




AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRO - SETTENTRIONALE  
CIVITAVECCHIA



**PIANO REGOLATORE DEL NUOVO PORTO  
COMMERCIALE DI FIUMICINO**

PROPOSTA DI ADEGUAMENTO TECNICO FUNZIONALE  
(ai sensi dell'art.5, comma 5 della L.n°84 del 28/01/1994 e ss.mm.ii)

<b>Committente</b> Il Presidente Avv. Francesco Maria Di Majo  Il Segretario generale Dott.ssa Roberta Macii  Il Responsabile del procedimento Ing. Maurizio Marini  Il Coordinatore generale Ing. Giuseppe Solinas		<b>Progettazione</b>   Ing. Renato Marconi Ing. Renato Del Prete	
			
<b>Titolo elaborato</b> Studio di navigabilità			<b>Elaborato</b> A.2202.12   ATF   R  <b>SN</b>
			<b>Scala</b>
<b>Data</b> Settembre 2017	<b>Preparato</b>	<b>Controllato</b>	<b>Approvato</b>
<b>Revisione</b>	<b>Data</b>		

AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRO - SETTENTRIONALE  
CIVITAVECCHIA



# PIANO REGOLATORE DEL NUOVO PORTO COMMERCIALE DI FIUMICINO

PROPOSTA DI ADEGUAMENTO TECNICO FUNZIONALE  
(ai sensi dell'art.5, comma 5 della L.n°84 del 28/01/1994 e ss.mm.ii)

Committente

Il Presidente  
Avv. Francesco Maria Di Majo

Il Segretario generale  
Dott.ssa Roberta Macii

Il Responsabile del procedimento  
Ing. Maurizio Marini

Il Coordinatore generale  
Ing. Giuseppe Solinas

Progettazione

ACQUA  
TECNO

Ing. Renato Marconi  
Ing. Renato Del Prete



Titolo elaborato

Studio di navigabilità

Elaborato

A.2202.12 | ATF | R

**SN**

Scala

Data  
Settembre 2017

Preparato

Controllato

Approvato

Revisione	Data

**Report n. 11912**

---

**Rev. 00**




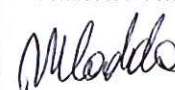


**Simulazioni di manovra  
per il nuovo Porto di Fiumicino –  
Confronto fra il layout di PRP del 2004 e  
l'ottimizzazione proposta nel 2014**

*Autori / Authors:* Chiara NOTARO, Oreste BOZZO, Massimo PEVERERO, Davide TOZZI

*Data emissione / Issue date:* 27/06/2014





Report n. <b>11912</b>	Rev. <b>00</b>	Data emissione / Issue date <b>27/06/2014</b>		
Titolo / Title <p align="center"><b>Simulazioni di manovra per il nuovo Porto di Fiumicino – Confronto fra il layout di PRP del 2004 e l’ottimizzazione proposta nel 2014</b></p>				
Autori / Authors <p align="center">Chiara NOTARO, Oreste BOZZO (Corpo Piloti Genova), Massimo PEVERERO, Davide TOZZI</p>				
Sommario / Abstract <p><i>Il presente rapporto è finalizzato alla presentazione dei risultati delle simulazioni di manovra in tempo reale svolte per conto della società ACQUATECNO spa da parte di CETENA S.p.A.</i></p> <p><i>Lo studio ha esaminato le simulazioni di manovra in tempo reale svoltesi all'interno del layout del nuovo PRP del Porto di Fiumicino, considerando il confronto fra la configurazione relativa agli interventi infrastrutturali previsti in attuazione del nuovo Piano Regolatore Portuale (PRP), risalente al 2004, con quella ottimizzata rielaborata nel 2014. Le due unità navali bielicca, che sono state considerate sia in manovra di ingresso che di uscita, sono: una grande nave da crociera a propulsione tradizionale, avente dimensioni massime pari a 330 m di lunghezza e 38.4 m di larghezza e dotata di tre thruster sia a prua che a poppa; una nave traghetto di tipo ro-pax anch'esso a propulsione tradizionale, avente dimensioni massime pari a 240 m di lunghezza e 30 m di larghezza e dotata di due thruster a prua.</i></p> <p><i>Le manovre si sono svolte anche con l'assistenza di tre rimorchiatori a propulsione tradizionale, considerati da 40 t, 44 t e 56 t di tiro massimo, corrispondenti a quelli attualmente in uso nel Porto di Fiumicino. Le prove si sono svolte tutte in presenza agenti meteomarini. In particolare, il vento è stato considerato proveniente dai settori occidentali con direzioni da SW, W e NW (con moto ondoso associato rispettivamente ad una Hs di 3 m, 4 m e 3 m), di intensità pari a 25 nodi di velocità.</i></p>				
Autori / Authors   		Verificato / Verified 	Approvato / Approved 	Resp. Sicurezza Segreto di Stato 
Circolazione / Circulation Interna / Internal Only  Libera / Free  <input checked="" type="checkbox"/> Riservata Industriale / Commercial in confidence  Classificata / Classified		Codici di distribuzione / Distribution codes ACQUATECNO spa  A.P. Civitavecchia - Direzione Tecnica  Corpo Piloti Porto di Fiumicino		
Pagine / Sheets  100	Commessa / Job  6916044053	Note / Notes  Il presente documento si intende consultabile assieme agli ALLEGATI contenenti il post-processo avanzato dei risultati (video delle manovre e storie temporali delle grandezze simulate), da considerarsi parte integrante della fornitura.		

Questo Documento è di proprietà di CETENA S.p.A.. Non può essere riprodotto, trasmesso con qualsiasi mezzo, inserito in altri documenti, svelato ad altri o comunque usato per qualsiasi scopo diverso da quello per il quale è stato prodotto, senza esplicita autorizzazione scritta di CETENA S.p.A..

L'utente del documento ha l'onere di verificare di essere in possesso dell'edizione corrente.

This document is the property of CETENA S.p.A.. It may not be reproduced, transmitted by any means, inserted into other documents, disclosed to others or otherwise used for any purpose other than for which it was produced without the express written permission of CETENA S.p.A..

The user of the document has the responsibility of verifying of being in possession of the current edition.

---

## Revisioni Precedenti / Previous Revisions

<i>Rev.</i>	<i>Data / Date</i>	<i>Contenuto della revisione / Revision Content</i>	<i>Autori / Authors</i>

## Contenuto della revisione corrente / Current revision content

Prima stesura

## INDICE

<b>INTRODUZIONE</b> .....	6
<b>1. SCOPO DEL LAVORO</b> .....	7
<b>1.2 Definizione degli obiettivi</b> .....	8
<b>2. DESCRIZIONE DEL SIMULATORE DI MANOVRA SAND</b> .....	9
<b>3. CONFIGURAZIONE PORTUALE E CONDIZIONI GENERALI DELLE SIMULAZIONI DI MANOVRA</b> .....	12
<b>3.1 Breve descrizione del layout portuale</b> .....	12
<b>3.2 Definizione dell'area schematizzata per le simulazioni di manovra</b> .....	18
<b>4. DATI GEOMETRICI DI INPUT DELLE SIMULAZIONI</b> .....	25
<b>4.1 Caratteristiche principali della nave da crociera, L=330 m</b> .....	26
<b>4.2 Caratteristiche principali della nave ro-pax, L=240 m</b> .....	27
<b>4.3 Caratteristiche principali dei rimorchiatori</b> .....	28
<b>5. CONDIZIONI METEOMARINE</b> .....	31
<b>6. CONDIZIONI FINALI DI SIMULAZIONE E LORO ESECUZIONE</b> .....	32
<b>6.1 Elenco e caratteristiche delle manovre scelte per le simulazioni</b> .....	32
<b>6.2 Esecuzione delle simulazioni</b> .....	37
<b>6.3 Presentazione dei risultati delle simulazioni</b> .....	57
<b>6.3.1 GRAFICI DELLE TRAIETTORIE DELLE SINGOLE MANOVRE</b> .....	57
<b>7. CONCLUSIONI</b> .....	58
<b>APPENDICI</b> .....	66
<b>APPENDICE A: TRACCIATI DELLE MANOVRE</b> .....	67
Fig. A1 - M01- Ingresso cruise con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2004).....	68
Fig. A2 - M02 - Uscita cruise con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2004).....	68
Fig. A3 - M03 - Ingresso cruise con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2004) .....	69
Fig. A4 - M04 - Uscita cruise con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2004) .....	69
Fig. A5 - M05- Ingresso ro-pax con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2004).....	70

---

<b>Fig. A6 - M05_BIS - Ingresso ro-pax con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2004)</b> .....	<b>70</b>
<b>Fig. A7 - M06 - Uscita ro-pax con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2004)</b> .....	<b>71</b>
<b>Fig. A8 - M07- Ingresso ro-pax con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)</b> .....	<b>71</b>
<b>Fig. A9 - M07_BIS - Ingresso ro-pax con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)</b> .....	<b>72</b>
<b>Fig. A10 - M08 - Uscita ro-pax con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)</b> .....	<b>72</b>
<b>Fig. A11 - M08_BIS - Uscita ro-pax con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)</b> .....	<b>73</b>
<b>Fig. A12 - M08_TER - Uscita ro-pax con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)</b> .....	<b>73</b>
<b>Fig. A13 - M09 - Ingresso cruise con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2014)</b> .....	<b>74</b>
<b>Fig. A14 - M10- Uscita cruise con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2014)</b> .....	<b>74</b>
<b>Fig. A15 - M11 - Ingresso cruise con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)</b> .....	<b>75</b>
<b>Fig. A16 - M12 - Uscita cruise con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)</b> .....	<b>75</b>
<b>Fig. A17 - M12_BIS - Uscita cruise con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)</b> .....	<b>76</b>
<b>Fig. A18 - M12_TER - Uscita cruise con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)</b> .....	<b>76</b>
<b>Fig. A19 - M14 - Uscita ro-pax con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2014)</b> .....	<b>77</b>
<b>Fig. A20 - M14_BIS - - Uscita ro-pax con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2014)</b> .....	<b>77</b>
<b>Fig. A21 - M15 - Ingresso ro-pax con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)</b> .....	<b>78</b>
<b>Fig. A22 - M16 - Uscita ro-pax con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)</b> .....	<b>78</b>
<b>Fig. A23 - M17 - Ingresso cruise con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2014)</b> .....	<b>79</b>
<b>Fig. A24 - M17_BIS - Ingresso cruise con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2014)</b> .....	<b>79</b>
<b>Fig. A25 - M17_TER - Ingresso cruise con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2014)</b> .....	<b>80</b>
<b>Fig. A26 - M18 - Uscita cruise con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2014)</b> .....	<b>80</b>
<b>Fig. A27 - M19 - Ingresso cruise con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)</b> .....	<b>81</b>
<b>Fig. A28 - M20 - Uscita cruise con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)</b> .....	<b>81</b>
<b>Fig. A29 - M21 - Ingresso ro-pax con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)</b> .....	<b>82</b>
<b>Fig. A30 - M21_BIS - Ingresso ro-pax con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)</b> .....	<b>82</b>



<b>Fig. A31 - M22 – Uscita ro-pax con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)</b> .....	<b>83</b>
<b>Fig. A32 - M23 – Ingresso cruise con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)</b> .....	<b>83</b>
<b>Fig. A33 - M24 - Uscita cruise con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)</b> .....	<b>84</b>
<b>Fig. A34 - M25 – Ingresso ro-pax con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)</b> .....	<b>84</b>
<b>Fig. A35 - M26 – Uscita ro-pax con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)</b> .....	<b>85</b>
<b>Fig. A36 - M27 – Ingresso cruise con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)</b> .....	<b>85</b>
<b>Fig. A37 - M28 – Uscita cruise con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)</b> .....	<b>86</b>
<b>Fig. A38 - M29 – Ingresso cruise con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)</b> .....	<b>86</b>
<b>Fig. A39 - M30 – Uscita cruise con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)</b> .....	<b>87</b>
<b>Fig. A40 - M30_BIS – Uscita cruise con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)</b> .....	<b>87</b>
<b>Fig. A41 - M30_TER – Uscita cruise con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)</b> .....	<b>88</b>
<b>Fig. A42 - M31- Ingresso ro-pax con Maestrale Hs 3m (I LOTTO FUNZIONALE)</b> .....	<b>88</b>
<b>APPENDICE B: FOTO DELLE SIMULAZIONI</b> .....	<b>89</b>
<b>ALLEGATI</b> .....	<b>99</b>

## INTRODUZIONE

Il presente rapporto è finalizzato alla presentazione dei risultati delle simulazioni di manovra in tempo reale svolte per conto della società di progettazione ACQUATECNO Srl di Roma, da parte di CETENA S.p.A.

Le simulazioni hanno avuto come ambito d'indagine il futuro Porto Commerciale di Fiumicino, considerato nella configurazione relativa agli interventi infrastrutturali previsti in attuazione del nuovo Piano Regolatore Portuale (PRP) confrontando la configurazione di progetto risalente al 2004 con quella ottimizzata elaborata nel 2014.

I test al simulatore di manovra in tempo reale si sono svolte nel corso delle giornate del **4, 5, 11 e 16 Giugno 2014**, avvalendosi del pilotaggio di due Piloti esperti. In particolare, le manovre sono state eseguite in presenza del Capo dei Piloti di Fiumicino (Com. S. Capitani), nel corso della prima giornata (**4 Giugno**), e da un altro esperto esecutore messo a disposizione da CETENA, ovvero dall'ex-Capo dei Piloti del Porto di Genova (Com. O. Bozzo), per quanto riguarda tutte le altre giornate.

Durante le giornate di prove ufficiali al simulatore erano presenti:

Partecipanti	Ente / Società di appartenenza	Note
Com. S. <b>Capitani</b>	Capo del Corpo Piloti del Porto di Fiumicino	Esecutore delle manovre al simulatore (uso macchine/timone, solo <b>4 Giugno 2014</b> )
Com. O. <b>Bozzo</b>	Ex Capo del Corpo Piloti del Porto di Genova	Esecutore delle manovre al simulatore (uso macchine/timone, <b>5, 11, 16 Giugno 2014</b> )
Ing. F. <b>Lo Schiavo</b>	ACQUATECNO Srl – Progettisti del Porto	Supervisione alle prove – Cliente (solo <b>4-5 Giugno 2014</b> )
Ing. M. <b>Peverero</b>	CETENA S.p.A.	Preparazione del modello delle unità navali e setup delle funzionalità del simulatore, post-processing in tempo reale dei test
Ing. C. <b>Notaro</b>	CETENA S.p.A.	Configurazione layout portuali (2D) e preparazione degli scenari meteomarini, assistenza a thruster e rimorchiatori durante i test

## 1. SCOPO DEL LAVORO

Il presente rapporto tecnico illustra i risultati delle simulazioni di manovra in tempo reale svolte da parte di CETENA S.p.A per conto della società di progettazione ACQUATECNO Srl di Roma.

Le simulazioni hanno avuto come ambito d'indagine il futuro Porto Commerciale di Fiumicino, considerato nella configurazione relativa agli interventi infrastrutturali previsti in attuazione del nuovo Piano Regolatore Portuale (PRP) confrontando la configurazione di progetto risalente al 2004 con quella ottimizzata elaborata nel 2014.

I principali obiettivi dello studio sono stati definiti preliminarmente da CETENA assieme ad ACQUATECNO (Progettisti Ingg. P. Turbolente e F. Lo Schiavo) ed al Capo Pilota S. Capitani (Corpo Piloti di Fiumicino) durante una riunione svoltasi a Civitavecchia presso la sede dell'Autorità Portuale nella giornata dell'**8 Maggio 2014**, in presenza anche di alcuni rappresentanti dell'A.P. interessati allo studio (Arch. M. Gattella).

E' da precisare che CETENA aveva già eseguito nel 2004 una serie di 8 prove al simulatore nel layout portuale approvato di Piano Regolatore Portuale, verificando l'ingresso e l'uscita di *una nave da crociera di 288 m e di un traghetto di 210 m di lunghezza fuori tutto*, in condizioni di vento e mare sia da Ponente che da Maestrale aventi intensità di 25 nodi.

Le simulazioni ripetute nello studio del 2014 (relativamente ai due layout suddetti da mettere a confronto) hanno riguardato invece la manovra in ingresso ed uscita di due unità navali di dimensioni maggiori, di caratteristiche corrispondenti a quelle più attuali, ovvero: una grande nave da crociera, *avente dimensioni massime pari a 330 m di lunghezza e 38.4 m di larghezza*, a propulsione tradizionale (elica e timone) e dotata di tre thruster a prora e altrettanti a poppa; una grande nave ro-pax, *avente dimensioni massime pari a 240 m di lunghezza e 30 m di larghezza*, dotata di due thruster di prora. Le manovre si sono svolte anche con l'assistenza di uno o più rimorchiatori, di caratteristiche pari a quelle della squadra oggi in dotazione nel Porto di Fiumicino. In questo caso le prove si sono svolte in presenza agenti meteomarini secondo le condizioni concordate coi Progettisti (le stesse del 2004) ed il Capo Pilota. In particolare, il vento è stato considerato proveniente da NW e N con mare associato, ed è stata introdotta anche la condizione da SW senza moto ondoso. In tutti i casi l'intensità del vento è stata posta pari a 25 nodi di velocità con raffiche.

Le caratteristiche di dettaglio delle navi simulate e dei rimorchiatori utilizzati saranno fornite nel seguito di questo documento.

## **1.2 Definizione degli obiettivi**

Il principale obiettivo di questo nuovo studio eseguito da CETENA è la valutazione dell'accessibilità nautica del nuovo porto commerciale, ed in particolare delle banchine della darsena ro-pax e degli accosti dedicati alle navi da crociera presso il sopraflutto, tramite la ripetizione dei test già eseguiti nel 2004, prendendo in considerazione due unità navali di dimensioni e caratteristiche più moderne e confrontando i risultati ottenuti nel layout del 2004 con quelli all'interno del layout ottimizzato da ACQUATECNO nel 2014.

Inoltre, il Cliente ha richiesto la verifica degli accosti previsti dal progetto presso il sottoflutto per quanto riguarda la configurazione di I Lotto funzionale del layout ottimizzato.

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

- 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);
- la verifica dell'adeguatezza degli spazi a disposizione di ciascuna tipologia di unità navale per compiere le manovre portuali sia nel layout di PRP elaborato nel 2004 che in quello ottimizzato nel 2014, in relazione anche ad ingombri eventualmente presenti nell'area di manovra;
- 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.



**Figura 1 - Scenario 3D relativo al nuovo Porto di Fiumicino (layout PRP ottimizzato)**



## 2. DESCRIZIONE DEL SIMULATORE DI MANOVRA SAND

Il SAND (Simulatore Distribuito di Addestramento alla Navigazione) contiene dentro di sé un modello matematico, interamente sviluppato da CETENA S.p.A., di cui verranno qui di seguito richiamate le caratteristiche generali [1].

La nave da studiare va configurata in maniera dettagliata, inserendo nel modello i seguenti parametri, raggruppati secondo la struttura del modello stesso:

- ❖ Dati dello scafo
- ❖ Propulsione principale
- ❖ Apparato motore
- ❖ Appendici di carena
- ❖ Eliche di manovra
- ❖ Timone

Nella **Figura 2** sottostante è rappresentato in maniera schematica l'insieme dei blocchi che costituiscono la struttura del modello CETENA.



**Figura 2 - Principali blocchi del modello matematico del simulatore SAND**

Il simulatore integra dentro di sé, oltre agli aspetti propri della nave (geometria dello scafo, apparati di propulsione-generazione, appendici) anche il contesto in cui la simulazione ha luogo, costituiti dallo stato di mare, dalla corrente, dal vento (condizioni meteomarine), dagli eventuali rimorchiatori utilizzati in manovra, dalla mappa del porto, dagli effetti specifici legati alla posizione della nave (banchina, profondità del fondale ecc).

Infatti, un ruolo fondamentale nell'esecuzione della simulazione è giocato dall'interazione fra la nave e l'ambiente esterno virtuale. Esso è realizzato introducendo nel modello della nave i seguenti parametri, generati in tempo reale dal simulatore:

- parametri ambientali (vento, corrente, onda);
- effetti specifici relativi al porto considerato;
- acque ristrette;
- shallow water

Inoltre il sistema può accettare forze esterne in input, permettendo l'esecuzione di una classe di operazioni che includano la presenza di altre entità fisiche, e quindi di interazioni dinamiche fra la nave e ciò che la circonda, quali ad esempio i rimorchiatori portuali.

In **Figura 3** e **Figura 4** sono presentate due viste esterne nell'ambientazione 3D realizzata per queste simulazioni [scenario a cura dell'ing. D. Tozzi], rispettivamente di un rimorchiatore che assiste la nave da crociera verso l'uscita dal Porto, e del rimorchiatore utilizzato "a spingere" sul lato di dritta, sempre per la nave da crociera, durante un accosto in presenza di vento da Ponente.



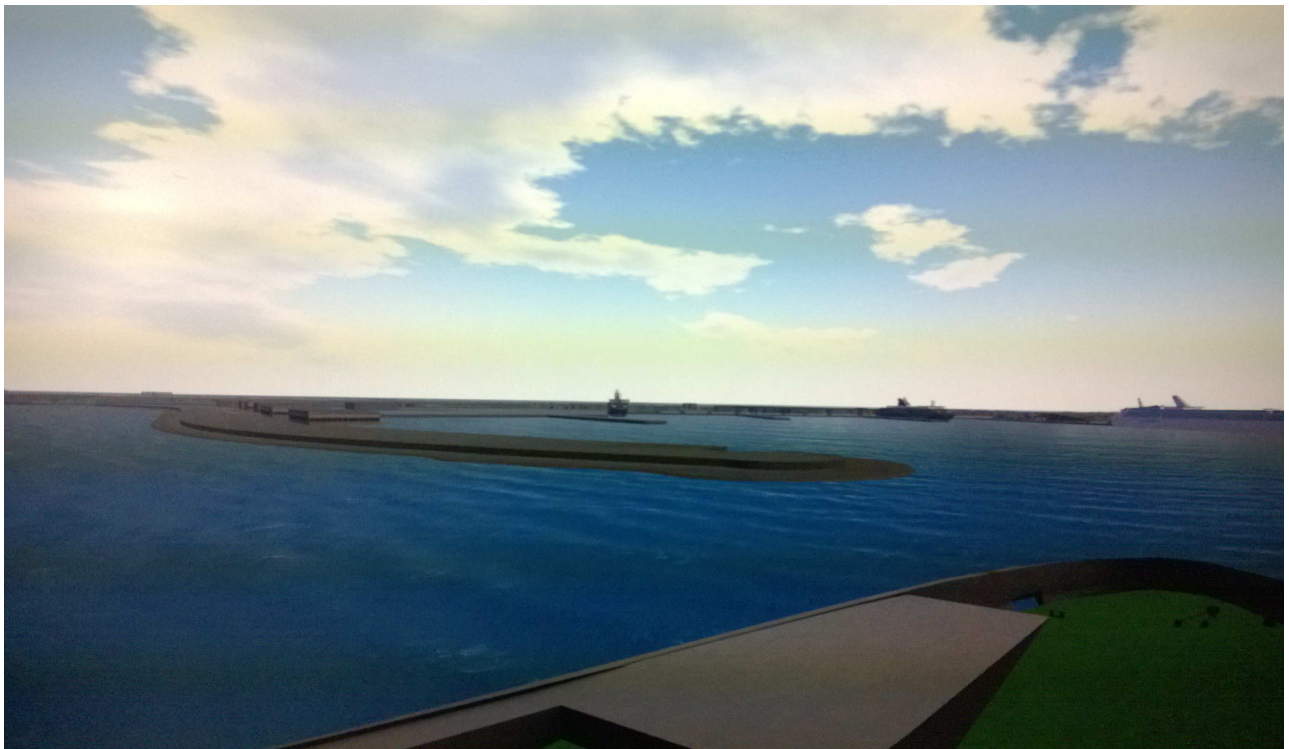
**Figura 3 - Simulatore SAND – Schematizzazione dei rimorchiatori per la nave da crociera nello scenario 3D di Fiumicino (nella foto, l'uscita della nave da crociera dal Porto)**





**Figura 4 - Simulatore SAND – Vista da prora dello scenario in 3D, con nave da crociera in prossimità della banchina di arrivo con rimorchiatore in ausilio a spingere**

In **Figura 5** è presentata un'altra vista 3D di esempio dello scenario portuale, con nave traghetto simulata in arrivo in presenza di altre navi ormeggiate nel Porto.



**Figura 5 - Simulatore SAND – Vista dello scenario 3D dalla plancia (aletta di dritta), con nave ro-pax in ingresso nel Porto ed ingombri altre navi rappresentati all'ormeggio**

### 3. CONFIGURAZIONE PORTUALE E CONDIZIONI GENERALI DELLE SIMULAZIONI DI MANOVRA

#### 3.1 Breve descrizione del layout portuale

I due layout portuali presi in considerazione per le simulazioni sono mostrati nelle seguenti **Figura 6** e **Figura 7**:

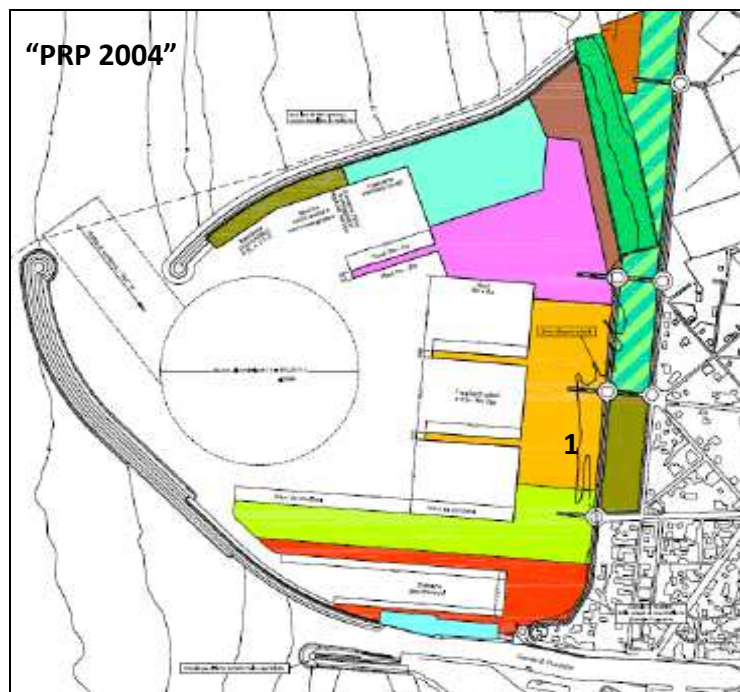


Figura 6 – Nuovo Porto Commerciale di Fiumicino - Layout portuale come da variante PRP 2004 [2]

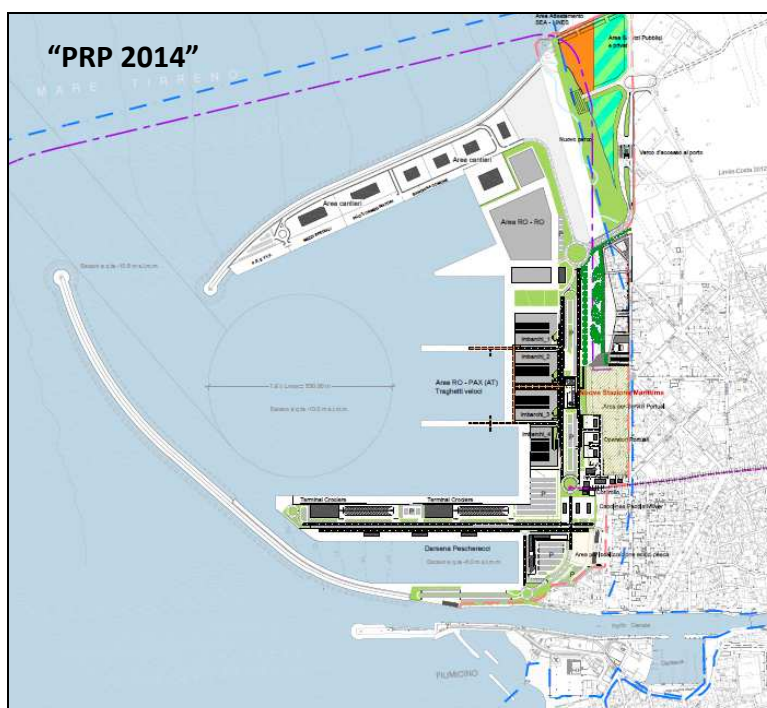


Figura 7 – Nuovo Porto Commerciale di Fiumicino - Layout portuale come da ottimizzazione del 2014 [3]

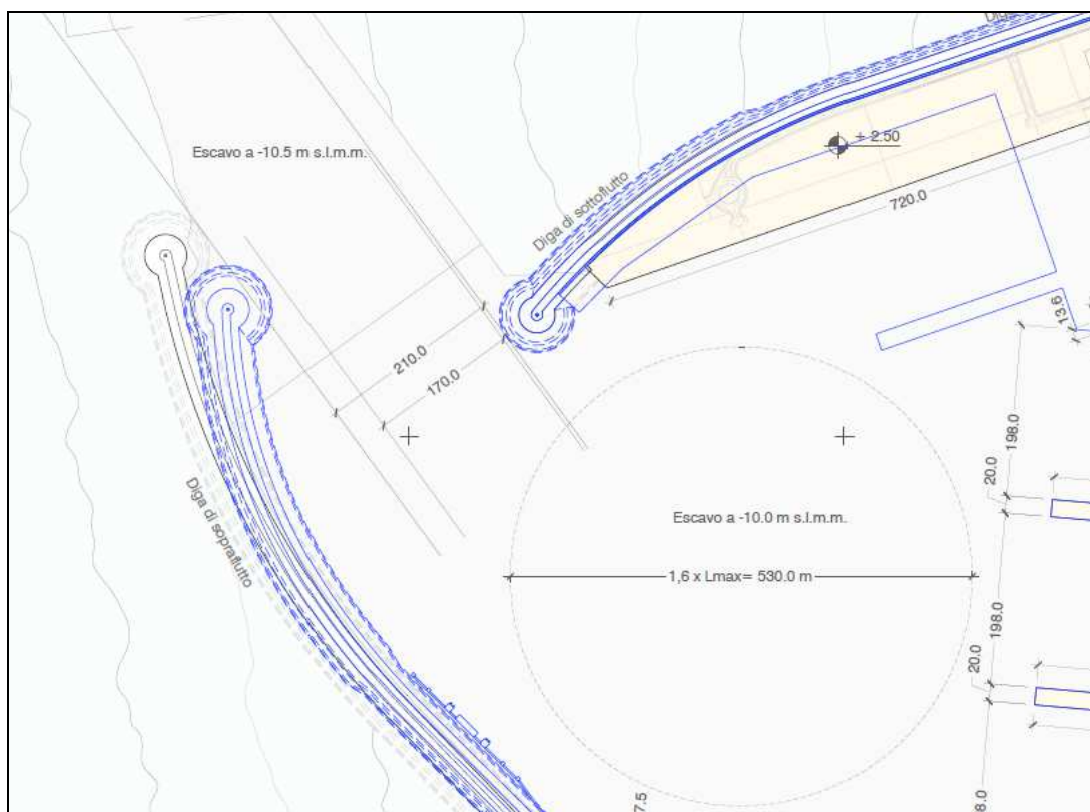


Come si può notare dal confronto fra la **Figura 6** e la **Figura 7**, sono state apportate alcune modifiche al layout portuale iniziale, derivate dall'aggiornamento dei requisiti progettuali finalizzati a garantire l'accessibilità al nuovo Porto anche a navi di maggiori dimensioni rispetto a quelle ipotizzate in sede di P.R.P. nel 2004 .

In particolare, l'ottimizzazione del layout progettuale del 2014 (per brevità indicato in **Figura 7** "PRP 2014" per distinguerlo da quello già approvato di "PRP 2004") ha interessato l'imboccatura portuale e gli accosti realizzati sulla diga di sottoflutto. Per quanto riguarda la configurazione dell'imboccatura, ottimizzata a seguito di considerazioni suffragate da nuovi studi di penetrazione ondosa, il canale di accesso al porto ha una larghezza pari a 210 m, più ampia di 40 m rispetto agli originari 170 m previsti dal progetto di PRP del 2004. Ciò in relazione alle dimensioni massime delle unità che si ipotizza potranno accedere al nuovo porto, ovvero navi da crociera di lunghezza 330 m e non più di 288 m.

La riconfigurazione dell'imboccatura ha determinato quindi la modifica della diga di *sopraflutto* comportandone il prolungamento per circa 70 m.

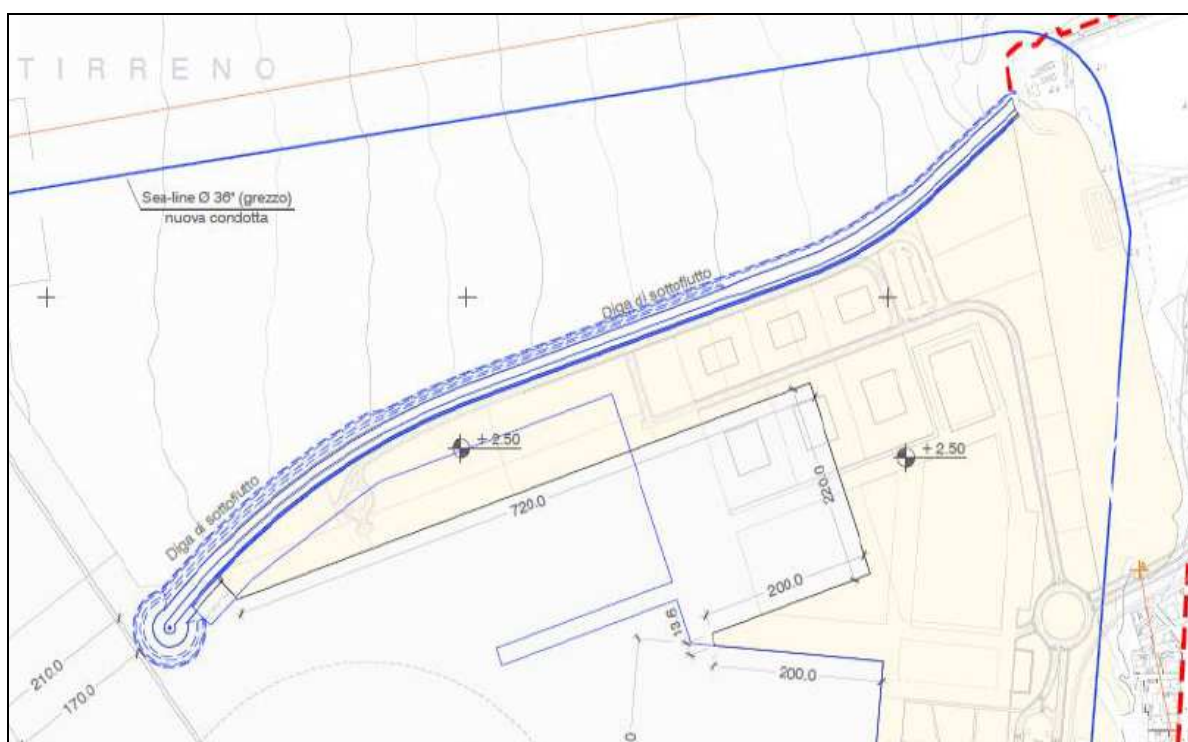
Tale modifica è ben illustrata nella **Figura 8** seguente, tratta da [4]. Si noti che la posizione dell'estremità del molo di *sottoflutto* è rimasta invariata, mentre come si è appena detto è cambiato il profilo di quello di *sopraflutto*.



**Figura 8 – Ottimizzazione dell'imboccatura portuale nel layout 2014 - Allargamento del canale di accesso e prolungamento del sopraflutto [4]**

Inoltre, un'altra ottimizzazione del layout di PRP del 2004 ha interessato lo sviluppo degli accosti sulla diga di *sottoflutto*, aumentando, tramite la modifica del profilo del layout, la lunghezza di banchina disponibile, che passa da circa 550 m a 720 m.

Si veda a questo proposito la **Figura 9**, tratta nuovamente da [4], dove sono ben visibili le modifiche apportate al profilo delle banchine (in blu, quello corrispondente al 2004, ed in nero quello ottimizzato nel 2014).

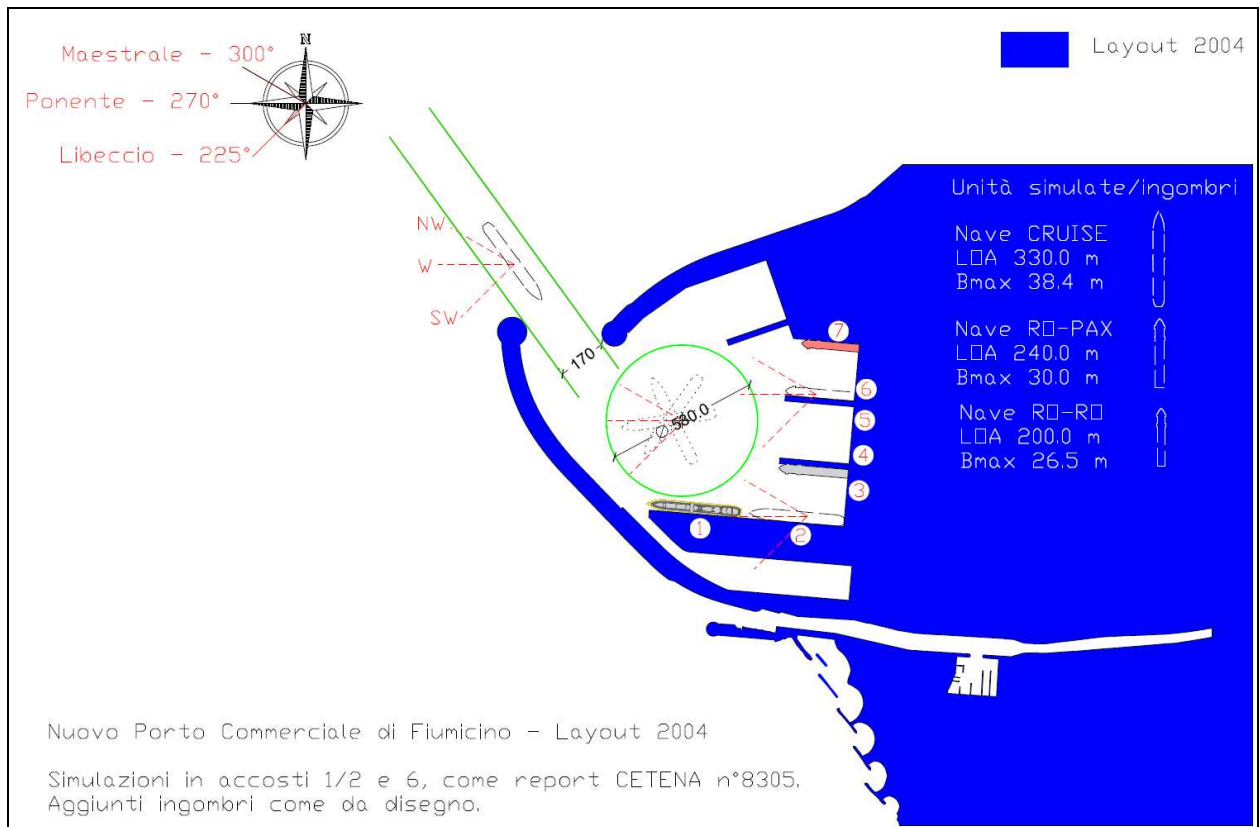


**Figura 9 – Ottimizzazione dell’imboccatura portuale nel layout 2014 – Modifica delle banchine di sottoflutto e della parte settentrionale degli accosti ro-ro [4]**

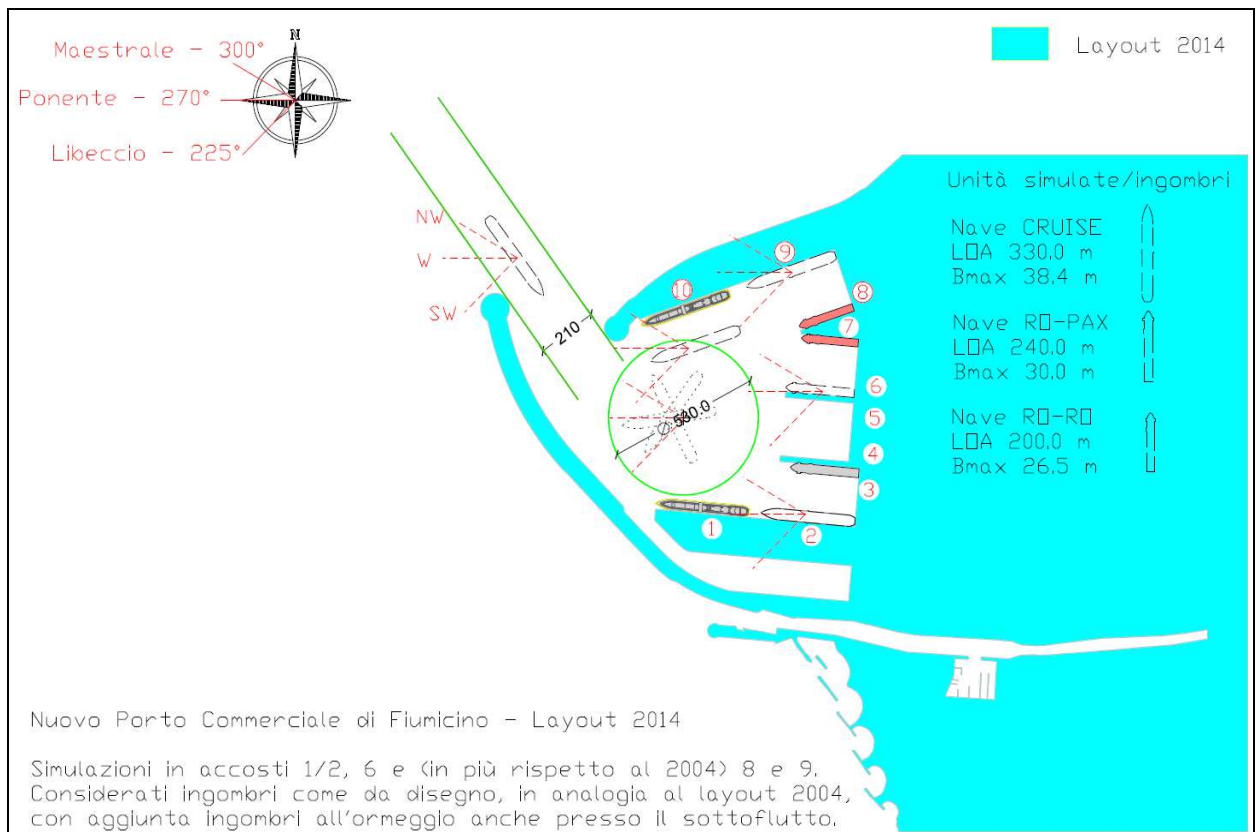
In **Figura 10**, per semplicità sono state identificate tramite numeri progressivi le banchine di arrivo e partenza considerate nelle simulazioni di manovra all’interno del layout del 2004. Si è proceduto in maniera del tutto analoga per quanto riguarda il layout ottimizzato nel 2014, i cui accosti sono stati rappresentati in **Figura 11**.

In particolare, per gli accosti relativi alle varie aree di attracco, in ciascun layout è stata utilizzata la seguente numerazione:

- accosti navi da crociera: 1 (testata) e 2 (radice);
- accosti navi ro-pax: 3, 4, 5 e 6
- accosti navi ro-ro: 7 (entrambi i layout) e 8 (solo 2014)
- nuovi accosti sottoflutto (solo 2014): 9 (testata) e 10 (radice).



**Figura 10 – Layout 2004 – Schema riassuntivo degli accosti e degli ingombri considerati nell'area di manovra, in relazione alla direzione di provenienza degli agenti meteo-marini**



**Figura 11 – Layout 2014 – Schema riassuntivo degli accosti e degli ingombri considerati nell'area di manovra, in relazione alla direzione di provenienza degli agenti meteo-marini**

Le **Figure 10** e **11** sono state elaborate da CETENA sulla base dei disegni forniti dai progettisti (rispettivamente [5] e [6]), riportando in scala anche la silhouette delle unità navali da simulare e degli ingombri considerati all'ormeggio nell'area di manovra. Inoltre, a scopo indicativo, sono state riportate le direzioni di provenienza del vento (e del mare associato) rispetto alla generica nave nella fase di navigazione nel canale di accesso, durante l'evoluzione e all'arrivo/in partenza presso l'accosto. Ciò infatti si rivela molto utile al fine dello studio della tecnica di manovra ottimale da adottare in relazione alla posizione assunta dalla nave nel corso della navigazione in ingresso o uscita dal Porto.

Come si è accennato in precedenza, i venti di traversia presi in considerazione in questo studio, aventi intensità di 25 nodi, sono quelli provenienti dai quadranti occidentali, che investono la nave mentre naviga all'interno del canale di accesso con un angolo di incidenza progressivamente maggiore man mano che la direzione varia da nord verso sud. Tali venti, come si vedrà in seguito, sono associati a differenti valori di sopraelevazione ondosa. In particolare il vento di Libeccio (SW), che come si vedrà in seguito è associato ad una Hs di 4 m, arriva sulla nave al traverso, rendendo difficoltosa la manovra di approccio al canale di ingresso. Lo stesso problema si riscontra in maniera ancora più accentuata, *specialmente per la nave traghetto* (T= 6.8 m), più piccola e meno immersa rispetto alla nave da crociera, nel caso di vento e mare provenienti da Ponente (W), che nelle condizioni considerate raggiunge anche in questo caso i 4 m di altezza d'onda fuori dal Porto. In queste condizioni il traghetto, come si vedrà più avanti (cfr. **Par. 6.2**), è risultato ingovernabile. Difficoltà leggermente inferiori si sono riscontrate nel governare entrambe le unità navali in caso di vento da Maestrale e Hs di 3 m, pur essendo difficile mantenere in ingresso la rotta rettilinea nel canale di accesso.

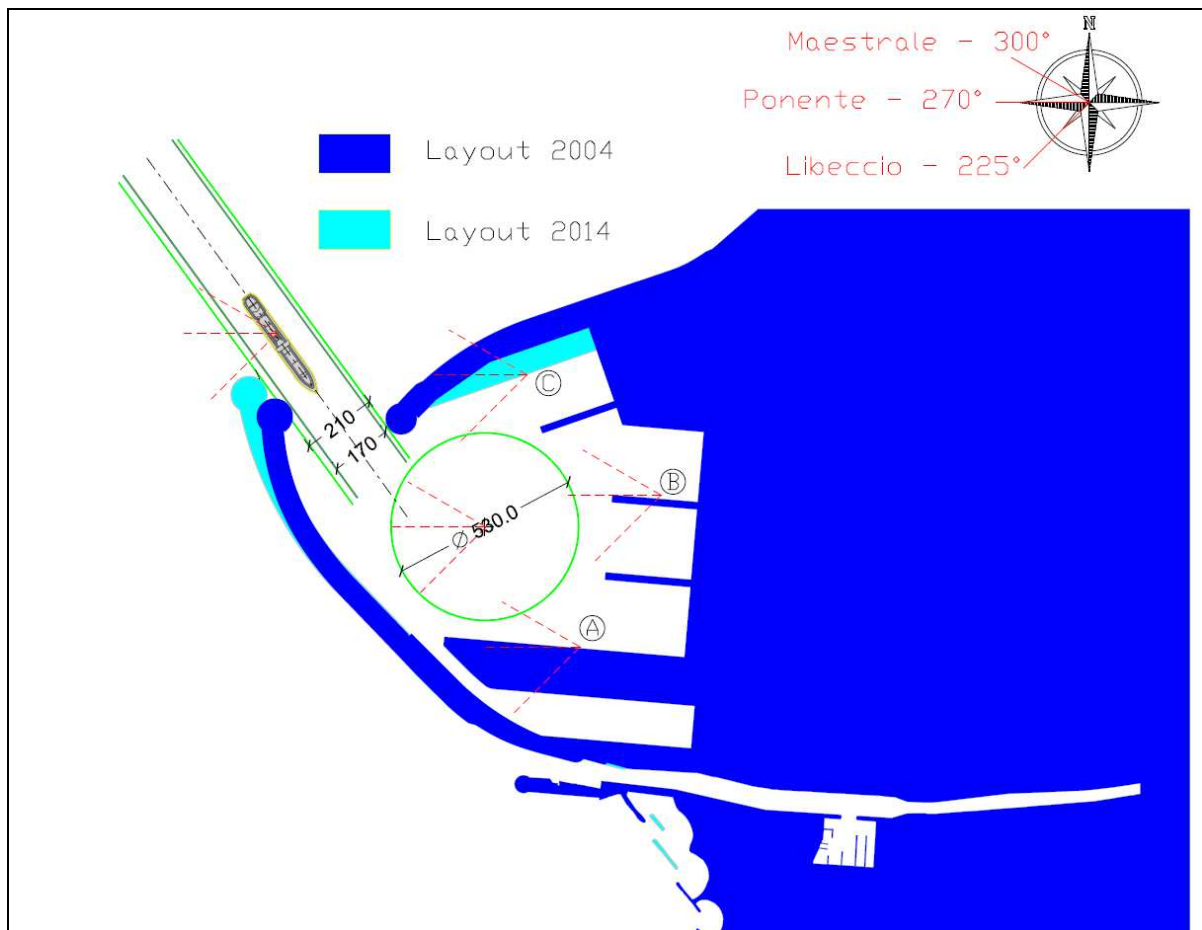
Per quanto riguarda gli accosti considerati per le navi in simulazione, si possono fare le seguenti osservazioni:

- *sopraflutto e darsena ro-pax*: in entrambi i layout gli accosti (da 1 a 7) sono disposti quasi secondo l'asse EST-OVEST, di conseguenza la nave all'ormeggio di poppa si trova investita dal vento sulla prora. Per quanto riguarda invece gli altri venti di traversia considerati in simulazione, la nave all'ormeggio si trova investita a prora, sul quartiere di sinistra, dal vento di SW (che facilita il disormeggio, e viceversa) e al mascone prodiero sul lato di dritta dal vento di NW (che analogamente facilita l'ormeggio, mentre va contrastato in fase di disormeggio);
- *sottoflutto (solo ottimizzazione "PRP 2014")*: la nave all'ormeggio si trova investita quasi al traverso dal vento di NW (che facilita il disormeggio, e viceversa rende molto difficoltoso l'accosto) e al mascone sul lato di dritta dal vento di Ponente (altrettanto difficoltoso per quanto riguarda l'ormeggio, con in più una componente di moto verso indietro da dover



contrastare); il vento di Libeccio viceversa agisce sul quartiere prodiero di sinistra, favorendo l'arretramento verso l'accosto in caso di arrivo e opponendosi al disormeggio in caso di uscita.

Infine, per quanto riguarda entrambi i layout, entro il bacino portuale è stato ricavato un cerchio evolutivo del diametro di 530 m. Durante le prime manovre in simulazione, come verrà spiegato più avanti, è stato rilevato più volte dai Piloti il fatto di dovere tenere conto del disassamento tra il centro del bacino di evoluzione e l'asse del canale di accesso, che, appunto, non sono allineati. Si vedano a questo proposito le **Figure 10** e **11** riportate in precedenza, e la seguente **Figura 12**, che riporta i due layout sovrapposti.



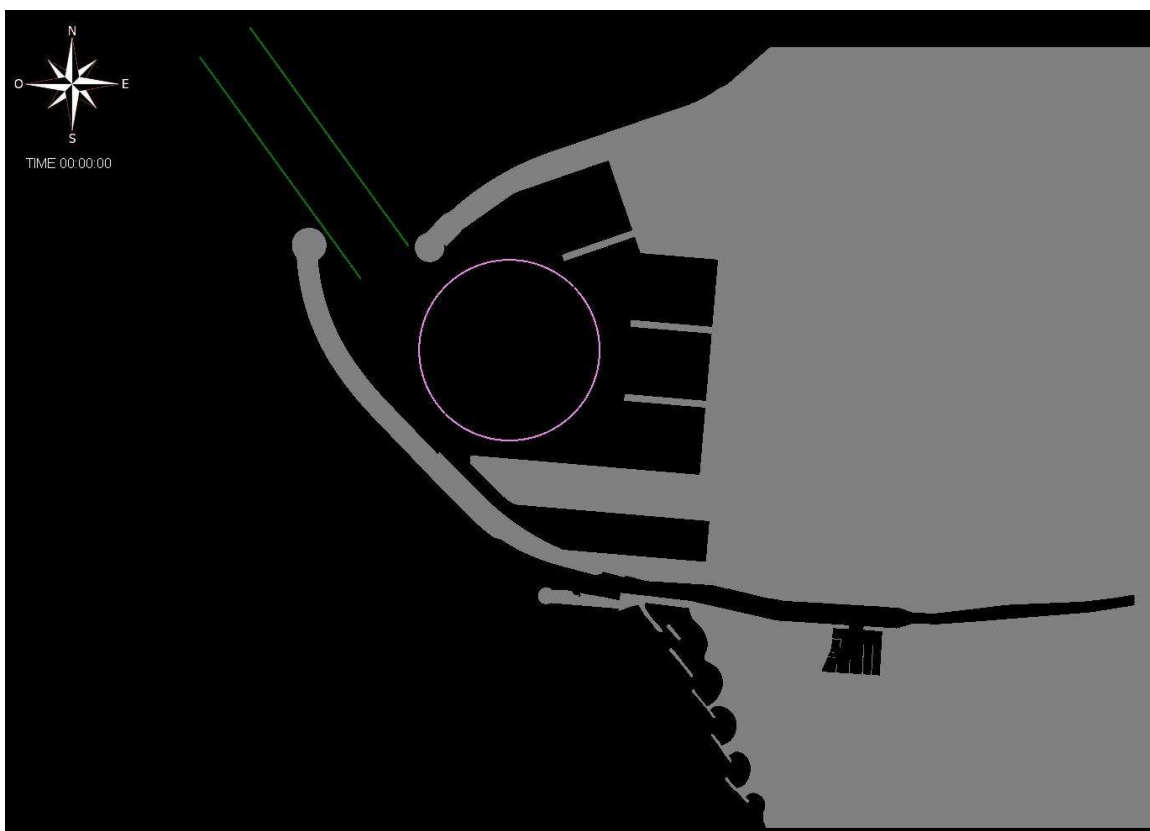
**Figura 12 – Layout 2004 e 2014 – Sovrapposizione delle due configurazioni. Zone di accosto da considerare: A, B, e C.**

In **Figura 12** sono state inoltre evidenziate tre macro- aree del Porto indicate con le lettere A, B e C, ovvero rispettivamente gli accosti di sopraflutto, darsena ro-pax e accosti di sottoflutto, che sono stati oggetto di questo studio di manovrabilità. Analogamente alle **Figure 10** e **11**, è stata riportata l'incidenza dei tre venti presi in considerazione nel canale di accesso, nel cerchio di evoluzione ed agli accosti.

### 3.2 Definizione dell'area schematizzata per le simulazioni di manovra

L'area di manovra considerata per le simulazioni comprende sia il mare aperto nell'area circostante il porto, sia le opere portuali previste dal PRP, in tutte e due le configurazioni prese in esame.

Il *layout* di "PRP 2004" riportato nel simulatore SAND, e visualizzato nel display 2D della plancia, si presenta come nella **Figura 13** seguente:



**Figura 13 – PRP 2004: layout di manovra utilizzato nel SAND e visualizzato nel display 2D della plancia. In verde è riportato il canale di accesso (largo 170 m) ed in rosa è disegnato il bacino evolutivo (D = 530 m)**

La mappa del porto è orientata secondo il Nord geografico, come indicato dalla rosa dei venti riportata in alto a sinistra. Un indicatore del tempo in ore, minuti e secondi è riportato subito sotto il simbolo della rosa dei venti. In **Figura 13** inoltre sono riportati (in verde) i margini del canale di accesso al Porto, in questo caso largo 170 m, ed il contorno del bacino di evoluzione (in rosa), avente, come si è già detto, 530 m di diametro.

Analogamente, il *layout* di "PRP 2014" riportato nel simulatore SAND si presenta come nella **Figura 14** seguente, dove sono riportati (qui in azzurro e giallo rispettivamente) i margini del canale di accesso al Porto, in questo caso largo 210 m, ed il contorno del bacino di evoluzione, avente sempre 530 m di diametro.

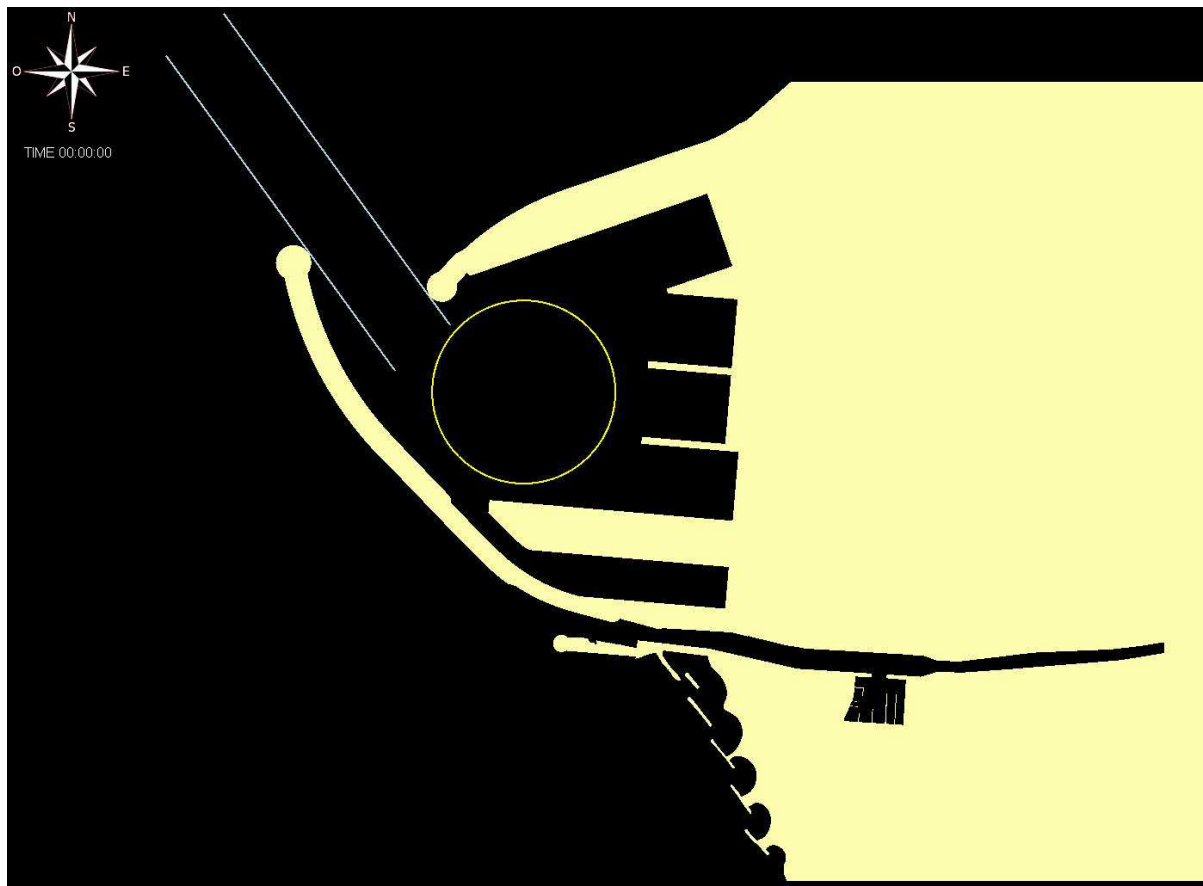


Figura 14 – PRP 2014: layout di manovra utilizzato nel SAND e visualizzato nel display 2D della plancia. In azzurro è riportato il canale di accesso (largo 210 m) ed in giallo è disegnato il bacino evolutivo (D = 530 m)

Per quanto riguarda *la posizione iniziale delle navi in ingresso al porto (Figura 15)*, essa è stata inizialmente posta, di comune accordo al Pilota Capitani, a circa 0.8 miglia di distanza a Nord della testata del molo foraneo di sopraflutto (Pilota già imbarcato), con prua orientata per circa 320°N e velocità di 6-8 nodi al massimo.

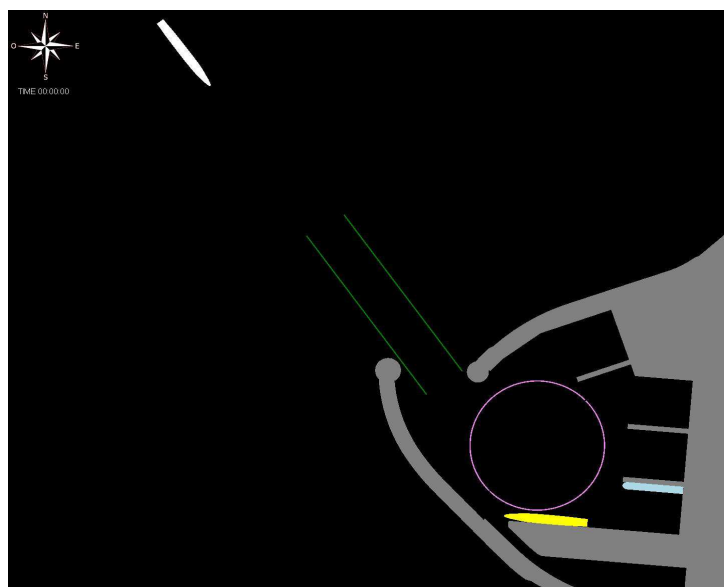
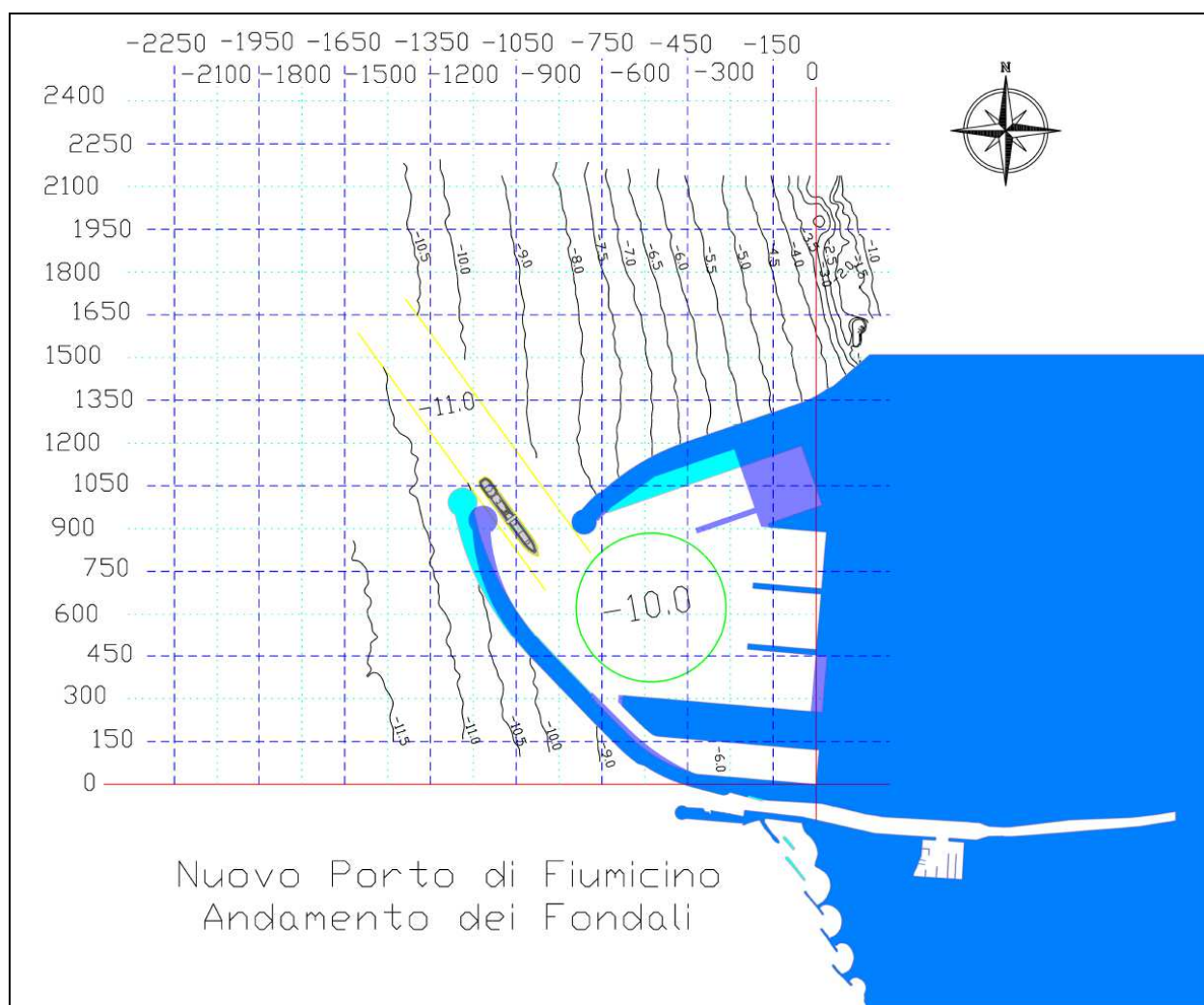


Figura 15 – Posizione iniziale della nave in arrivo in Porto, per tutte le navi (es. manovra M01 nave cruise)

Nei soli casi di vento proveniente da SW (Libeccio, al traverso) l'orientamento della nave *traghetto* durante la rotta in ingresso è stato posto a circa 100°N.

Il *fondale* del Porto, definito secondo le indicazioni fornite da ACQUATECNO ([5],[6]), è stato introdotto nel simulatore tramite una schematizzazione a grigliato avente maglia 150x150 m. Si veda a tal proposito la **Figura 16**, dove sono riportate, sulla sovrapposizione dei due layout, le batimetriche da usare per rappresentare il fondale dentro e fuori dal Porto.



**Figura 16 – Grigliato sovrapposto ai due layout di manovra con riferimento del fondale [5] [6]**

Grazie alle le simulazioni verrà verificata anche la disponibilità degli spazi a disposizione per la manovra entro il canale di accesso dragato a -11 m, tenuto conto infatti che, come si può notare in **Figura 16**, la zona a levante del canale di accesso è caratterizzata progressivamente da bassi fondali. Per quanto riguarda invece i fondali interni al Porto, essi, come si può evincere ancora dalla **Figura 16**, saranno dragati a -10 m di profondità, quota limite per le caratteristiche del sito in studio – tale limitazione va tenuta in conto soprattutto in relazione alle immersioni massime

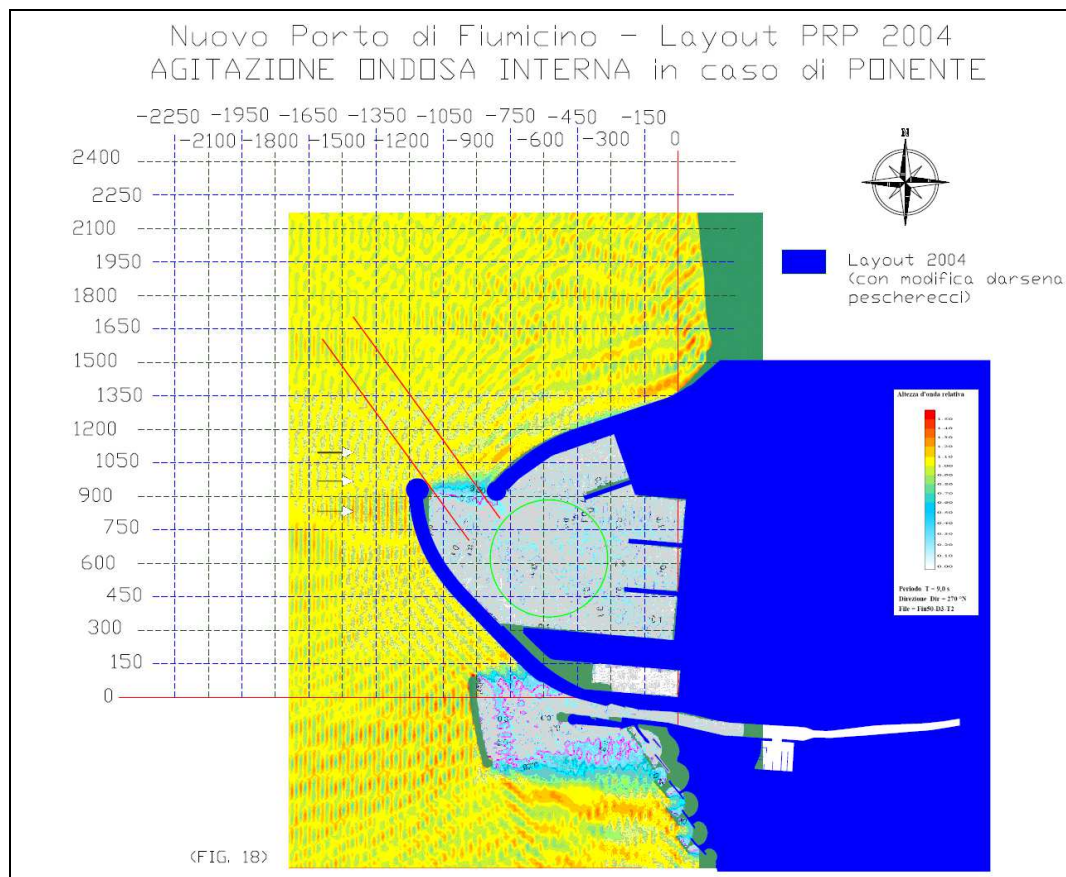


consentite per le condizioni di *manovrabilità in basso fondale* delle navi (specialmente le grandi unità cruise) al suo interno.

Lo stesso grigliato del fondale è stato utilizzato per introdurre i valori dell'*agitazione ondosa interna residua* ( $H_s$ , in metri), calcolati dai Progettisti in [6] (MODIMAR, 2004) e [7] (ACQUATECNO, 2014).

In particolare, i valori di  $H_s$  sono stati elaborati per i casi di onda generata al largo proveniente da  $270^\circ\text{N}$ ,  $300^\circ\text{N}$  ed anche, in più rispetto allo studio del 2004,  $220^\circ\text{N}$ . Tali direzioni sono da considerarsi associate ai rispettivi casi di vento di 25 kn di intensità, ovvero rispettivamente a Ponente, Maestrale e Libeccio. Nell'area di manovra infine non è stata presa in considerazione l'azione della *corrente*, considerata trascurabile.

Si vedano le seguenti **Figure 17, 18 e 19** relative alla distribuzione dell'agitazione ondosa nel layout di PRP 2004. Analogamente seguono le **Figure 20, 21 e 22** relative alla distribuzione dell'agitazione ondosa nel layout di PRP 2014. Si noti che nel caso di Libeccio, essendo il mare proveniente da questa direzione pressoché completamente schermato dalla diga di sopraflutto, non vi è quasi agitazione ondosa interna e si è quindi utilizzata la stessa mappa del layout del PRP 2004, sovrapponendola a quella del layout ottimizzato.



**Figura 17 – Schema di suddivisione delle aree per l'agitazione ondosa nel layout di PRP 2004, per la condizione W (Fig. 18 tratta da[7])**

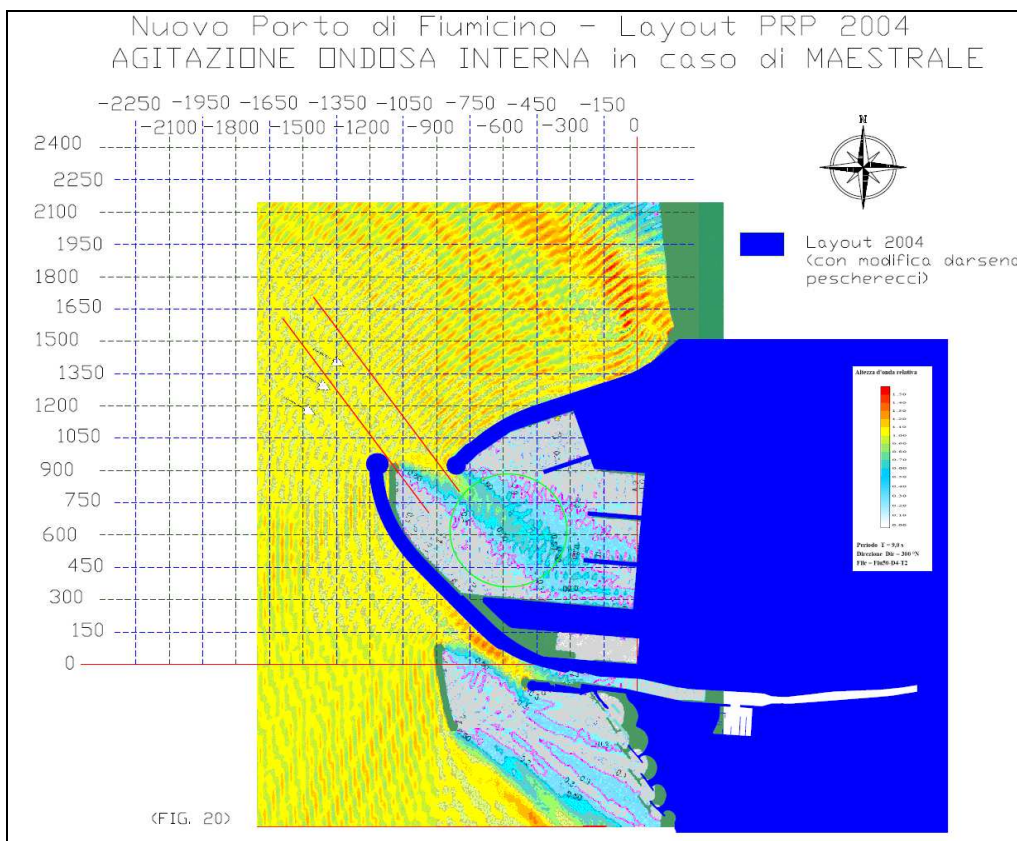


Figura 18 – Schema di suddivisione delle aree per l'agitazione ondosa nel layout di PRP 2004, per la condizione NW (Fig. 20 tratta da [7])

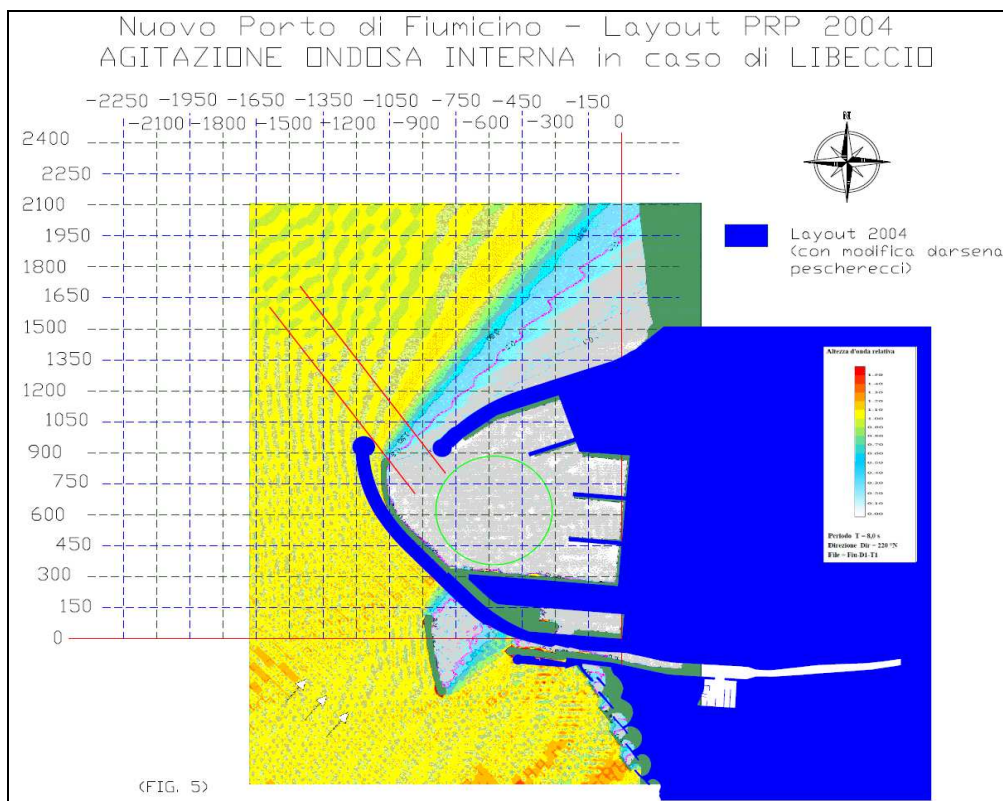


Figura 19 – Schema di suddivisione delle aree per l'agitazione ondosa nel layout di PRP 2004, per la condizione W (Fig. 5 tratta da [7])



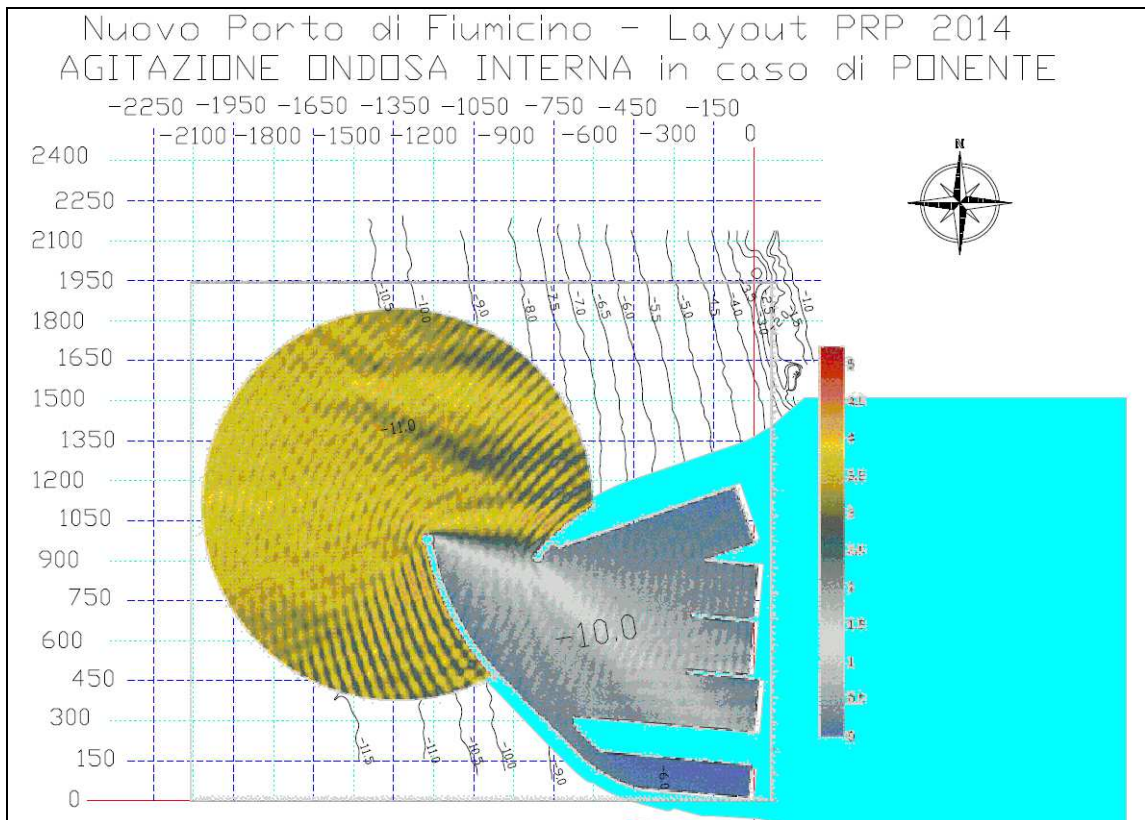


Figura 20 – Schema di suddivisione delle aree per l’agitazione ondosa nel layout di PRP 2014, per la condizione W (Fig. 19 tratta da[8])

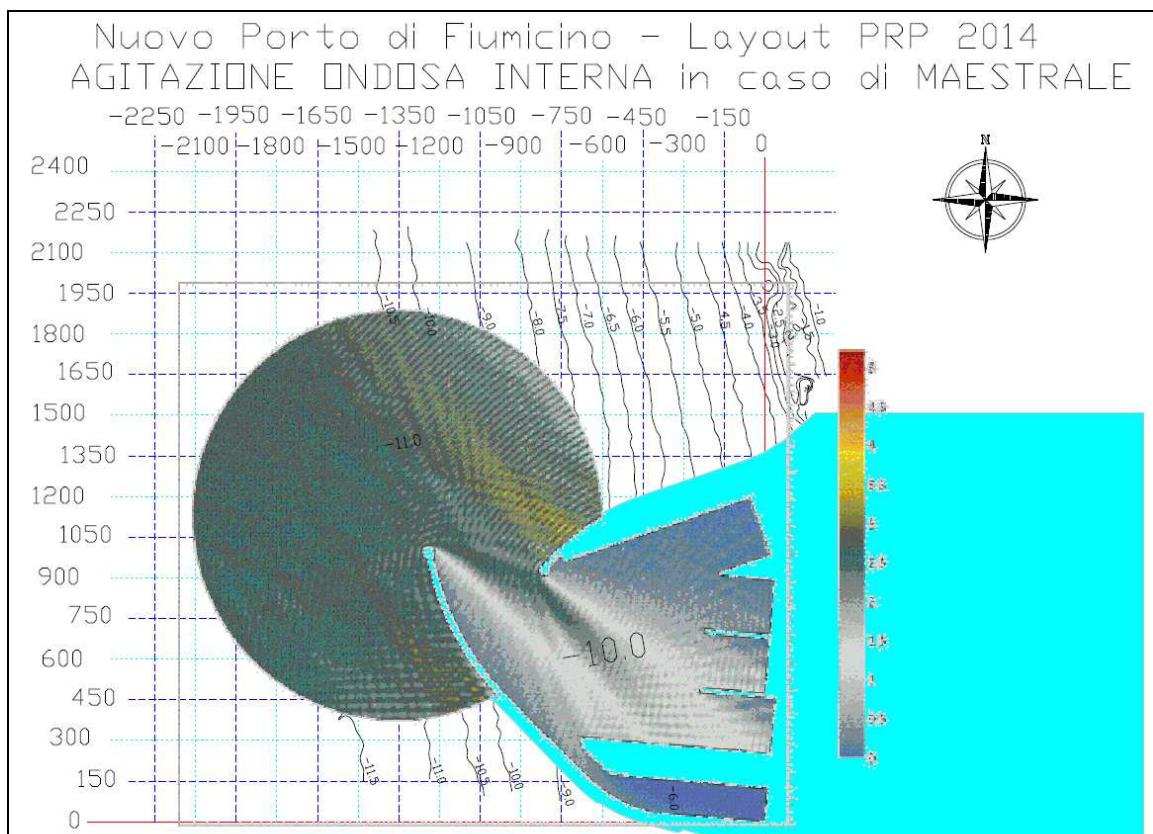
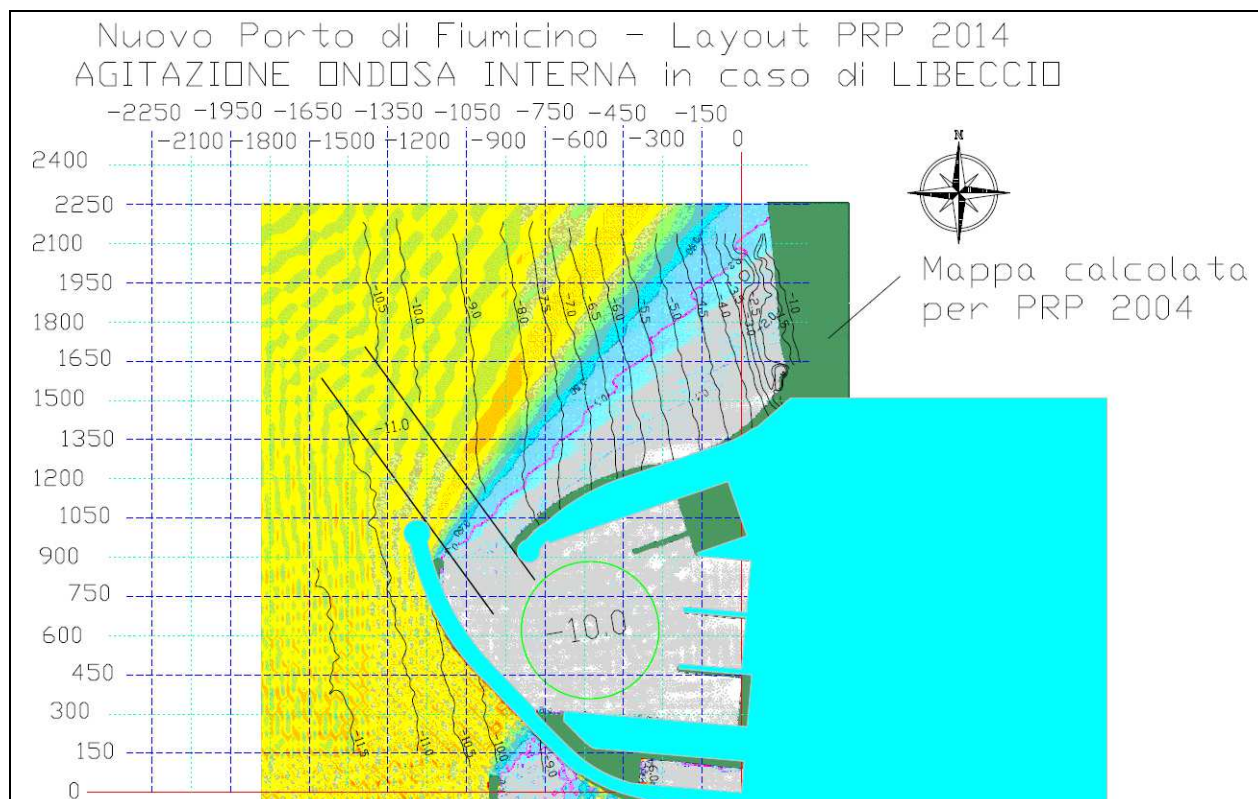


Figura 21 – Schema di suddivisione delle aree per l’agitazione ondosa nel layout di PRP 2014, per la condizione NW (Fig. 21 tratta da[8])



**Figura 22 – Schema di suddivisione delle aree per l’agitazione ondosa nel layout di PRP 2014, per la condizione NW (Fig. 5 tratta da[7]). Si è sovrapposto il risultato generato per il layout 2004.**

In particolare si rileva che, rispetto allo studio effettuato da CETENA nel 2004, è stata introdotta in più la condizione di vento e mare provenienti da SW, su richiesta del Pilota Capitani.

Tale condizione risulta in effetti molto critica per quanto riguarda l’effetto di scarroccio esercitata sulla nave in manovra fuori dal porto, mentre per quanto riguarda la penetrazione ondosa, una volta entrati in Porto, è la meno problematica rispetto alla geometria delle opere di difesa.

Le direzioni di vento e mare da Ponente e da Maestrale sono invece molto problematiche dal punto di vista dell’agitazione ondosa generata, non solo all’esterno ma anche, ovviamente in minor misura, all’interno del Porto. Infatti, la geometria dell’imboccatura non può proteggere completamente dall’ingresso della penetrazione ondosa residua di Ponente e Maestrale, tuttavia, come si può notare dal confronto fra i risultati delle simulazioni di agitazione interna presentate nelle figure precedenti (**Figg.17-22**), rispetto al "PRP 2004" la geometria delle opere *ottimizzata nel layout di PRP 2014 ne riduce sensibilmente i valori* [8].

Il set finale delle *condizioni meteomarine* (direzioni ed intensità di vento e mare) scelte per le simulazioni verrà illustrato più diffusamente nel **Capitolo 5** di questa relazione tecnica.



## 4. DATI GEOMETRICI DI INPUT DELLE SIMULAZIONI

Nel seguito vengono illustrate le caratteristiche principali delle *due navi simulate* e dei rimorchiatori considerati eventualmente in assistenza.

Le "Pilot Card", *contenenti tutte le informazioni relative alle caratteristiche manovriere delle navi ed il loro comportamento dinamico*, ovvero la tempistica e le modalità di reazione ai comandi impartiti, sono state presentate al Pilota prima dell'esecuzione delle manovre.

Per la loro consultazione si rimanda agli *ALLEGATI elettronici* del presente rapporto tecnico.

Il *modello manovriero di ciascuna nave* è stato definito inizialmente accedendo al database dei dati reali misurati da CETENA su unità della tipologia più simile a quella richiesta dal Cliente per l'esecuzione dello studio (una grande nave da crociera ed una nave ro-pax, entrambe di nuova generazione, bielica e dotate di thruster di manovra, cfr. [9] e [10]). *La caratterizzazione delle unità in simulazione è stata poi verificata positivamente da entrambi i Piloti*, che hanno avuto a disposizione due modelli di nave rispondenti alle aspettative, cioè del tutto simili all'esperienza reale, anche dal punto di vista del comportamento in mare aperto in presenza di vento e mare, come verrà spiegato più avanti.

Per quanto riguarda *l'utilizzo dei rimorchiatori*, scelti in numero di tre e di caratteristiche pari a quelle dei rimorchiatori attualmente in uso nel Porto di Fiumicino (40 t, 44 t e 56 t di tiro massimo, a propulsione azimutale, cfr. [11], [12], [13]), è stato effettuato secondo le indicazioni del Pilota al comando di volta in volta valutando il numero da impiegare, ovvero la potenza totale di tiro o spinta necessari, in base al grado di pericolosità della manovra.

E' importante rilevare anche che, in alcune manovre di arrivo della nave da crociera in presenza di vento al traverso, pur essendo stati utilizzati in contemporanea tutti e tre i rimorchiatori e i thruster al massimo della potenza disponibile, non è stato possibile arrivare all'accosto. Sono state esplorate in questo caso anche tecniche di manovra alternative, come ad esempio quella di sovrapporre due rimorchiatori da 56 e 44 t per ottenere un rimorchiatore "fittizio" di spinta 100 t a centro murata e valutarne l'effetto sull'esito della manovra.

Per il dettaglio di tutte le caratteristiche delle manovre eseguite si rimanda al **Capitolo 6** di questo rapporto.

## 4.1 Caratteristiche principali della nave da crociera, L=330 m

Le caratteristiche principali della nave da crociera (LOA= 330 m), sono state riassunte in **Tabella 1** [9].



<b>Caratteristiche della carena</b>		
Velocità massima	23	knots
Lunghezza tra le perpendicolari, Lpp	306	m
Lunghezza fuori tutto, Loa	330	m
Larghezza, B	38.4	m
Immersione media, T	8.3	m
Dislocamento	69392	t
Area frontale opera morta	1851	m <sup>2</sup>
Area laterale opera morta	14976	m <sup>2</sup>
<b>Caratteristiche del timone</b>		
Area	2 x 29.8	m <sup>2</sup>
<b>Caratteristiche delle eliche</b>		
Numero eliche/tipo	2 CPP	
Numero di pale	6	
Diametro	5.7	m
<b>Caratteristiche apparato motore</b>		
2 Diesel medio veloci	2 x 18000	KW
Giri motore	500	RPM
Giri elica	137	RPM
<b>Propulsione ausiliaria</b>		
Bow thrusters	3 x 2200	KW
Stern thrusters	3 x 2200	KW

Tabella 1 – Caratteristiche principali della Nave Cruise [9]

## 4.2 Caratteristiche principali della nave ro-pax, L=240 m

Le caratteristiche principali della nave ro-pax (LOA= 240 m), sono state riassunte in **Tabella 2** [10].



<b>Caratteristiche della carena</b>		
Velocità massima	30.5	knots
Lunghezza tra le perpendicolari, Lpp	216	m
Lunghezza fuori tutto, Loa	240	m
Larghezza, B	30	m
Immersione media, T	6.8	m
Dislocamento	23600	t
Area frontale opera morta	1023	m <sup>2</sup>
Area laterale opera morta	6431	m <sup>2</sup>
<b>Caratteristiche del timone</b>		
Area	2 x 24.5	m <sup>2</sup>
<b>Caratteristiche delle eliche</b>		
Numero eliche/tipo	2 CPP	
Numero di pale	4	
Diametro	5.6	m
<b>Caratteristiche apparato motore</b>		
2 Diesel medio veloci	2 x 27720	KW
Giri motore	500	RPM
Giri elica	148	RPM
<b>Propulsione ausiliaria</b>		
Bow thrusters	2 x 1850	KW
Stern thrusters	-	KW

Tabella 2 – Caratteristiche principali della nave ro - pax [10]

### 4.3 Caratteristiche principali dei rimorchiatori

Per l'esecuzione di questo studio, su indicazione del Capo Pilota del Porto Capitani, si è deciso di prendere in considerazione le caratteristiche nominali di tiro massimo di una squadra composta da tre rimorchiatori, di caratteristiche e numero pari a quelle attualmente in dotazione nel Porto. È opportuno ricordare che attualmente quello di Fiumicino è un porto canale (che si sviluppa lungo le sponde banchinate dello sbocco a mare dell'antica fossa traianea), e che qui oggi i rimorchiatori sono prevalentemente impiegati nell'assistenza delle manovre di rinfusiere e petroliere presso i terminali off-shore.

Di volta in volta è stato scelto di adoperare il numero di rimorchiatori (e di conseguenza il loro posizionamento) che, a giudizio dei Piloti, si rende necessario per poter manovrare in sicurezza con la nave nelle condizioni meteomarine severe prese in considerazione in simulazione.

I rimorchiatori infatti sono stati utilizzati singolarmente e anche fino a tutti e tre insieme. Per fare qualche esempio, nel caso di nave in arrivo, è stato adoperato un rimorchiatore con il cavo in tiro a poppa, per agevolare il governo della nave (da crociera) reso difficoltoso a causa della presenza di vento e mare; oppure, nel caso di disormeggio con il vento al traverso sulla murata in banchina, ne sono stati impiegati due a spingere sulle murate della nave, per contenere il moto di deriva generato dal vento.

Le caratteristiche principali dei rimorchiatori tradizionali sono state riassunte in **Tabella 3** [11], **Tabella 4** [12] e **Tabella 5** [13]. La lunghezza del cavo considerata è di 30 m.

<b>Rimorchiatore azimutale da 40 t</b>	
	
Lunghezza Fuori Tutto	30.50 m
Larghezza	9.92 m
Propulsione	azimutale
Tiro (Bollard Pull)	40 t



**Tabella 3 – Caratteristiche principali del rimorchiatore da 40 t [11]**

<b>Rimorchiatore azimutale da 44 t</b>	
	
Lunghezza Fuori Tutto	34 m
Larghezza	9.60 m
Propulsione	azimutale
Tiro (Bollard Pull)	44 t

**Tabella 4 – Caratteristiche principali del rimorchiatore da 44 t [12]**

<b>Rimorchiatore azimutale da 56 t</b>	
	
Lunghezza Fuori Tutto	30 m
Larghezza	9.50 m
Propulsione	azimutale
Tiro (Bollard Pull)	56 t

**Tabella 5 – Caratteristiche principali del rimorchiatore da 56 t [13]**

Va tenuto presente anche che la sopraelevazione ondosata considerata in queste simulazioni, superiore al metro di altezza significativa, in realtà non permette ai rimorchiatori portuali di operare in assistenza, se non quando si trovano in acque protette.

Questo fattore è stato propriamente tenuto in conto durante le simulazioni, attuando nel modo opportuno l'azione di ausilio dei rimorchiatori con l'obiettivo di riprodurre le condizioni reali di

esercizio. Per questo motivo *i rimorchiatori sono stati presi solo una volta che la nave si trova in prossimità o all'interno del bacino Portuale.*

E' da notare che, nel caso delle manovre di arrivo della nave da crociera (e non del traghetto), è stato possibile far lavorare il rimorchiatore da 56 t in tiro a poppa anche a circa un miglio dall'imboccatura portuale, cioè dove l'onda è quella indisturbata, solo in quanto le dimensioni di questa nave permettono una certa schermatura del moto ondoso, e quindi di operare attivamente col cavo.

Per la rappresentazione al simulatore dei rimorchiatori, azionati tramite un touch screen dedicato sulla parte destra della plancia del SAND, si tenga presente che è possibile gestirne sia la posizione attorno alla nave, che la percentuale di potenza erogata in tiro o in spinta, variata in tempo reale in base alle indicazioni del Pilota al comando dell'unità navale simulata.

A titolo di esempio si veda anche la seguente **Figura 23**, dove è illustrata la vista 3D dalla plancia virtuale del VISLAB del CETENA, durante la simulazione della nave traghetto in uscita dal porto con un rimorchiatore in ausilio in tiro a prua e vento da Maestrale.



**Figura 23 – Nave ro-pax in manovra di uscita dall'accosto 6, assistita da un rimorchiatore in tiro a prua, visibile nello scenario 3D. Il display 2D della plancia mostra la posizione della nave e del rimorchiatore sulla mappa del porto.**

## 5. CONDIZIONI METEOMARINE

Le condizioni meteomarine scelte per le simulazioni sono basate sulle indicazioni fornite a CETENA dal Cliente [7, 8].

In particolare, per i venti di maggiore traversia, provenienti dai quadranti occidentali, sono state individuate *tre diverse condizioni di riferimento* (NW, W, SW), caratterizzate da una velocità del vento (fissate a 25 nodi simulati con raffica), e tre corrispondenti valori di altezza d'onda significativa (Hs) al largo ed interna al porto, laddove presente. La corrente invece è stata posta nulla perché considerata trascurabile ai fini dello studio in oggetto.

Le condizioni meteomarine adottate per entrambi i layout del nuovo PRP di Fiumicino (quello del 2004 e la sua versione ottimizzata nel 2014) sono state sintetizzate nella seguente **Tabella 6**:

<b>CONDIZIONI METEOMARINE PER IL NUOVO PRP DI FIUMICINO 2004/2014</b>			
<b>DIREZIONI VENTO E MARE</b>	<b>SCENARIO</b>	<b>CARATTERISTICHE VENTO E MARE</b>	
NW (~300°N) – <b>Maestrale + Mare</b>	frequente	Vento	25 kn
		Onda	Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s → con smorzamento interno calcolato (mappa [7,8])
W (~270°N) – <b>Ponente + Mare</b>	frequente	Vento	25 kn
		Onda	Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s → → con smorzamento interno trascurabile, calcolato (mappa [7,8])
SW (~220°N) – <b>Libeccio + Mare</b>	frequente	Vento	25 kn
		Onda	Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s → con smorzamento interno calcolato (mappa [7,8])

**Tabella 6 – Condizioni meteomarine considerate per le simulazioni [7]**

Durante le prime simulazioni sono state eseguiti un paio di test nel solo layout di PRP 2004 senza la presenza di vento e mare. *La condizione di calma assoluta*, che infatti in **Tabella 6** non compare, è stata adoperata unicamente per la valutazione iniziale degli spazi a disposizione e per poter studiare, in assenza di agenti meteomarini, la tecnica di manovra da adottare.

Come si può vedere in **Tabella 6**, le intensità del vento considerate rappresentano delle condizioni operative che dal punto di vista della probabilità di occorrenza risultano essere "scenari

frequenti” (cioè dell’ordine di qualche giorno all’anno). Tuttavia va precisato che la manovra delle navi in presenza di queste combinazioni di vento e mare aventi è nella realtà molto difficoltosa, fatto che rende le simulazioni da eseguire per certi versi irrealistiche.

Pertanto, in analogia con quanto fatto nel precedente studio svolto da CETENA nel 2204, i valori di **Tabella 6** sono stati utilizzati al fine di verificare in un ambiente virtuale l’operatività della banchina, in relazione alla tipologia di unità navale (cruise o ro-pax di grandi dimensioni) ed alla dotazione di rimorchiatori (per ipotesi conservativa, quelli attuali). La scelta di condizioni così severe in qualche caso, come verrà spiegato in dettaglio nel seguito, ha determinato la non riuscita della manovra simulata, a causa del vento troppo forte o dell’onda troppo elevata.

Per ciascuna delle condizioni sopraelencate sono stati rielaborati da ACQUATECNO i valori di *penetrazione ondos*a entro le opere di difesa portuale nella geometria ottimizzata del layout di PRP 2014, riprendendo condizioni del tutto analoghe a quelle già studiate in [7].

I valori di *smorzamento ondos*o deducibili dalle mappe di distribuzione dell’altezza d’onda (cfr. **Figure 17÷22**) sono stati poi implementati da CETENA nel simulatore all’interno della mappa del porto, associandoli ai casi di vento di intensità pari a 25 kn e direzione da W, SW e NW.

## 6. CONDIZIONI FINALI DI SIMULAZIONE E LORO ESECUZIONE

Definiti i singoli aspetti delle simulazioni (schematizzazione dei layout portuali, fondale, unità navali, condizioni meteomarine) CETENA ha concordato con il Cliente una tabella di manovre da eseguire durante la sessione di **prove ufficiali svoltesi dal 04 al 16 Giugno 2014**.

*I principali aspetti delle simulazioni eseguite sono stati discussi fra i presenti già durante i momenti di pausa fra un gruppo di simulazioni e l’altro, e di volta in volta condivisi col Cliente al termine delle varie giornate di prova (cfr. “Minute” contenute negli **ALLEGATI elettronici**). In questo modo è stato possibile fissare man mano i risultati ottenuti e validare le osservazioni che scaturivano sull’esito dello studio. L’insieme di queste osservazioni di conseguenza verrà riportato accuratamente nelle **Conclusioni** al termine di questo rapporto (v. **Capitolo 7**).*

### 6.1 *Elenco e caratteristiche delle manovre scelte per le simulazioni*

E’ stato concordato un set di 30 simulazioni di manovra, studiando la manovra portuale delle due unità navali prese in considerazione al variare delle condizioni meteomarine e dell’accosto in banchina.



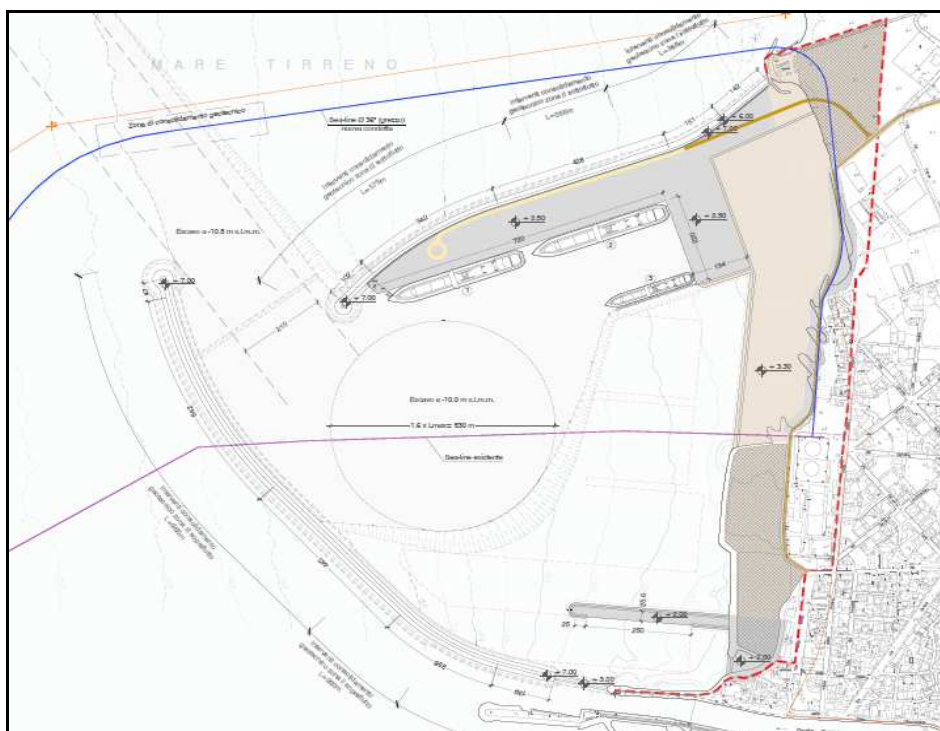
Come accennato in precedenza, il lavoro è stato svolto in accordo col Cliente avvalendosi del pilotaggio del Capo Pilota di Fiumicino (Capitani), coadiuvato da un esperto esecutore messo a disposizione dal CETENA (Bozzo), e dal personale CETENA (Notaro, Peverero).

Nelle **Tablelle 7, 8 e 9** presentate di seguito sono elencate in dettaglio le prove che si è deciso di eseguire al simulatore per lo svolgimento dello studio comparativo fra i due layout del 2004 e del 2014.

La **Tabella 7** contiene elencate le 16 manovre da svolgere per riprendere il programma già svolto nel 2004 ed effettuare il confronto richiesto, valutando la manovrabilità nei due layout differenti. La **Tabella 8** riguarda invece le manovre richieste in più dai Progettisti per valutare la fattibilità dell'accosto di navi da crociera anche presso gli ormeggi ricavati sul sottoflutto, nel caso di opere di sopraflutto non ancora completate. La **Tabella 9**, infine, introduce come da richiesta del Com. Capitani, la condizione di vento da Libeccio (SW) per tutte le navi e gli accosti considerati.

Inoltre, come richiesto da ACQUATECNO, si è deciso anche di prevedere l'esecuzione, *sostituendo qualcuna delle simulazioni precedentemente elencate in **Tabella 7, 8 e 9*** che risultino in qualche maniera "superflue" in corso d'opera, altrettante simulazioni per la verifica della manovrabilità di una nave traghetto (la stessa nave ro-pax da 240 m utilizzata nelle altre simulazioni) all'interno del layout di I LOTTO Funzionale. Tale nave è stata ipotizzata all'accosto in 8 con la contemporanea presenza di due navi cruise agli accosti 9 e 10. In questo caso, la simulazione dovrà tenere conto dell'area dragata a -10 m che, nel I LOTTO, è *limitata inferiormente al solo cerchio di evoluzione*. In questo modo si potranno dare indicazioni anche sulla verifica della sicurezza delle manovre di evoluzione, limitatamente alla suddetta area dragata, in presenza di agenti meteomarini.

Si veda a questo proposito la seguente **Figura 24** fornita dal Cliente.



**Figura 24 – Nave ro-pax all'accosto in presenza di ingombri nel layout di I LOTTO FUNZIONALE con dragaggio limitato al bacino di evoluzione (banchine di sopraflutto non ancora completate)**

In tutte le tabelle suddette è stato utilizzato il seguente codice di colori, utile a distinguere a colpo d'occhio il layout da studiare e le unità navali simulate, ovvero:

	LAYOUT PRP 2004
	LAYOUT OTTIMIZZATO PRP 2014

	Nave da Crociera LOA 330 m ("Cruise")
	Nave Ro-Pax LOA 240 m ("Ro-Pax")

Per le condizioni meteomarine è poi stato utilizzato il codice di colori seguente:

	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s
	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s
	Vento da <b>SW</b> , 25 kn Onde da 220°N, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s

Su indicazione del Pilota (Com. Capitani) in tutte le manovre da eseguire sono stati considerati anche vari ingombri presenti nell'area di manovra, di volta in volta aventi dimensioni pari a quelle delle unità simulate.

Le valutazioni sull'esecuzione e la fattibilità delle varie manovre hanno quindi tenuto conto anche della presenza o meno di tali ingombri.

Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax STUDIO COMPARATIVO FRA LAYOUT DEL PRP 2004 E OTTIMIZZAZIONE PROPOSTA NEL 2014 - Ripetizione set di simulazioni del 2004 -					
ID Manovra	LAYOUT	Nave/ Accosto	Tipo I: Ingresso U: Uscita	Ingombri	Condizioni meteomarine
01	<b>PRP 2004</b>	Cruise in <b>2</b>	I	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s
02		Cruise in <b>2</b>	U	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s
03		Cruise in <b>1</b>	I	Cruise in 2 e Ro Pax in 3	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s
04		Cruise in <b>1</b>	U	Cruise in 2 e Ro Pax in 3	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s
05		Ro-Pax in <b>6</b>	I	Ro-Ro in 7	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s
06		Ro-Pax in <b>6</b>	U	Ro-Ro in 7	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s
07		Ro-Pax in <b>6</b>	I	Ro-Ro in 7	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s
08		Ro-Pax in <b>6</b>	U	Ro-Ro in 7	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s

**Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax  
 - Prove aggiuntive per verifica accosto navi cruise su sottoflutto -**

ID Manovra	LAYOUT	Nave/ Accosto	Tipo I: Ingresso U: Uscita	Ingombri	Condizioni meteomarine
17	<b>OTTIMIZZ. 2014</b>	Cruise in <b>9</b>	I	Cruise in 10 e Ro Ro in 8	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s
18		Cruise in <b>9</b>	U	Cruise in 10 e Ro Ro in 8	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s
19		Cruise in <b>10</b>	I	Cruise in 9 e Ro Ro in 8	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s
20		Cruise in <b>10</b>	U	Cruise in 9 e Ro-Ro in 8	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s
09	<b>OTTIMIZZ. 2014</b>	Cruise in <b>2</b>	I	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s
10		Cruise in <b>2</b>	U	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s
11		Cruise in <b>1</b>	I	Cruise in 2 e Ro Pax in 3	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s
12		Cruise in <b>1</b>	U	Cruise in 2 e Ro Pax in 3	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s
13		Ro-Pax in <b>6</b>	I	Ro-Ro in 7	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s
14		Ro-Pax in <b>6</b>	U	Ro-Ro in 7	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s
15		Ro-Pax in <b>6</b>	I	Ro-Ro in 7	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s
16		Ro-Pax in <b>6</b>	U	Ro-Ro in 7	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s

**Tabella 7 – RIPETIZIONE set di simulazioni del 2004 (cfr. Report CETENA n°8305)**
**Tabella 8 – Simulazioni aggiuntive per VERIFICA ACCOSTO NAVI CRUISE SU SOTTOFLUTTO**



## 6.2 Esecuzione delle simulazioni

Le simulazioni si sono svolte con il contributo del Comandante Capitani coadiuvato dal Com.te Bozzo e dal personale CETENA. In particolare il Com. Capitani, quando è stato ospite presso il CETENA il 4 Giugno 2014, si è dedicato sia al comando sia al pilotaggio della nave, presiedendo personalmente all'uso della macchina e del timone, coadiuvato dal Com. Bozzo. Tutte le manovre rimaste, come si è già detto, sono state invece eseguite dal Com. Bozzo nei giorni **5, 11 e 16 Giugno 2014**.

Ogni simulazione di *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 (cfr. **Figura 15**). Ciò si è reso necessario, in considerazione delle condizioni di vento e mare simulate, per dare alla nave l'abbrivio necessario e governare la rotta verso l'imboccatura del Porto.

Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax - Prove aggiuntive con vento e mare da SW (Libeccio) -					
ID Manovra	LAYOUT	Nave/ Accosto	Tipo I: Ingresso U: Uscita	Ingombri	Condizioni meteomarine
21	<b>PRP 2004</b>	Ro-Pax in <b>6</b>	I	Ro- Ro in 7	Vento da <b>SW</b> , 25 kn Onde da 220°N, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s
22		Ro-Pax in <b>6</b>	U	Ro- Ro in 7	
23		Cruise in <b>1</b>	I	Cruise in 2 e Ro Pax in 3	
24		Cruise in <b>2</b>	U	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	
25	<b>OTTIMIZZ. 2014</b>	Ro-Pax in <b>6</b>	I	Ro- Ro in 7	
26		Ro-Pax in <b>6</b>	U	Ro- Ro in 7	
27		Cruise in <b>1</b>	I	Cruise in 2 e Ro Pax in 3	
28		Cruise in <b>2</b>	U	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	
29		Cruise in <b>9</b>	I	Cruise in 10 e Ro Ro in 8	
30		Cruise in <b>10</b>	U	Cruise in 9 e Ro Ro in 8	

Tabella 9 – Simulazioni aggiuntive in presenza di vento e mare da SW (Libeccio)

A partire da tale velocità il Comandante esecutore delle manovre è quindi stato in grado di regolare l'andatura della nave nelle fasi successive della simulazione, in cui, una volta oltrepassato il canale di accesso, inizia la manovra di evoluzione per arrivare all'ormeggio. Come si è accennato in precedenza, tutte le manovre si sono concluse in prossimità dell'accosto, e analogamente tutte le manovre di *uscita* sono iniziate da questa posizione e sono terminate a qualche lunghezza nave di distanza dall'imboccatura.

Come si è detto in precedenza le manovre si sono svolte con l'ausilio eventuale di uno o più rimorchiatori azimutali.

Le simulazioni di manovra, per quanto riguarda le manovre di ingresso, sono state considerate essersi concluse con esito positivo ("*manovra riuscita*") nel momento in cui il Pilota ha ritenuto che la posizione della nave arrivata di fronte alla banchina è in completa sicurezza e la sua dinamica è totalmente sotto controllo, da parte sia delle macchine di bordo che dei rimorchiatori eventualmente presenti; così come, per quanto riguarda la manovra di uscita, essa è stata ritenuta conclusa positivamente quando ormai la nave è libera di navigare fuori dall'imboccatura del Porto, in acque cosiddette sicure.

Come si è accennato in precedenza, *durante l'esecuzione di alcune prove di accosto in presenza di agenti meteorologici, tutte impostate con vento di 25 nodi di intensità, si è verificata l'impossibilità di concludere la manovra in quanto la forza del vento è risultata superiore alla spinta ottenibile dai tre rimorchiatori impiegati, pur avendo tutti i thruster al massimo. Analogamente, si sono evidenziati due casi in cui la manovra di ingresso in porto è risultata troppo difficoltosa a causa dell'altezza d'onda fuori dal Porto ( $H_s = 4$  m nel caso di Maestrale e nave traghetto in arrivo): la manovra simulata è risultata non fattibile e quindi sconsigliabile anche nella realtà.*

E' da rilevare anche che, *in generale, anche le manovre effettivamente portate a termine in condizioni così gravose sono da considerarsi in ogni caso al limite della fattibilità, indipendentemente dalla loro riuscita al simulatore.*

*Eventuali avarie nel funzionamento delle macchine o degli organi di governo, così come rotture dei cavi dei rimorchiatori, essendo stati quasi sempre utilizzati al massimo delle loro possibilità, possono costituire elementi di pericolo da tenere in debito conto nel caso "reale".*

Tutte le manovre sono state eseguite tramite pilotaggio manuale in tempo reale e sono presentate nella seguenti **Tabelle 10-11-12-13**. L'ordine di esecuzione effettivo durante le giornate di prova non ha sempre seguito quello progressivo rappresentato nelle **Tabelle**, ma per maggiore chiarezza i risultati verranno comunque presentati così.

A differenza delle precedenti **Tabelle 7÷9** relative al programma concordato, le prossime tabelle riportano l'elenco delle prove effettivamente svolte, cioè sono riportate sia le eventuali ripetizioni che l'esito finale di ciascuna prova (in estrema sintesi: riuscita/NON riuscita), suddividendo i test a seconda del layout in cui sono stati svolti ed evidenziando l'utilizzo o meno di rimorchiatori (denominati per brevità come "tugs"). Le eventuali ripetizioni della stessa manovra inizialmente non riuscita sono state identificate aggiungendo al numero il suffisso **\_BIS** o **\_TER**, ecc. ad indicare la doppia o tripla esecuzione.

In particolare, a differenza di quanto riportato in **Tabella 7**, tutte le manovre di ingresso e uscita della nave cruise nel PRP 2014 (cfr. **Tabella 10**) si sono svolte all'ormeggio in radice, identificato dal numero 2, più difficoltoso, trascurando l'ormeggio 1 in testata, già verificato nel caso di PRP 2004.

Si noti anche che in **Tabella 12** è riportata la M31, ovvero la manovra *aggiuntiva* realizzata con la nave ro-pax nel layout di I LOTTO FUNZIONALE, eseguita al posto della **M13** che, come si vede in **Tabella 10**, è stata considerata direttamente "non fattibile", in analogia della **M05**, a causa delle condizioni meteomarine proibitive che impediscono la governabilità della nave durante l'ingresso in porto. La **Tabella 13** in particolare riporta proprio la simulazione eseguita in sostituzione della **M13** nel layout di I LOTTO Funzionale (cfr. **Par. 6.1**).

In alcuni casi, come per la **M17\_TER**, alcune manovre inizialmente non riuscite, sono state ripetute anche in assenza di ingombro, verificando la possibilità di riuscita in caso di maggiore spazio a disposizione dell'area di manovra. Nel caso della **M23** si è provato l'accosto anche in assenza di raffica per valutare la possibilità di risalire il vento in caso di 25 nodi costanti.

**Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax  
STUDIO COMPARATIVO FRA LAYOUT DEL PRP 2004 E OTTIMIZZAZIONE PROPOSTA NEL 2014  
- Ripetizione set di simulazioni del 2004 - TEST ESEGUITI**

#ID M	LAYOUT	Tipo (I/U)-Nave/Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Esito
01	<b>PRP 2004</b>	I - Cruise in 2	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	//	Riuscita (NO ingombro in 1)
02		U - Cruise in 2	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	//	Riuscita (NO ingombro in 1)
03		I - Cruise in 1	Cruise in 2 e Ro Pax in 3	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t a poppa	Riuscita
04		U - Cruise in 1	Cruise in 2 e Ro Pax in 3	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	//	Riuscita (MA consigliabili 2 tug)

05		I - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	//	NON riuscita	
05_BIS		I - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7		(1 tug 56 t a poppa)	NON riuscita – NON FATTIBILE	
06		U - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	//	Riuscita	
07		I - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	//	NON riuscita (errore traiettoria)	
07_BIS		I - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7		//	Riuscita	
08		U - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	//	NON riuscita (serve tug)	
08_BIS		U - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7		1 tug 40 t a prua DR	NON riuscita (tug inizialmente a spring)	
08_TER		U - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7		1 tug 40 t a prua DR	Riuscita (tug subito al traverso. Migliorabile con 2 tugs.)	
09		<b>OTTIM. 2014</b>	I - Cruise in <b>2</b>	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	//	Riuscita
10			U - Cruise in <b>2</b>	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	//	Riuscita
11	I - Cruise in <b>2</b>		Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t a poppa	Riuscita	

**Tabella 10 – Set di simulazioni eseguite come RIPETIZIONE del 2004 nei due layout di PRP (prima parte)**

**Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e traghetti  
STUDIO COMPARATIVO FRA LAYOUT DEL PRP 2004 E OTTIMIZZAZIONE PROPOSTA NEL 2014  
- Ripetizione set di simulazioni del 2004 - TEST ESEGUITI**

#ID M	LAYOUT	Tipo (I/U)-Nave/Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Esito
12	<b>OTTIM. 2014</b>	U - Cruise in <b>2</b>	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	//	NON riuscita
12_BIS		U - Cruise in <b>2</b>	Cruise in 1 e Ro Pax in 3		//	NON riuscita
12_TER		U - Cruise in <b>2</b>	Cruise in 1 e Ro Pax in 3		1 tug 56 t a prua DR	Riuscita
13		I - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	-	NON ESEGUITA. Vedasi M05



14		U - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	//	Riuscita (al limite!)
14_BIS		U - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7		1 tug 56 t a prua DR	Riuscita
15		I - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	//	Riuscita
16		U - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t a prua DR	Riuscita

**Tabella 10 – Set di simulazioni eseguite come RIPETIZIONE del 2004 nei due layout di PRP (fine)**

<b>Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax            - Prove aggiuntive per verifica accosto navi cruise su sottoflutto - TEST ESEGUITI</b>						
#ID M	LAYOUT	Tipo (I/U)-Nave/Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Esito
17	<b>OTTIM. 2014</b>	I - Cruise in <b>9</b>	Cruise in 10 e Ro-Ro in 8	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t a poppa	NON riuscita
17_BIS		I - Cruise in <b>9</b>	Cruise in 10 e Ro-Ro in 8		1 tug 56 t a poppa e poi su murata SN	NON riuscita
17_TER		I - Cruise in <b>10</b>	SOLO Ro-Ro in 8		1 tug 56 t a prua e 1 tug 44 t a poppa	Riuscita (al limite!)

**Tabella 11 – Simulazioni aggiuntive eseguite per VERIFICA ACCOSTO NAVI CRUISE SU SOTTOFLUTTO (prima parte)**

<b>Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax            - Prove aggiuntive per verifica accosto navi cruise su sottoflutto - TEST ESEGUITI</b>						
#ID M	LAYOUT	Tipo (I/U)-Nave/Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Esito
18	<b>OTTIM. 2014</b>	U - Cruise in <b>9</b>	Cruise in 10 e Ro-Ro in 8	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t su murata SN	Riuscita
19		I - Cruise in <b>10</b>	Cruise in 9 e Ro Ro in 8	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t e 1 tug 44 t	NON riuscita
19_BIS		I - Cruise in <b>10</b>	Cruise in 9 e Ro Ro in 8	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t, 1 tug 44 t, 1 tug 40 t tutti su murata SN	NON riuscita (tugs insufficienti)

20		U - Cruise in <b>10</b>	Cruise in 9 e Ro Ro in 8	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	//	Riuscita
----	--	-------------------------	--------------------------	------------------------------------------------------------------	----	----------

**Tabella 11 – Simulazioni aggiuntive eseguite per VERIFICA ACCOSTO NAVI CRUISE SU SOTTOFLUTTO (fine)**

<b>Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax - Prove aggiuntive con vento e mare da SW (Libeccio) - TEST ESEGUITI</b>						
#ID M	LAYOUT	Tipo (I/U)-Nave/Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Esito
21	<b>PRP 2004</b>	I - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro- Ro in 7	Vento da <b>SW</b> , 25 kn Onde da 220°N, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t su murata SN	NON riuscita (tug insufficiente)
21_BIS		I - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro- Ro in 7		1 tug 56 t e 1 tug 44 t	Riuscita
22		U - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro- Ro in 7		1 tug 56 t su murata DR	Riuscita
23		I - Cruise in <b>1</b>	Cruise in 2 e Ro Pax in 3		1 tug 56 t, 1 tug 44 t, 1 tug 40 t tutti su murata DR	NON riuscita (tugs insufficienti, anche senza raffica)
24		U - Cruise in <b>2</b>	Cruise in 1 e Ro Pax in 3		1 tug 56 t su murata SN	Riuscita
25		I - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro- Ro in 7		1 tug 56 t e 1 tug 44 t	Riuscita (al limite!)
26		U - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro- Ro in 7		1 tug 56 t su murata DR	Riuscita
27	<b>OTTIM. 2014</b>	I - Cruise in <b>1</b>	Cruise in 2 e Ro Pax in 3	1 tug "56+44" t e 1 tug 40 t murata DR	NON riuscita (tugs insufficienti)	

**Tabella 12 – Simulazioni aggiuntive in presenza di vento e mare da SW (Libeccio) (prima parte)**

<b>Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax - Prove aggiuntive con vento e mare da SW (Libeccio) - TEST ESEGUITI</b>						
#ID M	LAYOUT	Tipo (I/U)-Nave/Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Esito
28	<b>OTTIM. 2014</b>	U - Cruise in <b>2</b>	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento da <b>SW</b> , 25 kn Onde da 220°N, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t su murata DR	Riuscita
29		I - Cruise in <b>9</b>	Cruise in 10 e Ro Ro in 8		//	Riuscita (ma consigliabile NO ingombro in 10)
30		U - Cruise in <b>10</b>	Cruise in 9 e Ro Ro in 8		1 tug 40 t a prua e 1 tug 44 t a poppa a tirare	NON riuscita (tugs insufficienti)

30_ BIS		U - Cruise in <b>10</b>	Cruise in 9 e Ro Ro in 8		1 tug 40 t a prua e 1 tug <b>56</b> t a poppa a tirare	NON riuscita (tugs insufficienti)
30_ TER		U - Cruise in <b>10</b>	Cruise in 9 e Ro Ro in 8		1 tug 40 t a prua e 1 tug <b>56</b> t a poppa a tirare	NON riuscita (tugs insufficienti)

Tabella 12 – Simulazioni aggiuntive in presenza di vento e mare da SW (Libeccio) (seconda parte)

<b>Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax            - Prove sostitutive su nave ro-pax nel I LOTTO FUNZIONALE - TEST ESEGUITI</b>						
#ID M	LAYOUT	Tipo (I/U)- Nave/ Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Esito
31	<b>I LOTTO FUNZ.LE</b>	I - Ro-Pax in <b>8</b>	Cruise in 9 e in 10	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	//	Riuscita (MA consigliabile 1 tug a spingere sottovento)

Tabella 13 – Test sostitativi su nave ro-pax nel layout di I LOTTO FUNZIONALE (M31 al posto di M13, cfr. Tab. 10)

Nelle successive **Tabelle 14-15-16-17** sono nuovamente elencate in ordine progressivo le manovre eseguite, questa volta riportando il tempo totale di esecuzione e la *sintesi dei commenti mesi in rilievo dal Pilota che l'ha eseguita* (Com. Capitani oppure Bozzo, cfr. anche **Tab. 10-11-12-13** precedenti). Come si può notare infatti, vi sono diversi casi di manovre "non riuscite" a causa della potenza dei rimorchiatori complessivamente non sufficiente, come verrà spiegato nelle **Tabelle 14÷17**, a contrastare l'azione del vento al traverso nella fase finale di accosto oppure al disormeggio. In questo senso le note di sintesi sono da considerarsi come traccia per la comprensione dell'andamento di ciascuna manovra.

Per una visione completa del lavoro svolto, infine, si rimanda ai risultati integrali messi a disposizione del Cliente, sia sotto forma di immagini delle traiettorie della nave e dei rimorchiatori eventualmente presenti, sia di filmati e storia temporale delle grandezze simulate (v. **APPENDICE B e Allegati**).

Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax STUDIO COMPARATIVO FRA LAYOUT DEL PRP 2004 E OTTIMIZZAZIONE PROPOSTA NEL 2014 - Ripetizione set di simulazioni del 2004 - TEST ESEGUITI & COMMENTI						
#ID M – durata [mm ss]	LAYOUT	Tipo (I/U)- Nave/ Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Sintesi dei COMMENTI ed Esito Finale
01 [20'26"]	<b>PRP 2004</b>	I - Cruise in 2	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	//	<b>Riuscita.</b> La manovra è fattibile ma senza l'ingombro in 1, altrimenti c'è troppo poca acqua di manovra. Altrimenti, se manovra con ingombro, va preferito ormeggio in 1 e nave (più piccola) accostata in 2.



02 [10'51"]		U - Cruise in <b>2</b>	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	//	<b>Riuscita.</b> La manovra è resa difficile dal vento in prua che spinge contro la radice del molo, bisogna subito dare MAV. Come per M01, è fattibile ma senza l'ingombro in 1 di queste dimensioni.
03 [26'43"]		I - Cruise in <b>1</b>	Cruise in 2 e Ro Pax in 3	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t a poppa	<b>Riuscita.</b> Col rimorchiatore, fondamentale soprattutto per manovrare all'imbocco in sicurezza senza rischiare lo scarroccio sul sopraflutto, la manovra di evoluzione al centro del porto viene impostata più agevolmente.
04 [19'31"]		U - Cruise in <b>1</b>	Cruise in 2 e Ro Pax in 3	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	//	<b>Riuscita.</b> Nella fase finale di rotazione e risalita del vento in prossimità dell'accosto, la nave tocca la banchina di poppa. Per questo motivo sarebbero consigliabili 2 tug (con 1 tug solo non si riuscirebbe a bilanciare l'equilibrio delle forze di tiro).
05 [07'46"]		I - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	//	<b>NON riuscita.</b> La manovra senza tug è troppo rischiosa, a causa del vento e soprattutto del mare.

**Tabella 14 – Set di simulazioni eseguite come ripetizione del 2004 nei due layout di PRP, e COMMENTI (prima parte)**

<b>Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax            STUDIO COMPARATIVO FRA LAYOUT DEL PRP 2004 E OTTIMIZZAZIONE PROPOSTA NEL 2014            - Ripetizione set di simulazioni del 2004 - TEST ESEGUITI &amp; COMMENTI</b>						
#ID M – durata [mm ss]	LAYOUT	Tipo (I/U)- Nave/ Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Sintesi dei COMMENTI ed Esito Finale
05_BIS [07'23"]	<b>PRP 2004</b>	I - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	(1 tug 56 t a poppa)	<b>NON riuscita – NON FATTIBILE.</b> Anche nell'ipotesi, non realistica, di poter chiamare in ausilio un tug, con queste condizioni di mare (Hs=4.0 m) e vento la manovra risulta non fattibile.

06 [10'28"]		U - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	//	<b>Riuscita</b> in sicurezza.
07 [21'09"]		I - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	//	<b>NON riuscita.</b> Un errore di valutazione sulla traiettoria compromette l'arrivo all'accosto: si verifica un urto della murata SN contro il pennello.
07_BIS [07'38"]		I - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7		//	<b>Riuscita.</b> La manovra è stata ripresa dal cerchio di evoluzione, avvicinandosi di poppa e ruotando per ultima la prora.
08 [02'01"]		U - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7		//	<b>NON riuscita.</b> E' stato fatto un tentativo di uscita senza tug, ma la nave non si stacca.
08_BIS [02'15"]		U - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 40 t a prua DR	<b>NON riuscita.</b> La manovra viene ripetuta con l'ausilio di un tug in tiro inizialmente a spring a prora DR, poi al traverso. La nave non riesce a risalire il vento.
08_TER [07'43"]		U - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7		1 tug 40 t a prua DR	<b>Riuscita.</b> In questo caso il tug viene messo in tiro subito al traverso. Tuttavia il moto è lento e nella fase di scostamento si verifica il contatto delle murate sui parabordi. Migliorabile avendo due tugs a disposizione per controbilanciare il tiro.

**Tabella 14 – Set di simulazioni eseguite come ripetizione del 2004 nei due layout di PRP, e COMMENTI (seconda parte)**

<b>Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax</b> <b>STUDIO COMPARATIVO FRA LAYOUT DEL PRP 2004 E OTTIMIZZAZIONE PROPOSTA NEL 2014</b> <b>- Ripetizione set di simulazioni del 2004 - TEST ESEGUITI &amp; COMMENTI</b>						
#ID M - durata [mm ss]	LAYOUT	Tipo (I/U)-Nave/Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Sintesi dei COMMENTI ed Esito Finale
09 [27'11"]	<b>OTTIM. 2014</b>	I - Cruise in <b>2</b>	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	//	<b>Riuscita.</b> A differenza della <b>M01</b> , in questo layout si riesce a manovrare anche in presenza di accosto in 1.
10 [11'45"]		U - Cruise in <b>2</b>	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	//	<b>Riuscita</b> in sicurezza.

11 [24'32"]		I - Cruise in <b>2</b>	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t a poppa	<b>Riuscita.</b> Per governare l'abbrivio della nave in arrivo, risulta fondamentale, oltre al tug in tiro di poppa, l'utilizzo in MAV di una macchina sola, e della relativa elica. La manovra di evoluzione è eseguita sfruttando lo spazio compreso fra la fine del canale di accesso e il contorno settentrionale del cerchio di evoluzione. Anche in questo caso, è comunque consigliabile occupare prima l'ormeggio in 2 con l'altra nave (più piccola) e poi quello in 1.
12 [05'10"]		U - Cruise in <b>2</b>	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	//	<b>NON riuscita.</b> Si evidenzia la scarsità di spazio a disposizione per la manovra con ingombro.
12_BIS [03'19"]		U - Cruise in <b>2</b>	Cruise in 1 e Ro Pax in 3		//	<b>NON riuscita.</b> Il vento butta la nave in banchina.
12_TER [15'55"]		U - Cruise in <b>2</b>	Cruise in 1 e Ro Pax in 3		1 tug 56 t a prua DR	<b>Riuscita.</b> Risulta necessario il tug da 56 t per permettere il distacco da banchina. Per l'esito della manovra risulterebbe vantaggioso non avere ingombri in 1.

Tabella 14 – Set di simulazioni eseguite come ripetizione del 2004 nei due layout di PRP, e COMMENTI (terza parte)

Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax STUDIO COMPARATIVO FRA LAYOUT DEL PRP 2004 E OTTIMIZZAZIONE PROPOSTA NEL 2014 - Ripetizione set di simulazioni del 2004 - TEST ESEGUITI & COMMENTI						
#ID M – durata [mm ss]	LAYOUT	Tipo (I/U)- Nave/ Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Sintesi dei COMMENTI ed Esito Finale
13	OTTIM. 2014	I - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	-	<b>NON ESEGUITA.</b> Vedasi <b>M05– NON FATTIBILE.</b>
14 [11'49"]		U - Ro- Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	//	<b>Riuscita</b> (al limite!). Dosando opportunamente i comandi su macchina e timone si riesce a staccarsi anche senza

						rimorchiatore, ma è consigliabile prenderlo. Quando la metà della lunghezza nave ha oltrepassato il pennello di accosto, per non urtare lo spigolo va data macchina AV solo di DR con timone a SN. Manovra lenta e rischiosa.
14_BIS [09'12""]		U - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7		1 tug 56 t a prua DR	<b>Riuscita</b> in sicurezza, con l'ausilio di un tug.
15 [22'08""]		I - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	//	<b>Riuscita.</b> La manovra di evoluzione verso l'accosto viene fatta prendendo acqua dalla parte della nuova darsena settentrionale, in assenza di ingombri. La manovra è fattibile anche in assenza di tugs.
16 [07'00""]		U - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro-Ro in 7	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t a prua DR	<b>Riuscita.</b> La manovra è riuscita in sicurezza e viene eseguita con 1 tug in ausilio sia per distaccarsi che per direzionare la nave in uscita dal porto. Risulta meno difficoltosa della <b>MO8</b> in quanto l'assenza del pennello di accosto ro-ro in questo layout permette di avere più acqua a disposizione per la manovra.

Tabella 14 – Set di simulazioni eseguite come ripetizione del 2004 nei due layout di PRP, e COMMENTI (fine)

**Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax - Prove aggiuntive per verifica accosto navi cruise su sottoflutto - TEST ESEGUITI & COMMENTI**

#ID M - durata [mm ss]	LAYOUT	Tipo (I/U)-Nave/Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Sintesi dei COMMENTI ed Esito Finale
17 [18'54""]	<b>OTTIM. 2014</b>	I - Cruise in <b>9</b>	Cruise in 10 e Ro-Ro in 8	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t a poppa	<b>NON riuscita.</b> La manovra è fattibile, ma va rimodulato il percorso da fare in MAD tenendo conto dello spazio disponibile.
17_BIS [07'24""]		I - Cruise in <b>9</b>	Cruise in 10 e Ro-Ro in 8		1 tug 56 t a poppa e poi su murata SN	<b>NON riuscita.</b> La manovra viene ripresa da dentro la darsena settentrionale, ma anche



						in questo caso non si riesce ad arrestare in tempo la nave. La difficoltà nell'esecuzione è legata, oltre alle condimeteo severe, anche all'esiguità degli spazi determinata dalle dimensioni della nave in relazione agli ingombri presenti nell'area di manovra.
17_TER [28'45"]		I - Cruise in <b>10</b>	<u>SOLO</u> <u>Ro-Ro in 8</u>		1 tug 56 t a prua e 1 tug 44 t a poppa	<b>Riuscita</b> (al limite!). La manovra viene nuovamente ripresa da dentro la darsena settentrionale, ma con l'ausilio di due tug a spingere a poppa e prora. L'accosto è risultato fattibile solo in testata del sottoflutto, cioè in 10, non considerando più la presenza dell'ingombro. La nave fa fatica ad accostare perché pur coi 2 tugs ed i 6 thruster azionati al massimo la forza del vento (quando è al traverso) tende a prevalere.
18 [10'52"]		U - Cruise in <b>9</b>	Cruise in 10 e Ro-Ro in 8	Vento di <b>Ponente</b> , 25 kn Onde da W, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t su murata SN	<b>Riuscita.</b> La fase più delicata risulta l'evoluzione attorno al sottoflutto. Il rimorchiatore pur essendo presente NON è stato utilizzato attivamente, non essendosi reso necessario il suo ausilio.

**Tabella 15 – Simulazioni aggiuntive eseguite per verifica accosto navi cruise su sottoflutto e COMMENTI (prima parte)**

**Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax  
- Prove aggiuntive per verifica accosto navi cruise su sottoflutto - TEST ESEGUITI &  
COMMENTI**

#ID M - durata [mm ss]	LAYOUT	Tipo (I/U)- Nave/ Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Sintesi dei <b>COMMENTI</b> ed Esito Finale
19 [33'53"]	<b>OTTIM.</b> <b>2014</b>	I - Cruise in <b>10</b>	Cruise in 9 e Ro Ro in 8	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t di poppa e 1 tug 44 t usato  come cavo di terra a spring	<b>NON riuscita.</b> L'ingresso nel canale risulta molto difficoltoso a causa del vento e delle onde: si è costretti a mantenere una velocità elevata per contrastare il malgoverno. Subito dopo la nave si deve arrestare

						effettuare l'evoluzione, ma gli spazi disponibili risultano esigui rispetto alla lunghezza dell'unità simulata. Il tug in ausilio di poppa svolge la sua funzione sia per facilitare l'arresto della nave che per sostenere lo scarroccio dato dal vento durante l'evoluzione a nave ferma. Quando la prua si avvicina a banchina viene simulato un cavo di prua (8-10 t) utilizzando il secondo tug. Successivamente il tug da 44 t viene utilizzato a spingere sulla murata di sinistra a prora assieme al tug da 56 t (a poppa) ma la forza del vento al traverso (che supera con la raffica anche le <b>200</b> t) eccede le forze di spinta dei rimorchiatori e dei thruster (totale ca <b>190</b> t), tutti al massimo della potenza.
19_BIS [20'07"']		I – Cruise in <b>10</b>	Cruise in 9 e Ro Ro in 8	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp=9.0 s	1 tug 56 t, 1 tug 44 t, 1 tug 40 t tutti su murata SN	<b>NON riuscita.</b> La manovra viene ripetuta dal punto in cui la nave è parallela alla banchina. Anche con tutti e 3 i tugs a spingere, la potenza complessiva risulta insufficiente e la manovra viene interrotta senza poter essere conclusa .

**Tabella 15 – Simulazioni aggiuntive eseguite per verifica accosto navi cruise su sottoflutto e COMMENTI (seconda parte)**

**Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax  
- Prove aggiuntive per verifica accosto navi cruise su sottoflutto - TEST ESEGUITI & COMMENTI**

#ID M – durata [mm ss]	LAYOUT	Tipo (I/U)- Nave/ Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Sintesi dei <b>COMMENTI</b> ed Esito Finale
20 [18'42"']	<b>OTTIM. 2014</b>	U - Cruise in <b>10</b>	Cruise in 9 e Ro Ro in 8	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	//	<b>Riuscita.</b> La manovra è agevolata dal vento che in questo caso facilita il disormeggio. La nave si distacca solo tramite l'azionamento dei thruster di SN. In seguito, per staccarsi e compiere l'evoluzione si utilizzano

						<p>tutti i bow di DR e gli stern di SN. Al tempo 5'10" per una distrazione vengono invertiti i comandi (bow a SN e stern a SN), causando così la rotazione della nave verso SN invece che DR. La manovra viene comunque recuperata riportando leggermente indietro la nave (10') e riuscendo a correggere senza problemi particolari l'abbrivio verso l'uscita del Porto.</p> <p><i>Si evidenzia, in generale, la necessità di evitare di manovrare sotto al molo di sottoflutto ed evolvere preferibilmente nel cerchio di evoluzione.</i></p>
--	--	--	--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tabella 15 – Simulazioni aggiuntive eseguite per verifica accosto navi cruise su sottoflutto e COMMENTI (fine)**

**Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax  
- Prove aggiuntive con vento e mare da SW (Libeccio) - TEST ESEGUITI & COMMENTI**

#ID M – durata [mm ss]	LAYOUT	Tipo (I/U)- Nave/ Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Sintesi dei <b>COMMENTI</b> ed Esito Finale
21 [25'57"]	<b>PRP 2004</b>	I - Ro-Pax in <b>6</b>	Ro- Ro in 7	Vento da <b>SW</b> , 25 kn Onde da 220°N, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t su murata SN	<p><b>NON riuscita.</b></p> <p>In questa manovra si possono distinguere varie fasi. Il raggiungimento dell'imboccatura risulta oltremodo problematico, è difficile mantenere una rotta rettilinea all'interno del canale di accesso. Si è costretti ad arrestare il moto</p>

01/15/04

						<p>della nave in almeno due occasioni, l'ultima delle quali in prossimità dei due moli foranei. <i>Con vento proveniente da questo settore (SW) l'entrata risulta alquanto difficile.</i></p> <p>L'evoluzione per contro risulta agevole anche senza l'ausilio di tug. Va tenuto in conto tuttavia che, durante il giro sulla DR, quando il vento dal traverso passa in prua, si deve contrastare l'abbrivio indietro verso l'accosto con macchina, timone e thruster. Viene preso il tug da 56 t a spingere nella fase di avvicinamento all'accosto, reso più difficoltoso dalla presenza dell'ingombro in 7. L'azione del vento non è contrastabile dal singolo rimorchiatore, e la manovra viene interrotta.</p>
21_BIS [23'22"]		I – Ro-Pax in <b>6</b>	Ro- Ro in 7		1 tug 56 t e 1 tug 44 t su murata di DR	<p><b>Riuscita.</b></p> <p>Al secondo tentativo la manovra, ripresa dal punto in cui la nave si trova dopo aver girato nel bacino di evoluzione, viene impostata con l'ausilio di due rimorchiatori. L'arrivo a banchina, seppur difficoltoso, è reso possibile gestendo singolarmente la spinta di ciascun tug per controbilanciare il vento.</p>

**Tabella 16 – Simulazioni aggiuntive in presenza di vento e mare da SW (Libeccio) e COMMENTI (prima parte)**
**Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax  
 - Prove aggiuntive con vento e mare da SW (Libeccio) - TEST ESEGUITI & COMMENTI**

#ID M – durata [mm ss]	LAYOUT	Tipo (I/U)-Nave/Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Sintesi dei COMMENTI ed Esito Finale
22 [11'00]	PRP 2004	I – Ro-Pax in <b>6</b>	Ro- Ro in 7	Vento da <b>SW</b> , 25 kn Onde da 220°N, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t su murata DR	<p><b>Riuscita.</b></p> <p>La fase di disormeggio non presenta difficoltà. Il tug da 56 t spinge fino alla fine del cerchio di evoluzione, poi si stacca.</p>
23 [38'58"]		I - Cruise in <b>1</b>	Cruise in 2 e Ro Pax in 3		1 tug 56 t, 1 tug 44 t, 1 tug	<p><b>NON riuscita.</b></p> <p>Dopo avere effettuato l'ingresso in porto senza eccessive difficoltà, la</p>

					40 t tutti su murata DR	nave compie l'evoluzione sulla DR utilizzando bow e stern thrusters. A nave girata il vento si trova al traverso e viene quindi chiamato un rimorchiatore in assistenza in spinta (56 t) al centro sulla DR. Non essendo sufficiente a contenere l'azione di scarroccio, con i thruster tutti a SN, viene aggiunto a prua un secondo tug (40 t), disponendo il primo a spingere a poppa. Il vento registra in questa fase anche 220-230 t di forza sulla murata di SN, con raffica anche fino a 270 t in qualche istante. Successivamente viene quindi chiamato un terzo rimorchiatore, ridisponendo la squadra a spingere nel seguente ordine: prua 40 t, centro 56 t, poppa 44 t. Anche con tutti i thruster al massimo, non è possibile arrivare all'accosto.
--	--	--	--	--	-------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tabella 16 – Simulazioni aggiuntive in presenza di vento e mare da SW (Libeccio) e COMMENTI (seconda parte)**

**Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax  
- Prove aggiuntive con vento e mare da SW (Libeccio) - TEST ESEGUITI & COMMENTI**

#ID M – durata [mm ss]	LAYOUT	Tipo (I/U)-Nave/Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Sintesi dei COMMENTI ed Esito Finale
24 [15'02"]	<b>OTTIM. 2014</b>	U - Cruise in 2	Cruise in 1 e Ro Pax in 3	Vento da <b>SW</b> , 25 kn Onde da 220°N, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug 56 t su murata SN	<b>Riuscita.</b> Se si mantiene l'ingombro avanti in 1 e contemporaneamente quello in 3, non potendosi guadagnare acqua in avanti, risulta che il tug in spinta non ha lo spazio di poppa per poter lavorare. In questo



						<i>dei due accosti libero.</i>
25 [59'58"]		I - Cruise in <b>1</b>	Cruise in 2 e Ro Pax in 3		1 tug 56 t e 1 tug 44 t su murata DR	<b>Riuscita</b> (al limite!). Si rileva anche in questo caso una seria difficoltà all'ingresso, a causa dell'azione combinata di vento e mare. Un punto pericoloso è il passaggio fra il molo di sopraflutto e il molo di sottoflutto, vicino ai quali la nave si trova a passare sospinta dal vento. Per quanto riguarda l'accosto, la manovra è molto lenta e si gioca sul bilanciamento delle spinte di ciascun tug nella direzione opposta al vento.
26 [10'58"]		U - Cruise in <b>2</b>	Cruise in 1 e Ro Pax in 3		1 tug 56 t su murata DR	<b>Riuscita.</b> La manovra viene svolta con l'ausilio di un tug in spinta sulla murata di DR solo per contenere la forza del vento durante la fase di disormeggio. L'uscita avviene volutamente sopravvento passando vicino al molo di sopraflutto.

**Tabella 16 – Simulazioni aggiuntive in presenza di vento e mare da SW (Libeccio) e COMMENTI (terza parte)**
**Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax  
 - Prove aggiuntive con vento e mare da SW (Libeccio) - TEST ESEGUITI & COMMENTI**

#ID M – durata [mm ss]	LAYOUT	Tipo (I/U)- Nave/ Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Sintesi dei COMMENTI ed Esito Finale
27 [25'26"]	<b>OTTIM. 2014</b>	I - Cruise in <b>1</b>	Cruise in 2 e Ro Pax in 3	Vento da <b>SW</b> , 25 kn Onde da 220°N, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	1 tug "56+44" t e 1 tug 40 t murata DR	<b>NON riuscita.</b> Anche in questo caso l'azione del mare rende la manovra di approccio al canale di ingresso abbastanza difficoltosa, ma fattibile a patto di mantenere una velocità di ca 6 kn. L'evoluzione nel bacino avviene con

						DR e stern thruster a SN. Non appena la nave ha compiuto il giro di 180° viene chiamato in assistenza il tug da 56 t a spingere sulla murata di DR al centro, per sostenere la nave col vento al traverso. L'azione del singolo tug risulta insufficiente. Al tempo 18' ca si decide di sovrapporre un secondo tug da 44 t per simulare l'effetto della spinta di 100 t al centro. Tuttavia anche in questo caso la spinta risulta inadeguata. Al tempo 24' ca viene chiamato un altro rimorchiatore da 40 t in spinta a prua, ma senza effetti positivi sulla risalita del vento da parte della nave. <i>Non si riesce ad arrivare all'accosto, pertanto la manovra viene abbandonata.</i>
28 [12'18"]		U - Cruise in 2	Cruise in 1 e Ro Pax in 3		1 tug 56 t su murata DR	<b>Riuscita.</b> Si evidenzia la necessità di non avere l'ingombro in 3 (ro-pax) in quanto il tug in assistenza durante l'uscita dalla darsena, impegnato a contenere lo scarroccio della nave sotto l'azione del vento da SW, non ha sufficiente acqua per lavorare agevolmente e in sicurezza. Manovra di difficile esecuzione.

**Tabella 16 – Simulazioni aggiuntive in presenza di vento e mare da SW (Libeccio) e COMMENTI (quarta parte)**

**Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax  
- Prove aggiuntive con vento e mare da SW (Libeccio) - TEST ESEGUITI & COMMENTI**

#ID M – durata [mm ss]	LAYOUT	Tipo (I/U)- Nave/ Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Sintesi dei COMMENTI ed Esito Finale
29 [26'15"]	<b>OTTIM. 2014</b>	I - Cruise in 9	Cruise in 10 e Ro Ro in 8	Vento da <b>SW</b> , 25 kn Onde da 220°N, Hs=4.0 m, Tp= 9.0 s	//	<b>Riuscita.</b> La manovra è fattibile ma è consigliabile NON avere l'ingombro in 10 per agevolare l'arrivo in radice di sottoflutto. La fase finale di accosto è più agevole: la nave si appoggia ai parabordi di prua, dopodiché nella

						realità la manovra di rotazione in parallelo alla banchina sarebbe effettuata tramite azione di tonnageo coi cavi già messi a terra.
30 [06'00""]		U - Cruise in <b>10</b>	Cruise in 9 e Ro Ro in 8		1 tug 40 t a prua e 1 tug <b>44</b> t a poppa a tirare	<b>NON riuscita.</b> L'azione dei due tug in tiro a poppa (44 t) e prora (40 t) risulta insufficiente a contrastare il vento (che agisce sul quartiere prodiero di SN) e la nave non si stacca dall'ormeggio.
30_BIS [03'14""]		U - Cruise in <b>10</b>	Cruise in 9 e Ro Ro in 8		1 tug 40 t a prua e 1 tug <b>56</b> t a poppa a tirare	<b>NON riuscita.</b> La manovra viene ripetuta questa volta utilizzando il tug più potente (56 t) a prua. Anche in questo caso la potenza complessiva (si intende sempre comprensiva della somma dei thruster) risulta insufficiente.
30_TER [08'05""]		U - Cruise in <b>10</b>	Cruise in 9 e Ro Ro in 8		1 tug 40 t a prua e 1 tug <b>56</b> t a poppa a tirare	<b>NON riuscita.</b> La manovra viene ripetuta ancora una volta nelle stesse condizioni della M30_BIS, confermandone l'esito negativo.

**Tabella 16 – Simulazioni aggiuntive in presenza di vento e mare da SW (Libeccio) e COMMENTI (fine)**

A ulteriore riguardo della **M30** sopra commentata, si tenga presente che è stata eseguita anche una quarta prova (non inclusa fra i risultati) imponendo 20 nodi di vento anziché 25 come previsto dalle condimeteo imposte. Nella pratica, infatti, è normale attendere per le uscite il calare dell'intensità del vento. In questo caso, avvalendosi di una coppia di rimorchiatori da 40 t e 56 t come per la M30\_BIS/TER, la manovra di disormeggio riesce.

**Simulazioni nel nuovo Porto Commerciale di Fiumicino, accosti navi da crociera e ro-pax - Prove sostitutive su nave ro-pax nel I LOTTO FUNZIONALE - TEST ESEGUITI & COMMENTI**

#ID M - durata [mm ss]	LAYOUT	Tipo (I/U)- Nave/ Accosto	Ingombri	Condizioni meteomarine	N° TUG, Tiro max	Sintesi dei COMMENTI ed Esito Finale
31 [24'24""]	<b>I LOTTO FUNZ.LE</b>	I - Ro-Pax in <b>8</b>	Cruise in 9 e in 10	Vento da <b>NW</b> , 25 kn Onde da 300°N, Hs=3.0 m, Tp= 9.0 s	//	<b>Riuscita.</b> La manovra nel layout di I LOTTO FUNZIONALE (con dragaggio limitato al bacino di evoluzione) è <b>fattibile</b> . Nella fase finale di accosto sarebbe comunque necessario 1 tug a spingere sottovento

---

						e quindi il sottoflutto libero dall'ingombro in 9.
--	--	--	--	--	--	----------------------------------------------------

**Tabella 17 – Test su nave ro-pax nel layout di I LOTTO FUNZIONALE (M31 al posto di M13, cfr. Tab. 10) e COMMENTI**

### **6.3 Presentazione dei risultati delle simulazioni**

I risultati completi delle simulazioni eseguite sono stati resi disponibili al Cliente in formato elettronico (v. **ALLEGATI**). Essi sono stati elaborati sotto forma di: immagini delle traiettorie, sia per la singola manovra che per involuppi di più manovre; video di ogni test così come visualizzato sulla plancia 2D del SAND; storie temporali di tutte le grandezze simulate.

#### **6.3.1 GRAFICI DELLE TRAIETTORIE DELLE SINGOLE MANOVRE**

Tutte le traiettorie delle manovre eseguite al simulatore vengono presentate in **APPENDICE A** del presente rapporto le traiettorie seguite da ciascuna unità navale, nelle varie condizioni meteomarine.

In generale su ogni immagine viene rappresentata la traiettoria seguita dalla nave durante la simulazione tramite la stampa ad intervalli di tempo regolari (60 s) della silhouette della nave, consentendo così di ricavare immediate informazioni circa la rotta seguita dalla stessa.

In sintesi, oltre alla traiettoria, su tali immagini sono quindi indicati:

- il Nord geografico, con sotto l'indicazione del tempo totale di svolgimento della manovra;
- il layout portuale (*grigio nel PRP 2004, blu nel 2014*) con la rappresentazione di canale d'accesso e bacino evolutivo;
- la silhouette della nave (in **nero**; eventualmente in **rosso** in caso di urto);
- l'indicazione della direzione di provenienza del vento (in **giallo**);
- la silhouette di ogni rimorchiatore presente (in **lilla**) e l'indicazione del vettore della spinta o del tiro (**freccia blu**);
- per la singola simulazione in tempo reale, la **durata complessiva** della stessa (in **alto a sinistra** sotto alla rosa dei venti, solo nei video)
- la silhouette degli ingombri eventualmente presenti nell'area di manovra (a seconda degli accosti: nave cruise o ro pax, delle stesse dimensioni delle navi in simulazione, rispettivamente in azzurro/rosa e bordeaux)

Per l'analisi particolareggiata di ciascuna traiettoria e della tecnica di manovra adottata si rimanda agli **ALLEGATI** forniti assieme al presente rapporto tecnico (postprocessing avanzato dei risultati, dove sono stati inclusi *i filmati delle manovre ed i file delle storie temporali di tutte le grandezze simulate*, es. uso di macchine e timone, tiro dei rimorchiatori, ecc. ecc.). Si precisa che per ragioni di rappresentazione grafica le immagini e i video sono centrati sull'area che comprende il canale di accesso ed esclude il punto di partenza, a circa 1 miglio di distanza. L'**APPENDICE B** contiene invece una serie di fotografie che documentano alcuni momenti dello svolgimento delle simulazioni.

## 7. CONCLUSIONI

Questo studio ha esaminato le simulazioni di manovra in tempo reale svoltesi all'interno del layout del nuovo PRP del Porto di Fiumicino, considerando il confronto fra la configurazione relativa agli interventi infrastrutturali previsti in attuazione del nuovo Piano Regolatore Portuale (PRP), risalente al 2004, con quella ottimizzata rielaborata nel 2014.

Le due unità navali bielica, considerate in manovra sia di ingresso che di uscita, sono state le seguenti: una grande nave da crociera a propulsione tradizionale, avente dimensioni massime



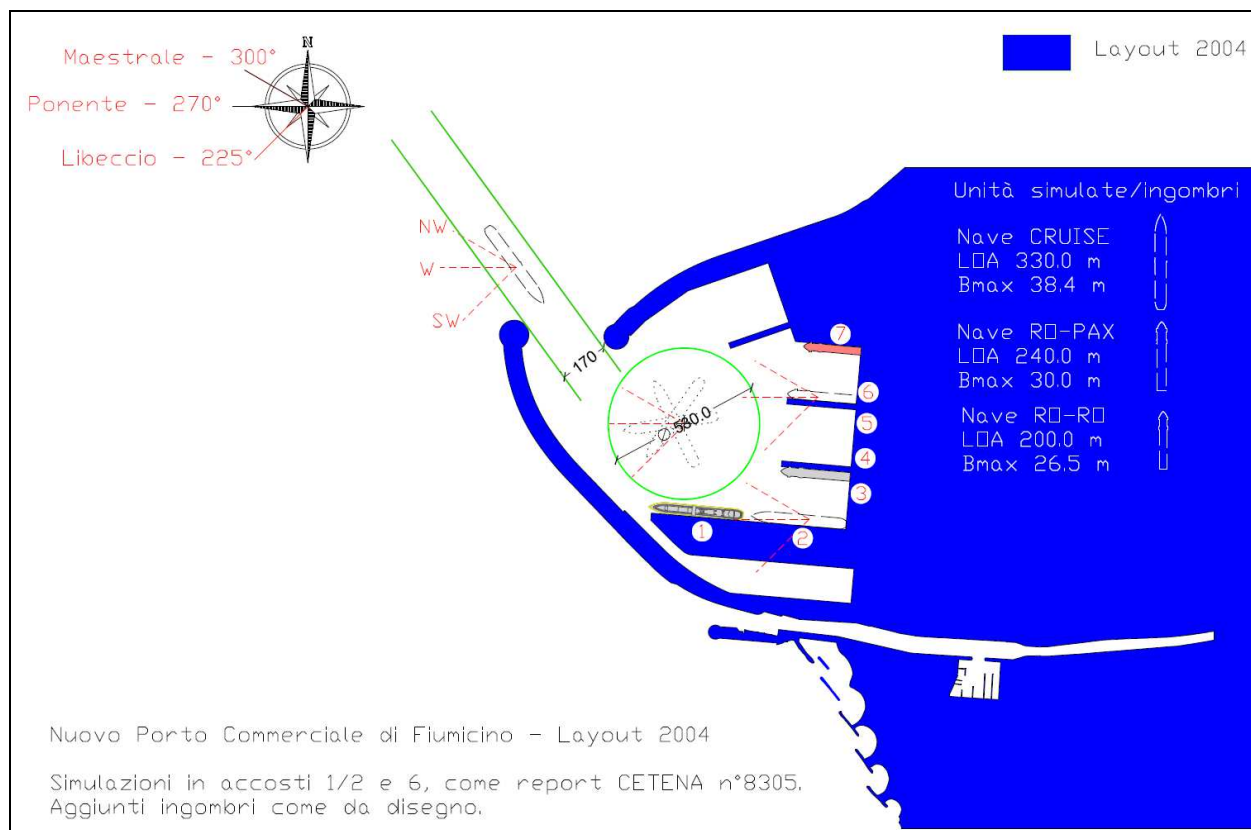
pari a 330 m di lunghezza e 38.4 m di larghezza e dotata di tre thruster sia a prua che a poppa; una nave traghetto di tipo ro-pax anch'esso a propulsione tradizionale, avente dimensioni massime pari a 240 m di lunghezza e 30 m di larghezza e dotata di due thruster a prua. Le manovre si sono svolte anche con l'assistenza di tre rimorchiatori a propulsione tradizionale, considerati da 40 t, 44 t e 56 t di tiro massimo, corrispondenti a quelli attualmente in uso nel Porto di Fiumicino.

Le prove si sono svolte tutte in presenza agenti meteo-marini. In particolare, il vento è stato considerato proveniente dai settori occidentali con direzioni da SW, W e NW (con moto ondoso associato rispettivamente ad una Hs di 3 m, 4 m e 3 m), di intensità pari a 25 nodi di velocità.

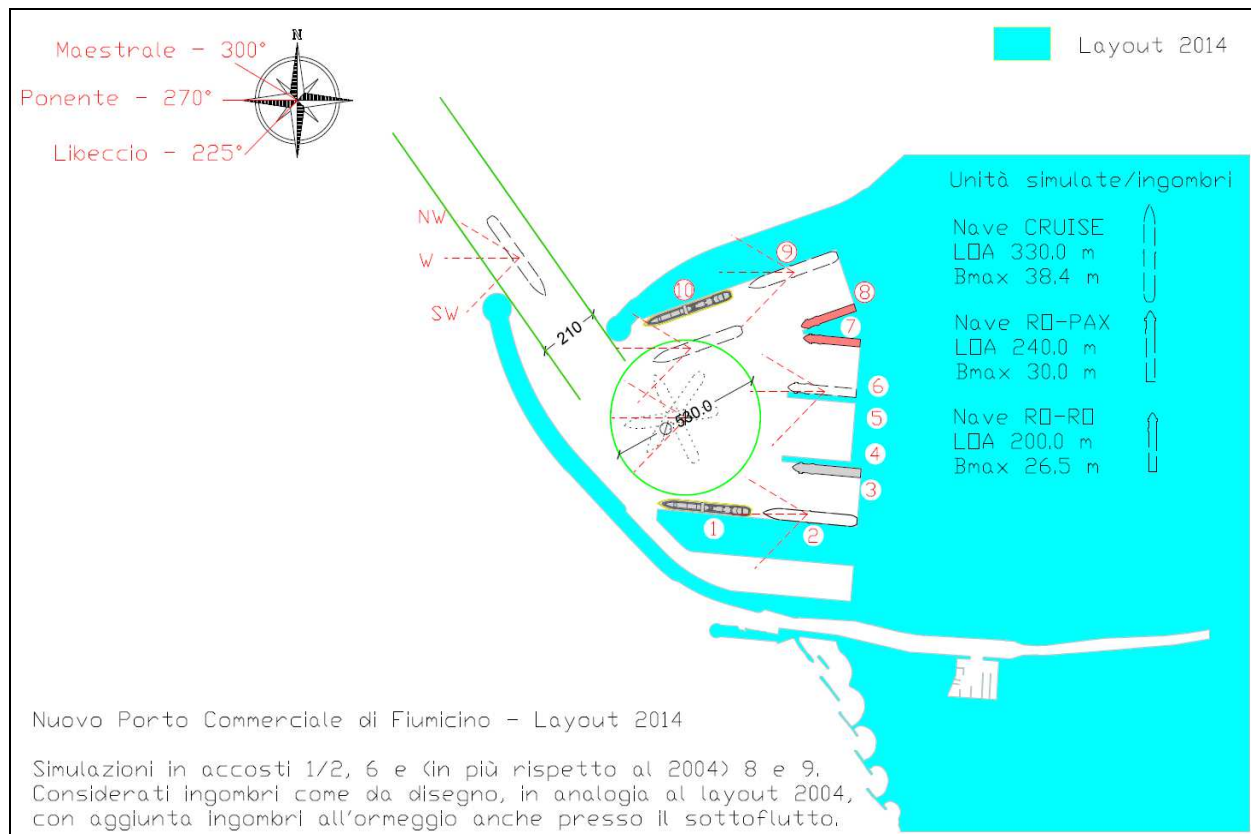
E' doveroso rilevare che molte manovre, pur riuscite, sono state eseguite in condizioni molto gravose (vento da 25 nodi e onda del mare avente altezza significativa Hs variabile da 3 a 4 m a seconda delle condizioni) e pertanto restano in ogni caso al limite della fattibilità reale, indipendentemente dalla loro riuscita al simulatore.

Di seguito vengono espone le considerazioni conclusive emerse dallo svolgimento e dal successivo esame delle simulazioni di manovra, che sono state eseguite in una sessione di prove svoltesi nel corso delle giornate del **4, 5, 11 e 16 Giugno 2014**, avvalendosi del pilotaggio di due Piloti esperti. In particolare, le manovre sono state eseguite in presenza del Capo dei Piloti di Fiumicino (Com. S. Capitani), nel corso della prima giornata (**4 Giugno**), e da un altro esperto esecutore messo a disposizione da CETENA, ovvero dall'ex-Capo dei Piloti del Porto di Genova (Com. O. Bozzo), per quanto riguarda tutte le altre giornate.

Le conclusioni dello studio possono essere sintetizzate come segue, suddividendo i risultati ottenuti sull'operatività di ciascun accosto in relazione al layout considerato ("PRP 2004" oppure "PRP 2014", cfr. **Figure 10 e 11** richiamate di seguito) e alla tipologia di unità navale presa in considerazione, in relazione alle condizioni meteo-marine analizzate, ed al numero ed alla taglia di rimorchiatori disponibili.



**Figura 10 – Layout 2004 – Schema riassuntivo degli accosti e degli ingombri considerati nell’area di manovra, in relazione alla direzione di provenienza degli agenti meteomarini**



**Figura 11 – Layout 2014 – Schema riassuntivo degli accosti e degli ingombri considerati nell’area di manovra, in relazione alla direzione di provenienza degli agenti meteomarini**

---

In sintesi, per quanto riguarda:

- **PRP 2004, Cruise su accosto 1:** La banchina è sempre operativa con venti da NW di intensità 25 kn, sia in ormeggio che disormeggio. Nella manovra di ingresso è necessario l'utilizzo di un rimorchiatore di adeguata potenza (56 t) posizionato a poppa.  
In caso di vento da SW l'ormeggio della nave cruise in accosto 1, con la contemporanea presenza di ingombri in 2 e 3, sarebbe fattibile ma solo in presenza di una potenza totale di rimorchiatori adeguata. Infatti, con la sommatoria dei tre rimorchiatori attualmente disponibili (56 t, 40 t e 44 t) in spinta ed i thruster tutti al 100% (ca 90 t complessivamente) ad avvicinare la nave, la manovra non è risultata fattibile in quanto la nave non riesce a risalire il vento (che supera le 200 t ) e non può quindi raggiungere l'ormeggio.
- **PRP 2004, Cruise su accosto 2:** In manovra di ingresso con venti da W di intensità 25 kn, si evidenzia la necessità dell'utilizzo di un rimorchiatore posizionato a poppa, al fine di migliorare il governo della nave. Sia in ormeggio che disormeggio (stesse condizioni) è consigliabile una gestione dell'accosto in radice senza l'ingombro al prolungamento (accosto 1). Nel caso del disormeggio da 2 (in radice) in presenza di vento da SW, la manovra pur essendo molto difficoltosa è fattibile con un solo rimorchiatore da 56 t in ausilio in spinta al centro sulla dritta, ma è consigliabile che almeno uno dei due accosti in 1 o in 3 sia lasciato libero.
- **PRP 2014, Cruise su accosto 1/2:** In manovra di ingresso e uscita con venti da ovest di intensità 25 kn, l'accosto risulta fattibile anche in presenza di ingombro (all'accosto 1), in quanto vi è una lunghezza di banchina superiore rispetto al layout del 2004 considerato in questo studio. In manovra di ingresso e uscita con venti da NW di intensità 25 kn, risulta necessario l'utilizzo di un rimorchiatore (a poppa in ingresso e a prua in uscita). Qualora non sia disponibile una lunghezza di banchina adeguata alla manovra, si consiglia una gestione degli accosti che veda occupato per primo l'accosto in radice (accosto 2).  
Nel caso di vento da SW si possono ripetere considerazioni del tutto analoghe al layout di PRP 2004, ovvero: accosto 1 operativo solo in presenza di una disponibilità adeguata di rimorchiatori in assistenza in spinta (indicativamente maggiore di 200 t, per contrastare il vento pressoché al traverso), operativo in disormeggio anche con un solo rimorchiatore in ausilio da 56 t, al più in presenza di un solo ingombro, meglio se a darsena libera.

- **PRP 2014, eventuale Cruise su accosto 9:** Con venti da ovest di intensità 25 kn, risulta fattibile con l'ausilio di un rimorchiatore la sola manovra di ingresso ed evoluzione. Nella fase finale di accosto, l'ingombro in posizione 10 pregiudica l'arrivo in banchina a causa degli spazi ristretti. Con venti da ovest di intensità 25 kn, la banchina risulta operativa in disormeggio anche in presenza di ingombro in posizione 10, con l'ausilio di un rimorchiatore a spingere.  
In caso di vento da SW l'ormeggio in 9 risulta fattibile, anche in assenza di rimorchiatore in ausilio, ma sarebbe consigliabile non avere l'ingombro all'ormeggio in 10.
- **PRP 2014, eventuale Cruise su accosto 10:** In disormeggio, con venti da NW di intensità 25 kn, la banchina risulta operativa. Per il buon esito della manovra occorre farsi sottoventare nel centro del bacino di evoluzione, per acquisire maggiore spazio e quindi dirigere per l'uscita.  
Nella fase di ingresso, con venti da NW di intensità 25 kn, risulta necessario l'impiego di un rimorchiatore di poppa. Per quanto riguarda il disormeggio l'accosto in 10 risulterebbe operativo, con l'attuale dotazione di rimorchiatori, solo in presenza di vento da SW non superiore ai 20 nodi (si vedano le considerazioni già riportate per quanto riguarda il confronto tra potenze/spinte disponibili e forza del vento pressoché al traverso). Sarebbe inoltre consigliabile l'assenza di ingombri.
- **PRP 2004, Ro-Pax su accosto 6:** La manovra di ingresso risulta NON fattibile con venti da W di intensità 25 kn e altezza d'onda di 4 m fuori dal porto (equivarrebbe ad un mare 6). La banchina risulterebbe comunque operativa in caso di manovra di uscita (es. in emergenza).  
La banchina risulta invece sempre operativa con venti da NW di intensità 25 kn, sia in ormeggio che disormeggio. Nella manovra di disormeggio è necessario l'utilizzo di almeno un rimorchiatore di adeguata potenza (40 t) posizionato a prora.  
La banchina risulta sempre operativa con Libeccio di intensità 25 kn, sia in ormeggio che disormeggio. L'arrivo in porto in presenza di vento e mare ( $H_s = 4$  m) rende difficoltosa la navigazione verso l'imboccatura, mentre l'evoluzione dentro al bacino già protetto dal mare è agevole anche senza l'ausilio di rimorchiatori.  
Nella manovra di ormeggio è necessario l'utilizzo di almeno due rimorchiatori di adeguata potenza (56 t e 44 t) posizionati a spingere sulla murata di dritta. Nella manovra di disormeggio invece è consigliabile l'utilizzo di un rimorchiatore da 56 t in spinta al centro sul lato di dritta.

- **PRP 2014, Ro-Pax su accosto 6:** Ovviamente anche in questo layout la manovra di ingresso col traghetto risulta NON fattibile con venti da W di intensità 25 kn e altezza d'onda di 4 m fuori dal porto (mare 6). La banchina risulterebbe comunque operativa in caso di manovra di uscita (es. in emergenza) con l'ausilio di un rimorchiatore di adeguata potenza (40 t) posizionato a prora.

La banchina risulta sempre operativa con venti da NW di intensità 25 kn, sia in ormeggio che disormeggio. Nella manovra di disormeggio (meno difficoltoso rispetto al layout del 2004 a causa dell'eliminazione del pennello a nord dell'accosto 6) è necessario l'utilizzo di un rimorchiatore di adeguata potenza (40 t) posizionato a prora.

Anche nel layout 2014 in caso di vento da SW si rileva la stessa difficoltà nella navigazione verso l'imboccatura del Porto (ingresso), legata alle condizioni estreme di mare e vento. Analogamente la banchina è operativa sia in ormeggio (con 2 rimorchiatori in spinta da 56 t e 44 t) che in disormeggio (è sufficiente un solo rimorchiatore in assistenza, da 56 t in spinta).

In generale, per quanto riguarda la variazione nella geometria degli accosti fra i due layout portuali, si può affermare che sono risultati migliorativi, rispetto al layout del 2004, sia l'aumento della lunghezza di banchina per le cruise (accosti 1 e 2) in presenza di ingombri, che l'eliminazione del pennello a nord dell'accosto 7 per quanto riguarda le navi ro-pax, specialmente in manovra di uscita. La severità delle condizioni di vento e mare determinano inoltre, in pressoché tutti i casi considerati e per entrambe le navi, la difficoltà a mantenere una rotta rettilinea in ingresso all'interno del canale di accesso, con il caso estremo della manovra di ingresso con traghetto in caso di Ponente con onda di 4 m che risulta non fattibile.

Infine, per quanto riguarda la manovra eseguita con la nave ro-pax nel layout di I LOTTO funzionale (con dragaggio limitato al bacino di evoluzione) si è verificato quanto di seguito riportato:

- **I Lotto funzionale PRP 2014, Ro-Pax su accosto 8:** Con venti da NW di intensità 25 kn, in assenza di rimorchiatori in ausilio, è fattibile la sola manovra di ingresso e successiva evoluzione nel bacino. Per l'accosto (e viceversa il disormeggio) si rende necessario un rimorchiatore di adeguata potenza, e quindi l'accosto 9 libero da ingombri.



---

## RIFERIMENTI

- [1] C. Notaro, M. Peverero, D. Tozzi, A. Zini  
'Il modello matematico del simulatore SAND: esempio di configurazione di una nave militare'  
Rapporto CETENA n° 10178, Genova, Settembre 2008
- [2] "Figura 1 – Variante PRP approvato", tratta da "Relazione illustrativa"  
Elaborato A.2202.12 RI 01  
Fonte : ACQUATECNO
- [3] "Planimetria generale"  
Elaborato grafico A.2202.12 OT 02  
Fonte : ACQUATECNO
- [4] "Relazione illustrativa"  
Elaborato A.2202.12 RI 01 Rev.2  
Fonte : ACQUATECNO
- [5] "Planimetria ottimizzazione imboccatura scenario 7 no dente sovrapposizione.dwg"  
Disegno CAD contenente il layout portuale di PRP 2004 (versione presa in considerazione nelle simulazioni)  
Fonte : ACQUATECNO
- [6] "OM 03\_Planimetria di Progetto.dwg"  
Disegno CAD del layout portuale ottimizzato 2014 (versione presa in considerazione nelle simulazioni)  
Fonte : ACQUATECNO
- [7] "Studio meteomarino del P.R.P."  
Studio meteomarino per il PRP del Porto di Fiumicino nel layout del 2004  
Elaborato A.2202.12 SM 05 Rev. 2  
Autori:MODIMAR
- [8] "Studio integrativo sulla penetrazione ondosa"  
Studio meteomarino per il PRP del Porto di Fiumicino nel layout ottimizzato del 2014

---

Elaborato A.2202.12 SPO 05.1 Rev. 2

Autori: ACQUATECNO

[9] "Manoeuvring booklet of C/v REGAL PRINCESS – hull 6224 Fincantieri Monfalcone shipyard"

Rapporto tecnico CETENA n°11899 del 09/05/2014

[10] "Libretto di manovra della M/n CRUISE ROMA - Costr. 6136 Fincantieri Castellammare di Stabia"

Rapporto tecnico CETENA n°10004 del 01/02/2008

[11] Caratteristiche del rimorchiatore "Pantera"

Fonte: [www.semarpò.it](http://www.semarpò.it)

[12] Caratteristiche del rimorchiatore "Millennium"

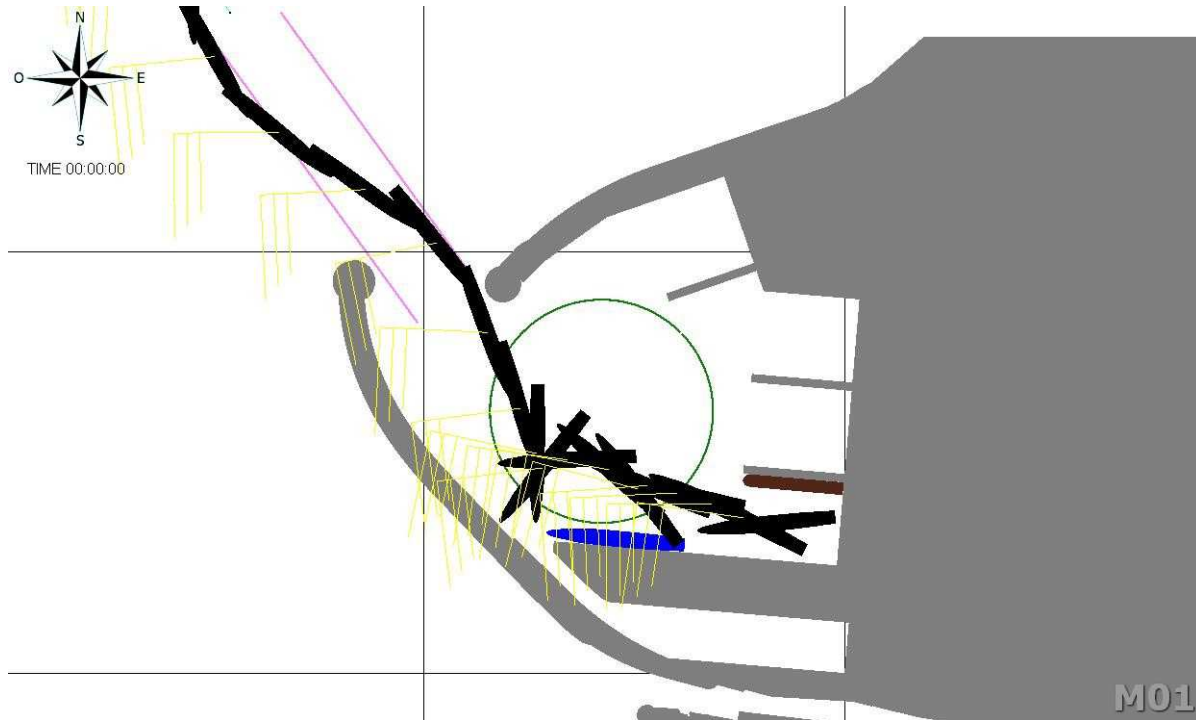
Fonte: [www.semarpò.it](http://www.semarpò.it)

[13] Caratteristiche del rimorchiatore "Ariete II"

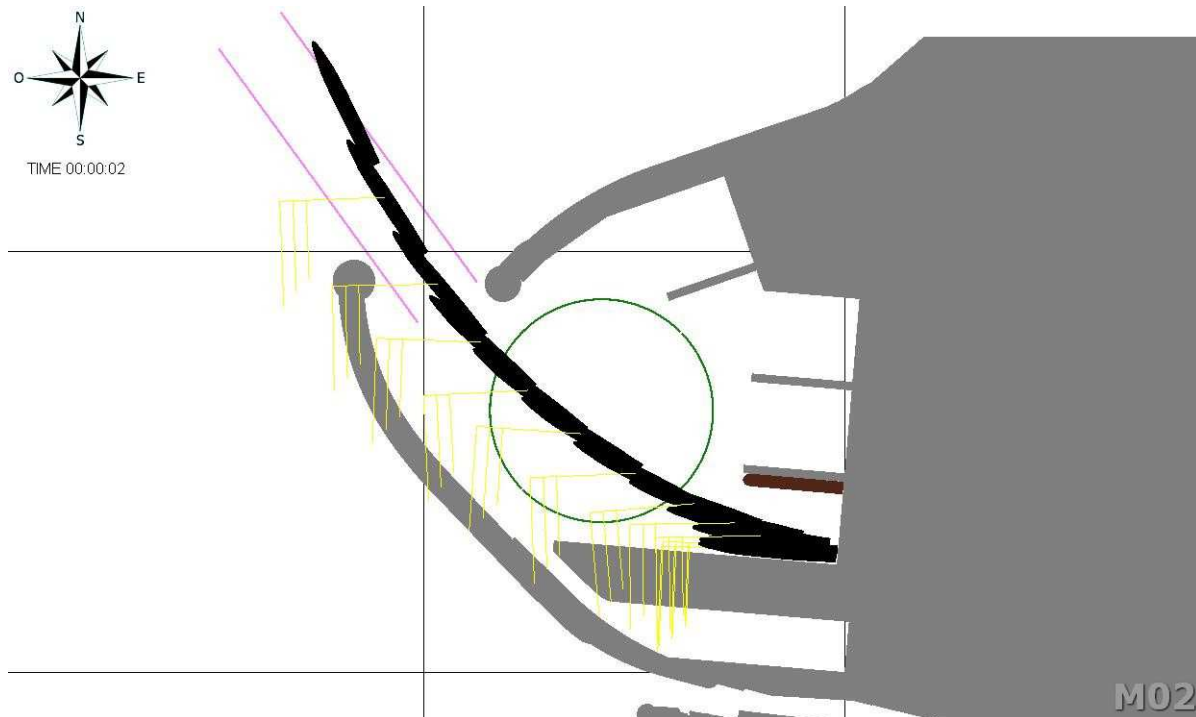
Fonte: [www.semarpò.it](http://www.semarpò.it)

## **APPENDICI**

## **APPENDICE A: TRACCIATI DELLE MANOVRE**

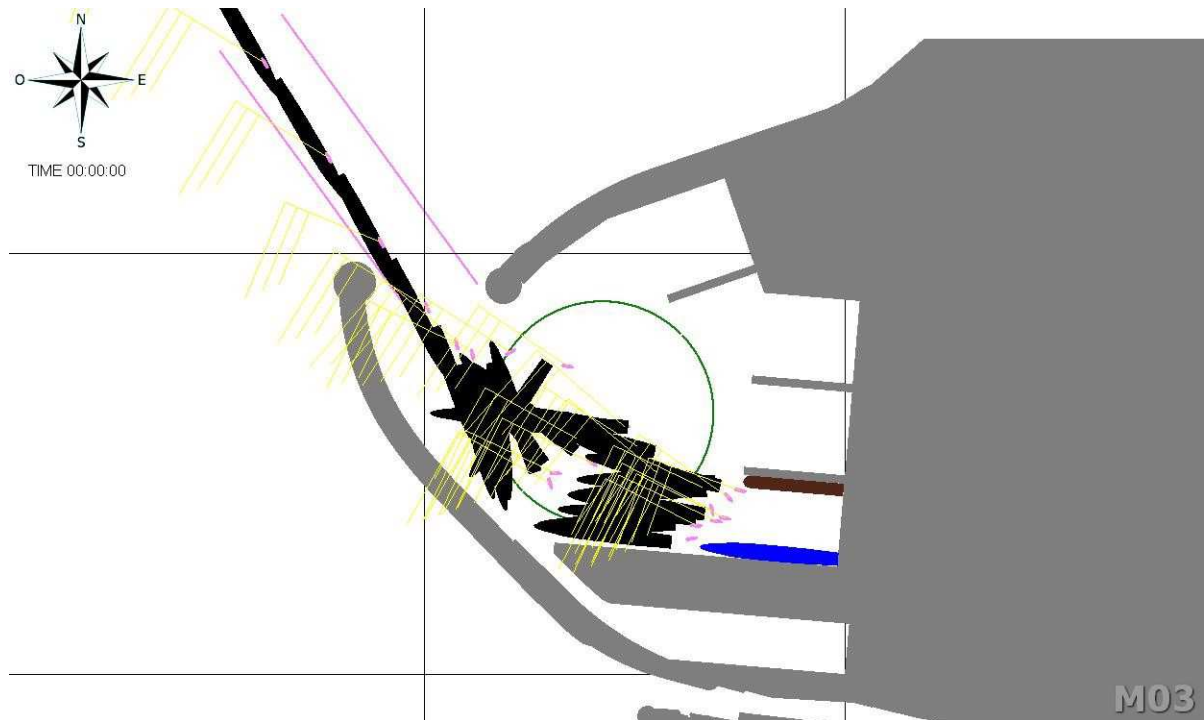


**Fig. A1 - M01- Ingresso cruise con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2004)**

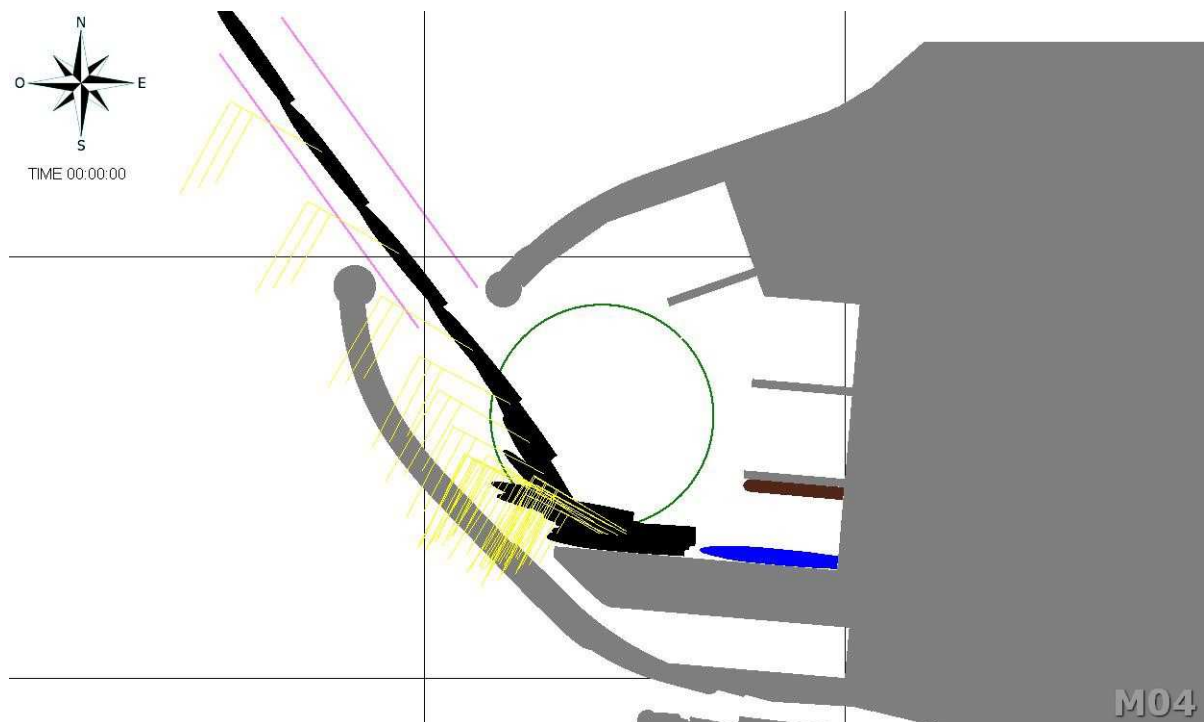


**Fig. A2 - M02 - Uscita cruise con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2004)**

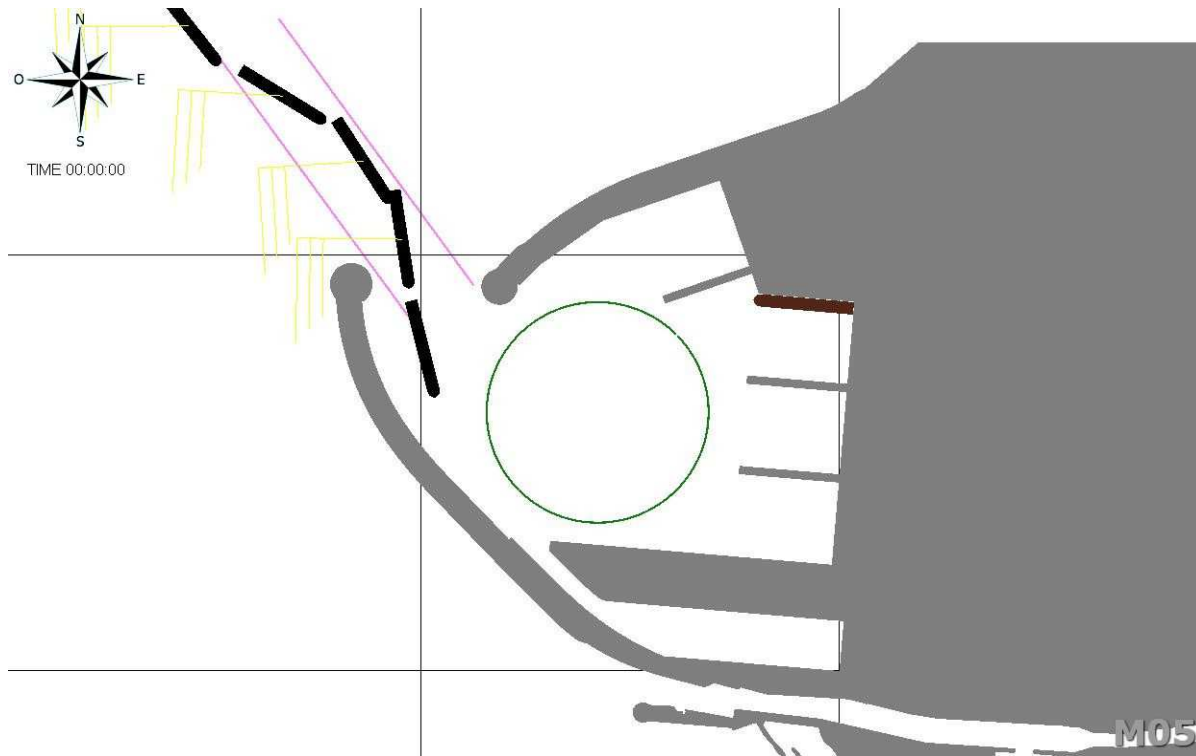




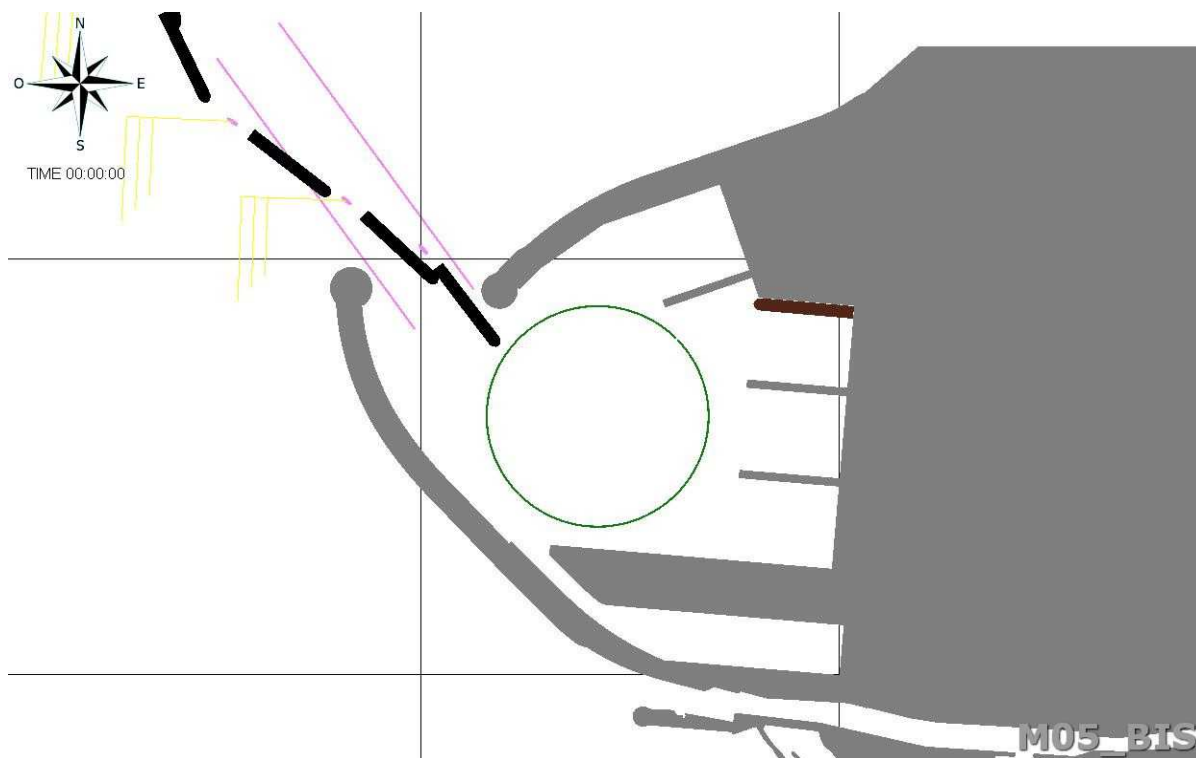
**Fig. A3 - M03 - Ingresso cruise con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)**



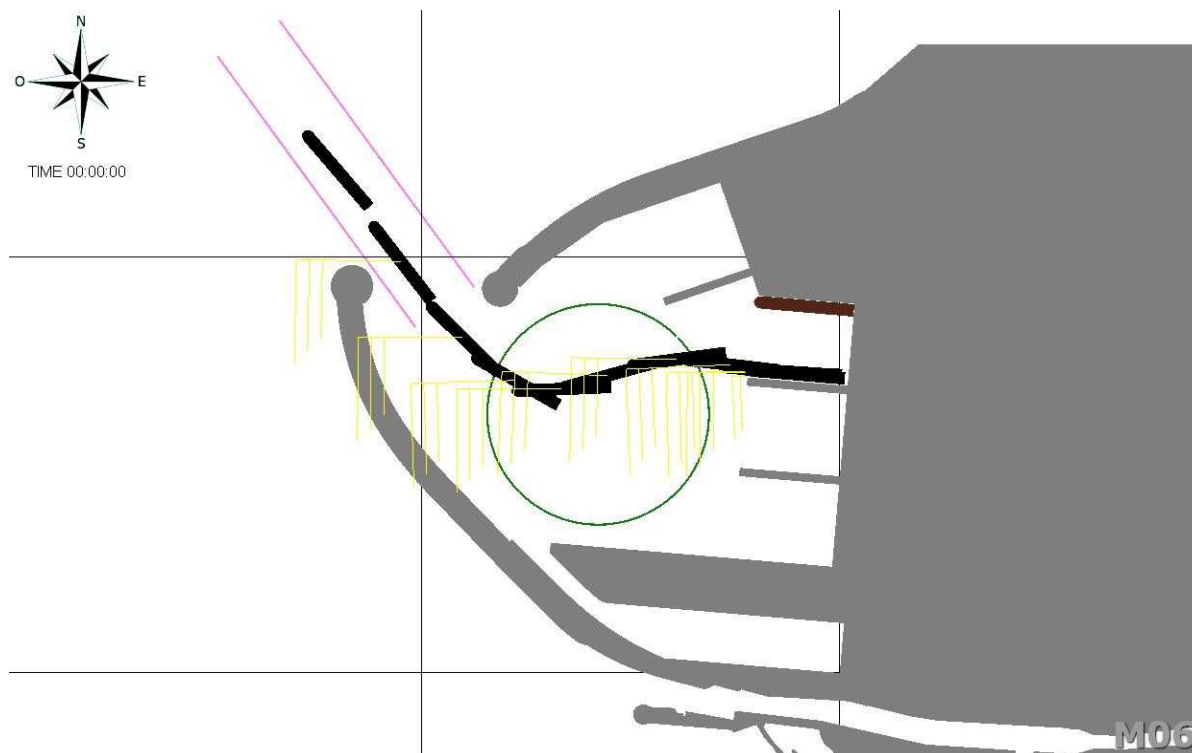
**Fig. A4 - M04 - Uscita cruise con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)**



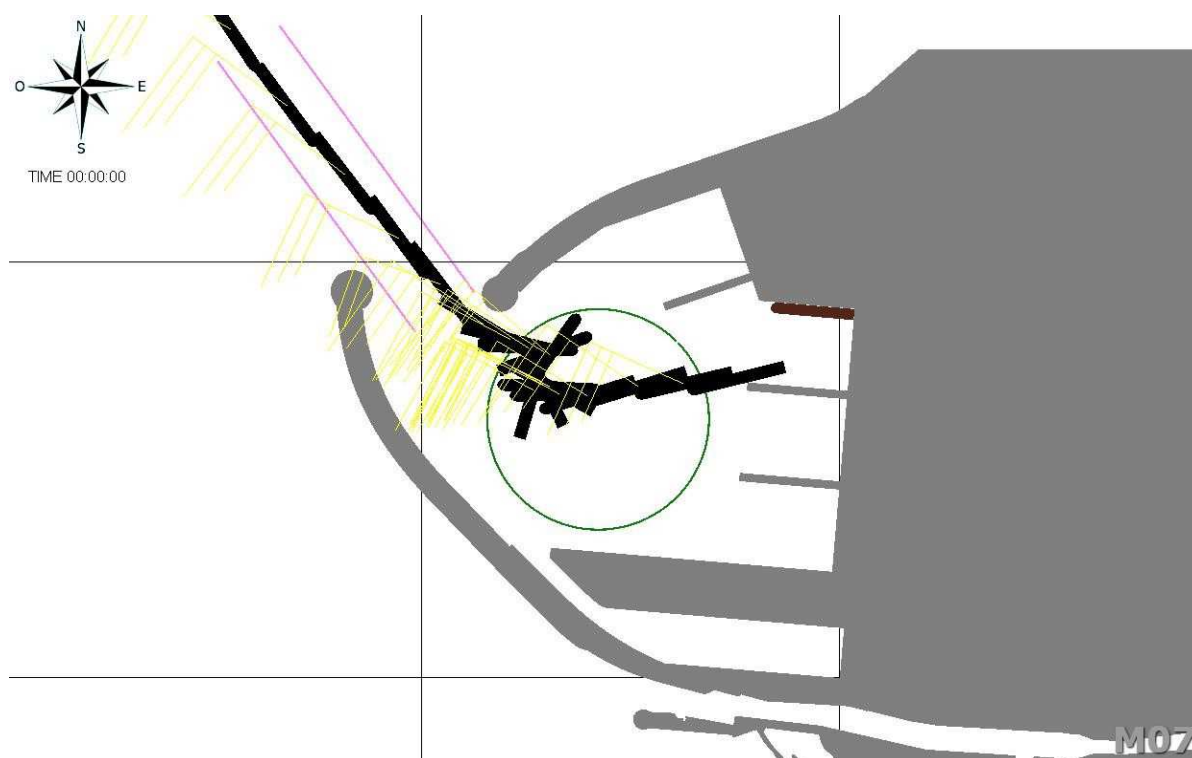
**Fig.A5 - M05- Ingresso ro-pax con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2004)**



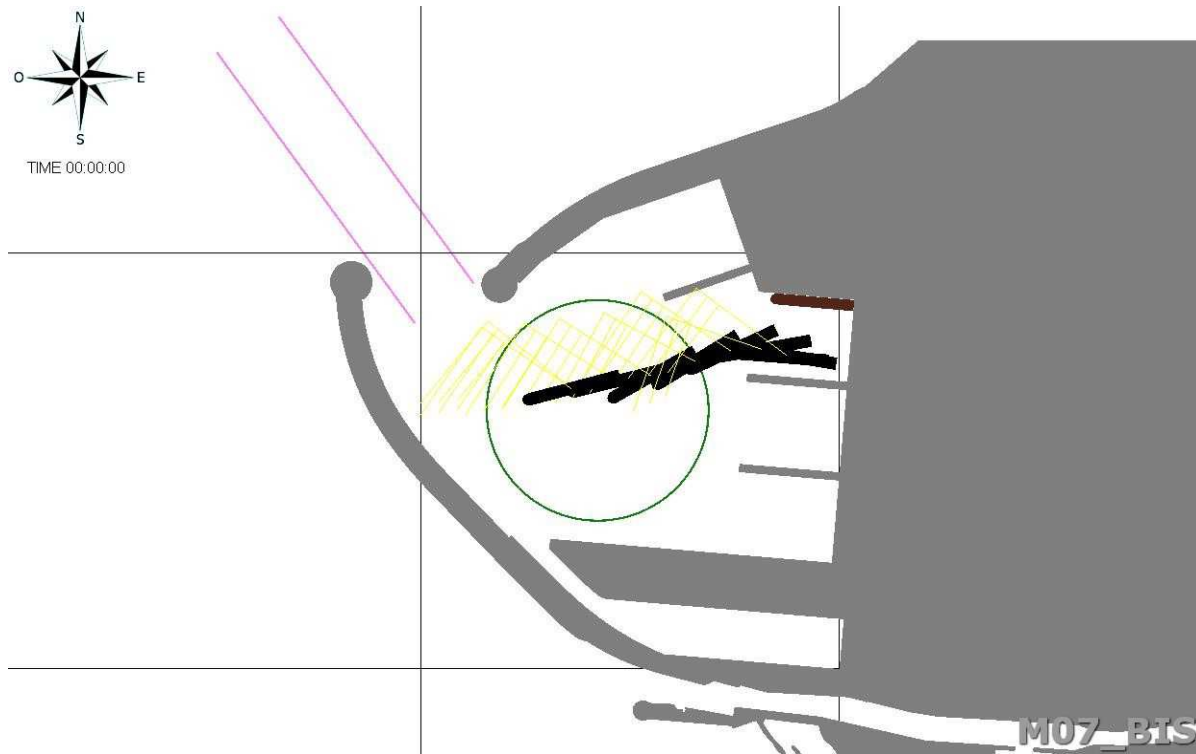
**Fig. A6 - M05\_BIS - Ingresso ro-pax con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2004)**



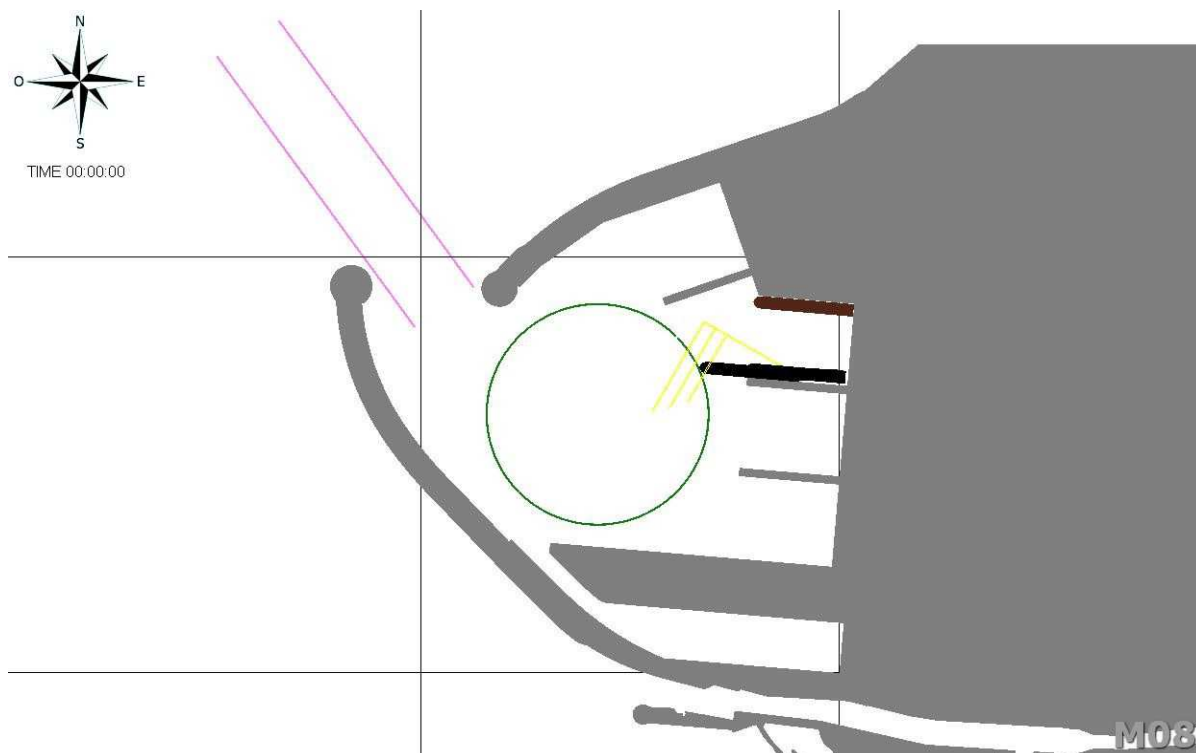
**Fig. A7 - M06 - Uscita ro-pax con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2004)**



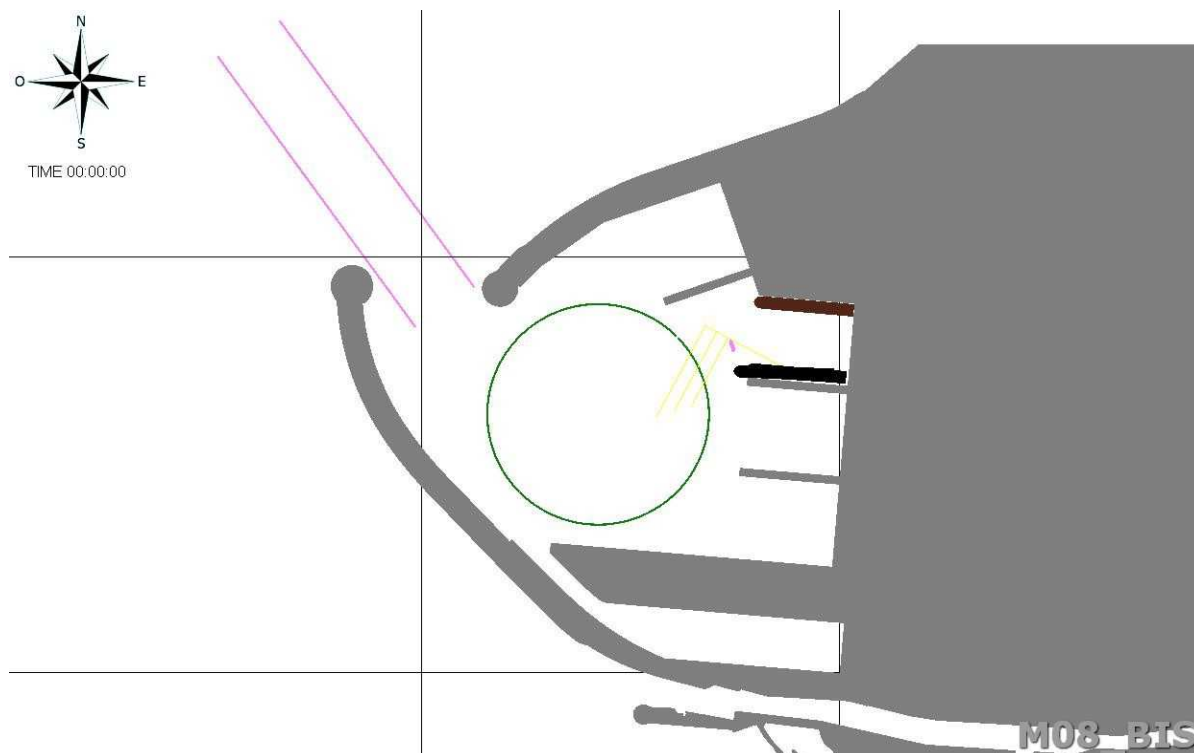
**Fig. A8 - M07- Ingresso ro-pax con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)**



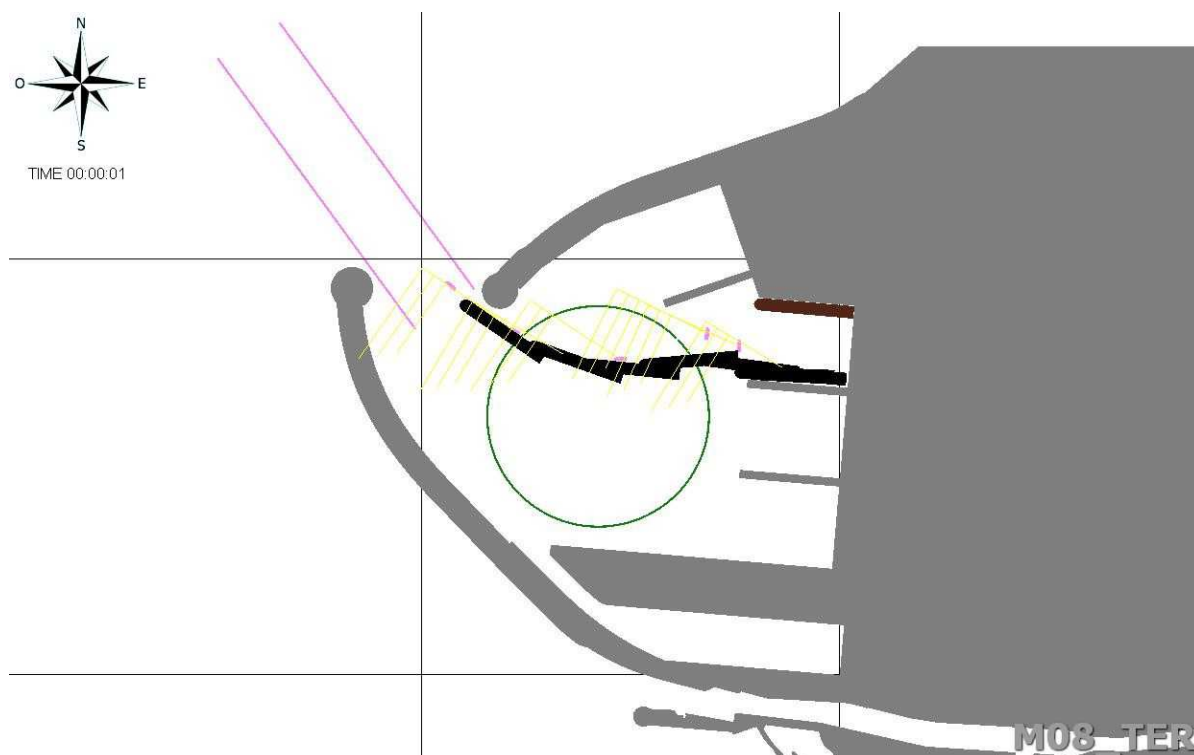
**Fig. A9 - M07\_BIS - Ingresso ro-pax con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)**



**Fig. A10 - M08 - Uscita ro-pax con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)**

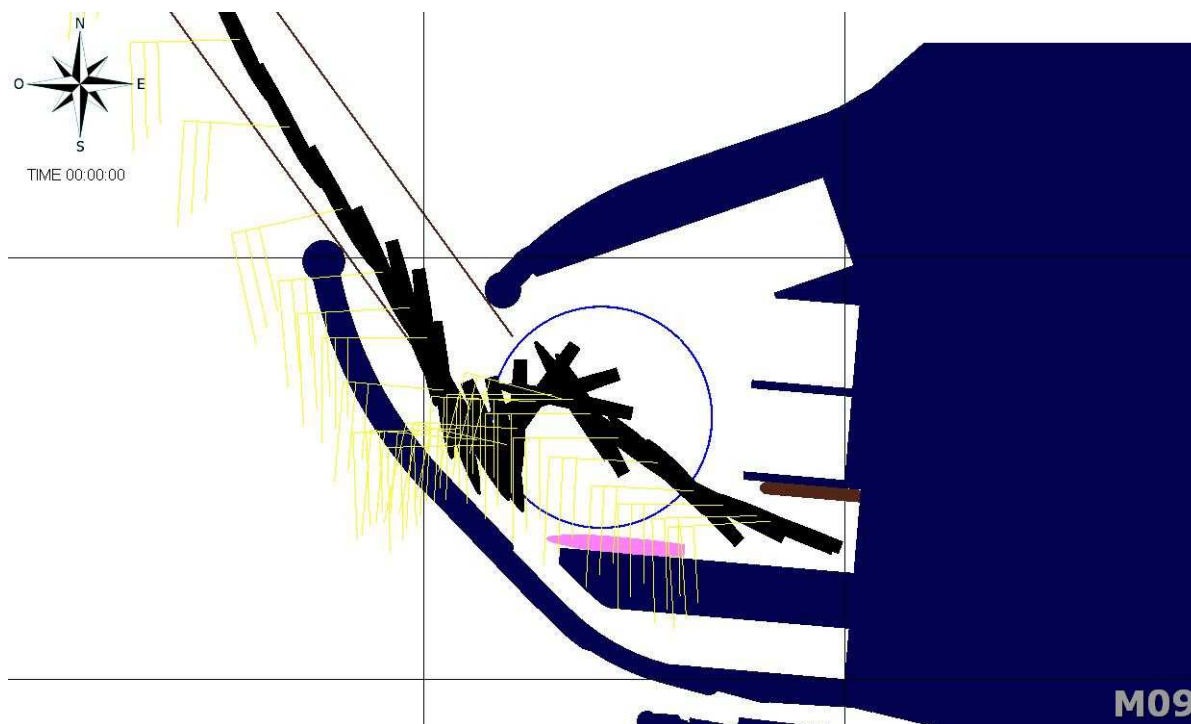


**Fig. A11 - M08\_BIS - Uscita ro-pax con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)**

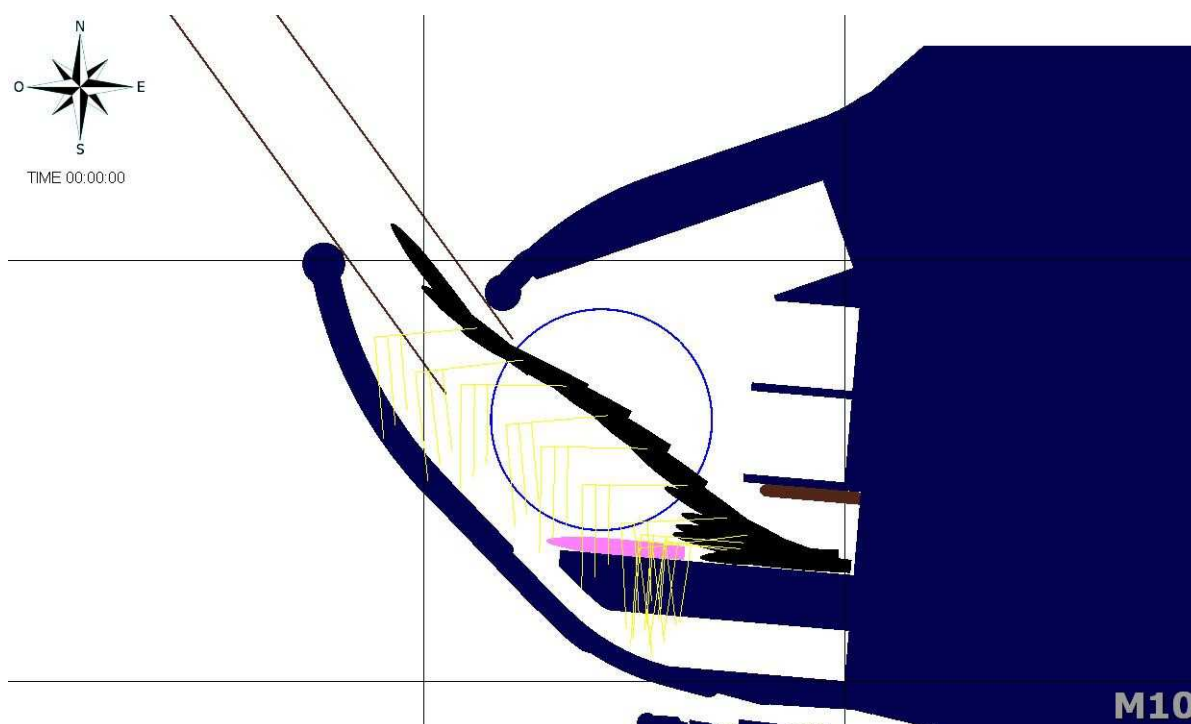


**Fig. A12 - M08\_TER - Uscita ro-pax con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)**

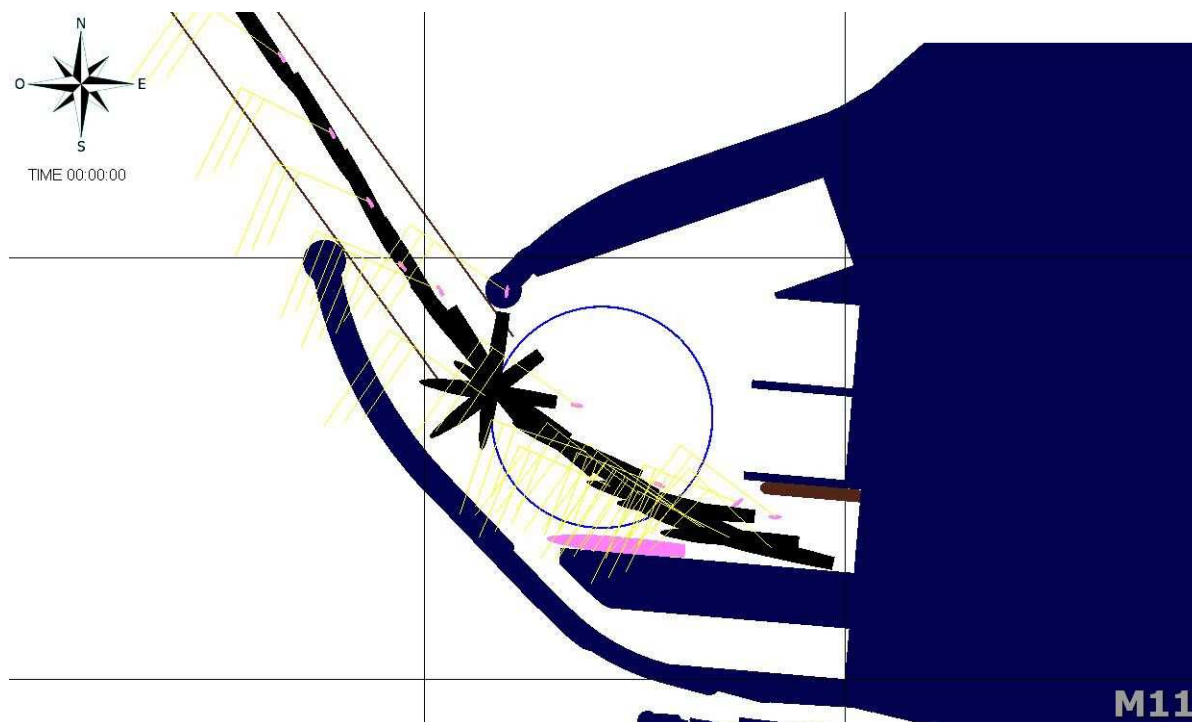




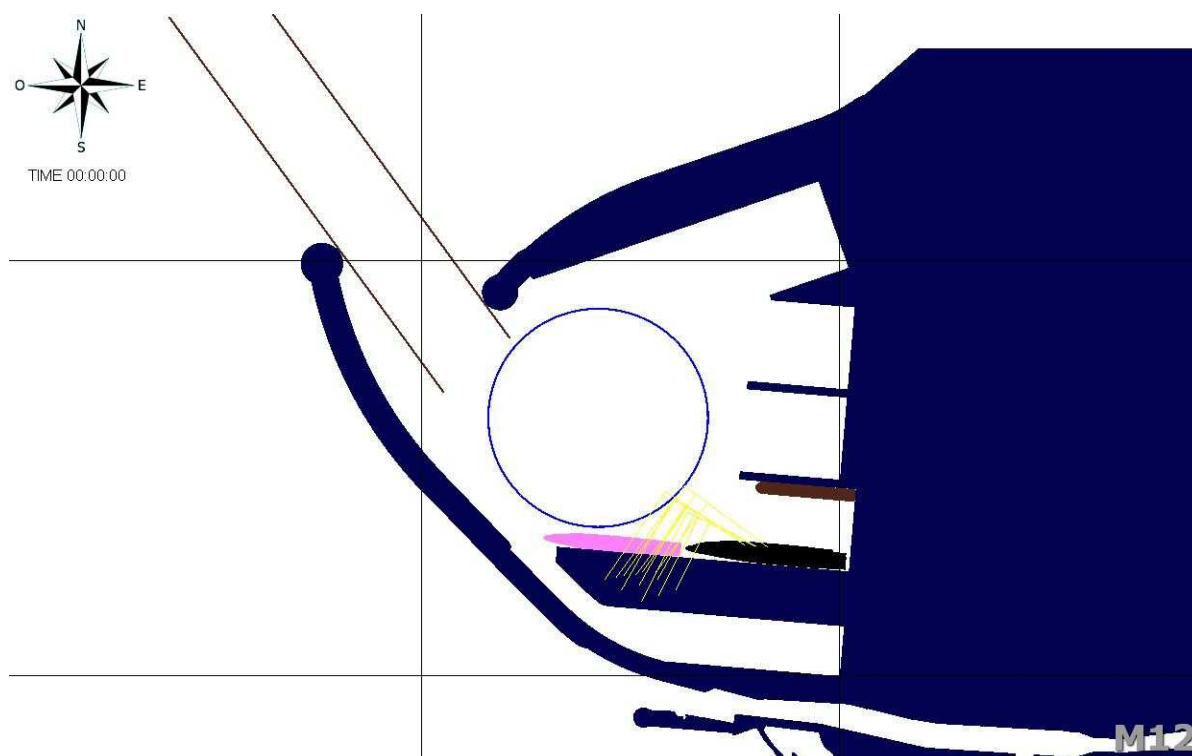
**Fig. A13 - M09 - Ingresso cruise con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2014)**



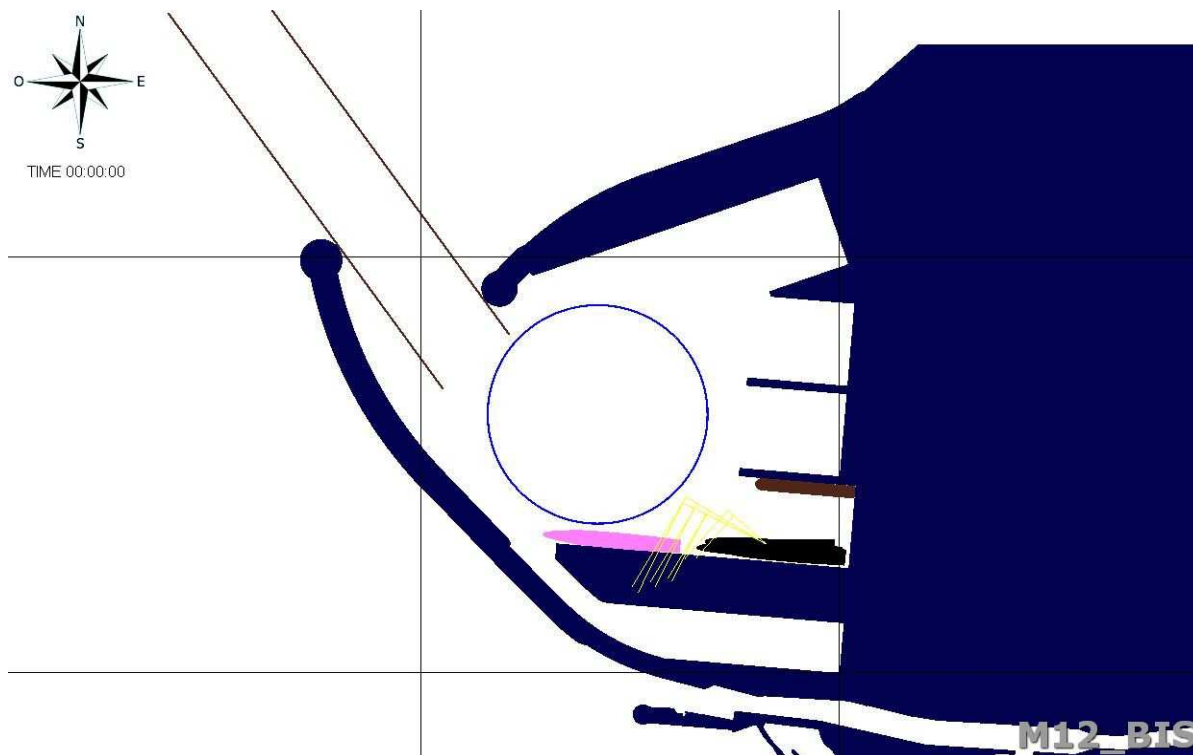
**Fig. A14 - M10- Uscita cruise con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2014)**



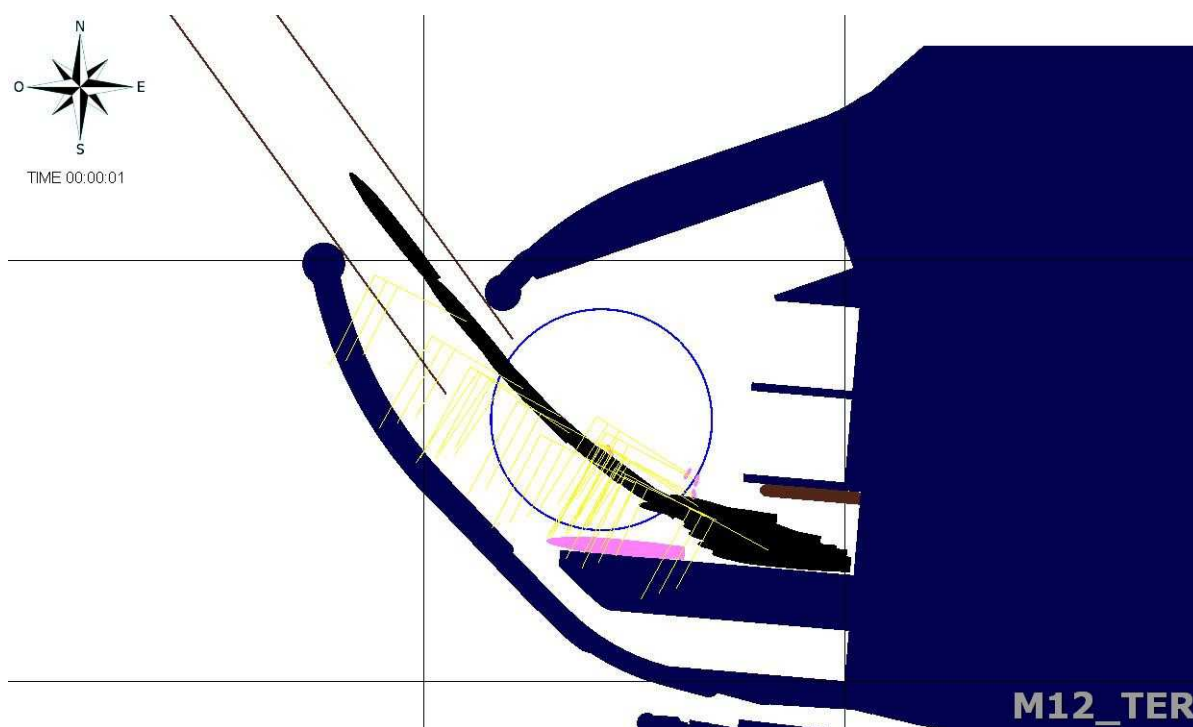
**Fig. A15 - M11 - Ingresso cruise con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)**



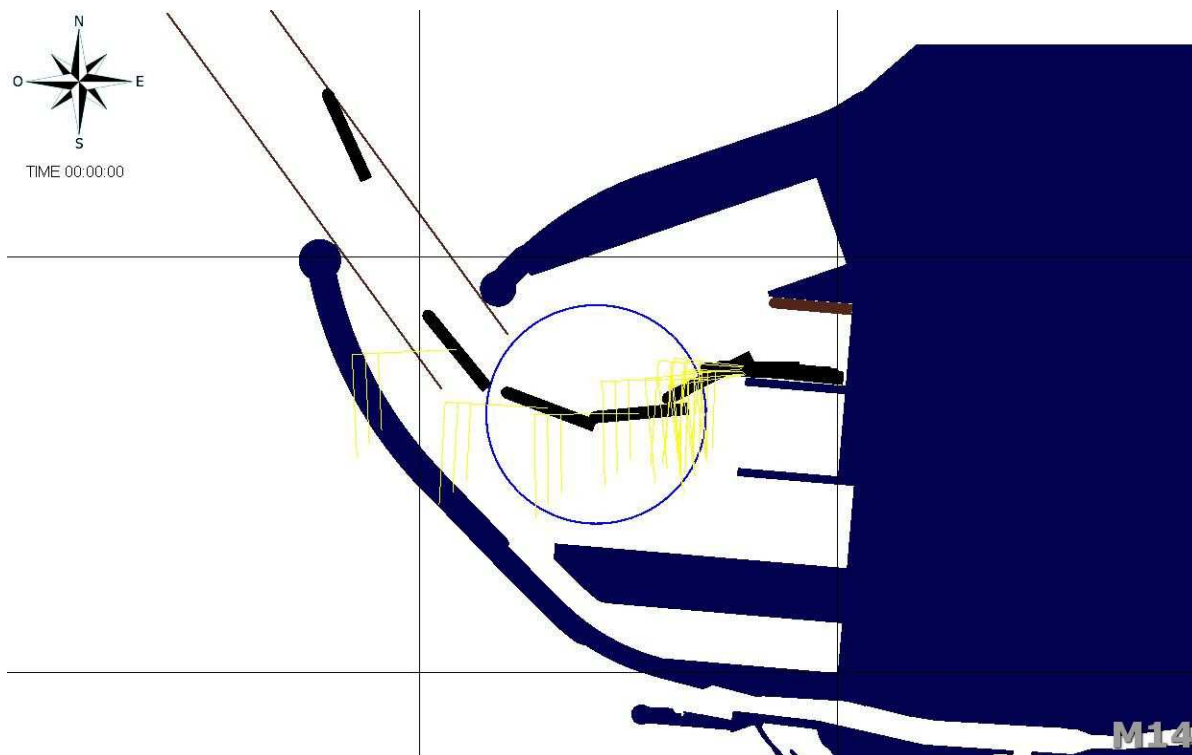
**Fig. A16 - M12 - Uscita cruise con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)**



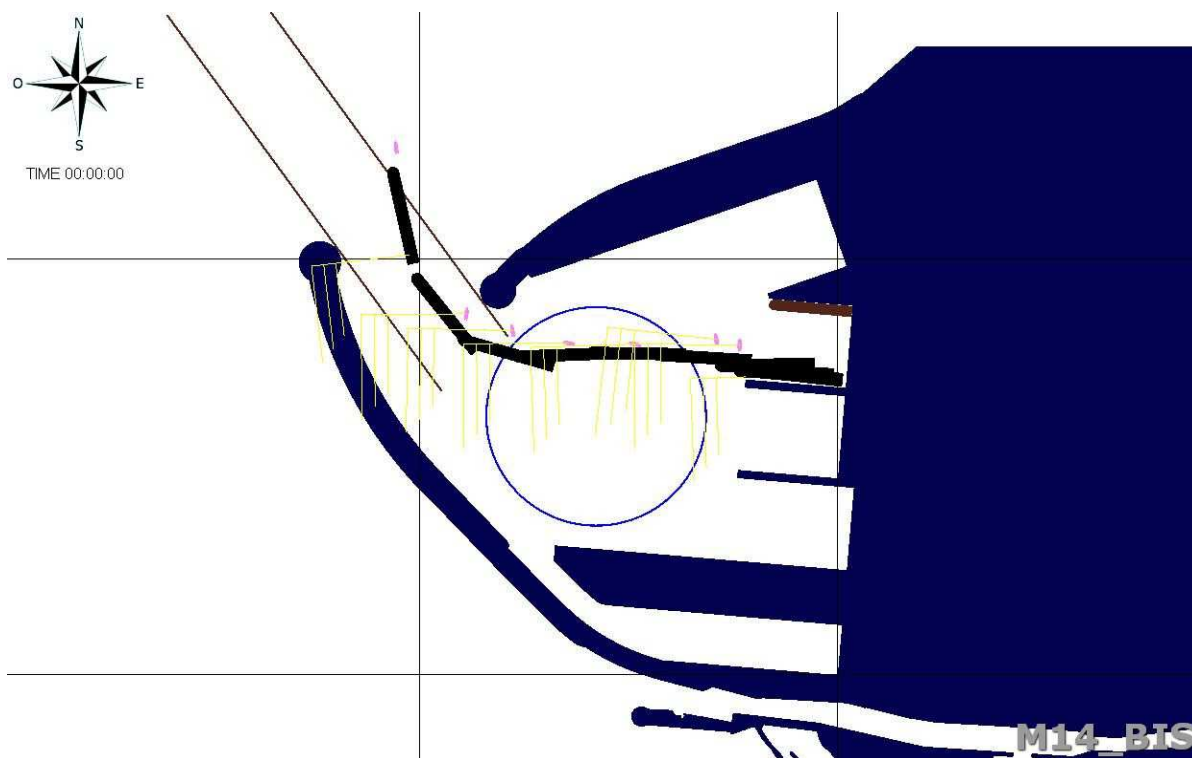
**Fig. A17 - M12\_BIS - Uscita cruise con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)**



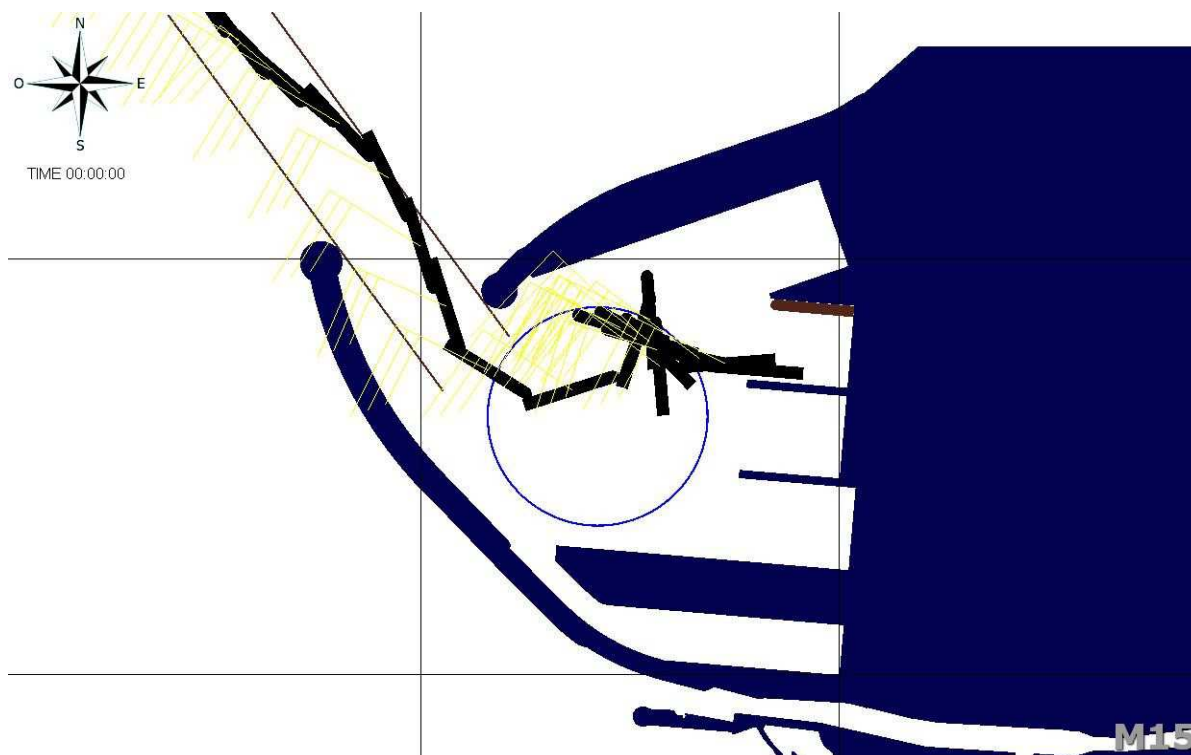
**Fig. A18 - M12\_TER - Uscita cruise con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)**



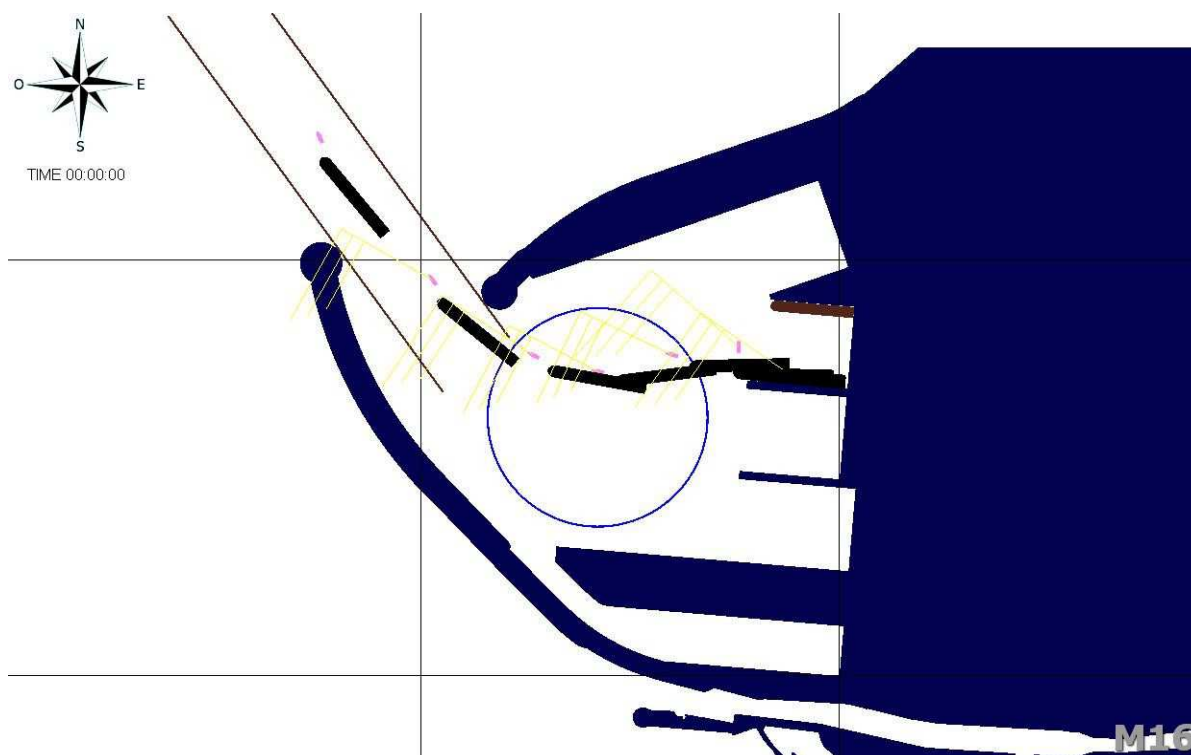
**Fig. A19 - M14 - Uscita ro-pax con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2014)**



**Fig. A20 - M14\_BIS - - Uscita ro-pax con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2014)**

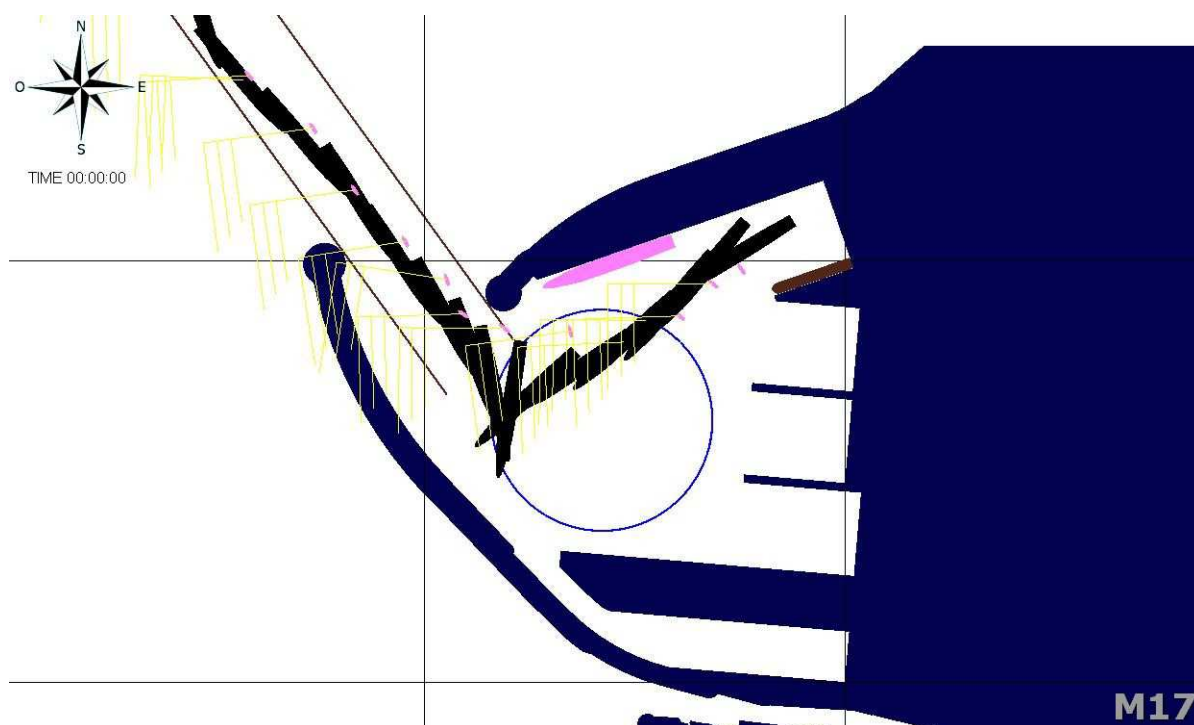


**Fig. A21 - M15 - Ingresso ro-pax con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)**

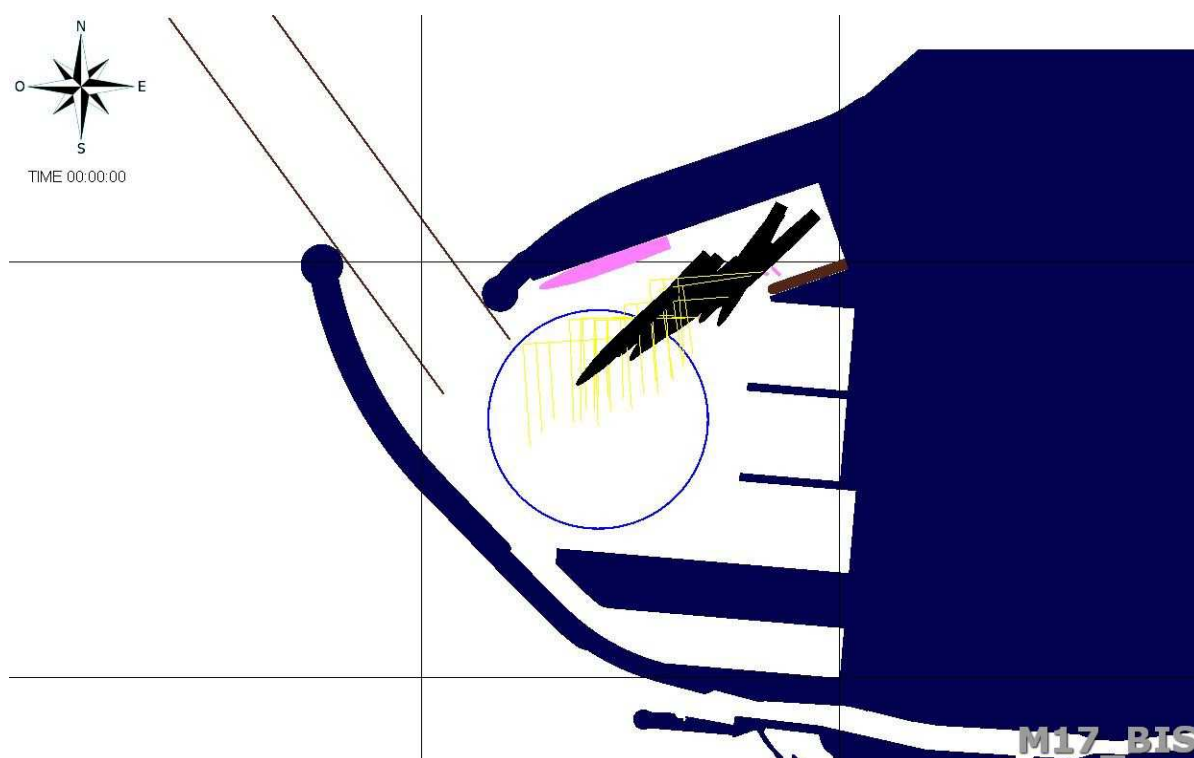


**Fig. A22 - M16 - Uscita ro-pax con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)**



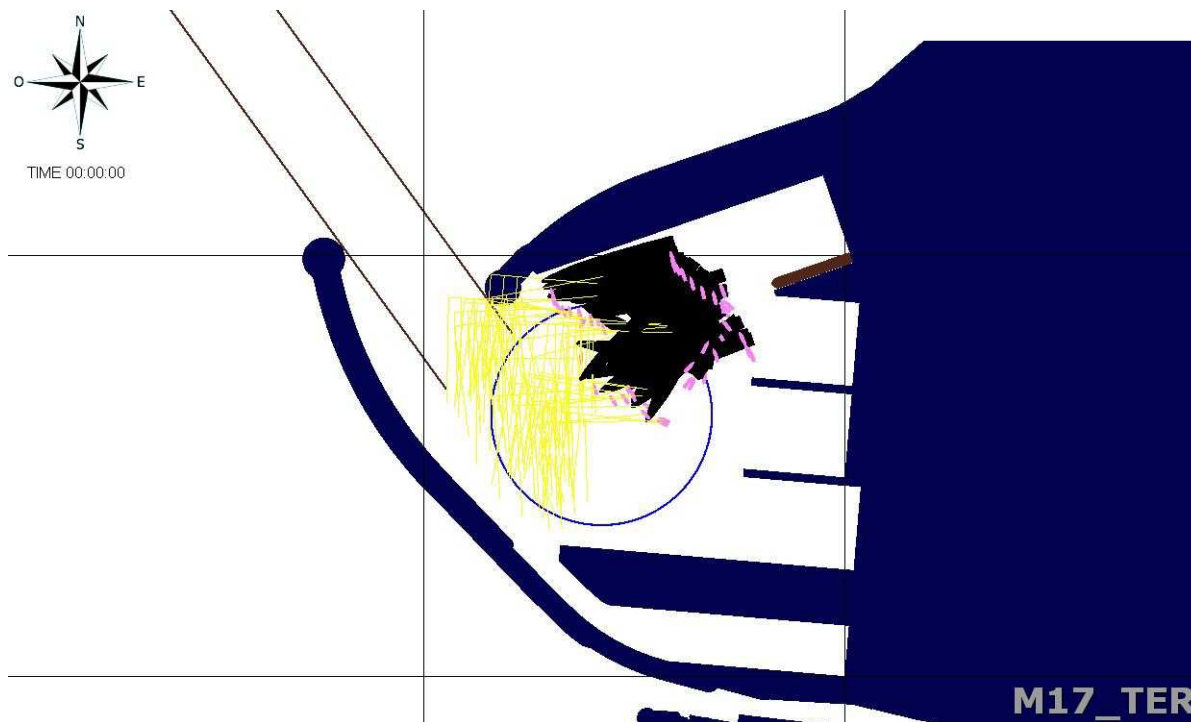


**Fig. A23 - M17 - Ingresso cruise con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2014)**

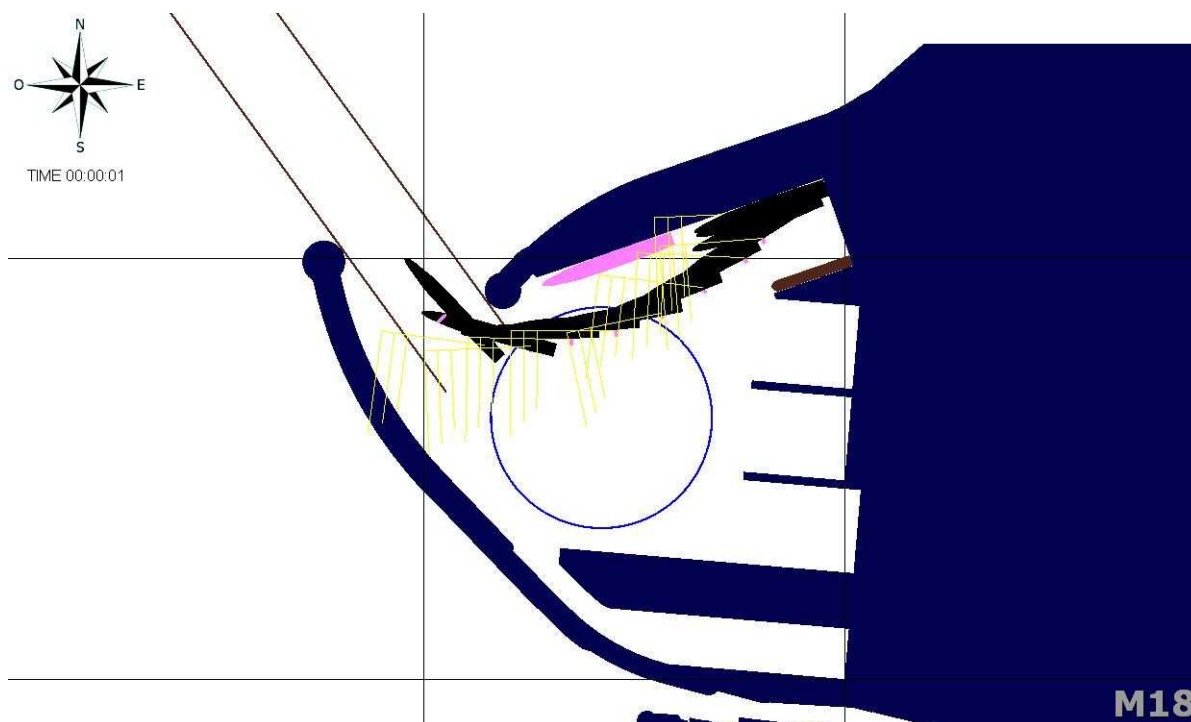


**Fig. A24 - M17\_BIS - Ingresso cruise con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2014)**

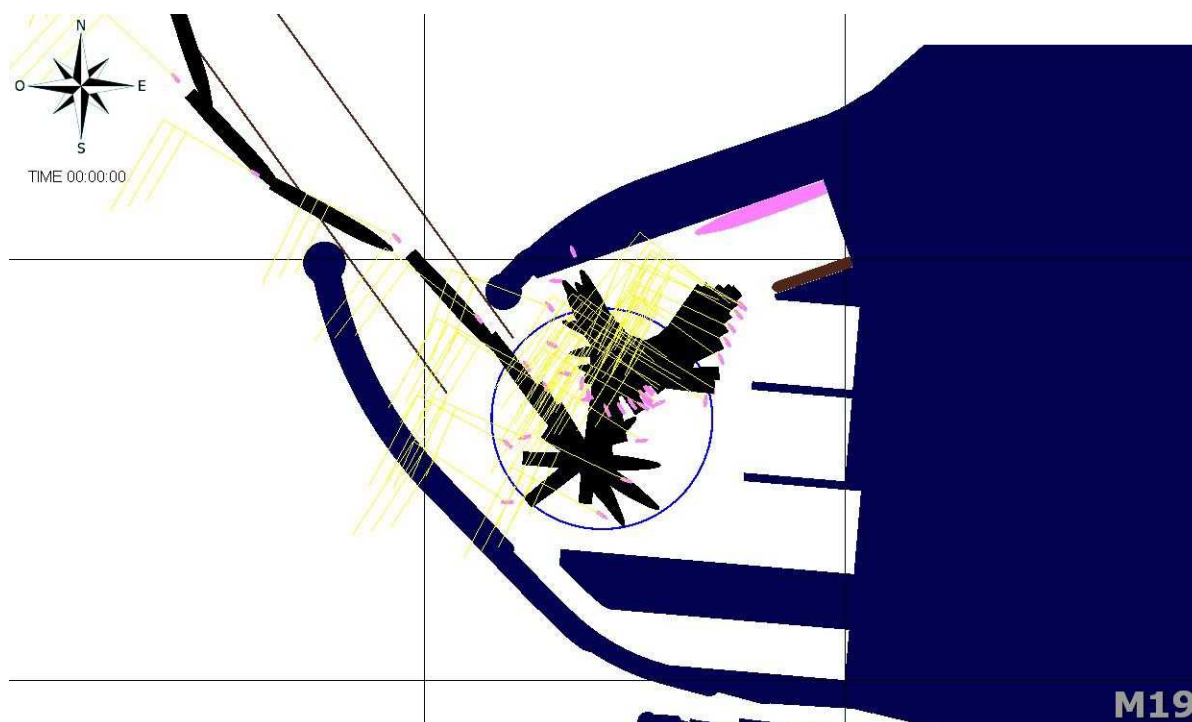




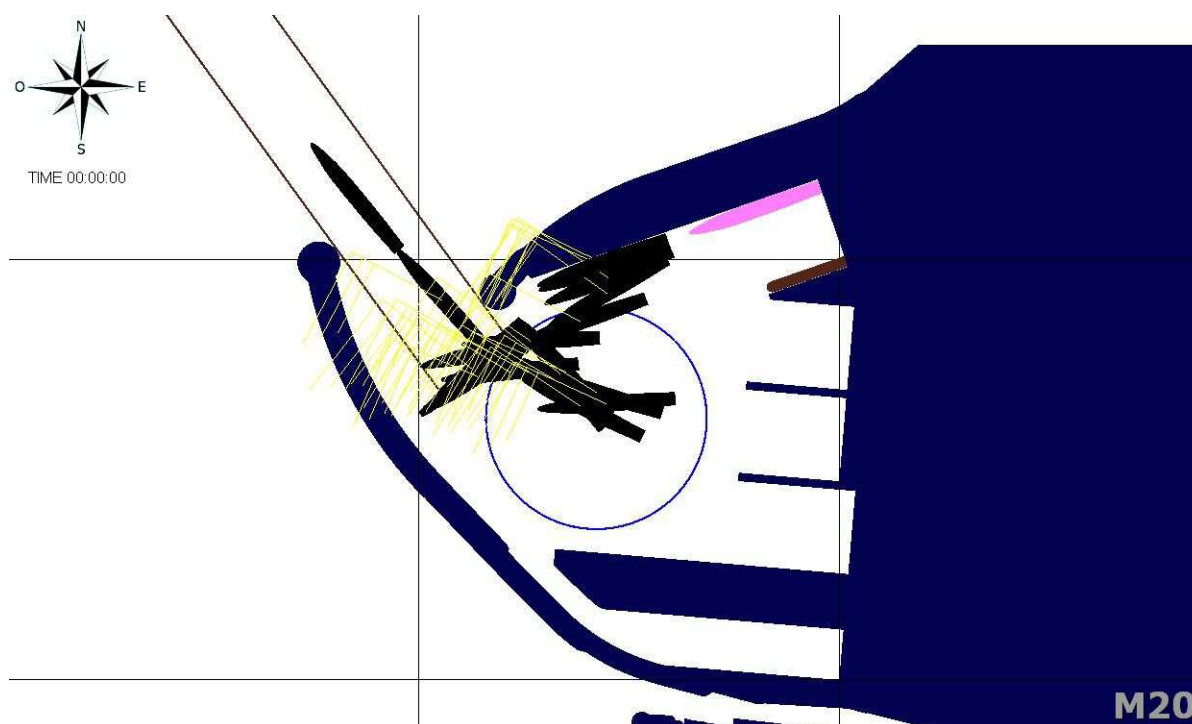
**Fig. A25 - M17\_TER - Ingresso cruise con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2014)**



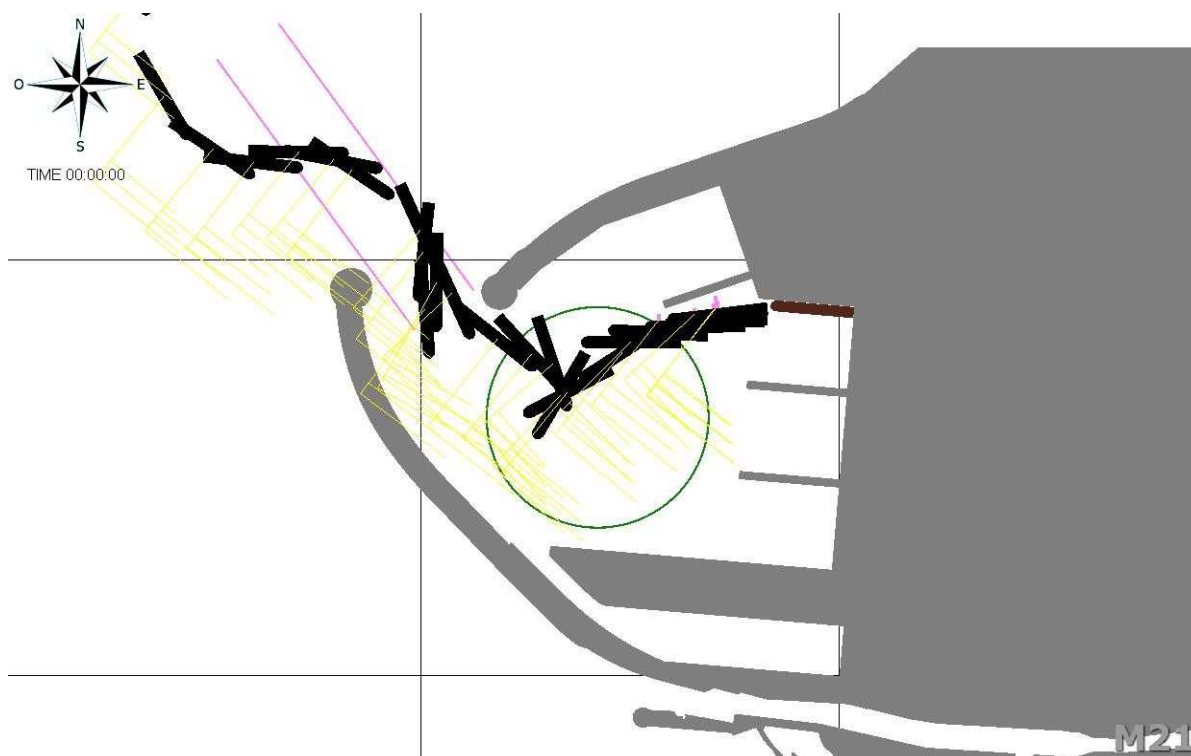
**Fig. A26 - M18 - Uscita cruise con Ponente 25 kn Hs 4 m (PRP 2014)**



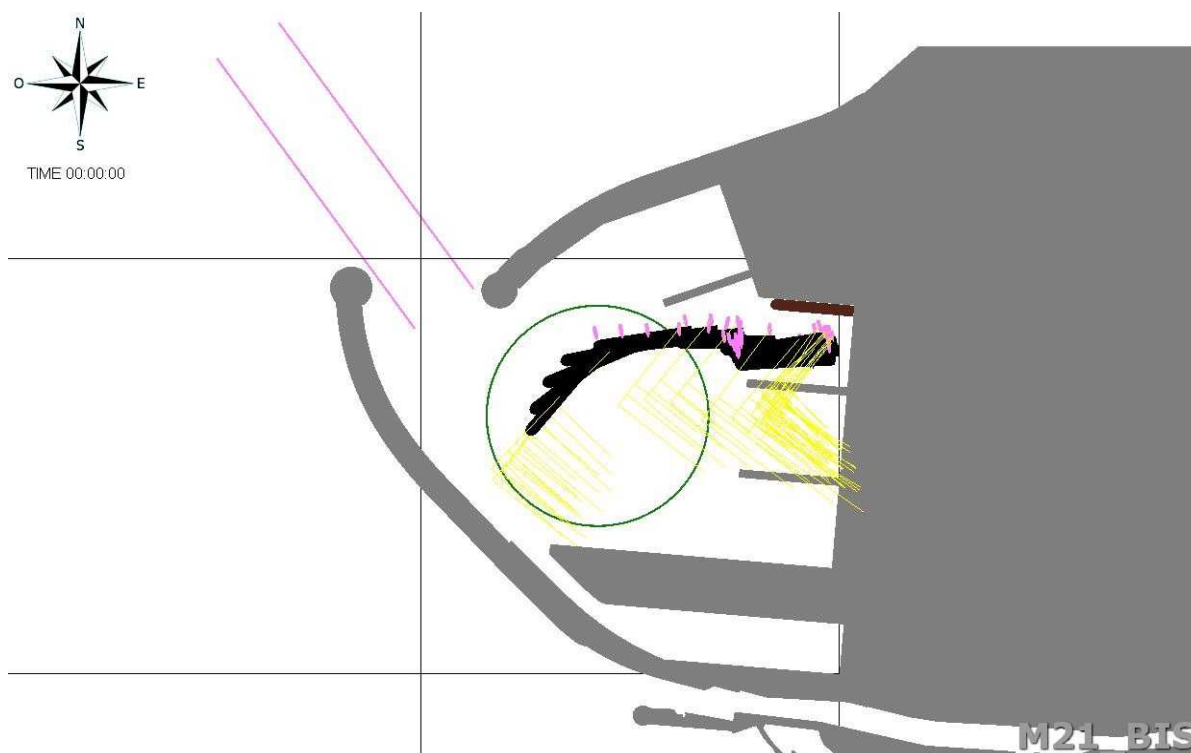
**Fig. A27 - M19 - Ingresso cruise con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)**



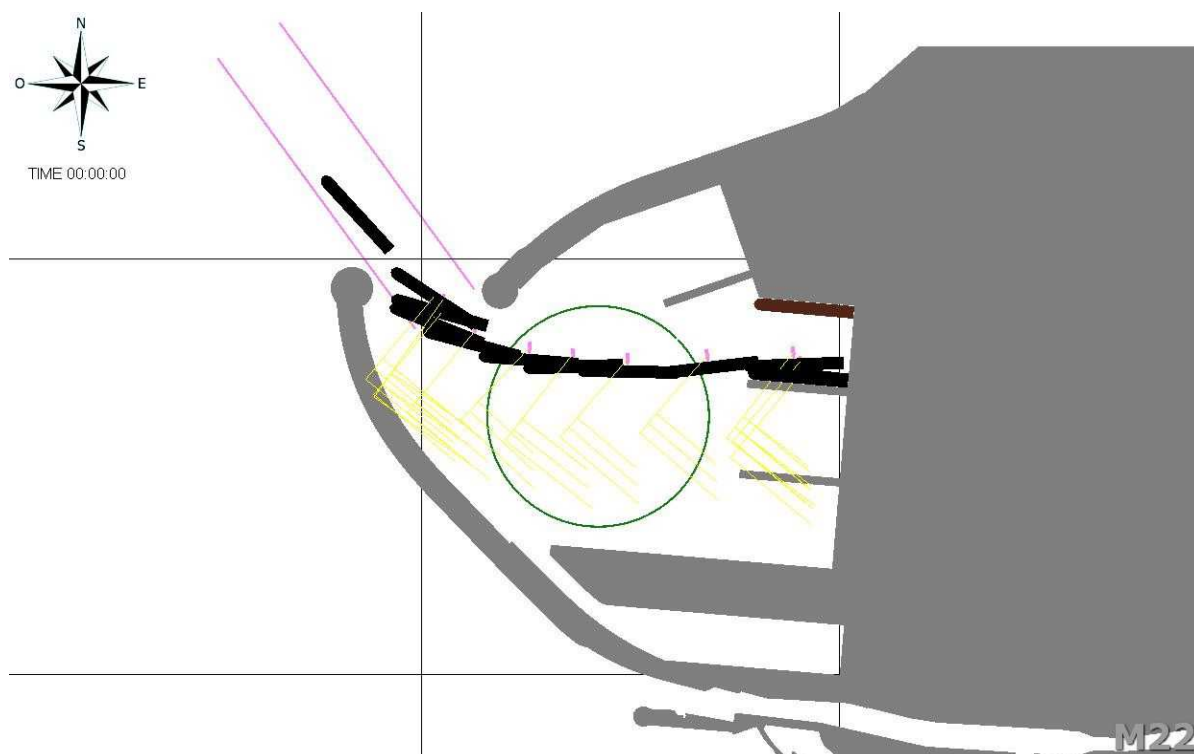
**Fig. A28 - M20 - Uscita cruise con Maestrale 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)**



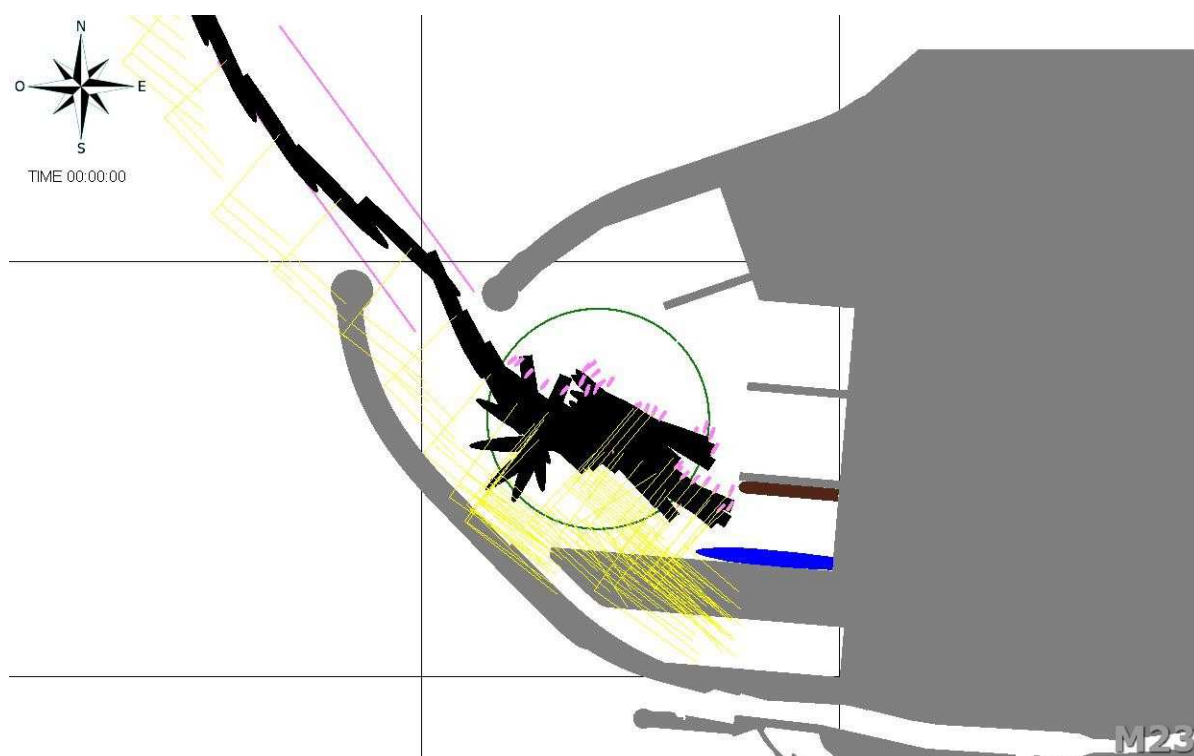
**Fig. A29 - M21 – Ingresso ro-pax con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)**



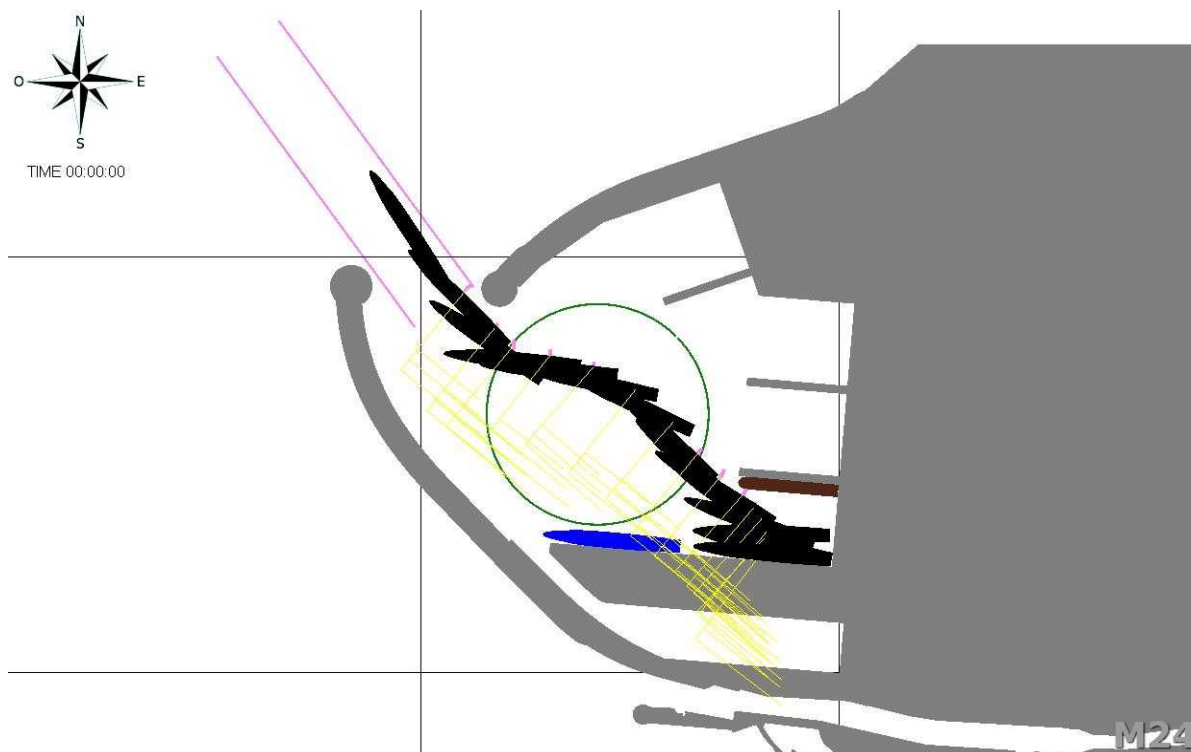
**Fig. A30 - M21\_BIS – Ingresso ro-pax con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)**



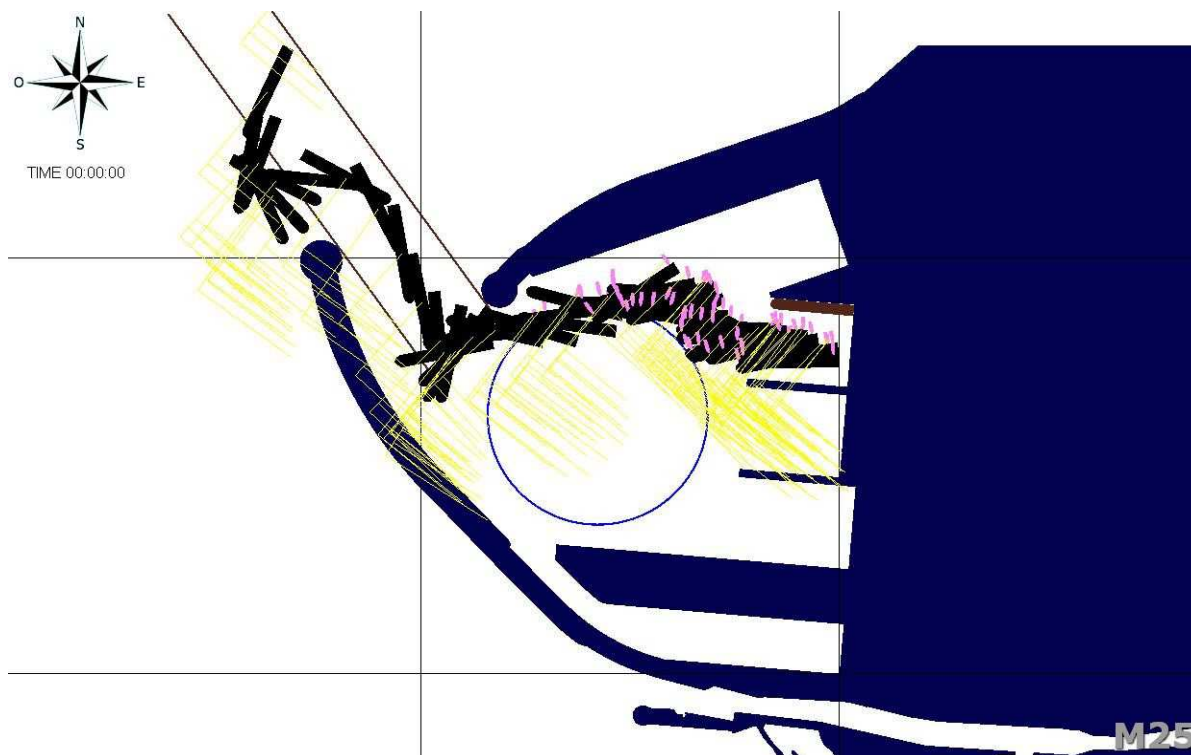
**Fig. A31 - M22 – Uscita ro-pax con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)**



**Fig. A32 - M23 – Ingresso cruise con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)**

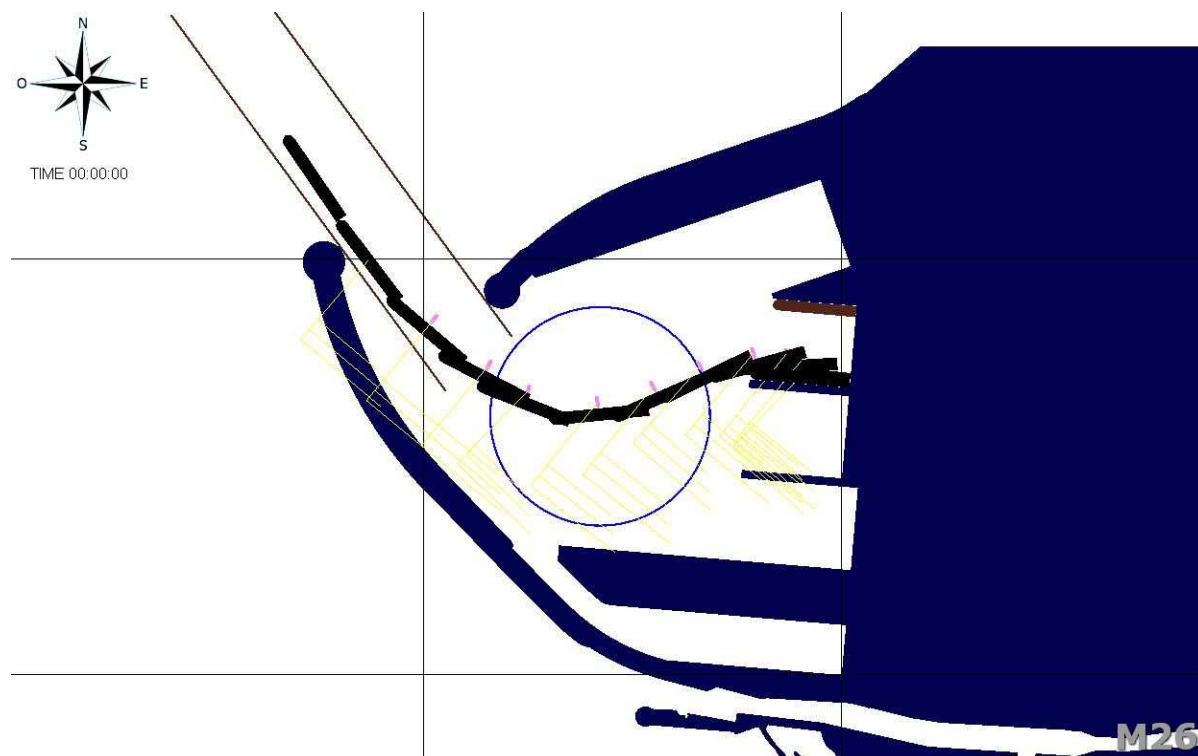


**Fig. A33 - M24 - Uscita cruise con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2004)**

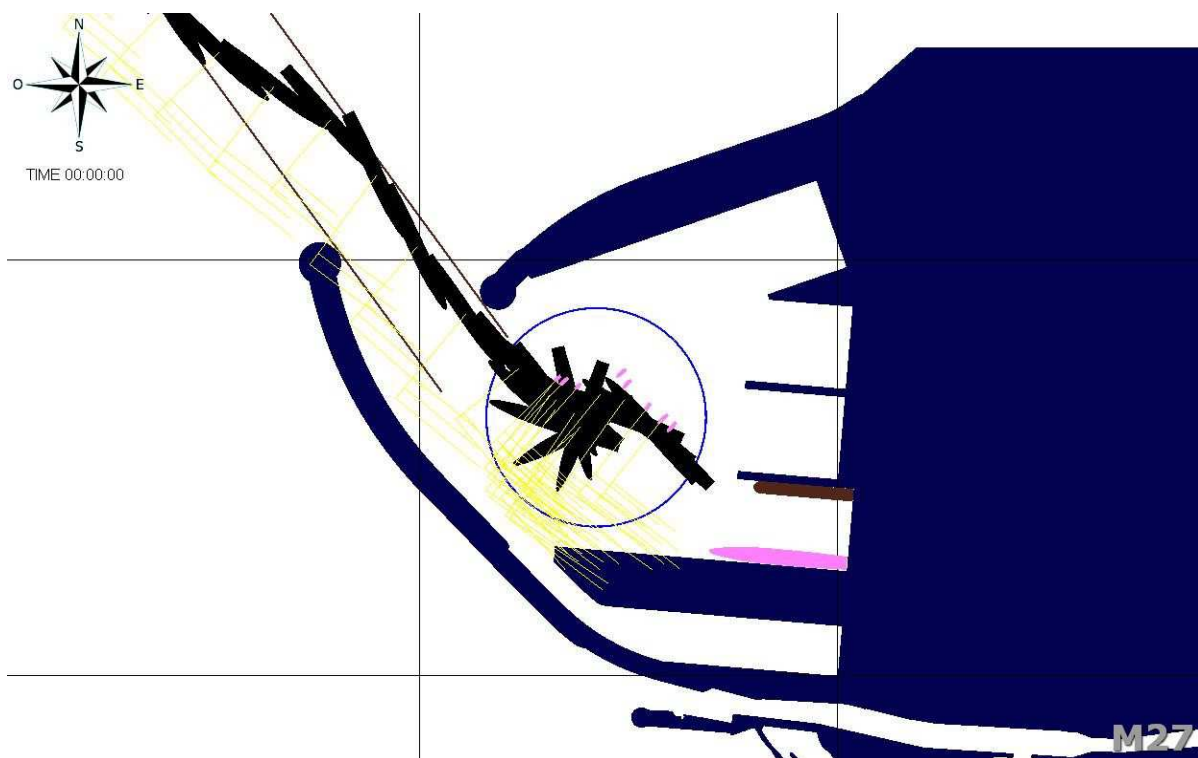


**Fig. A34 - M25 - Ingresso ro-pax con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)**



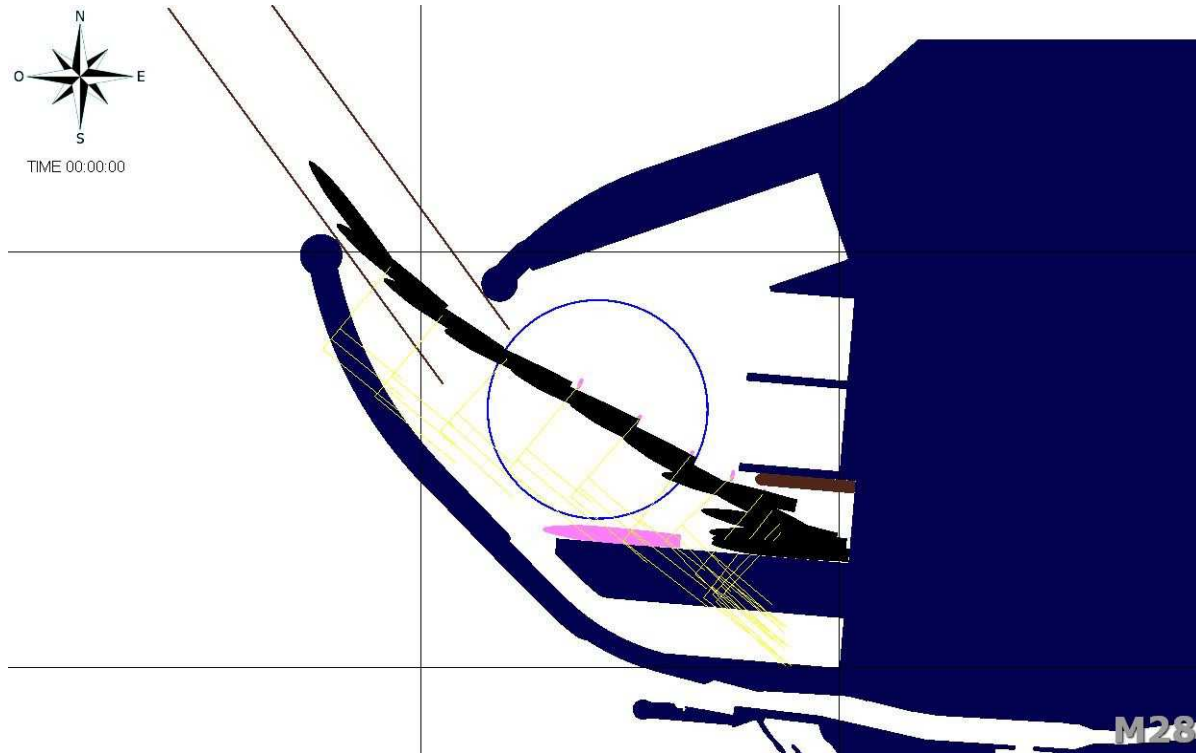


**Fig. A35 - M26 – Uscita ro-pax con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)**

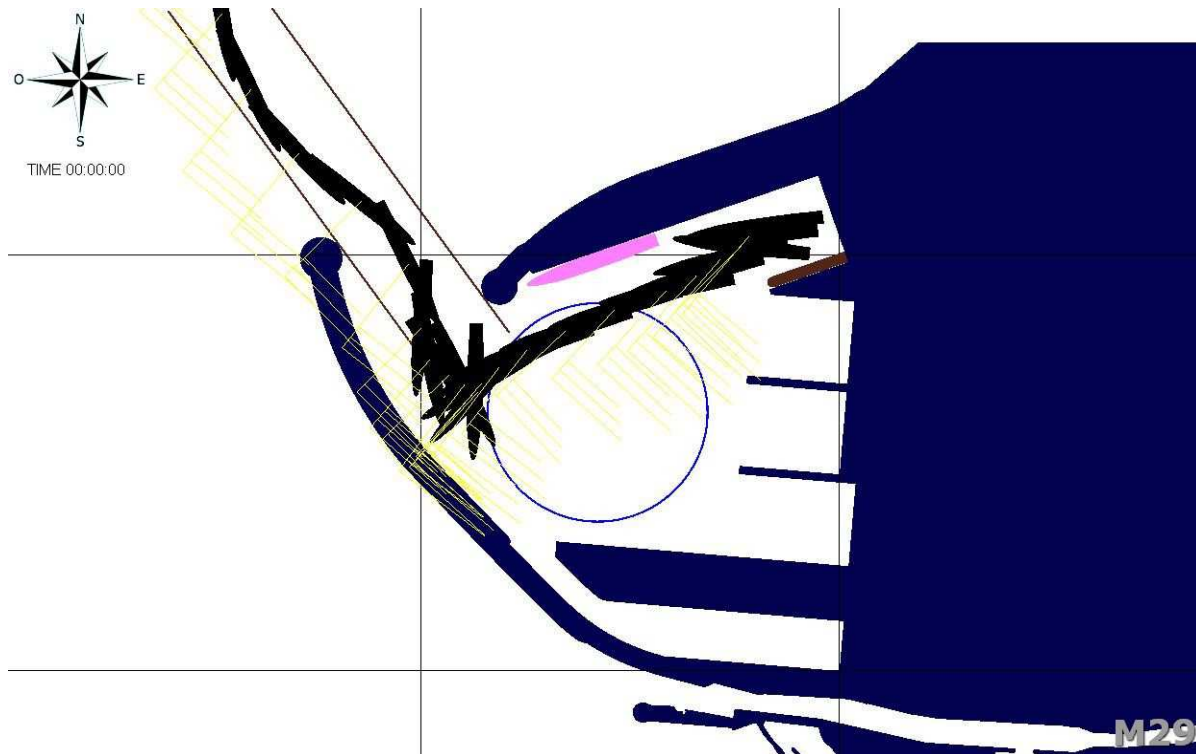


**Fig. A36 - M27 – Ingresso cruise con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)**

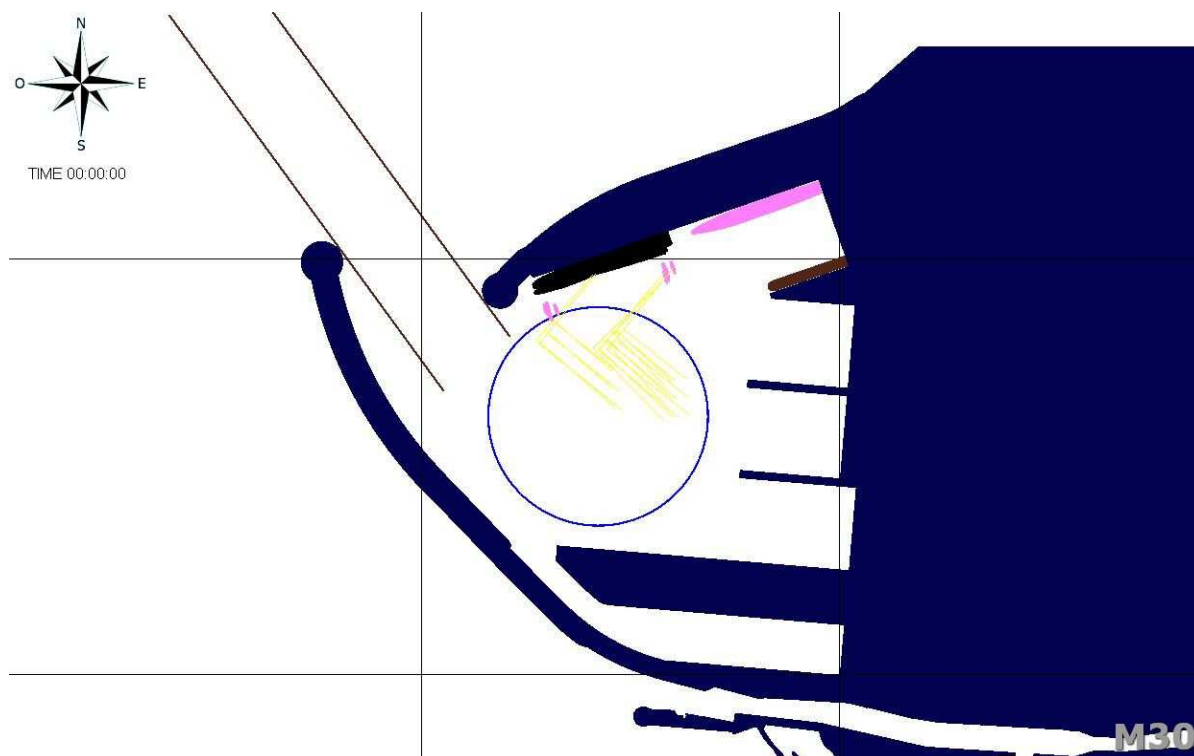




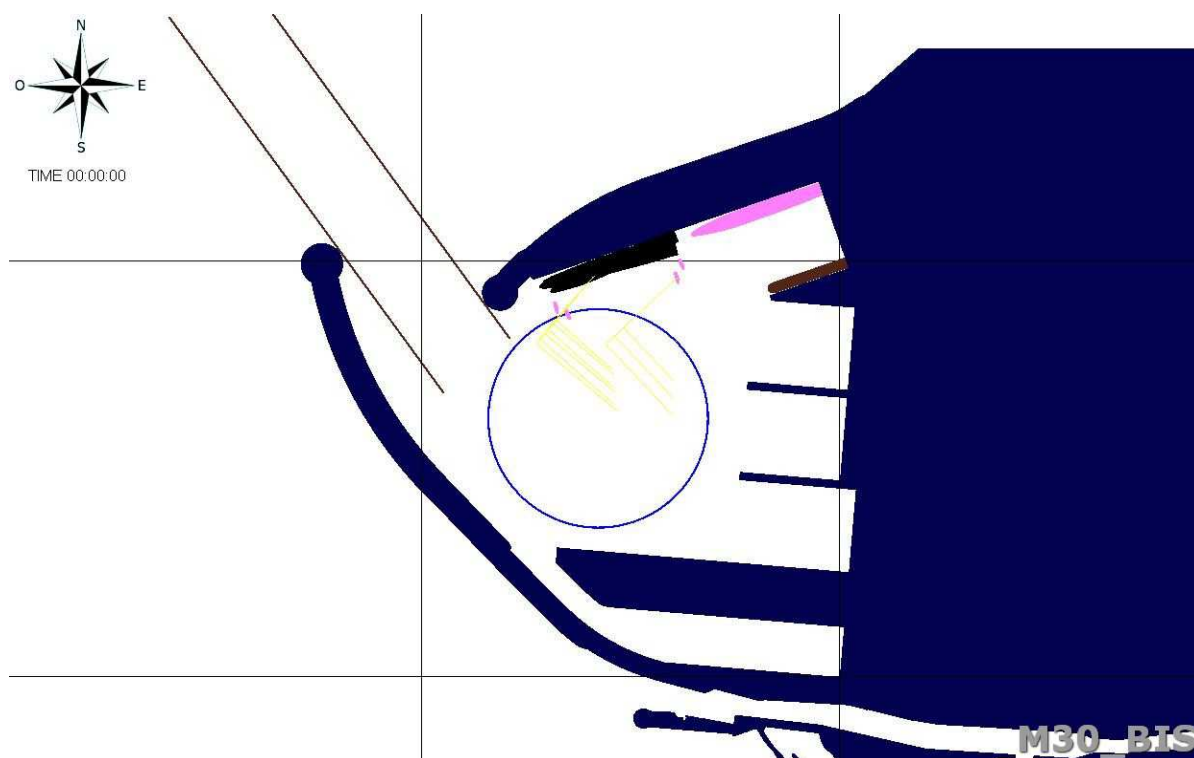
**Fig. A37 - M28 – Uscita cruise con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)**



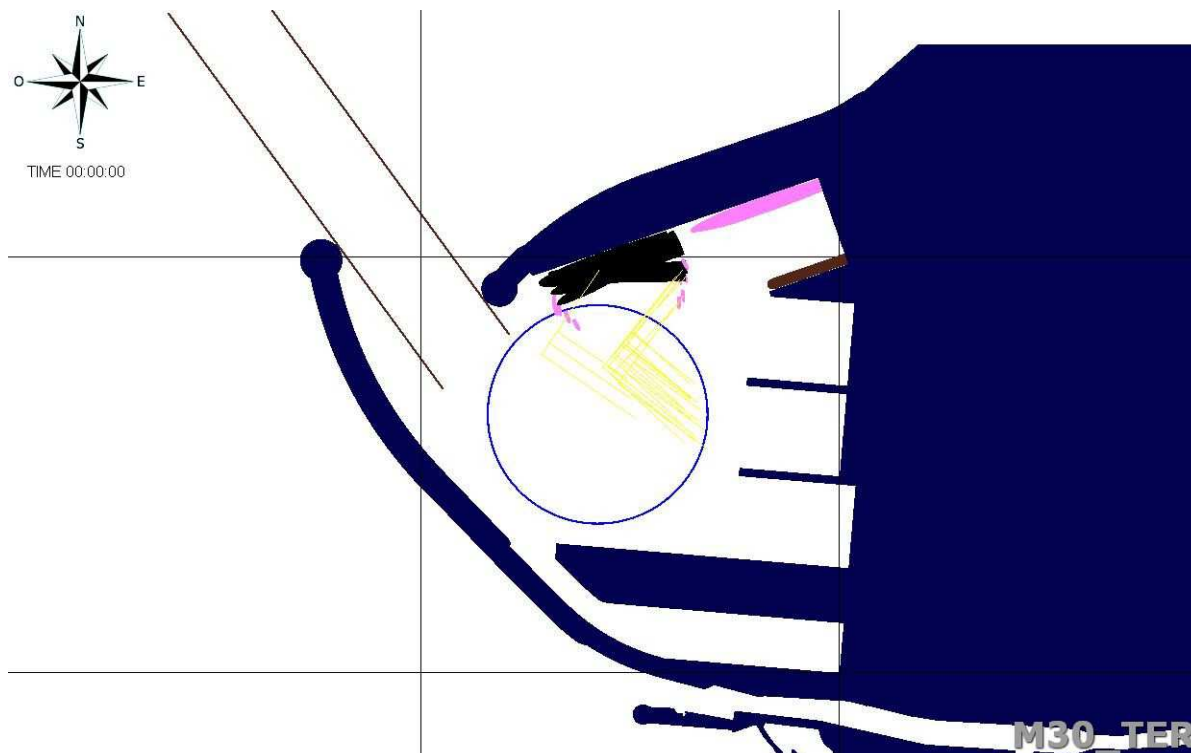
**Fig. A38 - M29 – Ingresso cruise con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)**



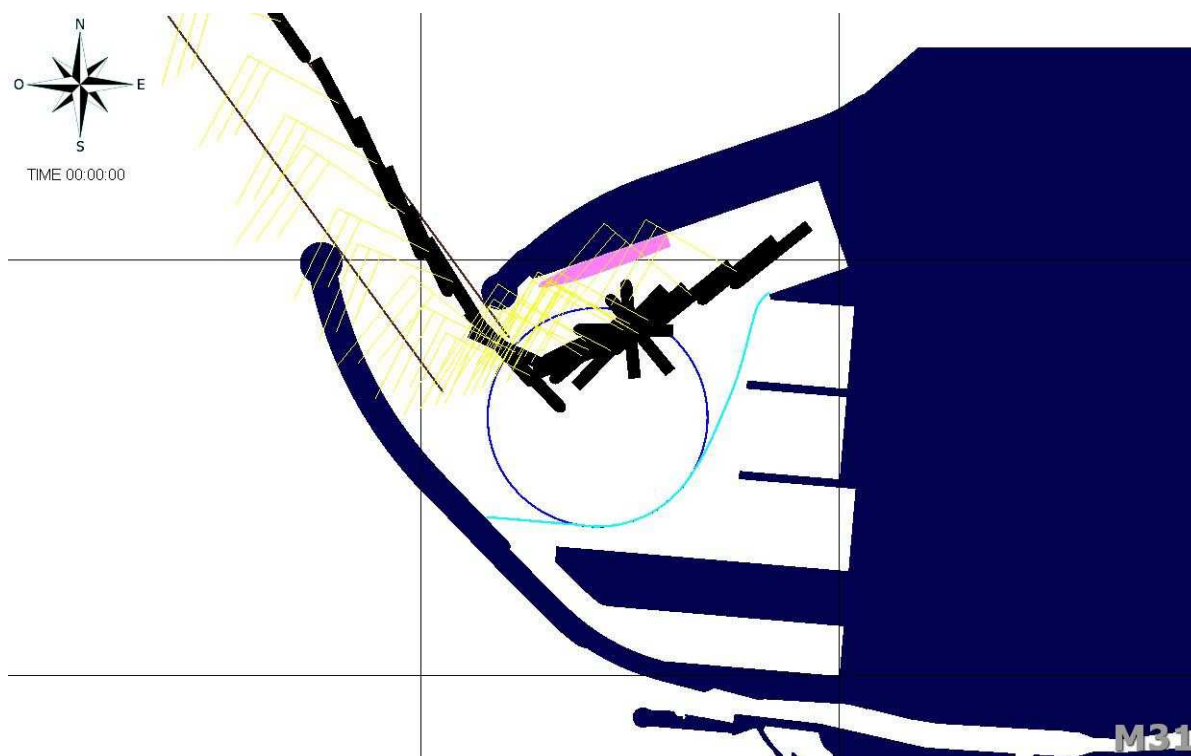
**Fig. A39 - M30 – Uscita cruise con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)**



**Fig. A40 - M30\_BIS – Uscita cruise con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)**



**Fig. A41 - M30\_TER – Uscita cruise con Libeccio 25 kn Hs 3 m (PRP 2014)**



**Fig. A42 - M31- Ingresso ro-pax con Maestrale Hs 3m (I LOTTO FUNZIONALE)**

## **APPENDICE B: FOTO DELLE SIMULAZIONI**





**Fig. B1 – Da sin. sono visibili l’Ing. Lo Schiavo (Acquatecno), e i due Piloti Com. Capitani e Com. Bozzo**



**Fig. B2 – Il Com. Capitani (di spalle) e il Com. Bozzo in plancia al Vislab del CETENA**



**Fig. B3 – L'accosto della nave cruise in banchina . Da sin. sono visibili l'Ing. Lo Schiavo (Acquatecno), e i due Piloti Com. Capitani e Com. Bozzo**



**Fig. B4 – Il Com. Capitani (a sin.) e il Com. Bozzo si consigliano durante una manovra di partenza da parte della nave cruise dall'accosto in radice nella darsena meridionale**





**Fig. B5 – Il Com. Bozzo (seduto) e il Com. Capitani (dietro) in un altro momento di una manovra**



**Fig. B6 – Il Com. Bozzo (seduto) e il Com. Capitani (dietro) in un altro momento di una manovra**



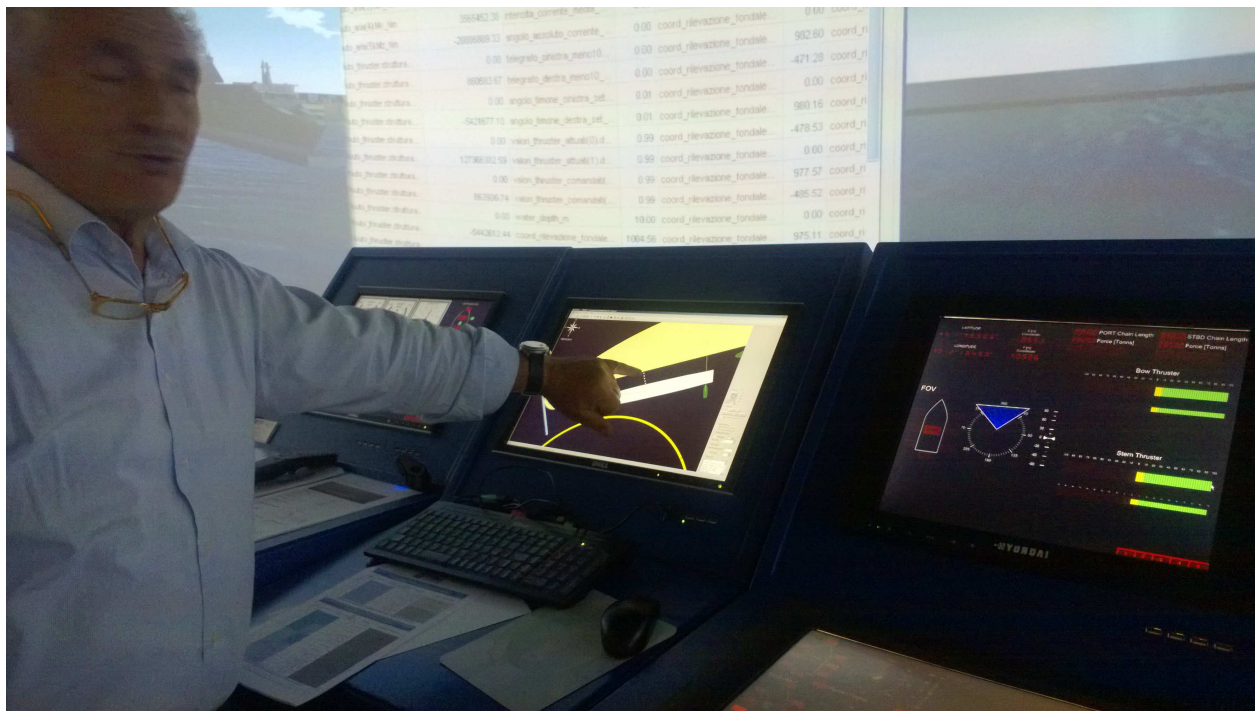


**Fig. B7 – Da sin. sono visibili il Com. Bozzo, il Com. Capitani e l'Ing. Peverero (CETENA)**



**Fig. B8 – Uscita nave cruise dalla darsena settentrionale. Da sin. sono visibili il Com. Bozzo e l'Ing. Lo Schiavo (Acquatecno)**





**Fig. B9 – Durante la manovra M19 (ingresso nave cruise con vento da NW in PRP 2014) il Com. Bozzo osserva la difficoltà a risalire il vento e avvicinare la nave a banchina. Sullo scenario viene proiettato il listato delle grandezze simulate per controllare l'andamento in tempo reale della forza del vento che investe la murata.**



**Fig. B10 – Analogamente alla foto precedente, verificiamo la difficoltà della nave ad accostare a banchina pur con due rimorchiatori a spingere al massimo e i sei thruster al 100% verso banchina (indicatori verdi accesi sul touchscreen della plancia).**





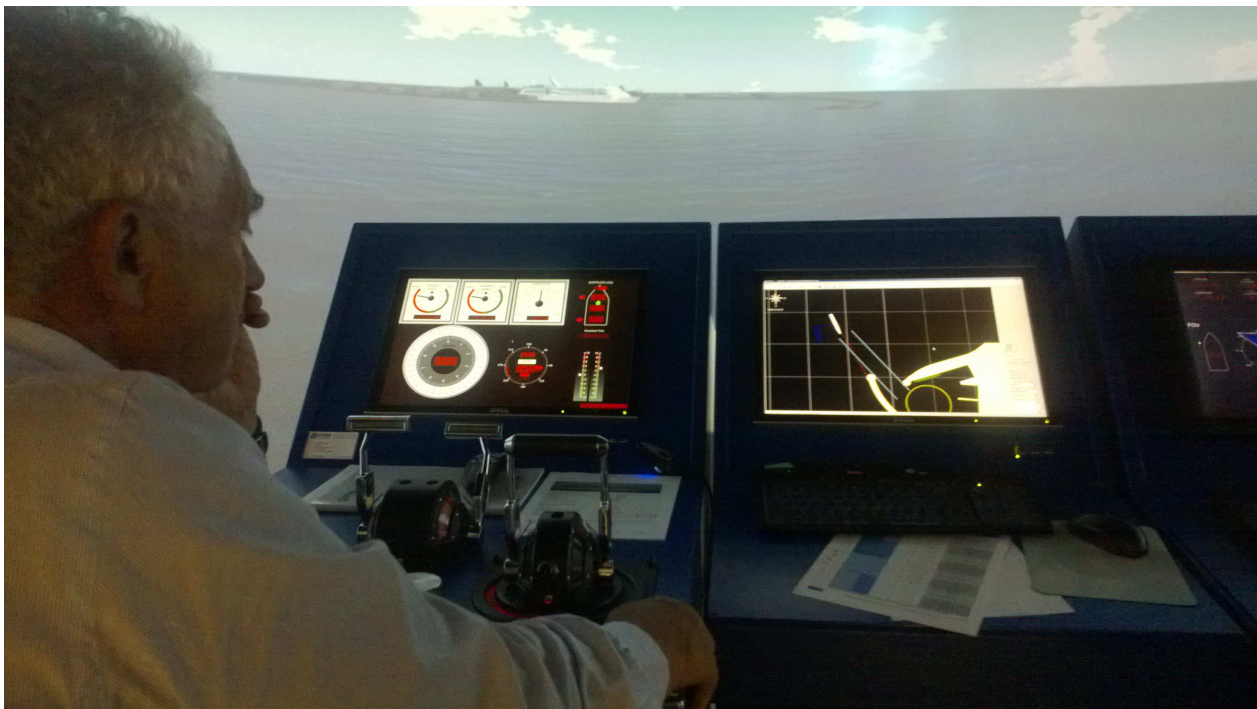
**Fig. B11 – Il Com. Bozzo (a sin. ) in un altro momento di una manovra al simulatore**



**Fig. B12 – Il Com. Bozzo (seduto ) e l'ing.Lo Schiavo (Acquatecno) in un altro momento di una manovra**



**Fig. B13 – Scenario 3D del nuovo Porto nel layout ottimizzato in presenza di ingombri, con nave in manovra all'interno del cerchio di evoluzione.**

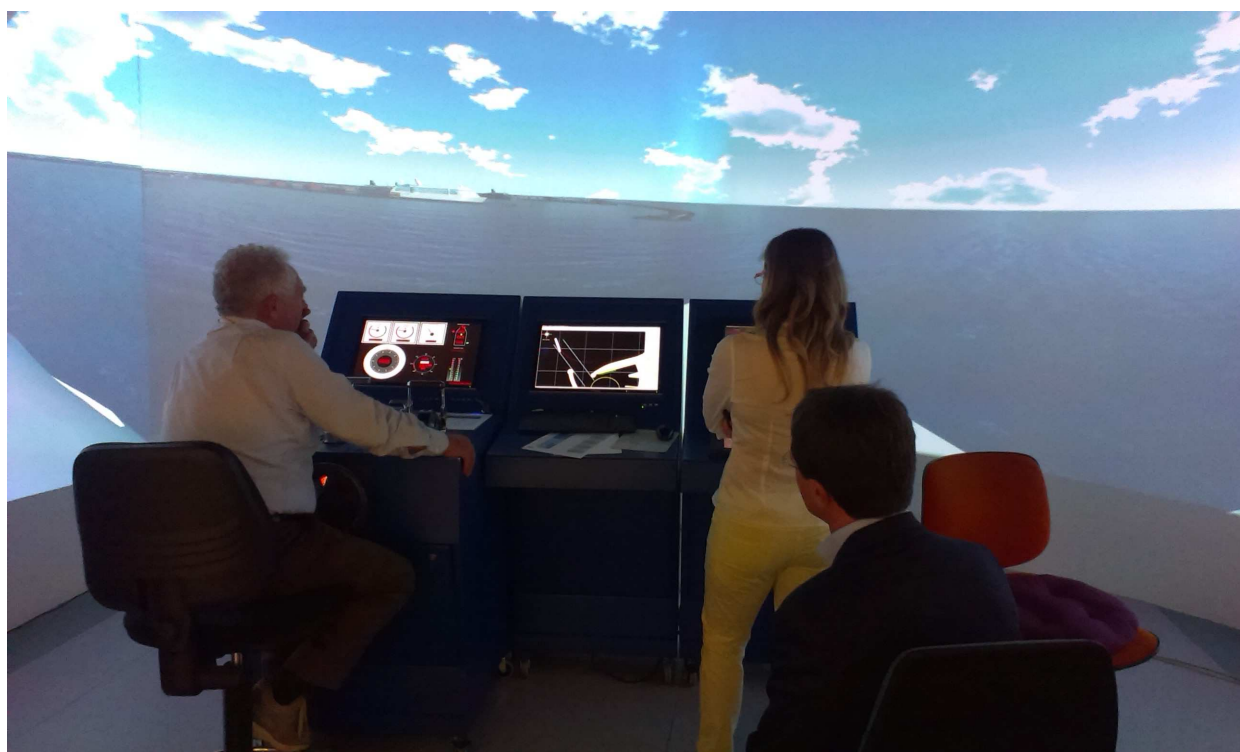


**Fig. B14 – Il Com. Bozzo durante il pilotaggio di una manovra di ingresso nel layout ottimizzato.**





**Fig. B15 – Il Com. Bozzo durante il pilotaggio di una manovra di ingresso nel layout di PRP 2004**



**Fig. B16 – Da sin. sono visibili il Com. Bozzo, l'Ing. Notaro (CETENA) e l'Ing. Lo Schiavo (Acquatecno). Lo sfondo del mare sullo scenario è obliquo per effetto del moto di rollio della nave dovuto all'azione del mare oltre che del vento.**



**Fig. B17 – Il Com. Bozzo in un momento di una manovra di uscita con nave cruise dalla darsena meridionale, con nave cruise in ingombro sul prolungamento/testata**



**Fig. B18 – Il Com. Bozzo durante una manovra con nave cruise nel layout ottimizzato. Anche in questo caso è visibile l'ingombro dell'altra nave cruise, qui sulla testata del sottoflutto.**

## **ALLEGATI**



I risultati completi delle simulazioni eseguite che costituiscono gli **ALLEGATI** al presente rapporto tecnico sono stati resi disponibili al Cliente in formato elettronico via collegamento web dedicato, accessibile solo tramite password. Una volta eseguito il login si arriva alla pagina seguente:



I file messi a disposizione del Cliente contengono, in sintesi: le **immagini** delle traiettorie involuppate della singola manovra; i relativi **involuppi** (sovrapposizione di più traiettorie), suddivisi per tipologia di manovra e di unità navale; i **video** di ogni test, così come visualizzati sulla plancia 2D del SAND; le storie temporali di tutte le **grandezze** simulate; infine, le **minute** delle riunioni e le **Pilot Card** delle navi.

Report:

- Report N000-rev\_00 ("pdf" format, Reader)
- Tracciati e involuppi delle manovre
- Pilot Card nave cruise (LOA 210m, B=38.4m, T=8.2m)
- Pilot Card nave cargo (LOA 240m, B=30.0m, T=6.5m)

PRP 2004 - condizioni di calma				
Manovra M00_cr_2004	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M00_ropax_2004	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
<b>PRP 2004</b>				
Manovra M01	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M02	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M03	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M04	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M05	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M05_BIS	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M06	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M07	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M07_BIS	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M08	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M08_BIS	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M08_TER	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
<b>PRP 2014</b>				
Manovra M09	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M10	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M11	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M12	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M12_BIS	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M12_TER	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M14	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M14_BIS	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M15	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M16	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M17	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M17_BIS	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M17_TER	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M18	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M19	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M19_BIS	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M20	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
<b>PRP 2004</b>				
Manovra M21	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M21_BIS	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M22	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M23	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M24	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
<b>PRP 2014</b>				
Manovra M25	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M26	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M27	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M28	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M29	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M30	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M30_BIS	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M30_TER	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>
Manovra M31	<a href="#">Grafico</a>	<a href="#">Grandezze</a>	<a href="#">Involuppo</a>	<a href="#">Video</a>