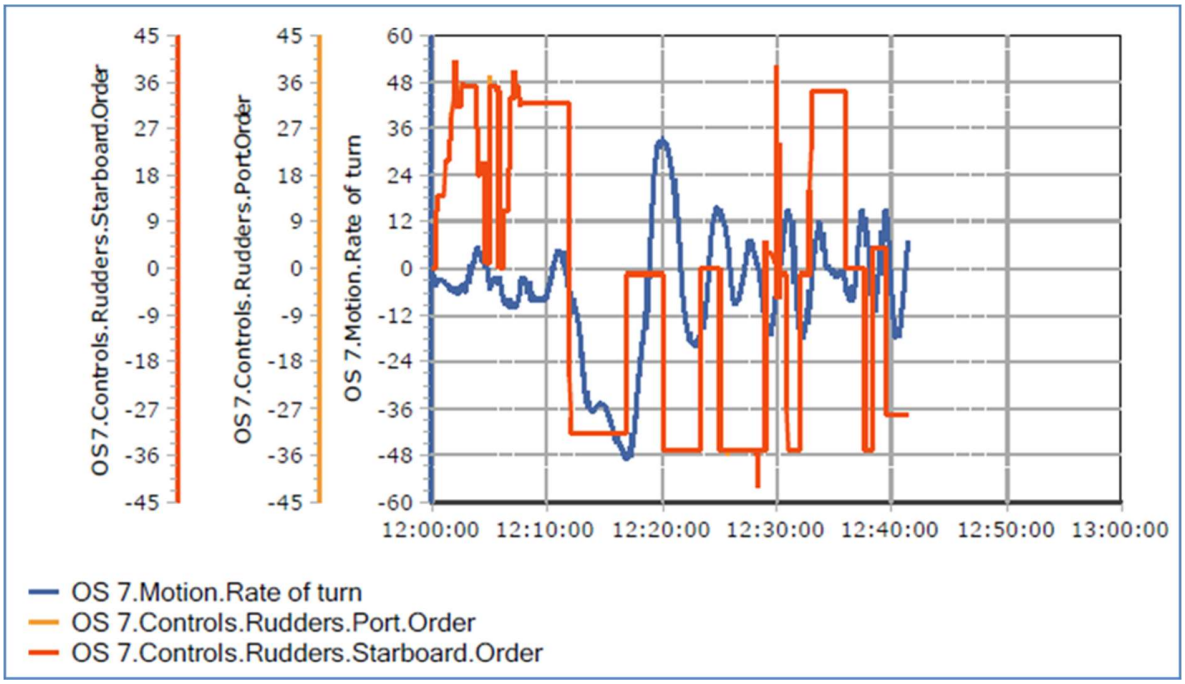


Figura 65

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 66)

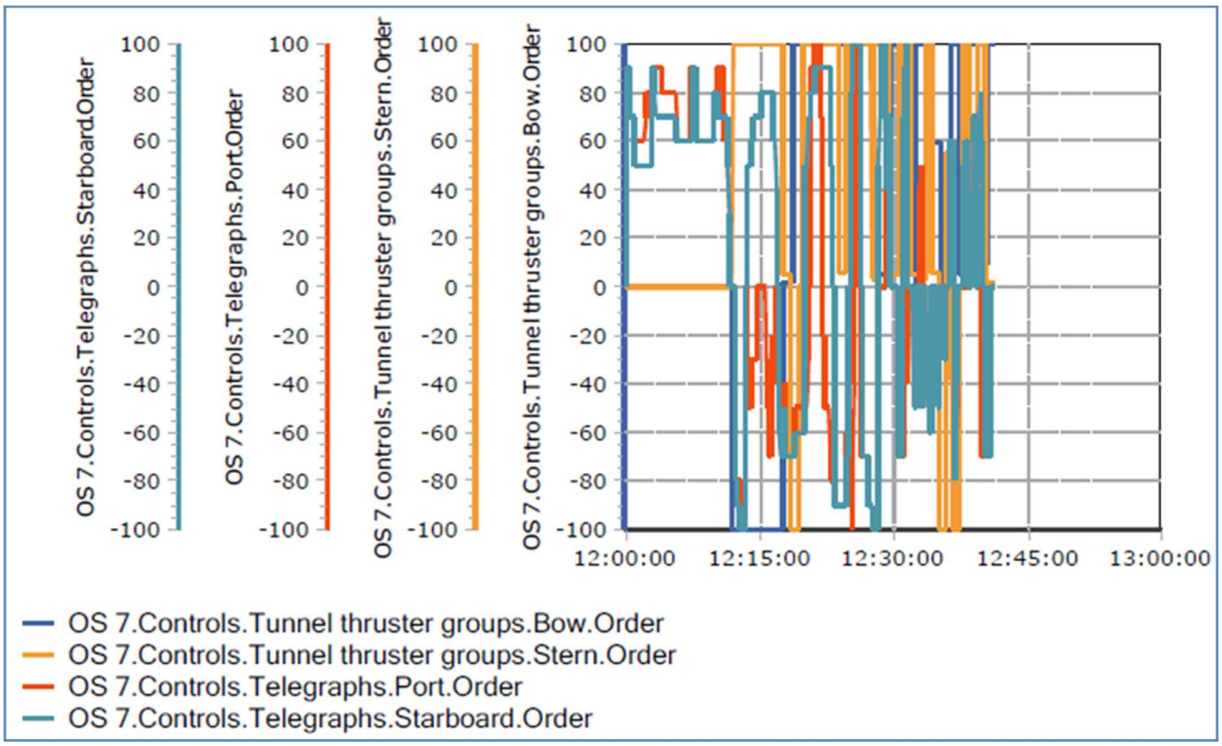


Figura 66

- Dati anemometrici ed anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 67)

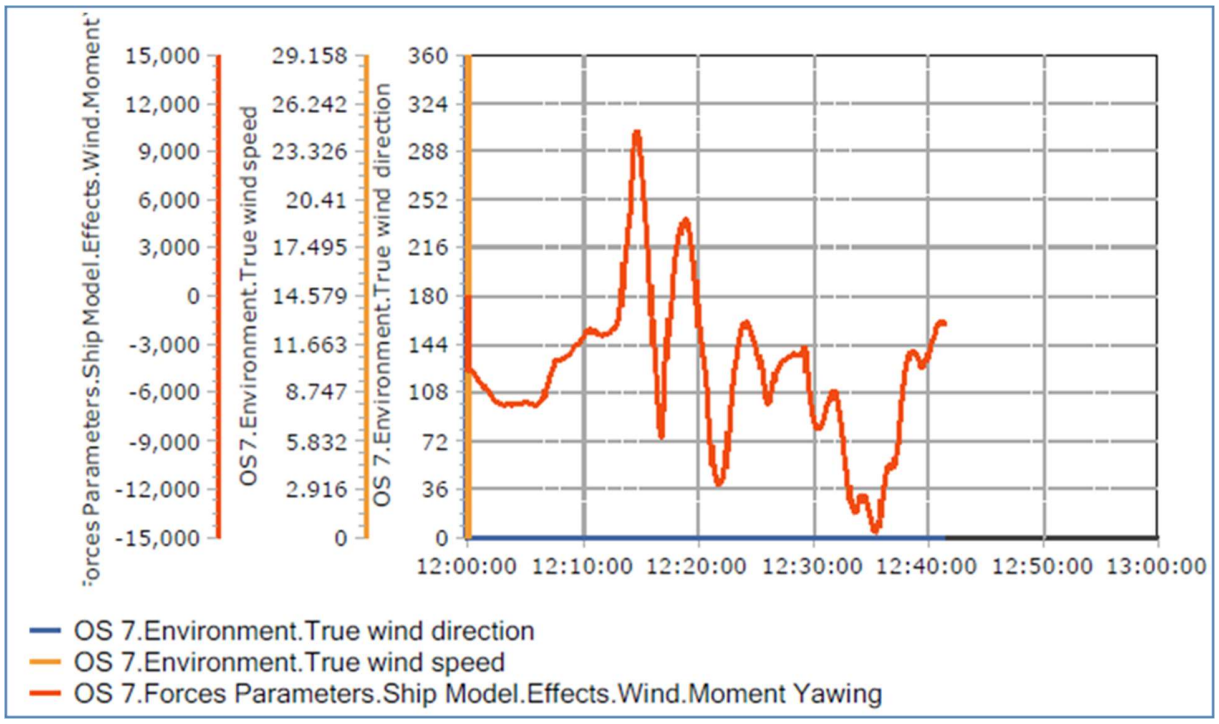


Figura 67

La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 26 m rispetto ad un modello-nave ormeggiato nel molo nord della darsena di ponente (Figura 68).



Figura 68

Utilizzo TUG:

- 12:00 TUG 1 e 2 si avvicinano ad OWN SHIP per assistenza (going to ESCORT) fino alle 12:04 quando iniziano fase di ESCORT;
- Dalle 12:10 fino alle 12:29 i rimorchiatori operano in tiro (PULL) con potenza che oscilla tra valori minimi di 0% e 100% per manovra di evoluzione;
- Dalle 12:30 a 12:41, variazioni di tiro (PULL) tra 0% e 100% per accosto in banchina;

Tredicesima prova

o) La tredicesima prova è stata una manovra di disormeggio del modello-nave *"Fantasy 233338"* dal molo della *"Darsena di Ponente"*, evoluzione nel *"Bacino Grande"* ed uscita dall'area portuale.

Condizioni meteomarine:

- vento d'intensità 15 kn da 360° e
- onda "*severe*" (Figura 69).

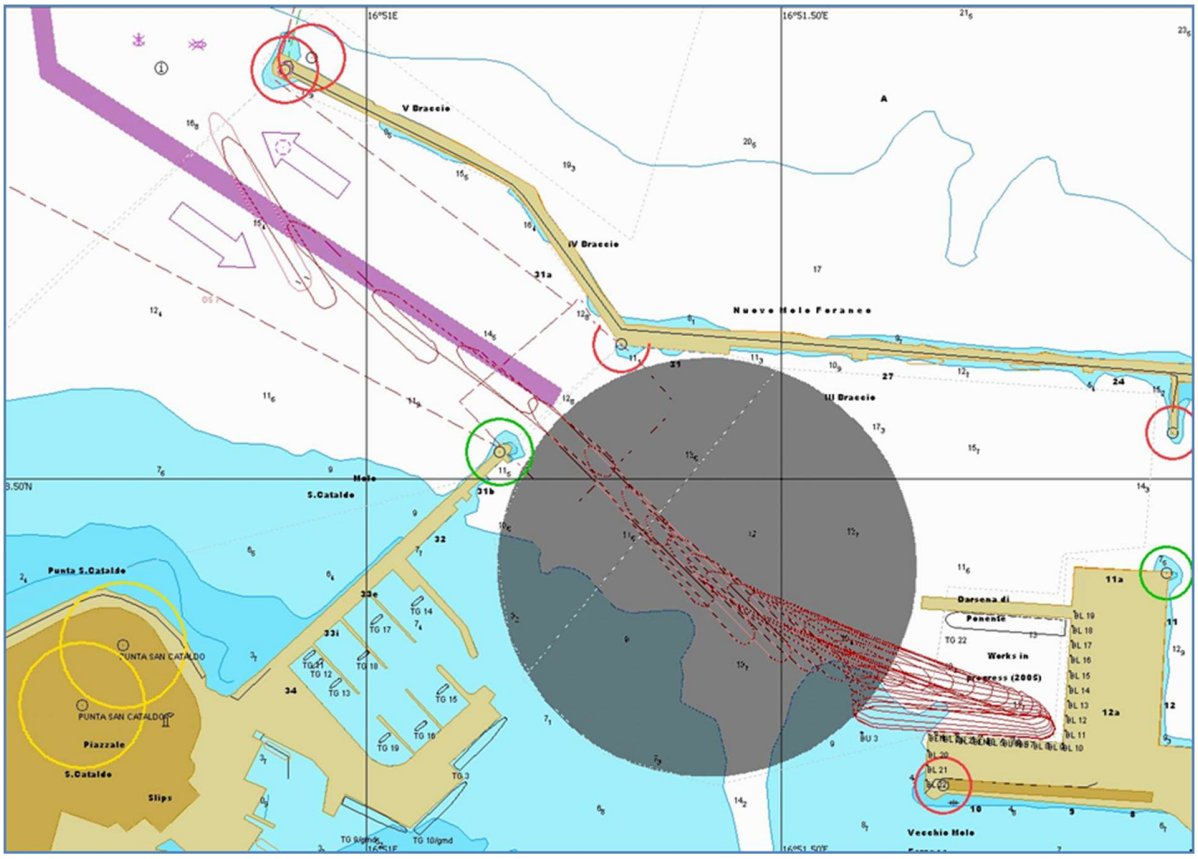


Figura 69

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 70)

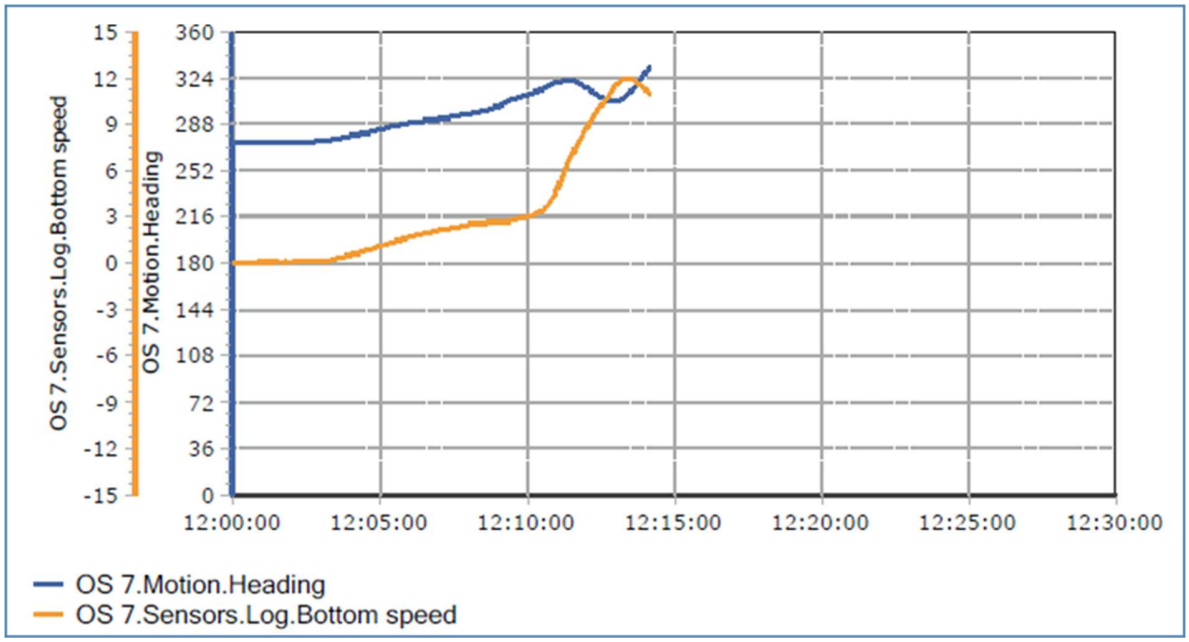


Figura 70

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 71)

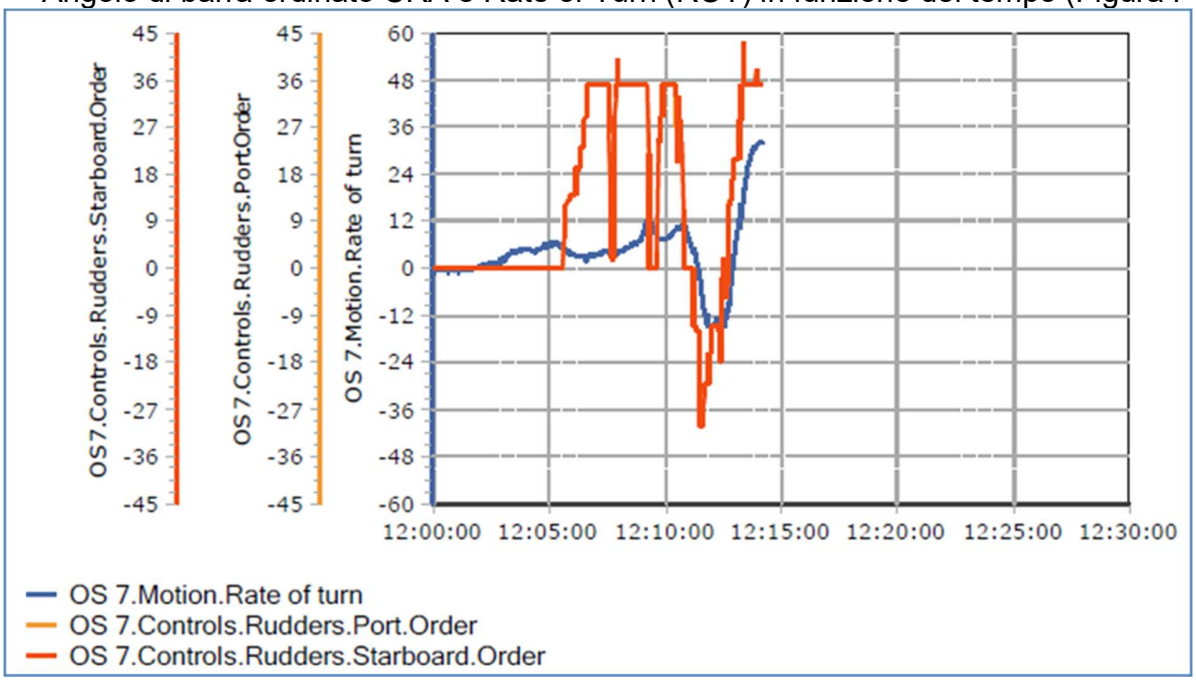


Figura 71

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 72)

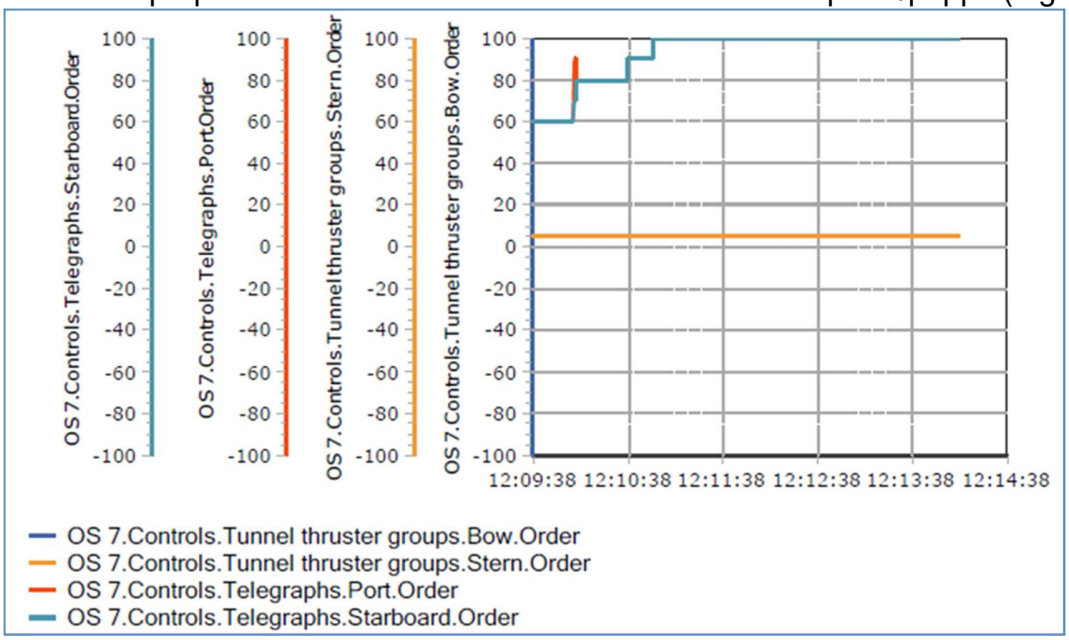


Figura 72

- Dati anemometrici ed anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 73)

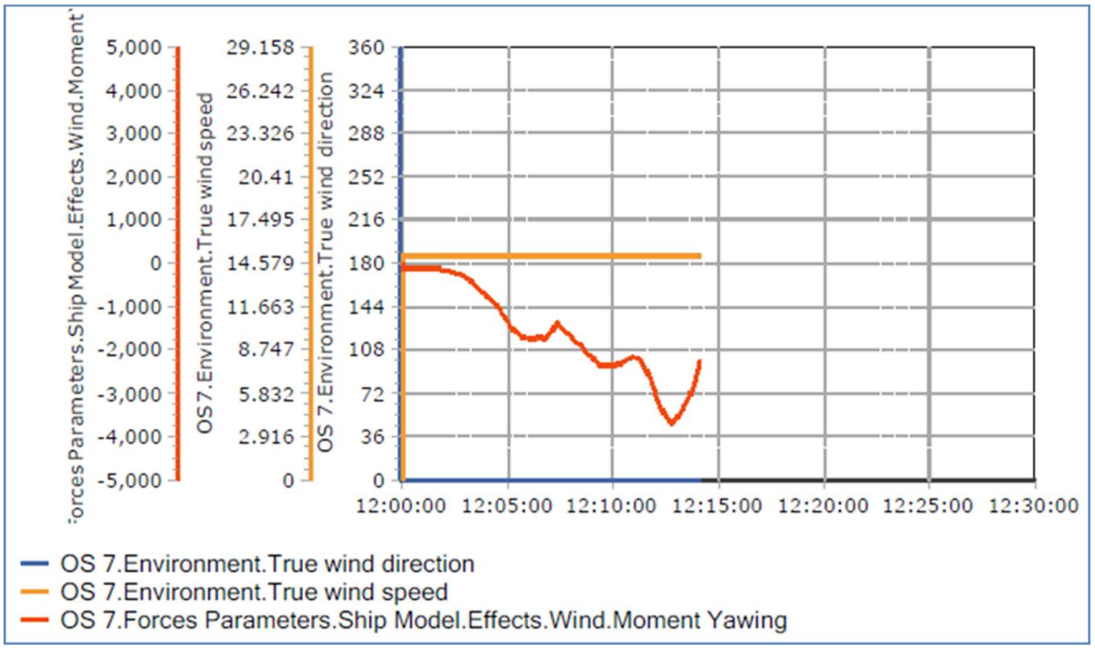


Figura 73

La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 53 m dal molo S.Cataldo (Figura 74).

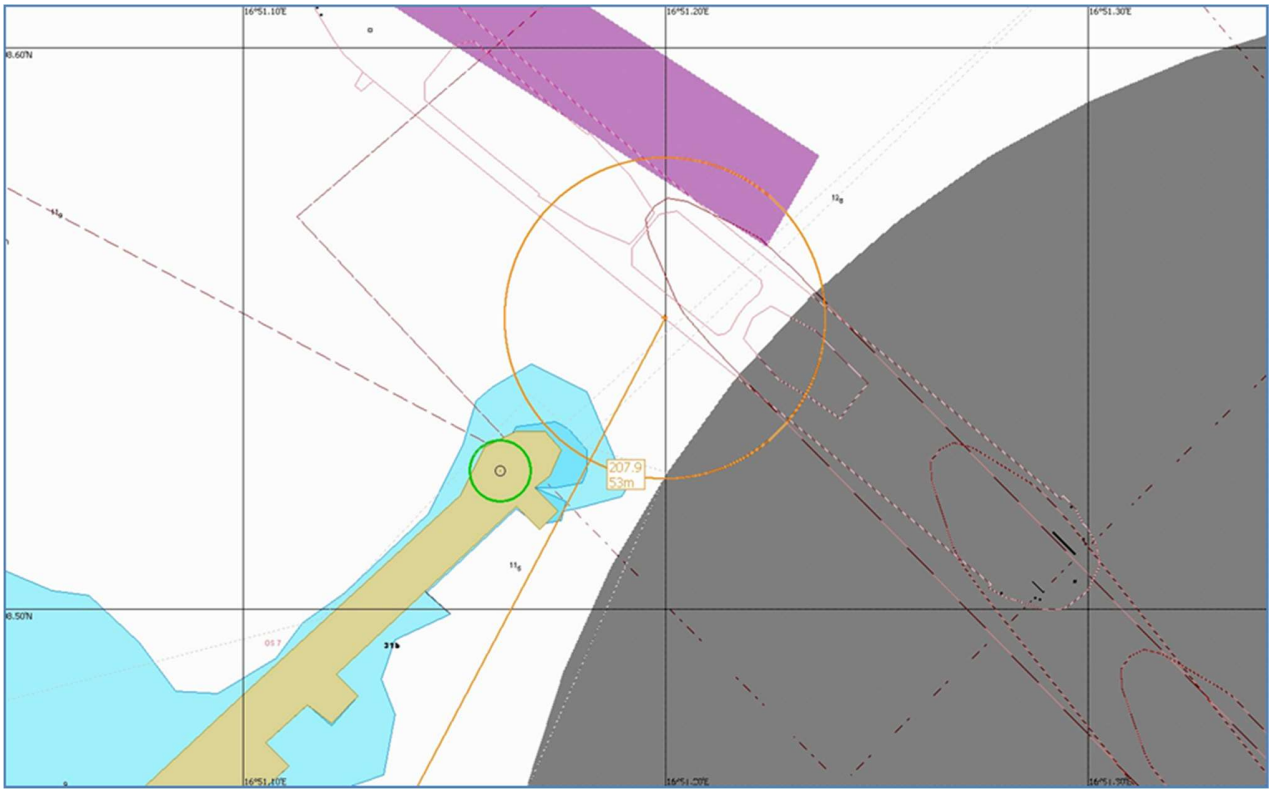


Figura 74

Utilizzo TUG: TUG 1 e 2 presenti nello scenario ma non utilizzati (manovra di disormeggio eseguita in autonomia)

Quattordicesima prova

p) La quattordicesima prova è stata una manovra di disormeggio del modello-nave *"Fantasy 233338"* dal molo della *"Darsena di Ponente",* evoluzione nel *"Bacino Grande"* ed uscita dall'area portuale.

Condizioni meteomarine, in presenza di un:

- vento d'intensità 15 kn da 360° e
- onda "*severe*" (Figura 75).

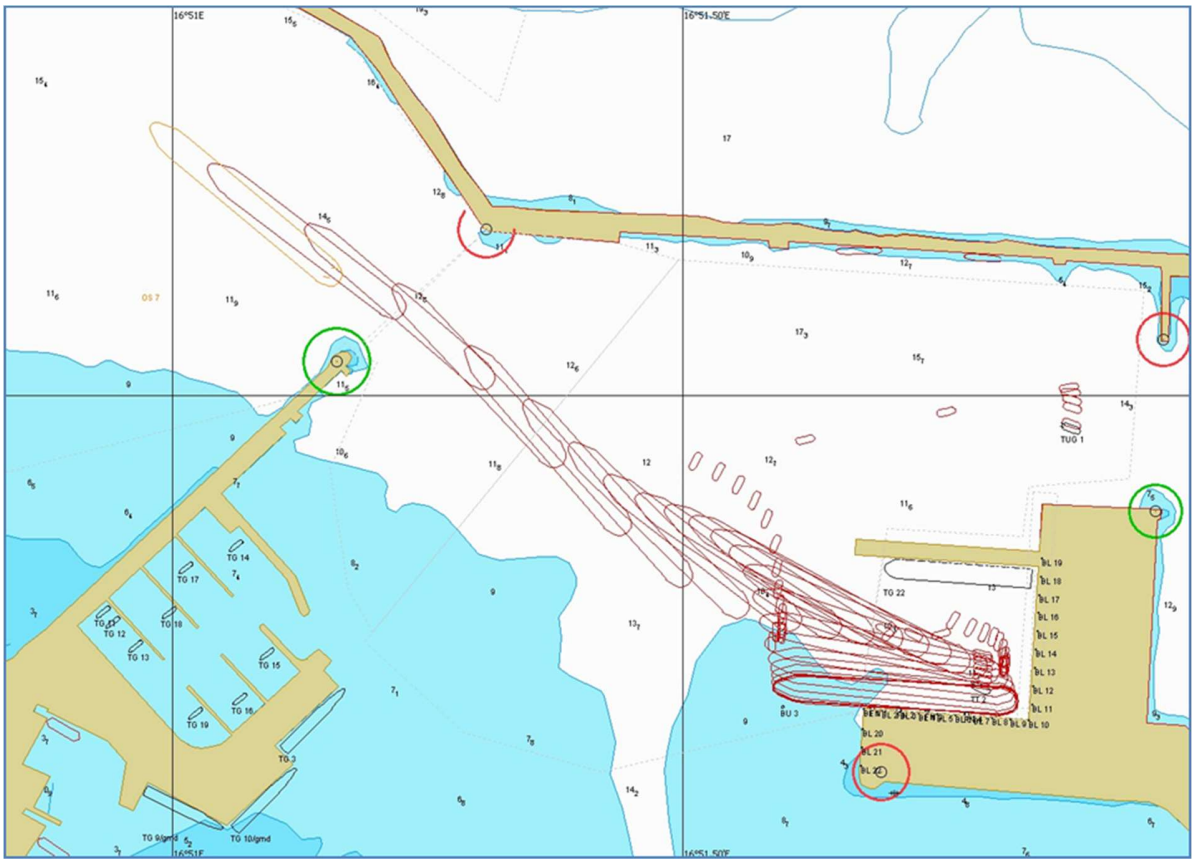


Figura 75

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 76)

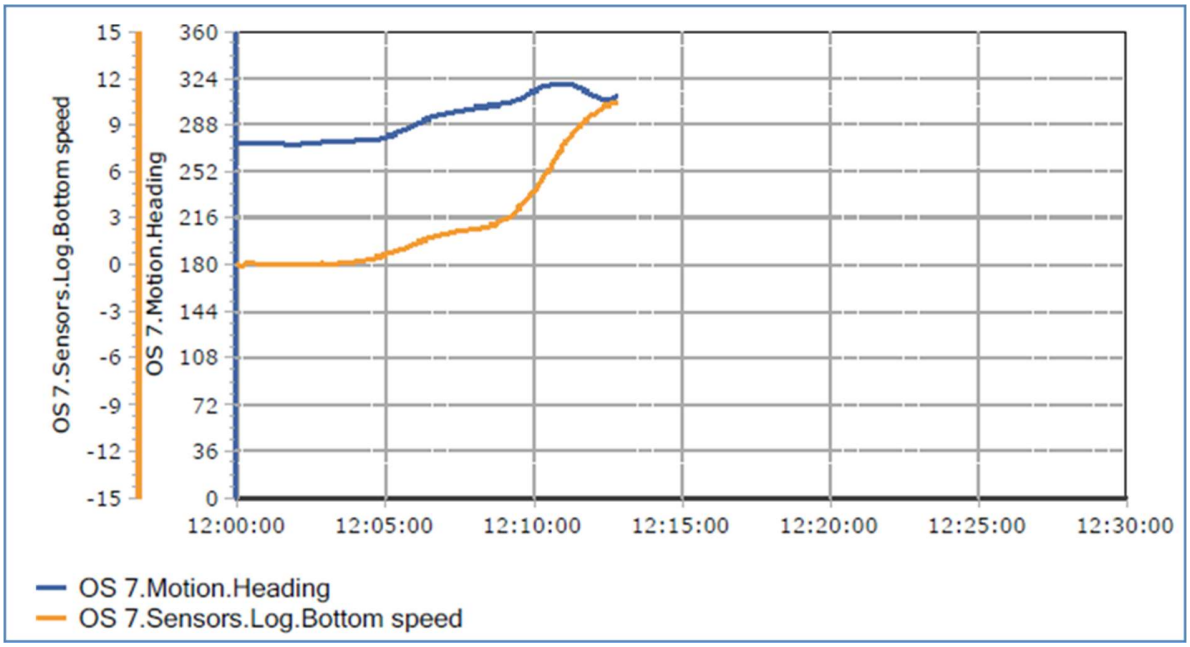


Figura 76

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 77)

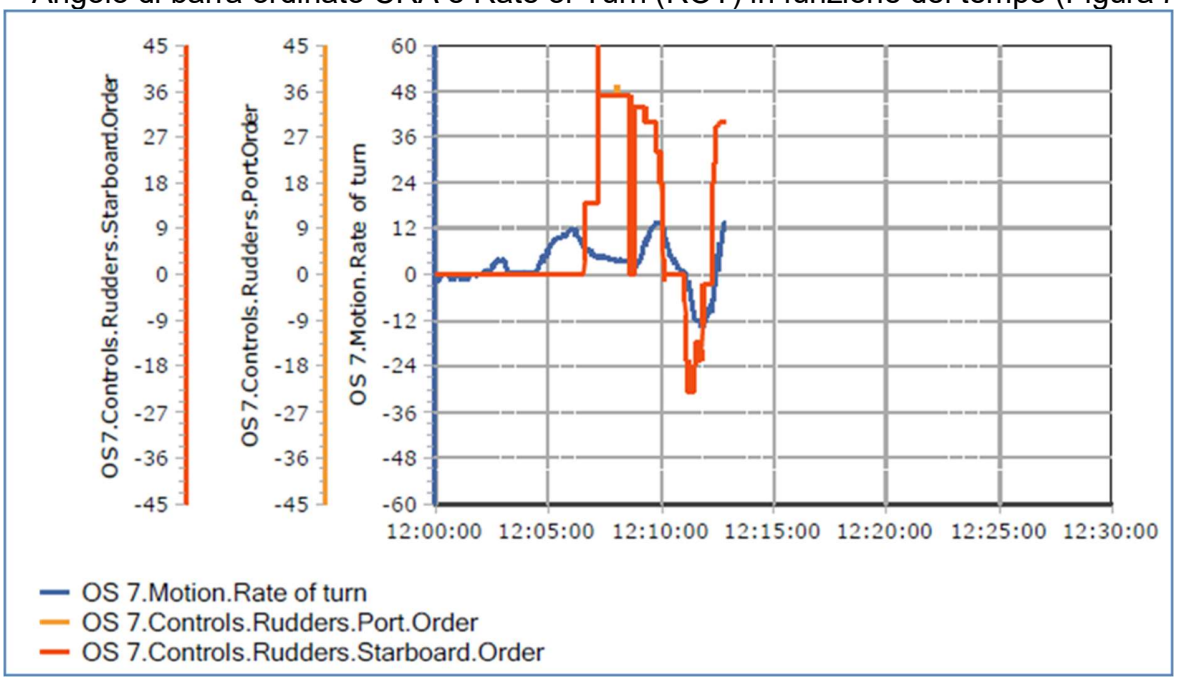


Figura 77

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 78)

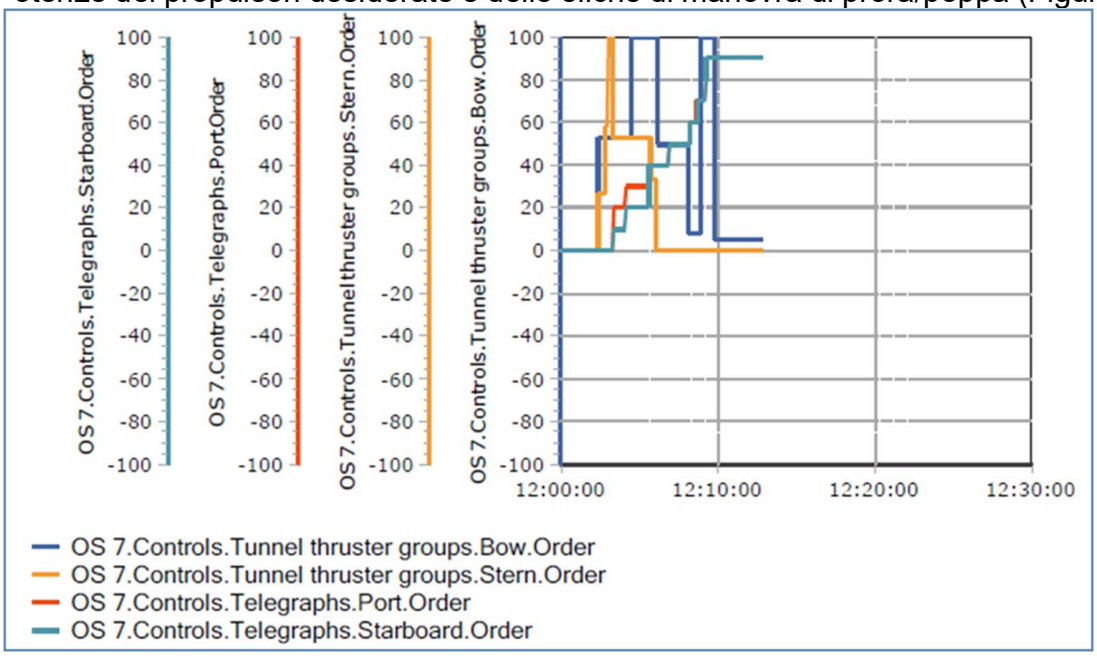


Figura 78

- Dati anemometrici, anemoscopici e relativo momento d'imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 79)

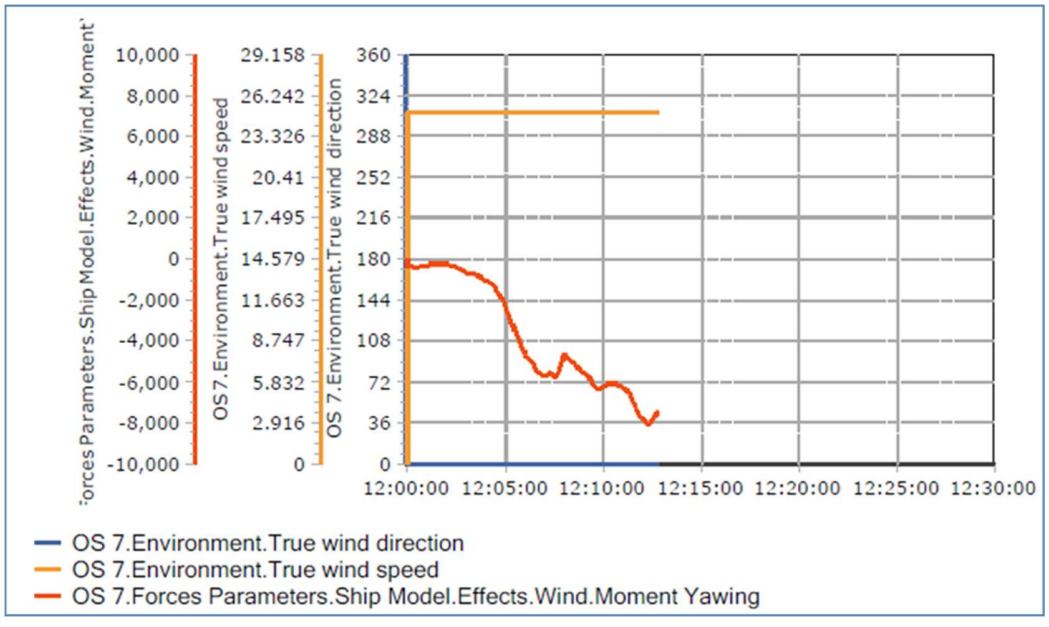


Figura 79

La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 47 m da un modello-nave ormeggiato al molo nord della darsena di ponente (Figura 80).

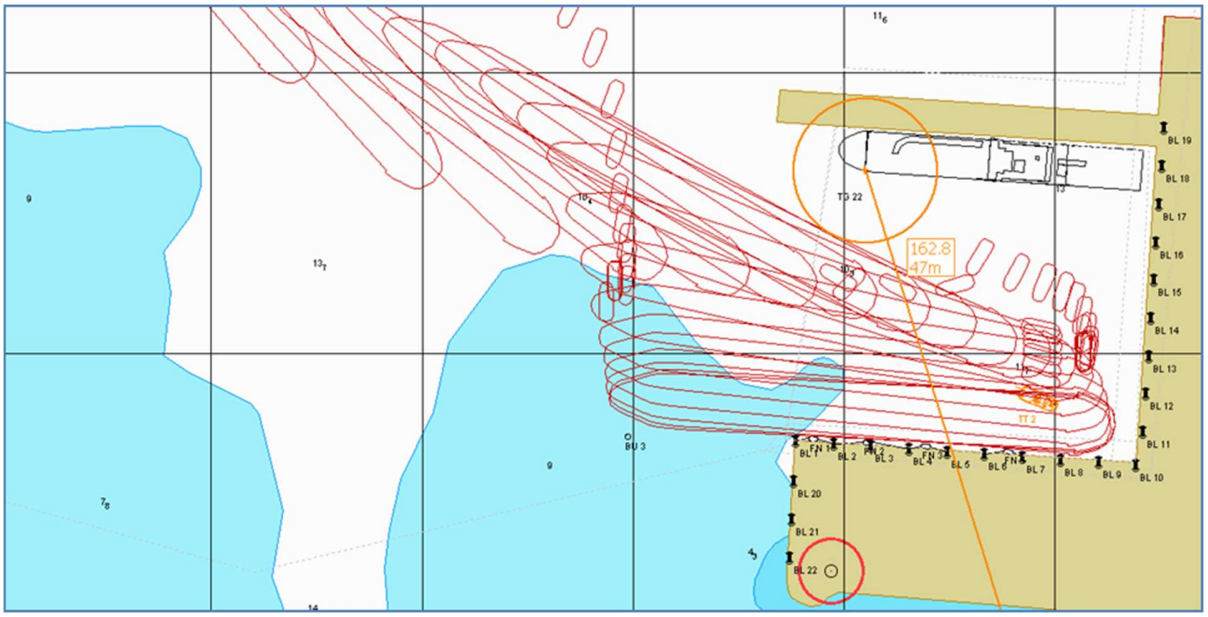


Figura 80

Utilizzo TUG:

- TUG 1 e 2, tra le 12:04 e le 12:09, alternano tiro tra 0% e 100% di potenza per agevolare la manovra di disormeggio;
- 12:09, termina il servizio di entrambi rimorchiatori;

Quindicesima prova

q) La quindicesima prova è stata una manovra di disormeggio del modello-nave *"Fantasy 233338"* dal molo sud della *"Darsena di Ponente"*, evoluzione nel *"Bacino Grande"* ed uscita dall'area portuale.

Condizioni meteomarine:

- vento d'intensità 25 kn da 180° e
- onda *"bad"*. (Figura 81).

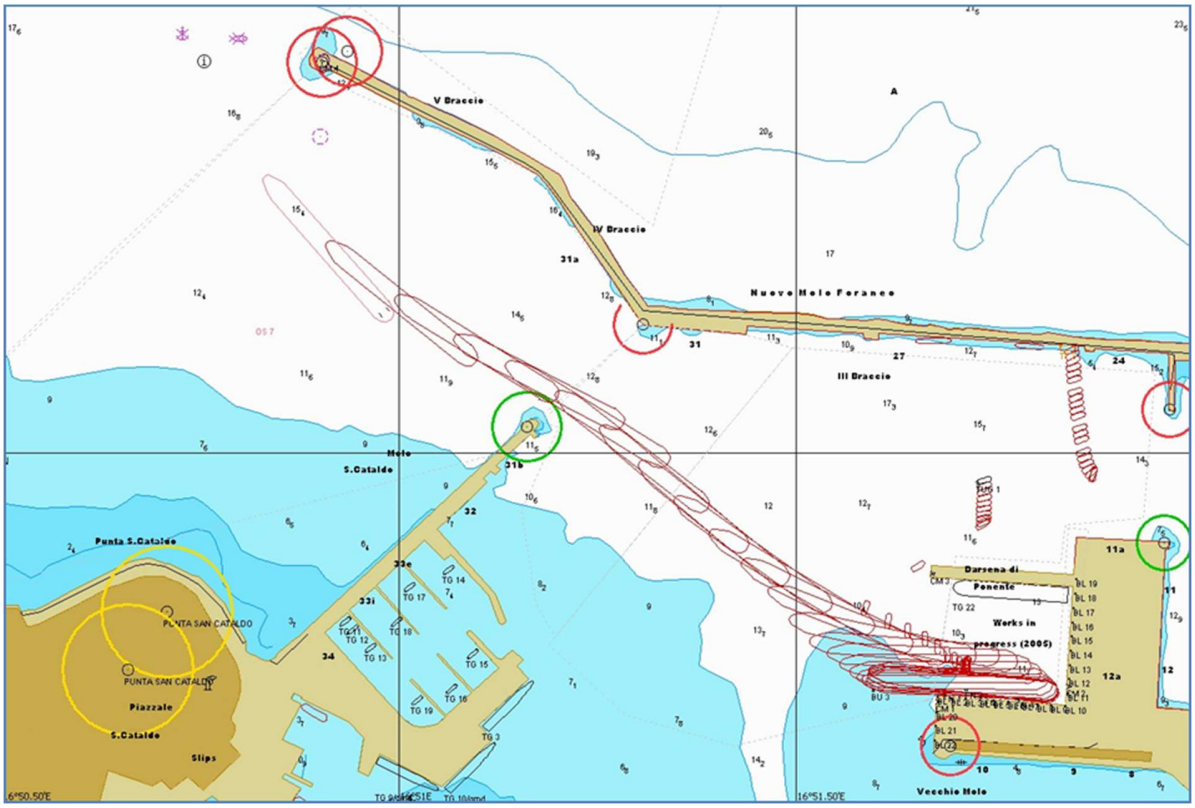


Figura 81

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 82)

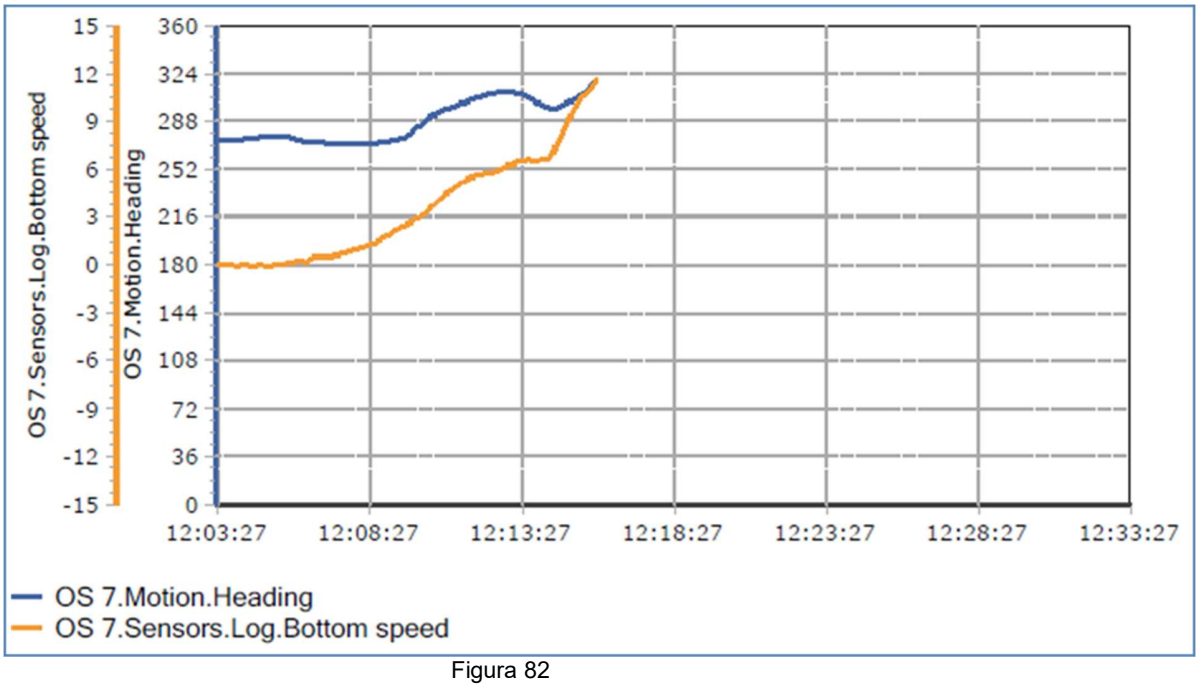


Figura 82

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 83)

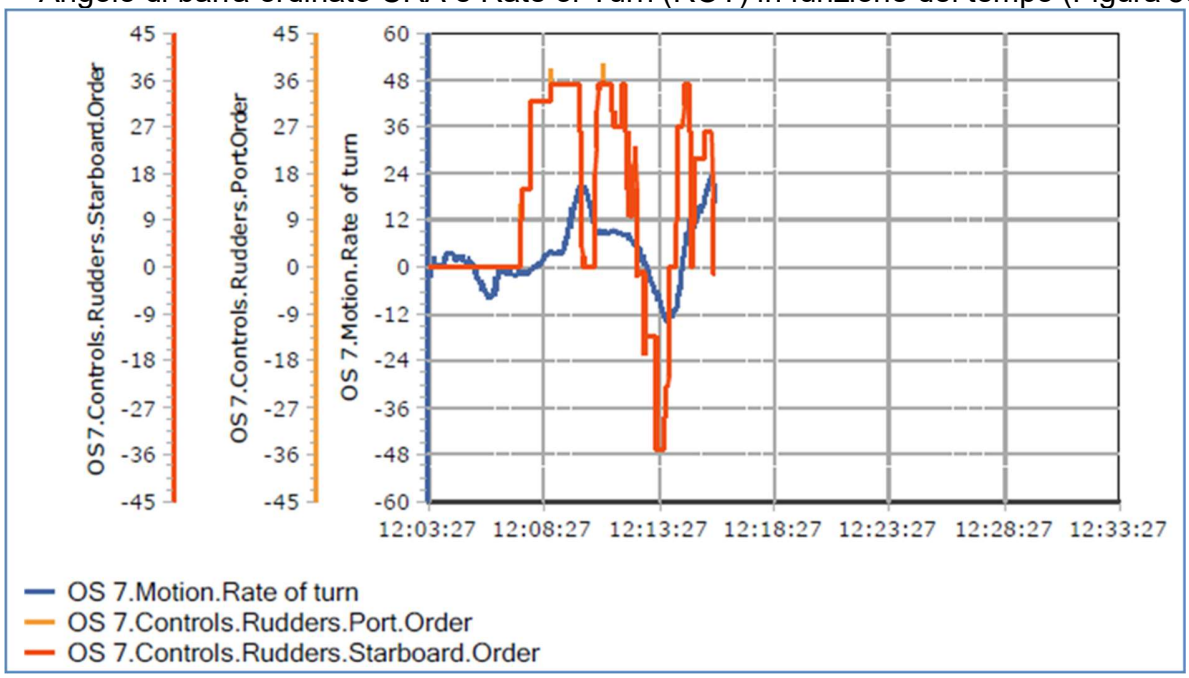


Figura 83

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 84)

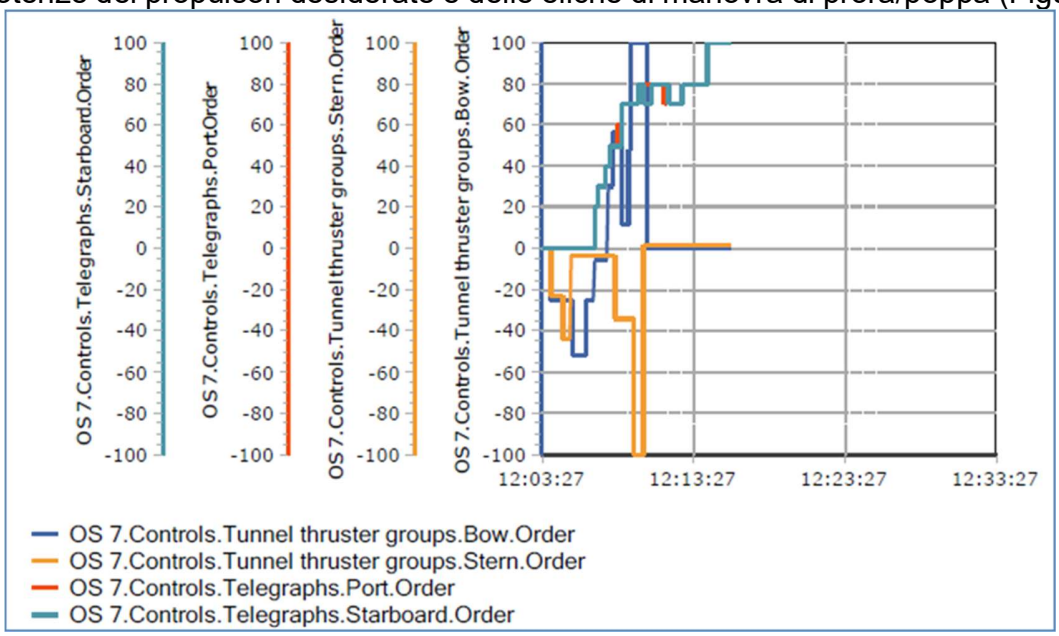


Figura 84

- Dati anemometrici ed anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 85)

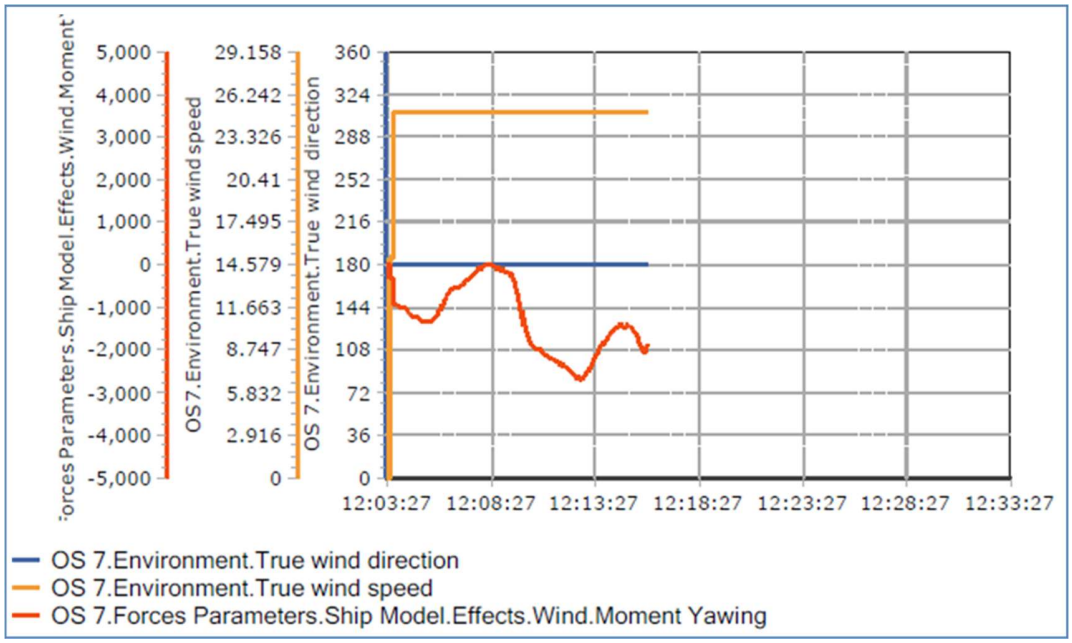


Figura 85

La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 34 m dal molo S.Cataldo (Figura 86).



Figura 86

Utilizzo TUG:

- Viene impiegato un solo tug (TUG 1) nella manovra di disormeggio
- Tra le 12:04 e 12:10, si alternano spinte (PUSH) con potenza tra 0% e 100% per agevolare la manovra di disormeggio
- 12:10 termina il servizio di assistenza del rimorchiatore impiegato

Sedicesima prova

r) La sedicesima prova è stata una manovra di ingresso nell'area portuale del modello-nave *"Car carrier 4"*, accostata a dritta con evoluzione nel *"Bacino Grande"* ed ormeggio finale fianco sinistro poppa a terra. Condizioni meteomarine: vento d'intensità 22 kn da 180° e onda *"bad"*.

L'esercitazione è stata **interrotta per un contatto** con un modello-nave ormeggiato nel molo nord della darsena di ponente nell'istante 30':00'' di simulazione.

La **successiva** prova diciassette è stata ripresa dall'evoluzione nel *"Bacino Grande"* (Figura 87).

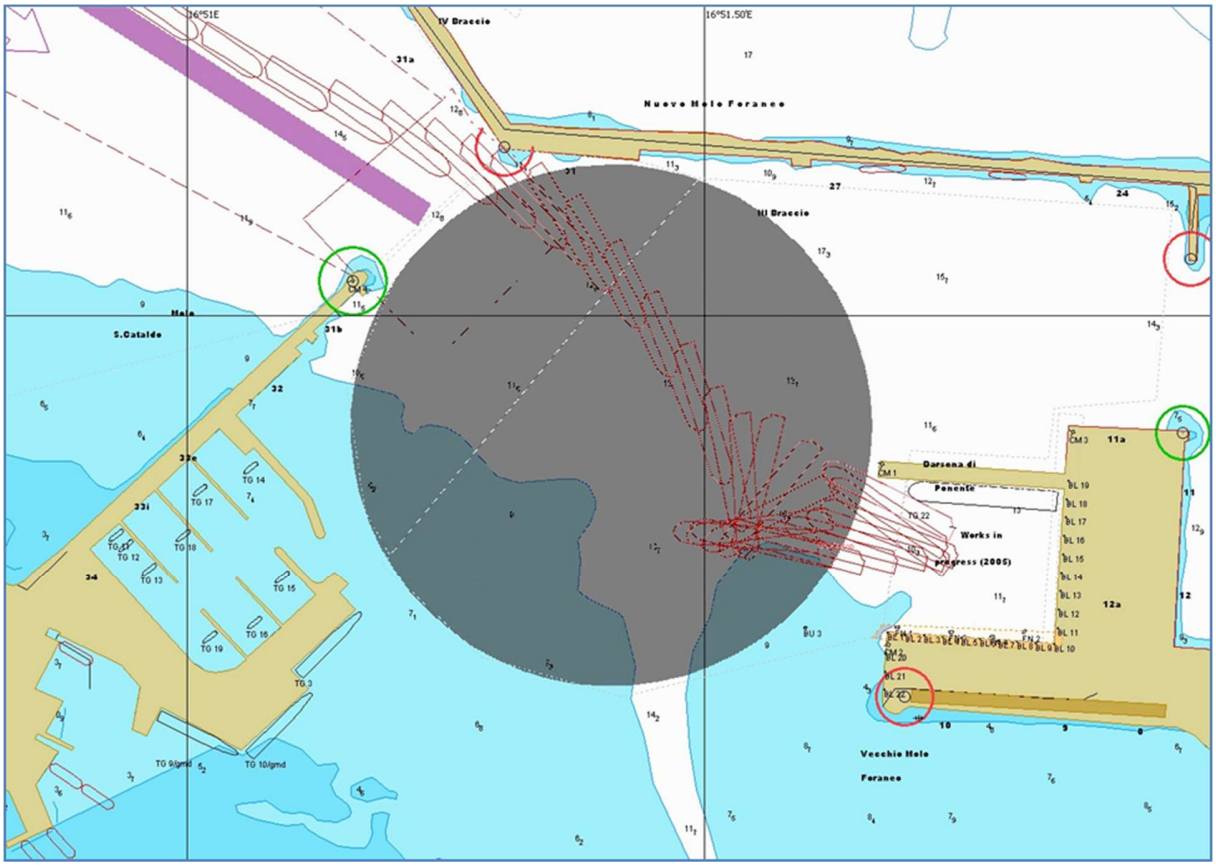


Figura 87

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 88)

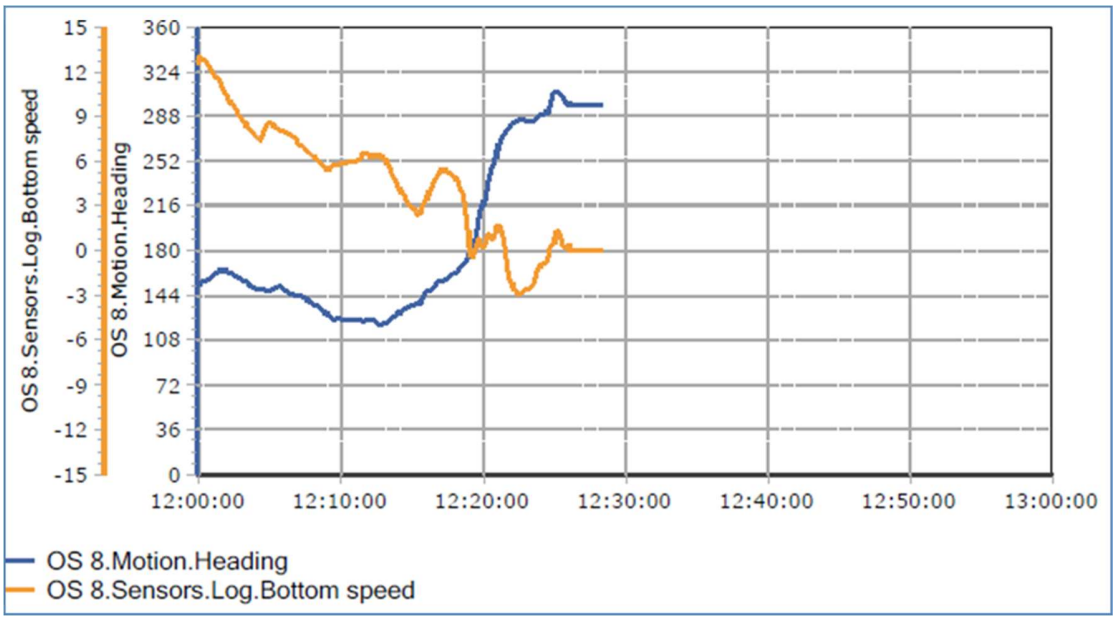


Figura 88

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 89)

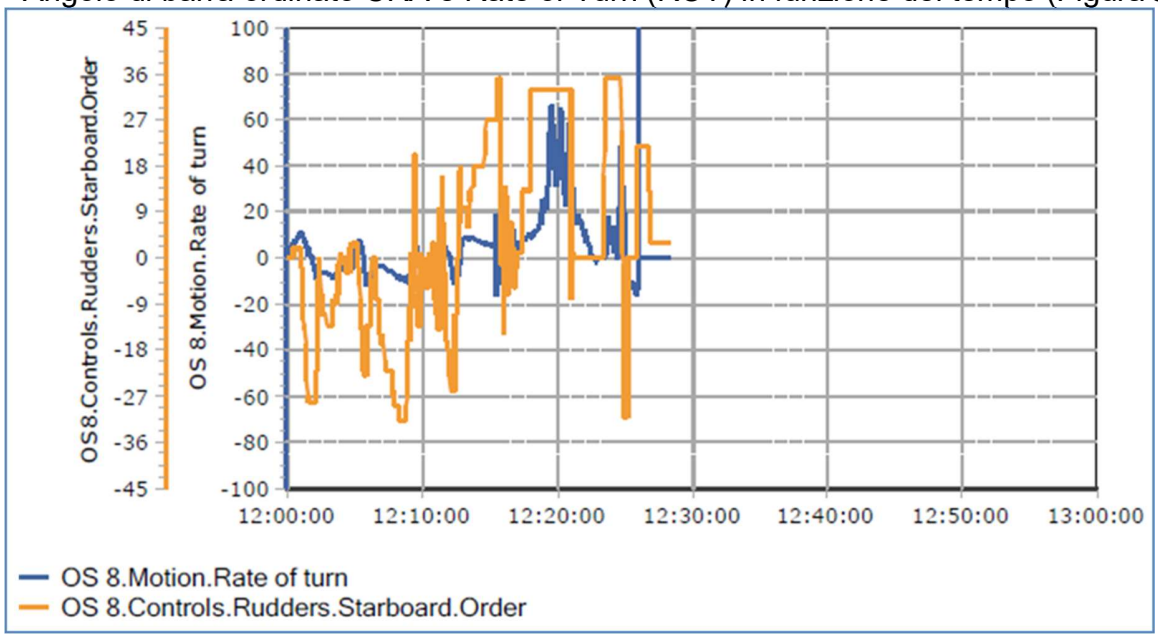


Figura 89

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 90)

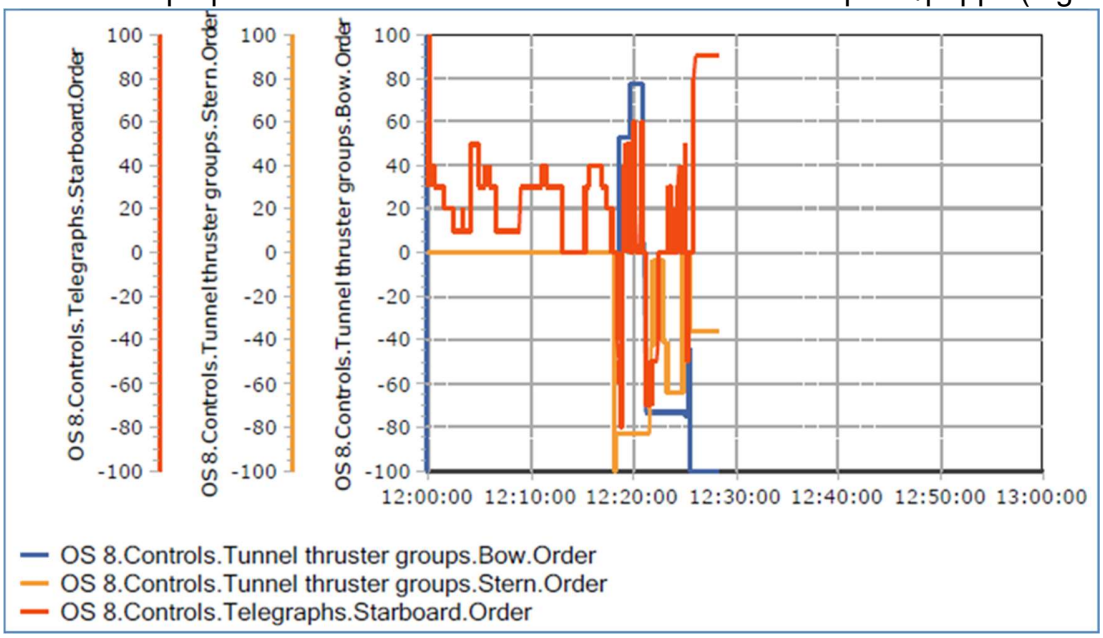


Figura 90

- Dati anemometrici ed anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 91)

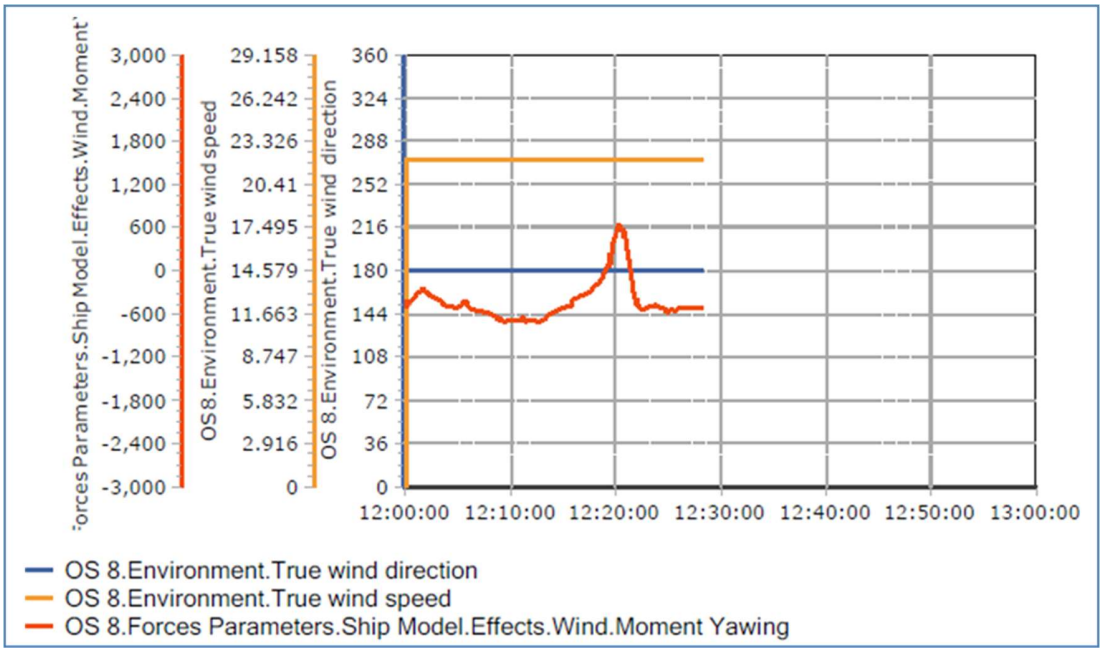


Figura 91

Il modello-nave è entrato in contatto con un modello-nave ormeggiato nel molo nord della darsena di ponente (Figura 92).

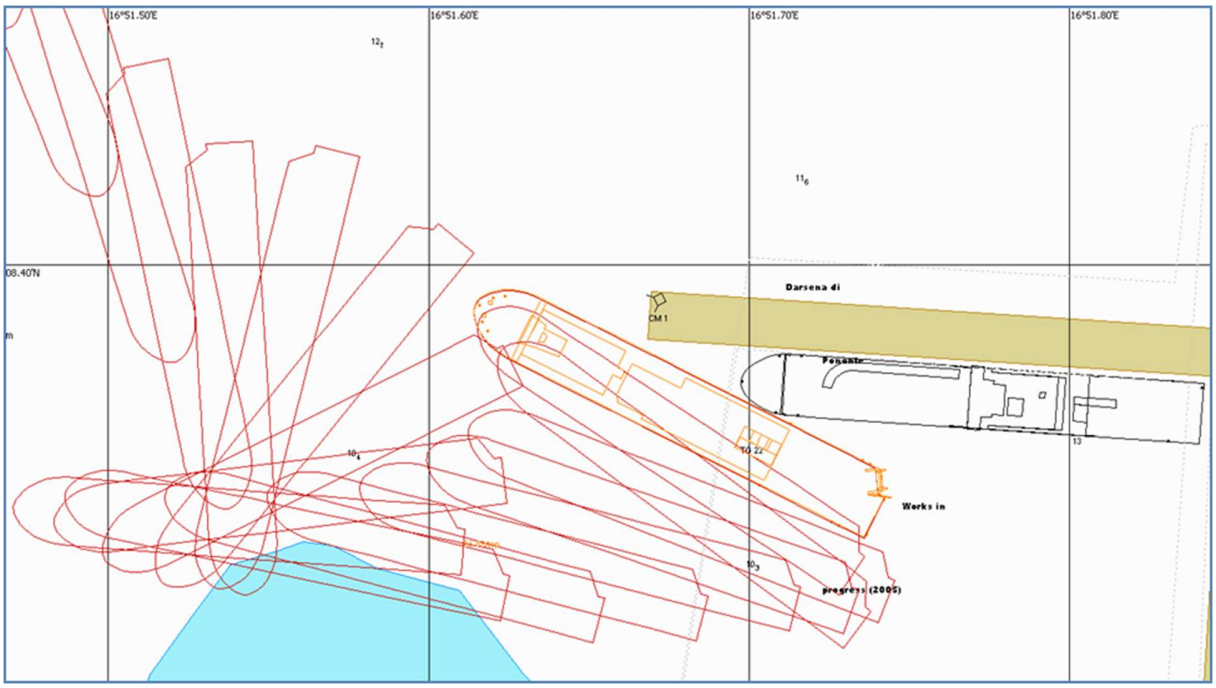


Figura 92

Utilizzo TUG: TUG presenti nello scenario di simulazione ma non utilizzati.

Diciassettesima prova

s) La diciassettesima prova è stata una manovra di ingresso nell'area portuale del modello-nave *"Car carrier 4"*, accostata a dritta con evoluzione nel *"Bacino Grande"* ed ormeggio finale fianco sinistro poppa a terra.

Condizioni meteomarine:

- vento d'intensità 22 kn da 180° e
- onda *"bad"*.

Tale prova ha avuto inizio nell'intorno dell'istante 16':44'' di simulazione a completamento della precedente sedicesima prova (Figura 93).

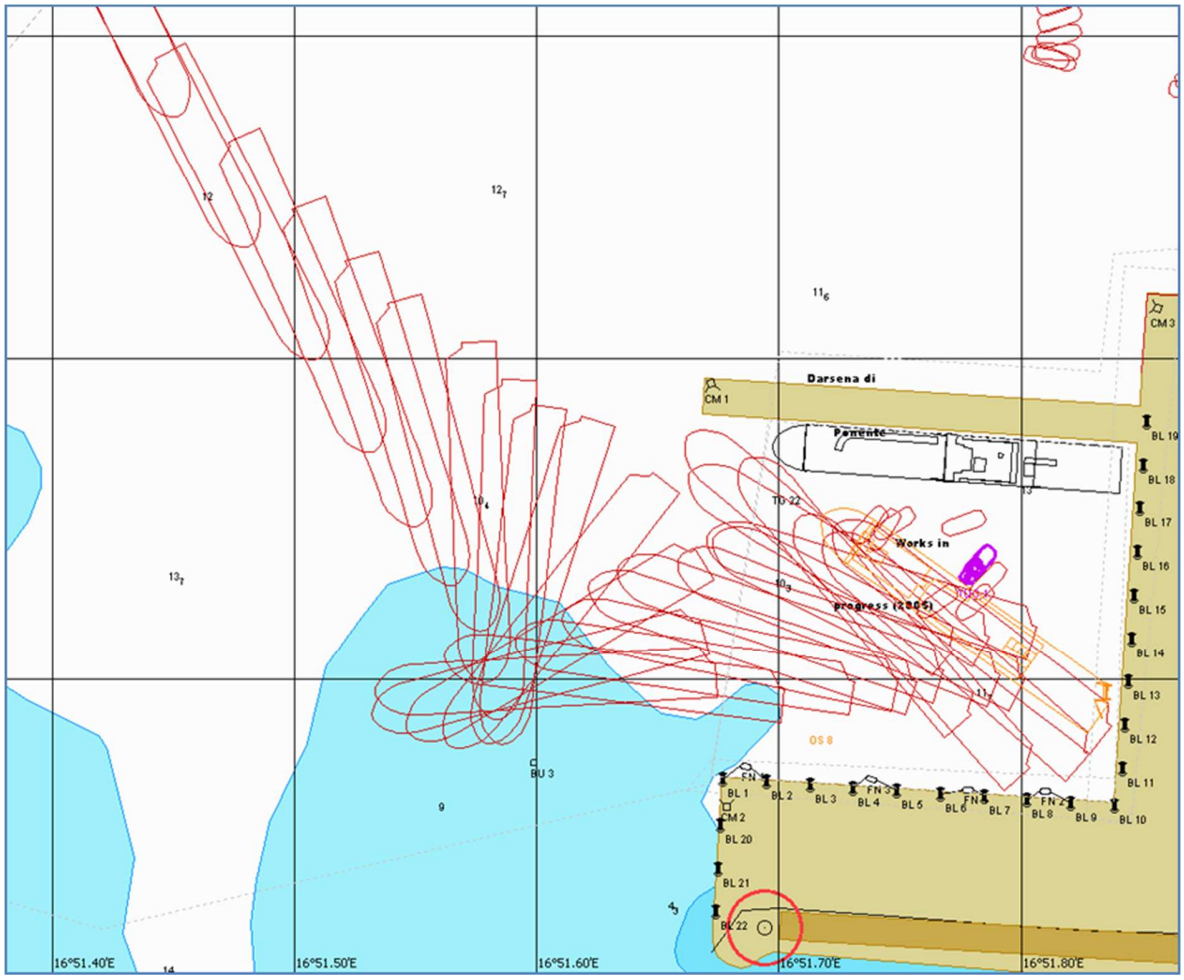


Figura 93

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 94)

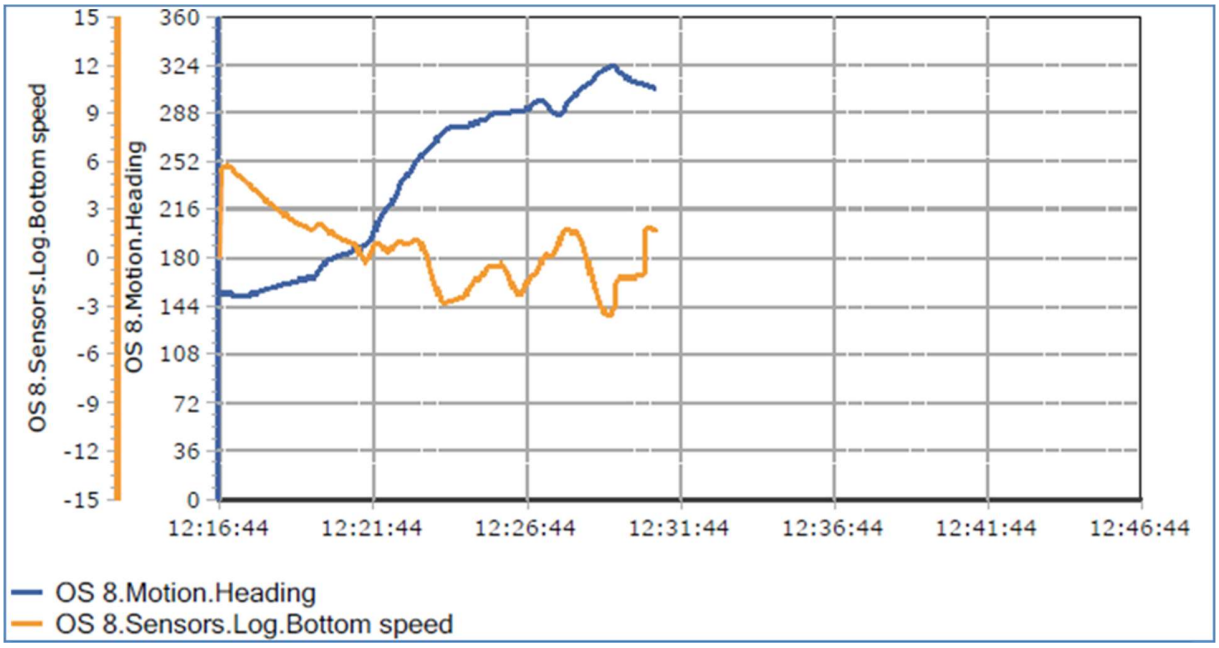


Figura 94

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 95)

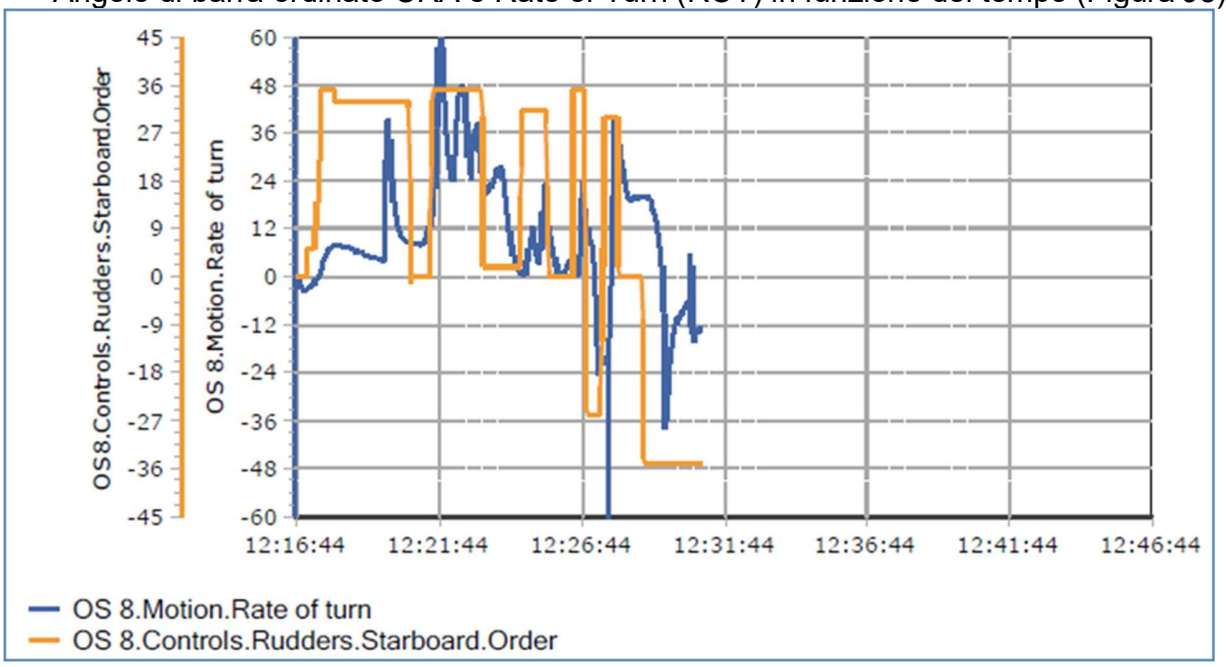


Figura 95

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 96)

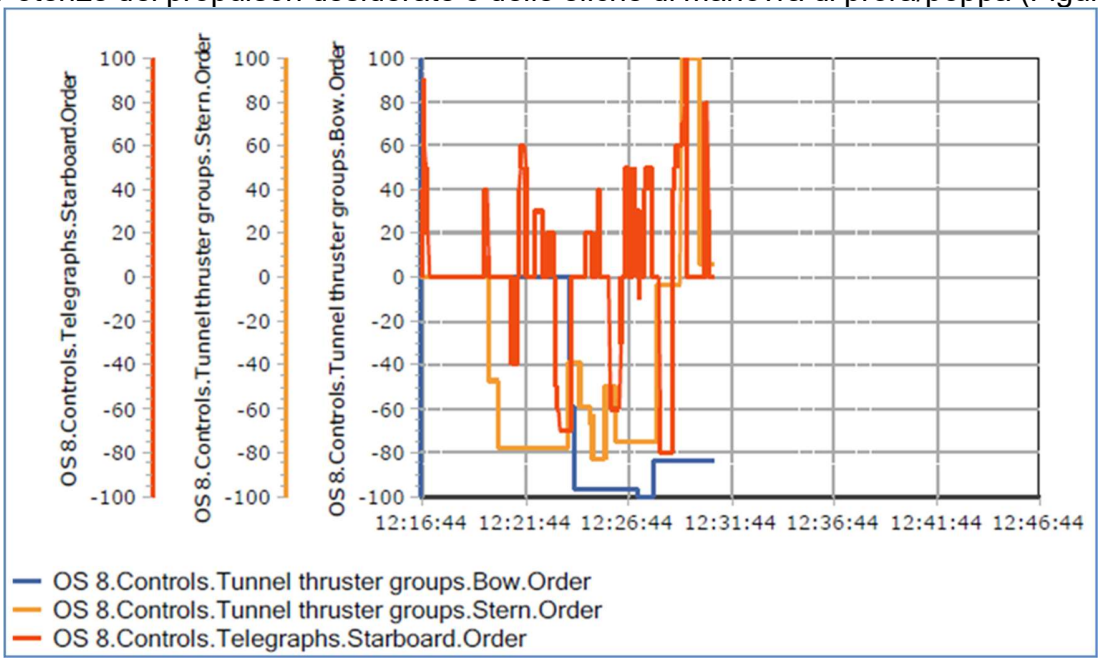


Figura 96

- Dati anemometrici, anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 97)

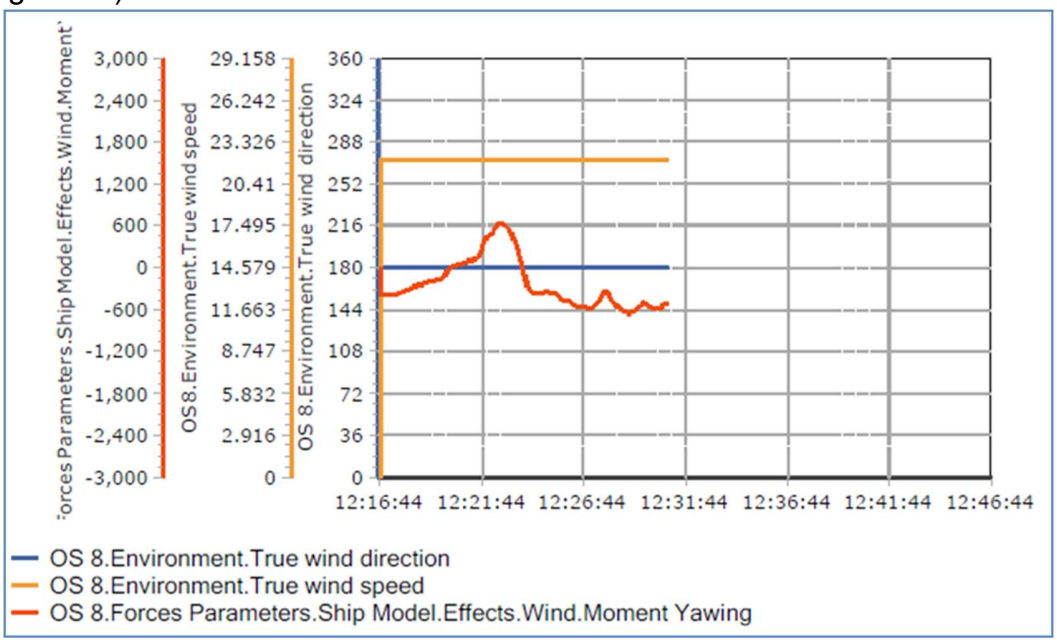


Figura 97

La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 03 m dal molo nord della *"Darsena di Ponente"* (Figura 98).



Figura 98

Utilizzo TUG:

- Dalle 12:27 alle 12:30 viene utilizzato un rimorchiatore (TUG 1) nel tentativo di facilitare la manovra di ormeggio;
- OWN SHIP collide diverse volte con la banchina;
- La prova termina alle 12:30;

Diciottesima prova

t) La diciottesima prova è stata una manovra di ingresso nell'area portuale del modello-nave *"Ro-Ro passenger ferry 8"*, accostata a dritta con evoluzione nel *"Bacino Grande"* ed ormeggio finale fianco sinistro poppa a terra.

Condizioni meteomarine:

- vento d'intensità 22 kn da 180° e
- onda *"bad"* (Figura 99).

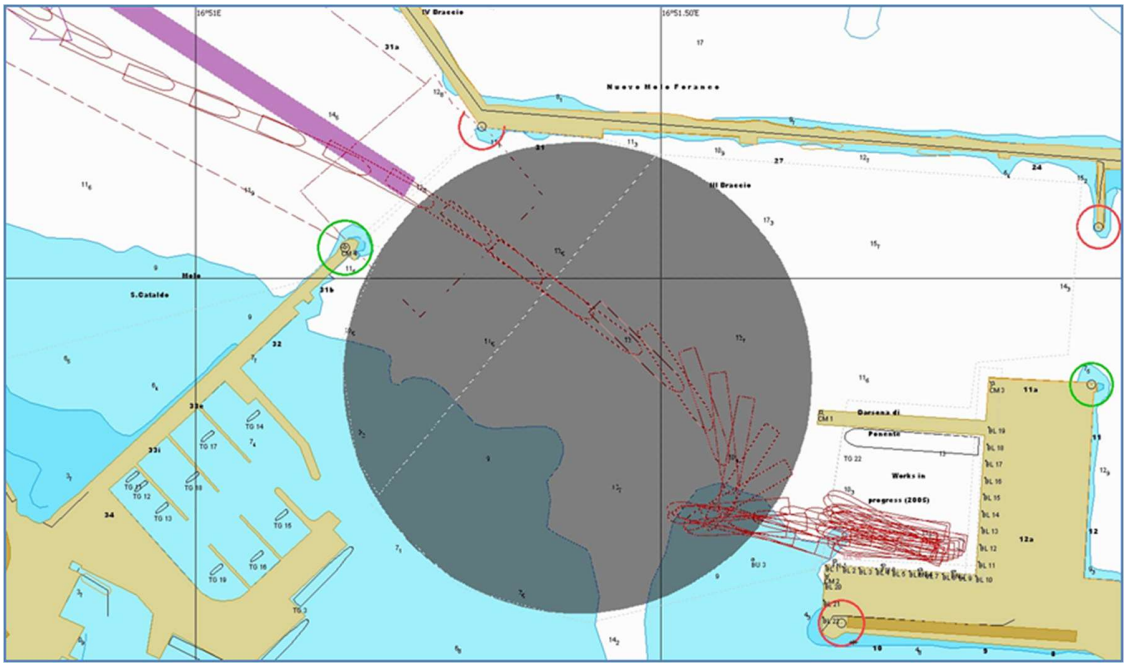


Figura 99

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 100)

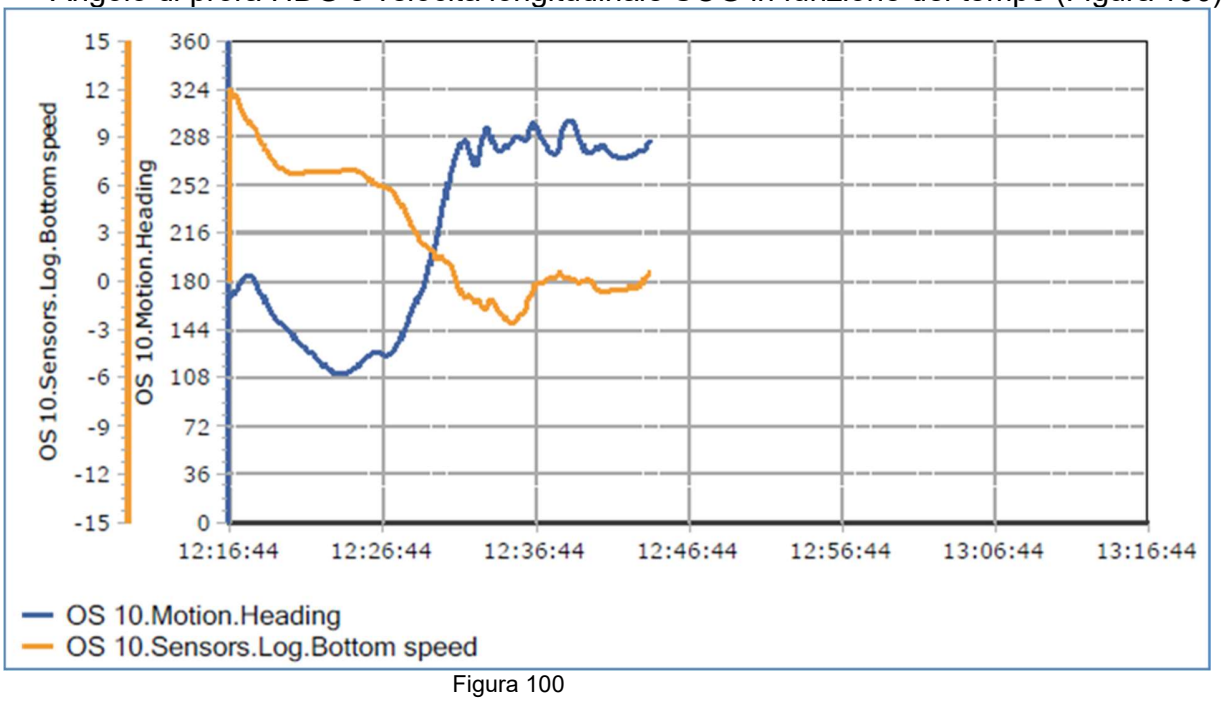


Figura 100

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 101)

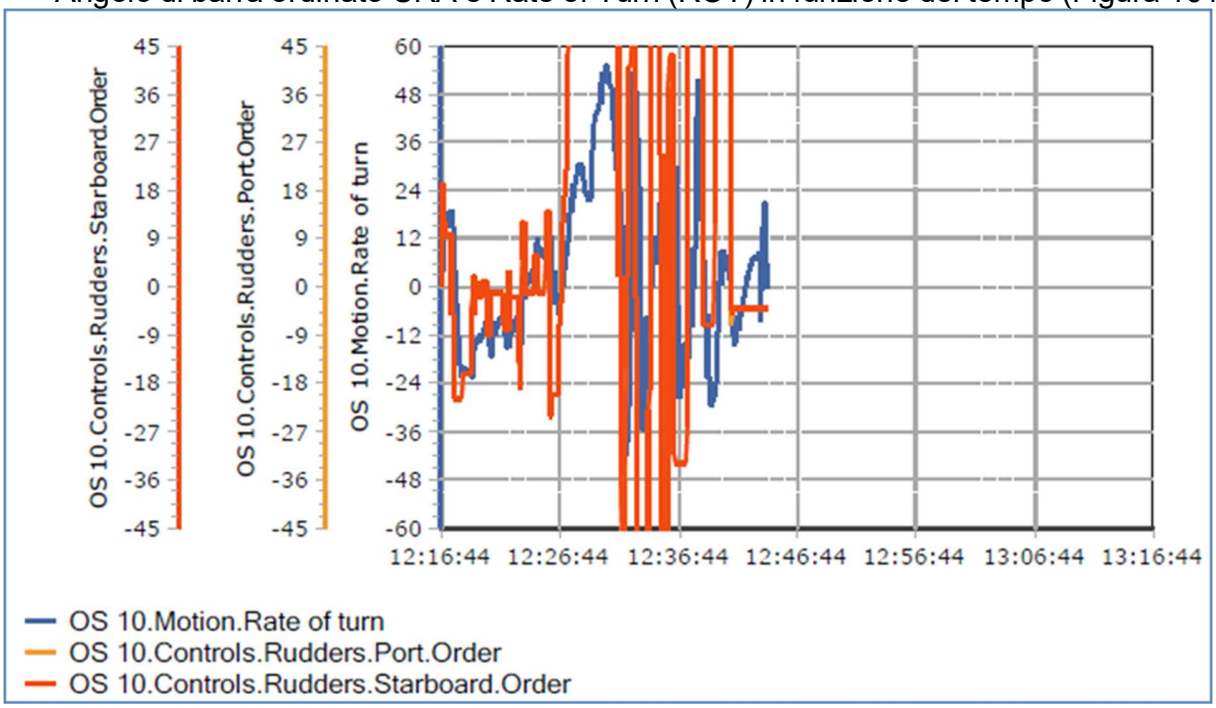


Figura 101

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 102)

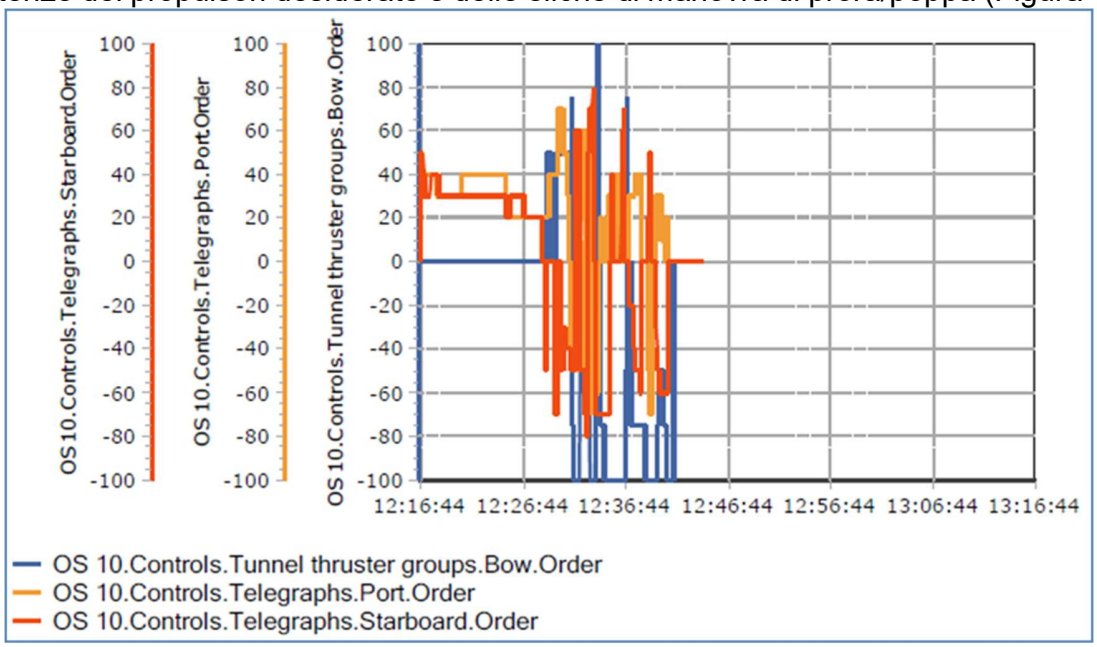


Figura 102

- Dati anemometrici ed anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 103)

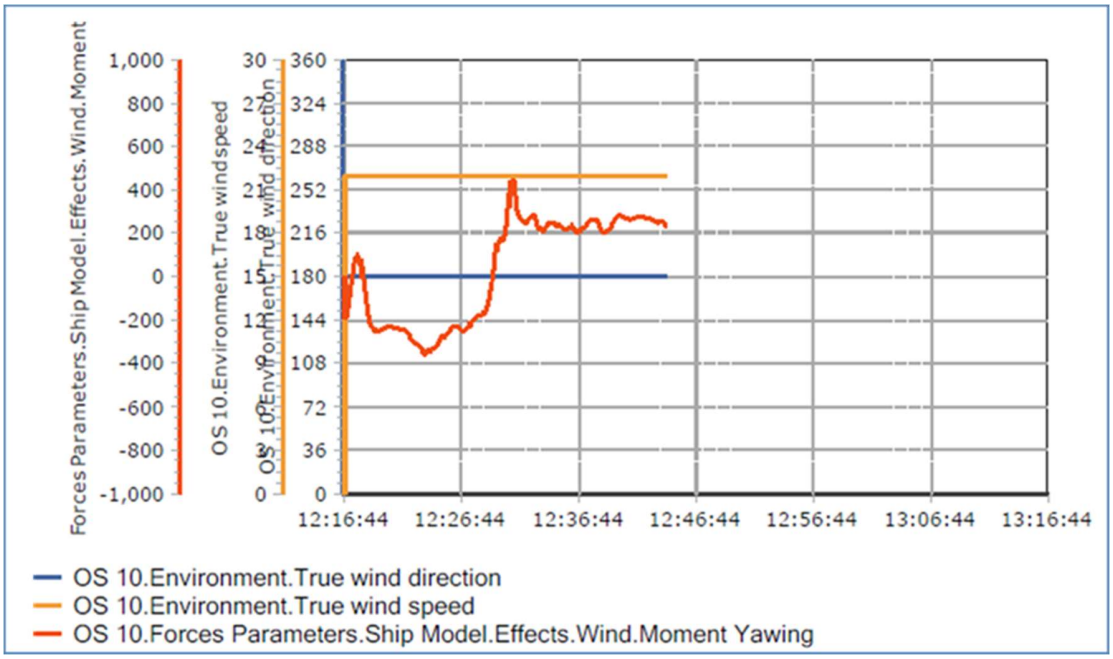


Figura 103

La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 5 m dal molo sud della *"Darsena di Ponente"* (Figura 98).

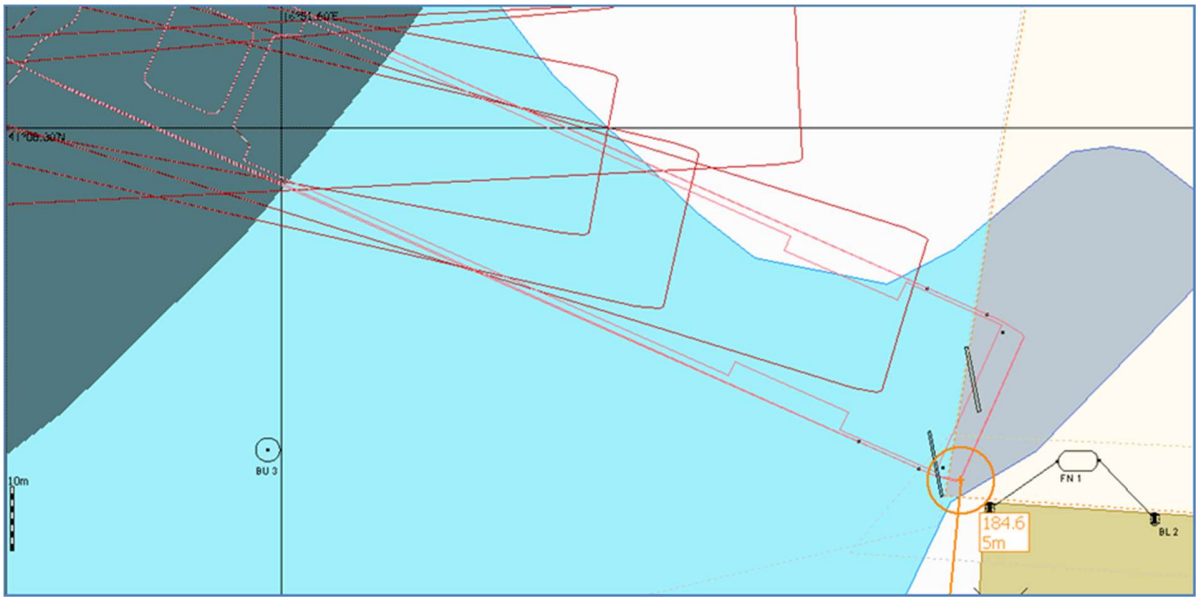


Figura 104

Utilizzo TUG: no rimorchiatori nello scenario.

Diciannovesima prova

u) La diciannovesima prova è stata una manovra di ingresso nell'area portuale del modello-nave *"Ro-Ro passenger ferry 10"*, accostata a dritta con evoluzione nel *"Bacino Grande"* ed ormeggio finale in *"Darsena Interna"* fianco dritto poppa a terra.

Condizioni meteomarine:

- vento d'intensità 15 kn da 360° e
- mare calmo.

v) L'esercitazione **è stata interrotta** per **un contatto con un modello-nave** ormeggiato in darsena di ponente nell'intorno dell'istante 25':00'' di simulazione. La successiva prova ventesima è stata ripresa dall'evoluzione nel *"Bacino Grande"* (Figura 105). Il modello nave ha ingombro all'accosto 10 pari a 380 m.

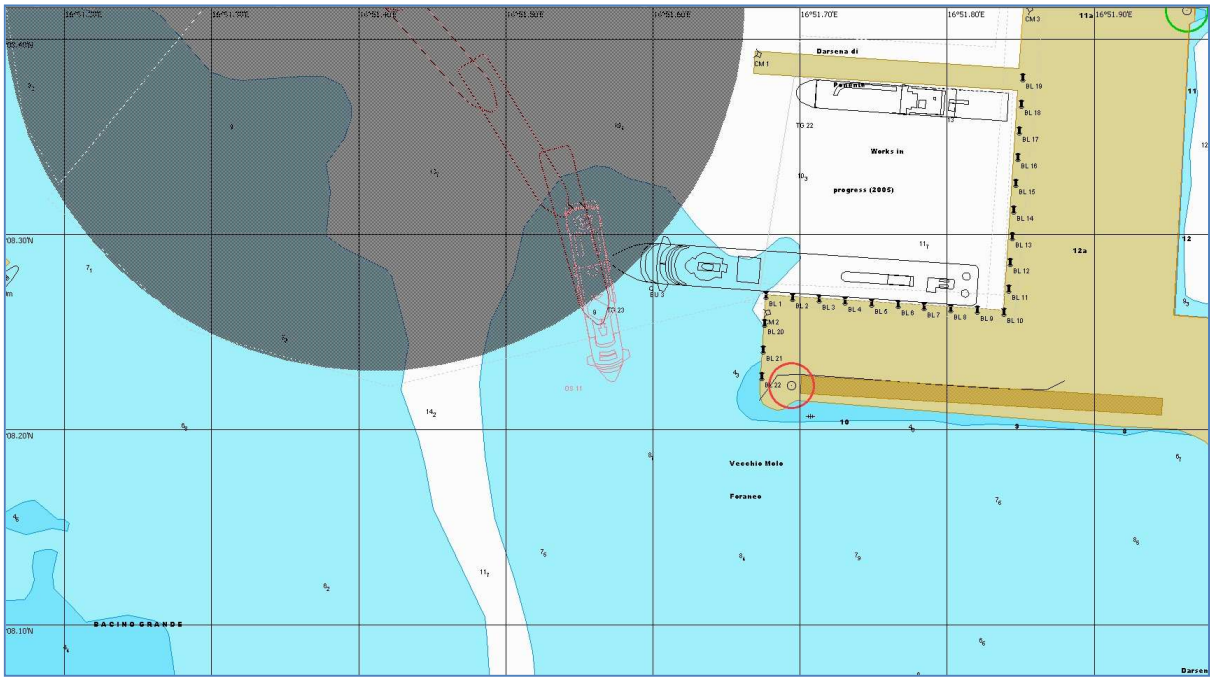


Figura 105

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 106)

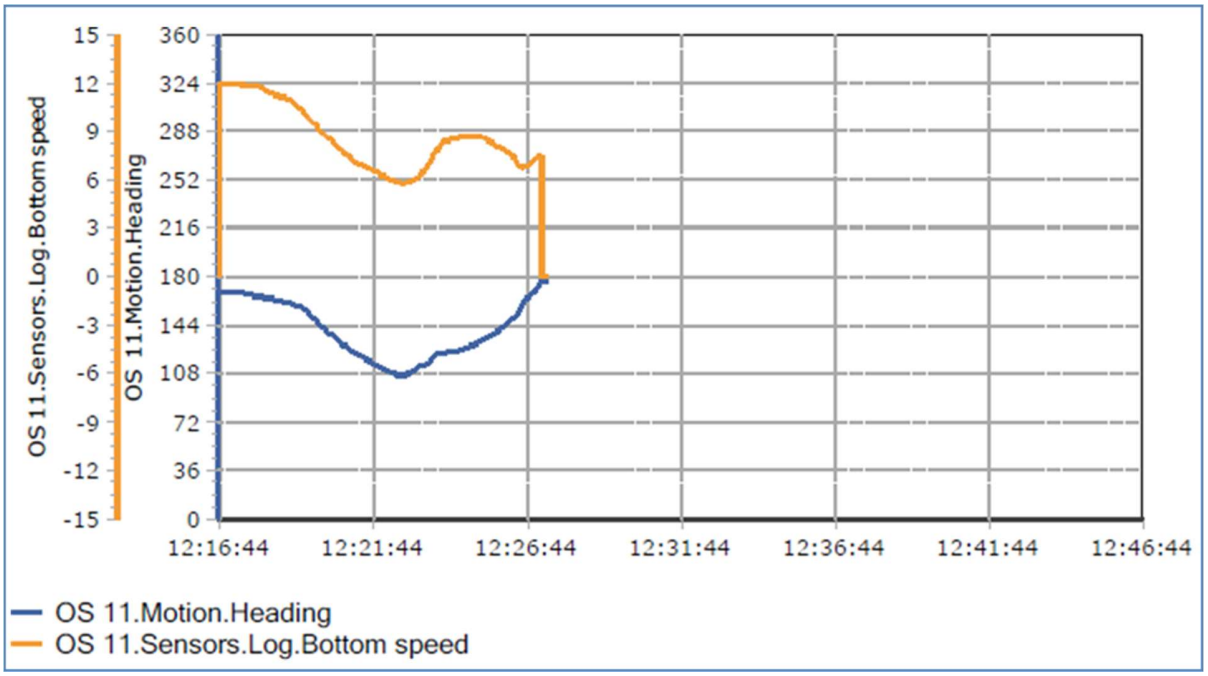


Figura 106

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 107)

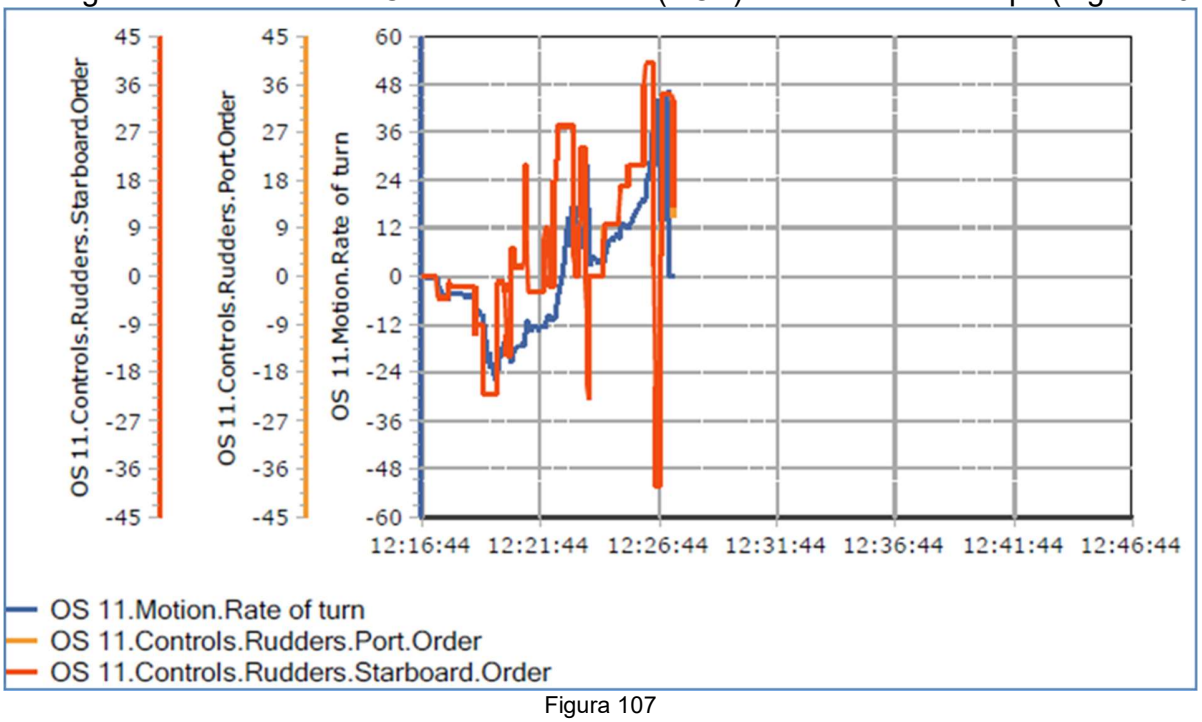


Figura 107

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 108)

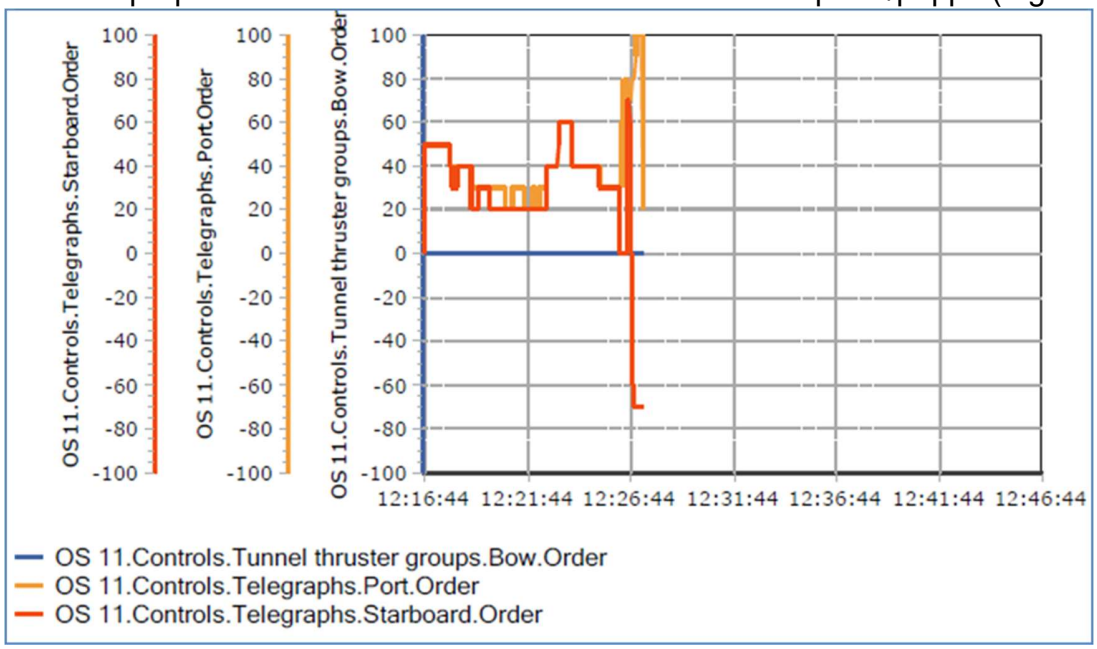


Figura 108

- Dati anemometrici ed anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave (Figura 109)

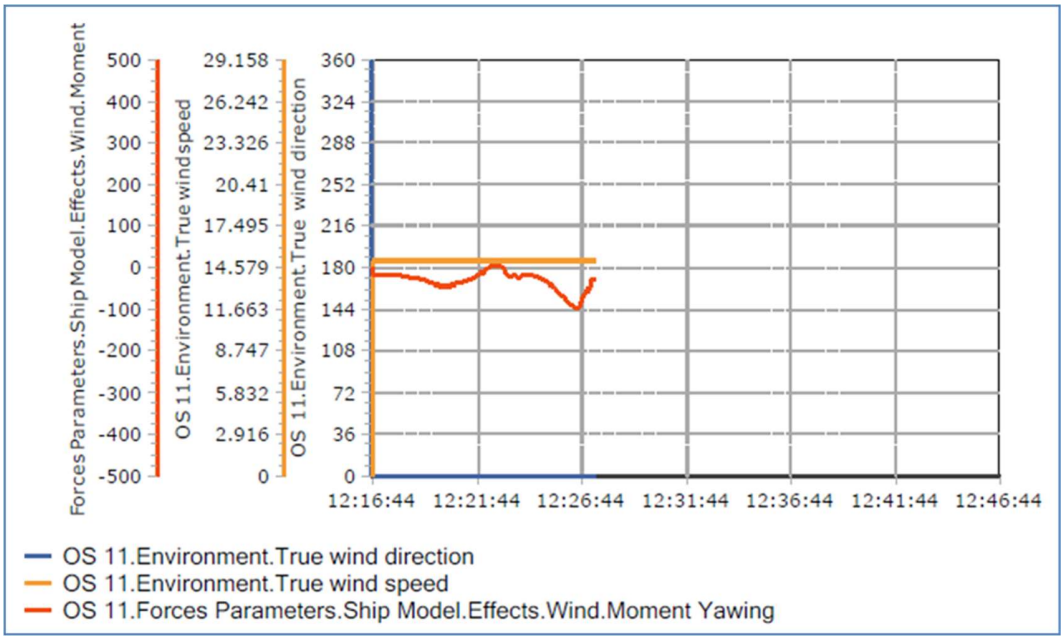


Figura 109

Il modello-nave è entrato in contatto con un modello-nave (lunghezza 360 m) ormeggiato nel molo sud della darsena di ponente (Figura 110).

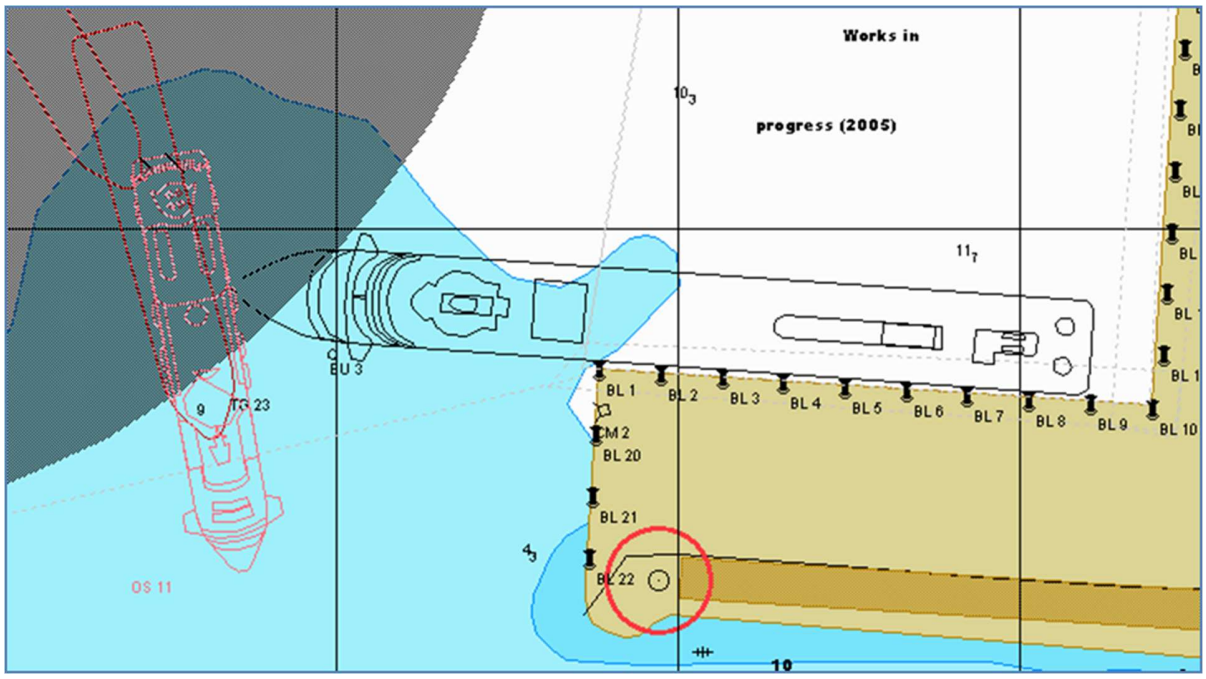


Figura 110

Utilizzo TUG: rimorchiatori non utilizzati sebbene presenti nello scenario.

Ventesima prova

w)La ventesima prova è stata una manovra di ingresso del modello-nave *"Ro-Ro passenger ferry 10"* nell'area portuale, accostata a dritta con evoluzione nel *"Bacino Grande"* ed ormeggio finale in *"Darsena Interna"* fianco dritto poppa a terra. Condizioni meteomarine: vento d'intensità 15 kn da 360° e mare calmo.

Tale prova ha avuto inizio nell'intorno dell'istante 25':00'' di simulazione **a completamento della precedente diciannovesima prova** (Figura 111).

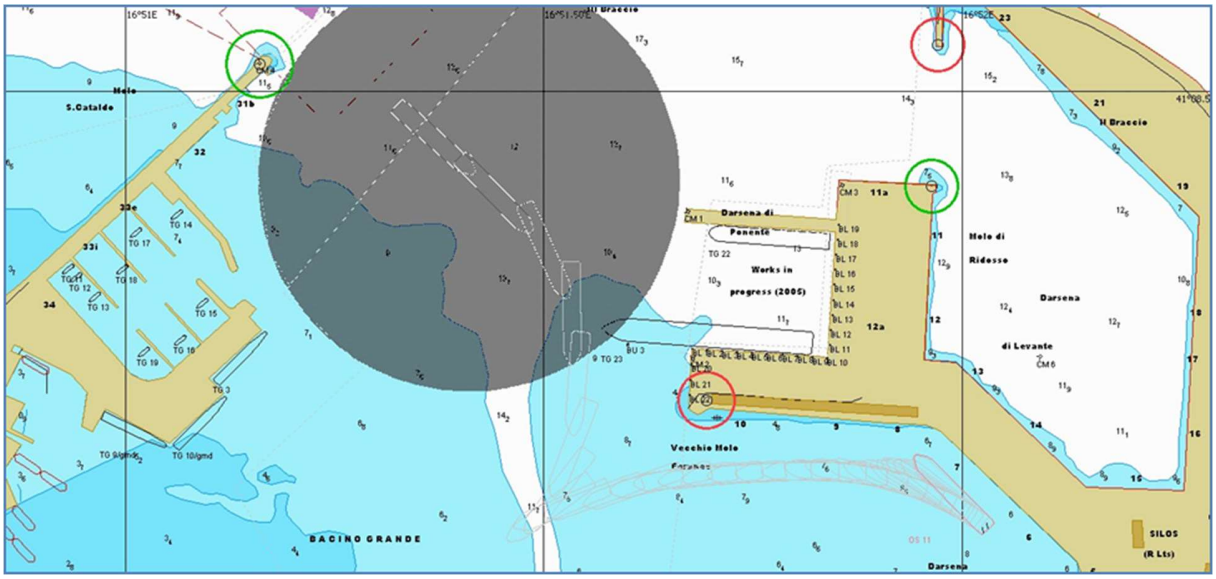


Figura 111

- Angolo di prora HDG e velocità longitudinale SOG in funzione del tempo (Figura 112)



Figura 112

- Angolo di barra ordinato CRA e Rate of Turn (ROT) in funzione del tempo (Figura 113)

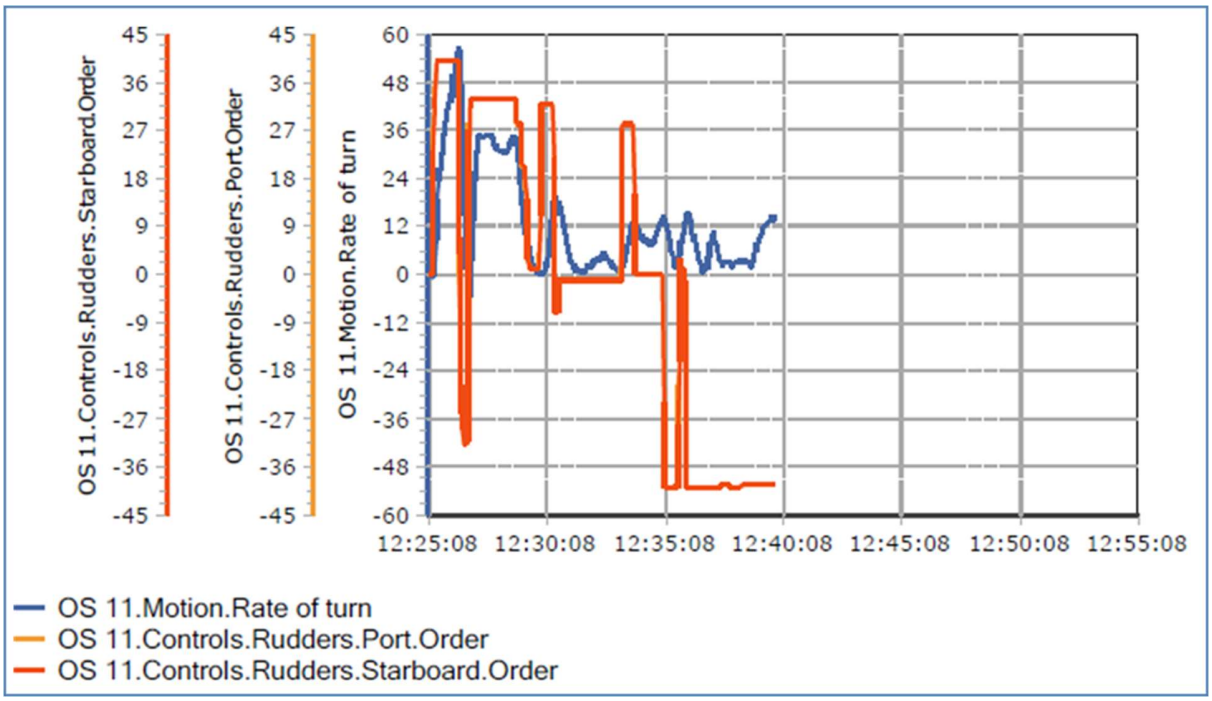


Figura 113

- Potenze dei propulsori desiderate e delle eliche di manovra di prora/poppa (Figura 114)

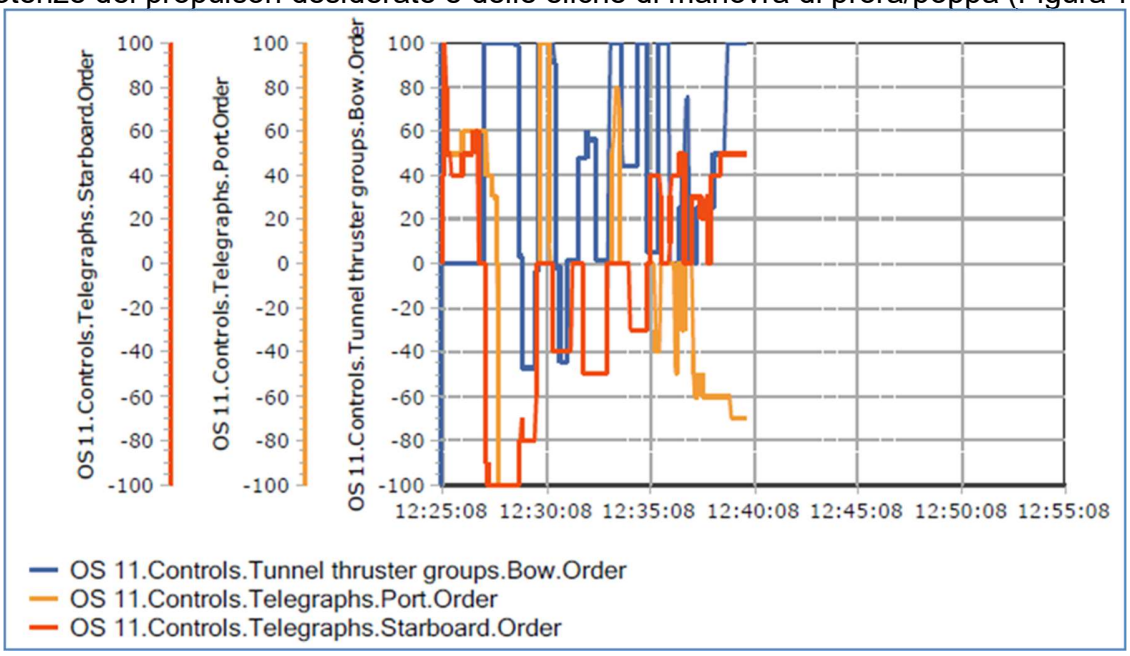


Figura 114

- Dati anemometrici ed anemoscopici e relativo momento di imbardata generato dall'azione del vento (*Wind Moment Yawing*) sul piano di deriva del modello-nave

(Figura 115)

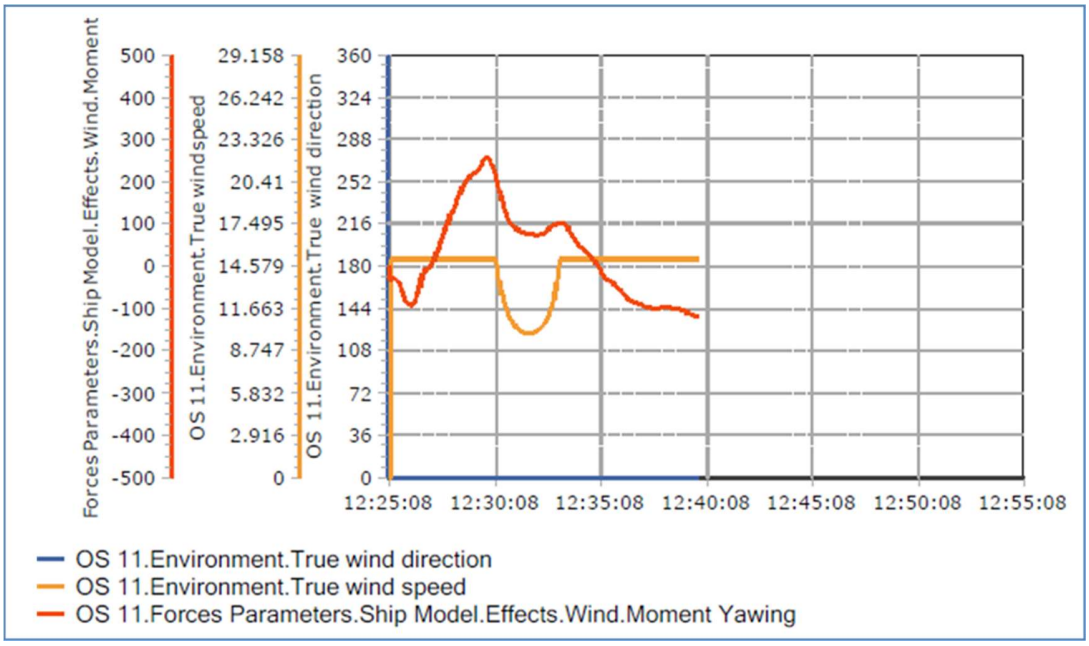


Figura 115

La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 22 m da un modello-nave ormeggiato (lungo 360 m) nel molo sud della darsena di ponente (Figura 116).

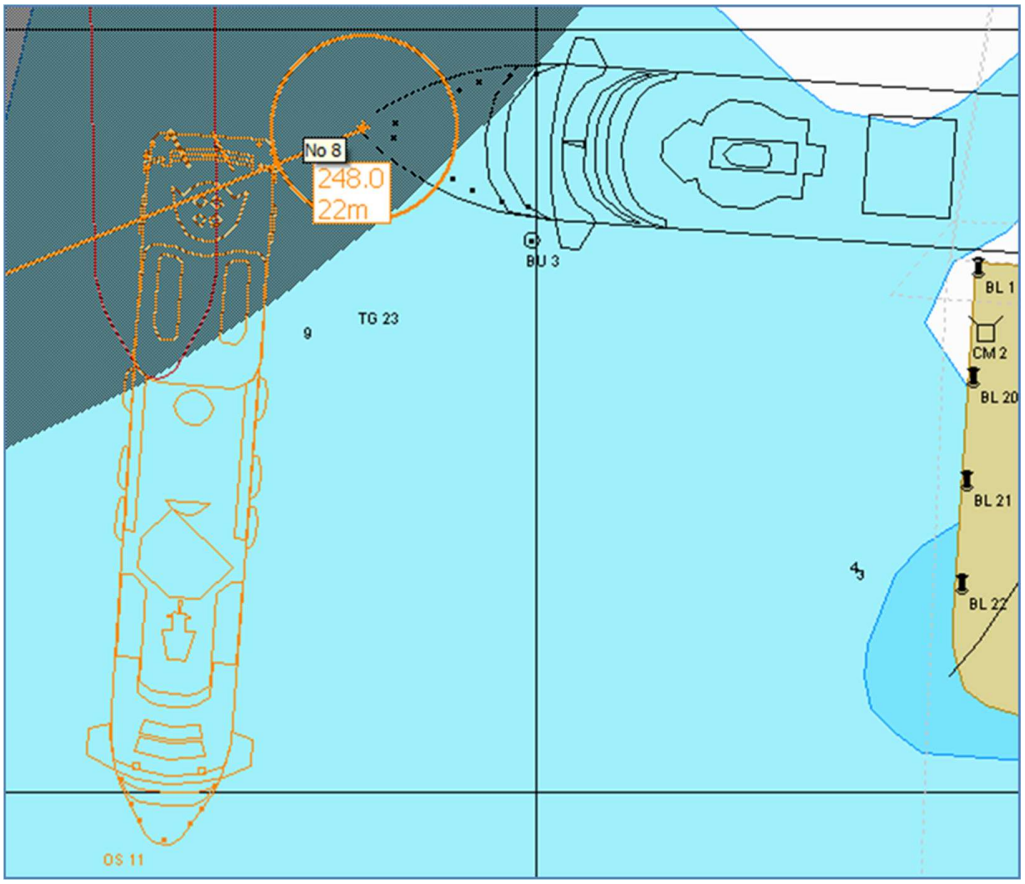


Figura 116

Utilizzo TUG: no rimorchiatori nello scenario.

CONSIDERAZIONI FINALI E PARERE SINTETICO DEL CAPO PILOTI BARI

Dall'analisi delle registrazioni delle manovre effettuate in data 10 ed 11 dicembre 2019 con i modelli-nave simulati: *Fantasy 233338"*, *"Car carrier 4"*, *"Ro-Ro passenger ferry 8"* e *"Ro- Ro passenger ferry 10",* nell'area portuale di Bari, si riportano le seguenti considerazioni finali:

- **Prima prova:** La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 30 m in testata del molo S. Cataldo;
- **Seconda prova:** L'esercitazione è stata interrotta per un contatto del modello-nave con la testata del molo S. Cataldo*;*
- **Terza prova:** La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 28 m dal dolphin BU2*;*
- **Quarta prova:** La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 25 m dal nuovo molo foraneo;
- **Quinta prova:** La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 21 m dal dolphin BU2*;*
- **Sesta prova:** La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 24 m dal nuovo molo foraneo*;*
- **Settima prova:** Il modello-nave è entrato in contatto con il dolphin BU2*;*
- **Ottava prova:** La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 42 m dal molo nord della darsena di ponente*;*
- **Nona prova:** La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 70 m dal molo nord della darsena di ponente;
- **Decima prova:** Il modello-nave è entrato in contatto con il dolphin BU2;
- **Undicesima prova:** La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 38 m dal molo nord della darsena di ponente;
- **Dodicesima prova:** La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 26 m rispetto ad un modello-nave ormeggiato nel molo nord della darsena di ponente;
- **Tredicesima prova:** La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 53 m dal molo S.Cataldo;

- **Quattordicesima prova:** La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 47 m da un modello-nave ormeggiato al molo nord della darsena di ponente;
- **Quindicesima prova:** La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 34 m dal molo S. Cataldo;
- **Sedicesima prova:** Il modello-nave è entrato in contatto con un modello-nave ormeggiato nel molo nord della darsena di ponente;
- **Diciassettesima prova:** La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 03 m dal molo nord della *"Darsena di Ponente";*
- **Diciottesima prova:** La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 05 m dal molo sud della *"Darsena di Ponente";*
- **Diciannovesima prova:** Il modello-nave è entrato in contatto con un modello-nave (ingombro totale 380 m) ormeggiato nel molo sud della darsena di ponente;
- **Ventesima prova:** La distanza minima registrata del modello-nave durante le varie fasi di questa manovra è stata di 22 m da un modello-nave ormeggiato nel molo sud della darsena di ponente.

Tutte le simulazioni si sono svolte in condizioni di visibilità buona.

Considerazioni sintetiche del Consulente Idraulico/Marittimo

Lo scrivente, prof. Giuseppe Tomasicchio, è stato presente a tutte le simulazioni condotte.

A seguito dell'analisi dei risultati, concludo che le opere di cui la variante localizzata prevede la realizzazione lungo il molo San Cataldo non hanno inficiato sia le manovre delle unità da crociera, anche di dimensioni importanti, come quella adottata nelle simulazioni, da e per la darsena di Ponente, sia le manovre da e per la darsena interna della unità Ro-Pax, anche in condizioni meteomarine fortemente avverse.

Alcune delle manovre della nave da crociera sono state rese più impegnative o sono fallite a causa della presenza del pontile di lunghezza 250 m radicato ortogonalmente alla banchina n. 11 e parallelo alla banchina n. 10 di ormeggio per le navi da crociera.

Di seguito si relaziona sinteticamente sulle 6 manovre fallite:

Test n. 4 (parte 1 dell'esercizio 3): si verifica l'urto del rimorchiatore di poppa contro il pontile non avendo più acqua per sopravventare la nave con vento da nord 25 nodi;

Test n. 7 (parte 2 dell'esercizio 4): urto della nave con il pontile a dritta zona centrale dovuto all'azione del vento da nord ovest 25 nodi;

Test n. 10 (parte 1 dell'esercizio 5): urto della nave lato dritta al centro per effetto del vento da sud est 25 nodi (che allontana la nave dall'ormeggio previsto);

Test n. 16 (parte dell'esercizio 10): urto dell'unità in manovra con la nave ormeggiata al pontile (lato sud) a causa del vento da sud 22 nodi;

Test n. 17 (parte 2 dell'esercizio 10): urto del rimorchiatore di poppa con la banchina;

Test n. 19: durante l'evoluzione a dritta per accedere a marcia indietro alla darsena interna (S. Vito), l'unità in manovra urta la nave LOA 360 m ormeggiata alla banchina n. 10 e sporgente dalla testata (di 380 m).

In definitiva, la previsione del pontile radicato alla banchina n. 11 pone l'esigenza di un successivo approfondimento in merito alla lunghezza che esso potrà assumere; infatti, alcune delle manovre sono state eseguite con maggiore difficoltà. In fase di progettazione dell'opera, sarà opportuno eseguire valutazioni di maggiore dettaglio, anche avvalendosi di nuove specifiche simulazioni di manovra, mirate ad individuare la più adeguata lunghezza che dovrà assumere il pontile, tenendo in conto le caratteristiche delle navi (di lunghezza oltre 170 m) che già oggi ormeggiano, in andana, alla banchina 11.



TABELLA DI SINTESI

	Log Ship's Handling	TIME		WIND		WAVE		WAVE VELOCITY AND DIRECTION						
Test Run	Ship's Type	Start	End	Strenght	Direction	strenght	period	Molo Esterno	Imb. Est. P1	Imb. Int. P2	Cerc.Evol. P3	Banch10 P4	Scope of Test	Test result
DAY 1 December 11th 2019 – (Familiarization Tests)														
0	Passenger ship	08:17	08:49	25 kn	0°	severe	9 sec		0	0	0	0	maneuvering familiarization	
0	Passenger ship	09:23	09:38	25 kn	0°	severe	9 sec	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0	0	maneuvering familiarization tested drift in open sea	Satisfactory
0	Passenger ship	09:39	09:51	25 kn	0°	3,5 m	10 sec	1 kn - 0°	1 kn - 0°	1 kn - 0°	1 kn - 0°	1 kn - 0°	maneuvering familiarization - tested drift in open sea	Satisfactory
0	Passenger ship	09:39	10:03	25 kn	0°	0	0	0	0	0	0	0	maneuvering familiarization - tested drift in open sea	Satisfactory
DAY 1 December 11th 2019 – (Actual Tests)														
1	Passenger ship	10:10	11:10	5 kn	330°	0	0		0	0	0	0	mooring at Berth nr. 10	Satisfactory
2	Passenger ship	11:20	11:36	25 kn	0°	severe	0	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0	0	mooring at Berth nr. 10	**Fail:** ship maneuvering problem **(Impact with the green light at port entrance)**
		11:38	12:25	25 kn	0°	severe	0	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0	0	mooring at Berth nr. 10	Satisfactory
3	Passenger ship	12:30	12:50	25 kn	0°	very severe	9 sec	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0	0	mooring at Berth nr. 10	**Fail**: ship maneuvering problem **(impact with Dolphin)**
		12:55	13:19	25 kn	0°	very severe	9 sec	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0	0	mooring at Berth nr. 10	Satisfactory
4	Passenger ship	13:49	14:29	25 kn	330°	severe	9 sec	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0	0	mooring at Berth nr. 10	Satisfactory Note: excess of speed at port Entrance
		14:40	15:17	25 kn	330°	severe	9 sec	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0	0	mooring at Berth nr. 10	**Fail:** ship maneuvering problem **(impact with Dolphin)**
		16:05	16:19	25 kn	330°	severe	7,5 sec	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0	0	mooring at Berth nr. 10	Satisfactory
		16:24	16:51	25 kn	330°	severe	7,5 sec	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0	0	mooring at Berth nr. 10	Satisfactory
5	Passenger ship	17:10	17:46	25 kn	155°	severe	7,5 sec	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0	0	mooring at Berth nr. 10	**Fail**: wrong thruster handling by the Pilot
		17:50	17:56	25 kn	155°	severe	7,5 sec	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0	0	mooring at Berth nr. 10	Satisfactory
DAY 2 December 12th 2019 – (Actual Tests)														
6	Passenger ship	09:28	10:10	35 Kn	0°	severe	7,5 sec	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0	0	mooring at Berth nr. 10	Satisfactory
7	Passenger ship	10:40	10:55	15 Kn	0°	severe	7,5 sec	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0	0	mooring at Berth nr. 10	Satisfactory
8	Passenger ship	10:59	11:12	25 Kn	0°	severe	7,5 sec	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0	0	mooring at Berth nr. 10	Satisfactory
9	Passenger ship	12:05	12:21	15 Kn	180°	bad	7,5 sec	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0	0	mooring at Berth nr. 10	Satisfactory
DAY 2 December 12th 2019 – (Extra tests - out of Scope of Work)														
10	Ro-Ro Car Carrier 4	12:45	13:15	22 Kn	180°	bad	7,5 sec	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°			mooring at Berth nr. 10	**Fail** : Ship Contact with Moored Ship
		13:31	13:50	22 Kn	180°	bad	7,5 sec	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°			mooring at Berth nr. 10	**Fail**: Restarted simulation from port entrance - used TUG - Stern touched the Pier
11	Ferry 8	14:22	14:50	22 Kn	180°	bad	7,5 sec	1 kn - 180°	0.5 kn - 180°	0.5 kn - 180°			mooring at Berth nr.7 (Molo San Vito)	Satisfactory

BIBLIOGRAFIA

1. S.N.A.M.E., “Principles of Naval Architecture,” Vol. 3, 1989.

2. Clarke, D., Gedling, P., Hine, G.," The Application of Manoeuvring Criteria in Hull Design Using Linear Theory," TRINA 1982, Vol. 125, pp. 45-68.

3. Inoue, S., Hirano, M., Kijima, K., "Hydrodynamic Derivatives on Ship Manoeuvring," I.S.P., Vol. 28, May 1981, N° 321, pp.112-125.

4. Sheng. Z. Y., Contribution to the Discussion of the Manoeuvrability Committee Report, Proceedings of 16th ITTC, Leningrad, 1981.

5. Tang, Z., Shi. L.,"Wind Coefficients for Fifteen Ship Models

6. Aage, C., ”Wind Coefficients for Nine Ship Models”, Hydro and Aerodynamics Laboratory Report N.A-3, May 1971.

7. Hirano M., Takashima J., “Ship Turning Trajectory in Regular Waves”, Proceedings of 16th ITTC, Leningrad, 1981.

8. Moskowitz L., Pierson W. J., Mehr E., “A Proposed Spectral Form for Fully Developed Wiond Seas Based on the Similarity Theory of S. A. Kitaigorodskii”, Technical Report for U.S. Naval Oceanographic Office, New York University

9. Van Lammeren W. P.A., van Manen J. D.and Oosterveld M. W. C, “The Wageningen B-Screw Series”SNAME Annual Meeting New York November 1969.

10. Gutsche, F “Die Induktion der axialen Strahlzusatzgeschwindigkeit in der Umgebung der Schraubenebene” Schiffstechnik vol. 3 pp. 31 - 33 1955

11. Oltmann P.and Sharma S. D. “Simulation of Combined Engine and Rudder Manoeuvres Using an Improved Model of Hull-Propeller-Rudder Interactions” Fifteenth ONR Symposium on Naval Hydrodynamics, Hamburg 3 - 7 september 1984

12. IMO (International Maritime Organization) “Interim Standards for Ship Manoeuvrability”, Resolution A.75(18) 1993

13. IMO (International Maritime Organization) “Explainatory Notes to the Interim Standards for Ship Manoeuvrability”, Circular MSC/Circ.644, 1994

14. Chilò B., Della Loggia B., Deutsch C., Routin M. “Ship Manoeuvrability and Human Factors”, Proceedings of “Organized Aids to Safe Maritime Traffic in Mediterranean Areas” Naples, October 1984.

Allegati

- Pilot card:
  - Nave “Fantasy”
  - Car Carrier
  - Rimorchiatore
  - Ro Ro ferry
- Info rimorchiatore
- Wheelhouse Poster Nave “Fantasy”
- Nr 20 RUN eseguite (simulazioni); ciascuna delle quali contenenti:
  - Heading
  - Log
  - Rudder
  - Ship Dynamic
  - Thruster Telegraph
  - Wind
  - Logs
    - Forces
    - HDG SOG
    - LOG.
    - RUD–ROT
    - Ship Dynamics
    - Thruster telegraph
    - Traffic
    - Tugs
    - Wind
    - ScreenShots
- Certificazione Software di Simulazione, emessi da:
  - Quality Class NK
  - Statement of compliance DNV-GL

Cap. Simone QUARANTA
THESI srl

