

# ICARO



OLBIA LNG Terminal Srl

## Progetto EnerClima 2050

### VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

#### Allegato IV.5 – Simulazioni di manovra per il Porto di Olbia, Cetena S.p.A.



**Progetto n.** 235231  
**Revisione:** 01  
**Data:** Aprile 2023  
**Nome File:** 235231 Allegato IV.5\_Studio Cetena.docx

**Report n. 14677**

---

**Rev. 00**

## **Simulazioni di manovra per il Porto di Olbia**

*Autori / Authors:* Daniele MILAZZO

*Data emissione / Issue date:* 04/08/2022

Pagina intenzionalmente bianca / *This page intentionally left blank*

Report n. <b>14677</b>	Rev. <b>00</b>	Data emissione / Issue date <b>04/08/2022</b>
<p><i>Titolo / Title</i></p> <p><b>Simulazioni di manovra per il Porto di Olbia</b></p>		
<p><i>Autori / Authors</i></p> <p><b>Daniele MILAZZO</b></p>		
<p><i>Sommario / Abstract</i></p> <p>Il presente rapporto è finalizzato alla presentazione dell'esito delle simulazioni di manovra Real-Time svolte nel Porto di Olbia da parte di CETENA S.p.A. per conto di Olbia LNG Terminal Srl, relativamente al progetto di riconversione dell'area sud della banchina Cocciani Sud in Terminal LNG. In particolare, è stata verificata la fattibilità delle manovre di ingresso e uscita, al variare delle condizioni meteo marine tipiche del paraggio, da parte di una unità navale LNG Carrier, le cui caratteristiche sono descritte nel corso di questo documento.</p> <p>Per quanto riguarda le condizioni meteomarine, nello studio è stato considerato vento proveniente da I, II, III e IV quadrante di intensità variabile tra i 30 e i 45 nodi di velocità. L'agitazione ondosa, su indicazione dei Piloti, è stata considerata trascurabile all'interno dell'area portuale.</p>		
<p><i>Autori / Authors</i></p> 	<p><i>Verificato / Verified</i></p> 	<p><i>Approvato / Approved</i></p> 
<p><i>Circolazione / Circulation</i></p> <p>Interna / Internal Only</p> <p>Libera / Free</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Riservata Industriale / Commercial in confidence</p> <p>Classificata / Classified</p>	<p><i>Codici di distribuzione / Distribution codes</i></p> <p>Olbia LNG Terminal Srl</p>	
<p><i>Pagine / Sheets</i></p> <p>54</p>	<p><i>Commessa / Job</i></p> <p>69160422120</p>	<p><i>Note / Notes</i></p>

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**

## INDICE

<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>8</b>
<b>1 SCOPO DEL LAVORO</b> .....	<b>9</b>
1.1 Definizione degli obiettivi .....	10
<b>2 DESCRIZIONE DEL SIMULATORE DI MANOVRA MANTA</b> .....	<b>12</b>
<b>3 Configurazione portuale e condizioni generali delle simulazioni di manovra</b> ....	<b>16</b>
3.1 Descrizione del layout portuale.....	16
3.2 Definizione dell'area schematizzata per le simulazioni di manovra.....	18
<b>4 DATI GEOMETRICI DI INPUT DELLE SIMULAZIONI</b> .....	<b>19</b>
4.1 Caratteristiche principali della LNG Carrier (LOA = 190 m).....	20
4.2 Caratteristiche principali dei rimorchiatori.....	21
<b>5 CONDIZIONI METEOMARINE</b> .....	<b>23</b>
<b>6 CONDIZIONI FINALI DI SIMULAZIONE E LORO ESECUZIONE</b> .....	<b>24</b>
6.1 Manovre eseguite al simulatore .....	25
6.1.1 LNG Carrier - LOA da 190 m .....	26
6.2 Elenco e risultati delle manovre eseguite al simulatore .....	27
6.3 Presentazione dei file dei risultati delle simulazioni .....	31
<b>7 CONCLUSIONI</b> .....	<b>32</b>
7.1 Riassunto delle manovre eseguite .....	33
7.2 Riassunto del lavoro – Rimorchiatori .....	36
7.3 In sintesi.....	37
<b>8 RIFERIMENTI</b> .....	<b>38</b>
<b>APPENDICI</b> .....	<b>39</b>
<b>APPENDICE A</b> .....	<b>40</b>
<b>APPENDICE B</b> .....	<b>49</b>
<b>FOTO DELLE SIMULAZIONI</b> .....	<b>49</b>
<b>ALLEGATI</b> .....	<b>53</b>

### Indice delle Tabelle

Tab. 4-1 Caratteristiche principali della LNG Carrier .....	20
Tab. 5-1 Condizioni meteomarine considerate per le simulazioni. ....	23
Tab. 6-1 Sintesi delle manovre effettuate con la nave LNG Carrier.....	30

## Indice delle Figure

Fig. 1-1 Direzione ed intensità dei venti considerati durante le manovre.....	11
Fig. 1-2 Numero di manovre eseguite al simulatore, associate alla direzione e intensità del vento .....	11
Fig. 2-1 Principali blocchi del modello matematico del simulatore.....	12
Fig. 2-2 Simulatore di manovra – Allestimento attuale del laboratorio di simulazione .....	13
Fig. 2-3 Simulatore di manovra – Postazione con visore HMD 3D dedicato alla visuale dalle alette .....	14
Fig. 2-4 Simulatore di manovra.....	15
Fig. 2-5 Simulatore di manovra – Scenario 3D del Porto di Olbia .....	15
Fig. 3-1 Vista attuale del Porto di Olbia.....	16
Fig. 3-2 - Rappresentazione dei rilevamenti batimetrici forniti dal Cliente [Rif. 1] .....	17
Fig. 3-3 - Rappresentazione degli specchi acquei soggetti a opere di dragaggio forniti dal Cliente [Rif. 3].....	17
Fig. 3-4 Porto di Olbia – Layout 2D di progetto rappresentato nel simulatore MANTA, con andamento dei fondali.....	18
Fig. 4-1 Simulatore MANTA – Durante le prove i rimorchiatori sono stati comandati tramite un touch screen dedicato. ....	21
Fig. 4-2 Simulatore MANTA - Visualizzazione in tempo reale dei rimorchiatori impiegati durante il test.....	22
Fig. 6-1 Gruppo di lavoro al simulatore 30 Giugno 2022.....	24
Fig. 6-2 Numero manovre eseguite. ....	25
Fig. 6-3 Manovre effettuate con la LNG Carrier. ....	26
Fig. 6-4 Esito delle manovre effettuate con la LNG Carrier suddivise tra ingressi e uscite.....	26
Fig. 7-1 - Venti ed intensità considerati durante le manovre .....	33
Fig. 7-2 - Numero di manovre associate a direzione e intensità di vento .....	34
Fig. 7-3 – Manovre LNG Carrier .....	35
Fig. 7-4 – Confronto delle condizioni meteo con la taglia dei rimorchiatori impiegati – LNG Carrier. .....	36

## Indice delle Figure – Appendice A

Fig. A - 1 – Manovra M010 – LNG Carrier – Ingresso – <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Calma.....	41
Fig. A - 2 – Manovra M020 – LNG Carrier – Uscita – <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Calma.....	41
Fig. A - 3 – Manovra M030 – LNG Carrier – Ingresso – <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Ponente 30 nodi.	42
Fig. A - 4 – Manovra M040 – LNG Carrier – Uscita – <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Ponente 30 nodi. ....	42
Fig. A - 5 – Manovra M041 – LNG Carrier – Uscita – <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Ponente 30 nodi. ...	43
Fig. A - 6 – Manovra M050 – LNG Carrier – Ingresso – <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Maestrale 30 nodi. ....	43
Fig. A - 7 – Manovra M060 – LNG Carrier – Uscita – <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Maestrale 30 nodi. ....	44
Fig. A - 8 – Manovra M070 – LNG Carrier – Ingresso – <b>MANOVRA NON RIUSCITA</b> Tramontana 45 nodi. ....	44
Fig. A - 9 – Manovra M071 – LNG Carrier – Ingresso – <b>MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE</b> Tramontana 45 nodi. ....	45
Fig. A - 10 – Manovra M080 – LNG Carrier – Ingresso – <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Grecale 30 nodi. ....	45
Fig. A - 11 – Manovra M090 – LNG Carrier – Ingresso – <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Levante 30 nodi. ....	46
Fig. A - 12 – Manovra M100 – LNG Carrier – Ingresso – <b>MANOVRA RIUSCITA</b> Ostro 30 nodi. ....	46
Fig. A - 13 – Manovra E010 – LNG Carrier – Ingresso – <b>AVARIA</b> Ponente 25 nodi. ....	47
Fig. A - 14 – Manovra E020 – LNG Carrier – Ingresso – <b>AVARIA</b> Tramontana 25 nodi.....	47
Fig. A - 15 – Manovra E030 – LNG Carrier – Uscita – <b>AVARIA</b> Maestrale 25 nodi.....	48
Fig. A - 16 – Manovra E040 – LNG Carrier – Uscita – <b>AVARIA</b> Tramontana 25 nodi. ....	48

## Indice delle Figure – Appendice B

Fig. B - 1 – Fotografie scattate durante la sessione di simulazioni.....	50
Fig. B - 2 – Fotografie scattate durante la sessione di simulazioni.....	50
Fig. B - 3 – Fotografie scattate durante la sessione di simulazioni.....	51
Fig. B - 4 – Fotografie scattate durante la sessione di simulazioni.....	51
Fig. B - 5 – Fotografie scattate durante la sessione di simulazioni.....	52
Fig. B - 6 – Fotografie scattate durante la sessione di simulazioni.....	52

## INTRODUZIONE

Il presente rapporto è finalizzato alla presentazione dell'esito delle simulazioni di manovra Real-Time svolte nel Porto di Olbia da parte di CETENA S.p.A. per conto di Olbia LNG Terminal Srl, relativamente al progetto di riconversione dell'area sud della banchina Cocciani Sud in Terminal LNG. In particolare, è stata verificata la fattibilità delle manovre di ingresso e uscita, al variare delle condizioni meteo marine tipiche del paraggio, da parte di una unità navale LNG Carrier, le cui caratteristiche sono descritte nel corso di questo documento. La posizione iniziale e finale della nave metaniera nelle simulazioni di manovre eseguite è con nave parallela in accosto all'estremità sud del molo Cocciani Sud dove verranno posizionati i bracci di trasferimento del GNL e le bitte di ormeggio a sgancio rapido. Le operazioni di ormeggio/disormeggio della nave e collegamento/scollegamento ai bracci non fanno parte dello scopo del lavoro svolto.

I test al simulatore di manovra Real-Time sono stati svolti nel corso di 2 giornate di simulazione (**30 Giugno e 1 Luglio 2022**) in presenza dell'intero gruppo di lavoro, avvalendosi del pilotaggio di Piloti professionisti. In particolare, le manovre sono state eseguite dal Capo dei Piloti del Porto di Olbia (Com. M. Sangiovanni) coadiuvato da un esperto esecutore messo a disposizione da CETENA, ex-Capo dei Piloti del Porto di Genova (Com. G. Lettich), dal comandante dei rimorchiatori Moby Divisione Rimorchiatori (Com. A. Capuano) e dal personale CETENA.

Durante le giornate di prove al simulatore sono intervenuti gli operatori interessati allo svolgimento dello studio, appartenenti ai seguenti Enti: Capitaneria di Porto di Olbia, Moby Divisione Rimorchiatori e Olbia LNG Terminal Srl.

Si riporta qui di seguito la lista dei presenti:

Partecipanti	Ente / Società di appartenenza	Note
Com. G. <b>Lettich</b>	Ex Capo del Corpo Piloti di Genova	Esperto messo a disposizione da CETENA
Com. M. <b>Sangiovanni</b>	Corpo Piloti di Olbia	Esecuzione delle manovre al simulatore
CP. G. <b>La Rosa</b>	Capitaneria di Porto	Supervisione alle manovre
M.llo G. <b>Tondini</b>		
Dr. A. <b>Nicotra</b>	Olbia LNG Terminal Srl	Supervisione alle manovre
Ing. P. <b>Macor</b>		
Ing. M. <b>Berti</b>		
Com. A. <b>Capuano</b>	Moby Divisione Rimorchiatori	Esecuzione delle manovre dei rimorchiatori al simulatore
Ing. D. <b>Milazzo</b>	CETENA S.p.A.	Preparazione degli scenari e setup delle funzionalità del simulatore. Post-processing dei risultati. Redazione del rapporto tecnico finale

## 1 SCOPO DEL LAVORO

Il presente rapporto tecnico illustra i risultati delle simulazioni di manovra Real Time svolte da parte di CETENA S.p.A. per conto Olbia LNG Terminal Srl (Cliente).

In particolare, è stata presa in considerazione una nave metaniera, simulando sia la manovra di ingresso che di partenza presso la banchina Cocciani Sud del porto di Olbia, relativamente al progetto di riconversione dell'area sud di tale banchina in terminal LNG. L'unità simulata ha dimensioni massime pari a 190 m di lunghezza, 30 m di larghezza e immersione pari a 7.6 m. La nave simulata è inoltre dotata di 1 bow thruster (eliche di manovra trasversali), della potenza di 850 kW.

La posizione iniziale e finale della nave metaniera nelle simulazioni di manovre eseguite è con nave parallela in accosto all'estremità sud del molo Cocciani Sud dove verranno posizionati i bracci di trasferimento del GNL e le bitte di ormeggio a sgancio rapido. Le operazioni di ormeggio/disormeggio della nave e collegamento/scollegamento ai bracci non fanno parte dello scopo del lavoro svolto.

Per quanto riguarda le condizioni meteomarine, nello studio è stato considerato vento proveniente da I, II, III e IV quadrante di intensità variabile tra i 30 e i 45 nodi di velocità. L'agitazione ondosa, su indicazione dei Piloti, è stata considerata trascurabile all'interno dell'area portuale.

Le caratteristiche di dettaglio del layout portuale, della nave simulata e delle condizioni meteomarine utilizzate negli scenari del simulatore sono descritte nel seguito del presente documento.

## 1.1 Definizione degli obiettivi

Il principale obiettivo di questo studio al simulatore eseguito da CETENA è la valutazione della manovrabilità da parte di una unità LNG Carrier in relazione al progetto di riconversione dell'area sud della banchina Cocciani Sud del porto di Olbia in terminal LNG, studiando sia l'evoluzione nel bacino che le fasi finali di accosto delle manovre di arrivo, così come il distacco della nave in partenza dalla banchina suddetta e la successiva navigazione verso le acque libere.

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

- la verifica dell'*adeguatezza dello specchio acqueo* a disposizione dell'unità navale considerata per poter compiere le manovre portuali di ormeggio e disormeggio, in funzione sia delle condizioni di vento, che degli ingombri presenti normalmente nell'area di manovra;
- la verifica del *numero e della taglia dei rimorchiatori* che si rendono necessari per eseguire la manovra in sicurezza da parte della nave;
- lo studio della *fattibilità dell'arrivo/partenza in condizioni meteomarine variabili*, particolarmente in relazione alla *geometria dello specchio acqueo* interessato dalla manovra portuale, e quindi alla effettiva *possibilità di operare con i rimorchiatori*;
- la *verifica delle condizioni di esercizio* (es. velocità massime nave) e lo *studio delle tecniche di manovra ottimali* per le unità in arrivo e partenza dall'accosto.

Di seguito sono stati riportati due grafici che riassumono il lavoro svolto. Ogni grafico, paragonabile ad una "rosa dei venti", distingue con cerchi concentrici l'intensità del vento applicato: allontanandosi dal centro del grafico (zona di calma e indicata con colore bianco), l'intensità del vento aumenta. In Fig. 1-1 si possono osservare le condizioni meteo considerate durante le sessioni di simulazione, mentre in Fig. 1-2 sono state riportate le manovre eseguite per ogni condizione meteo considerata.

### Meteo considerato

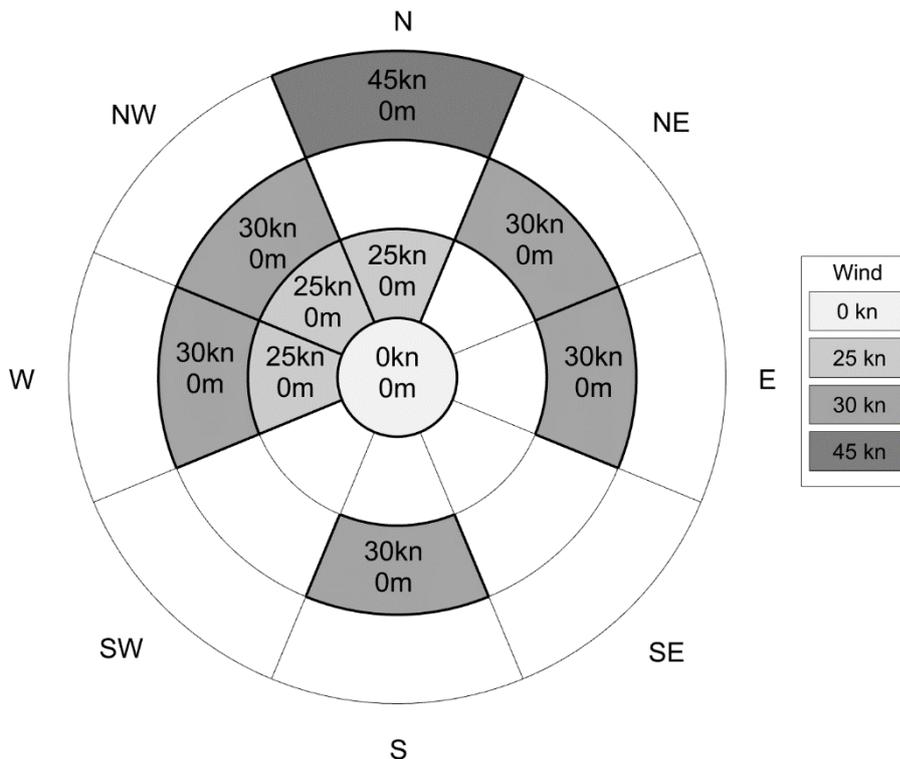


Fig. 1-1 Direzione ed intensità dei venti considerati durante le manovre.

### Manovre vs Meteo

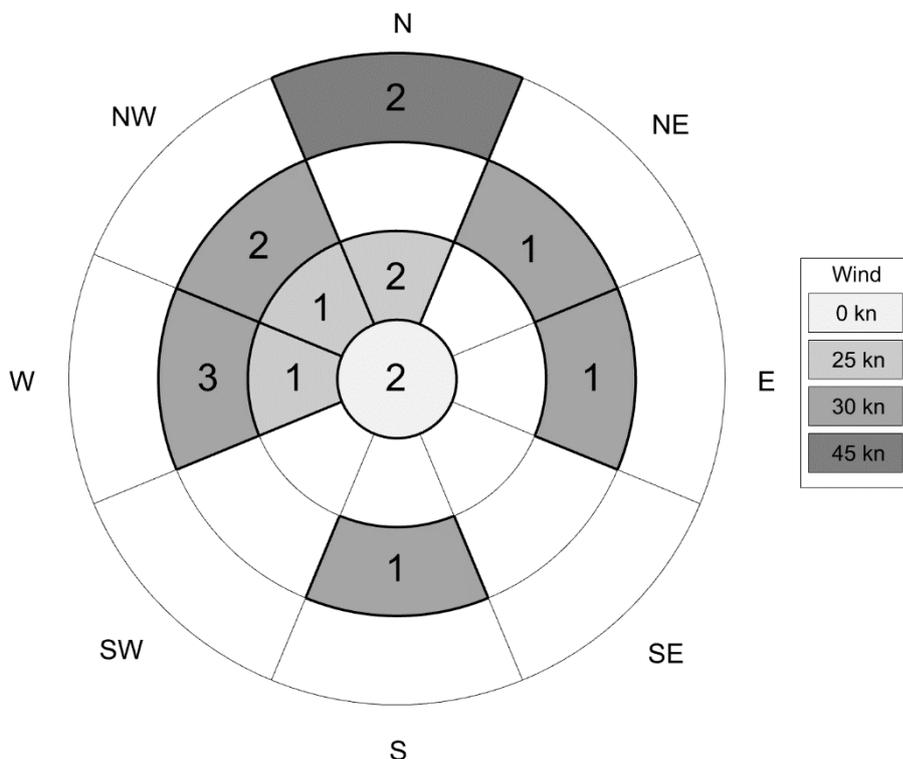


Fig. 1-2 Numero di manovre eseguite al simulatore, associate alla direzione e intensità del vento

## 2 DESCRIZIONE DEL SIMULATORE DI MANOVRA MANTA

Il simulatore di manovra real-time full mission MANTA (Multipurpose Advanced Naval Training Architecture) implementa un modello matematico della manovrabilità della nave, interamente sviluppato da CETENA S.p.A., di cui verranno qui di seguito richiamate le caratteristiche generali.

La nave in esame viene configurata in maniera dettagliata, inserendo nel sistema numerosi parametri, raggruppati secondo la struttura del modello stesso:

- ❖ Dati dello scafo
- ❖ Propulsione principale
- ❖ Apparato motore
- ❖ Appendici di carena
- ❖ Eliche di manovra
- ❖ Timone
- ❖ Aree esposte al vento

Nella Fig. 2-1 sottostante è rappresentato in maniera schematica l'insieme dei blocchi che costituiscono la struttura del modello CETENA.

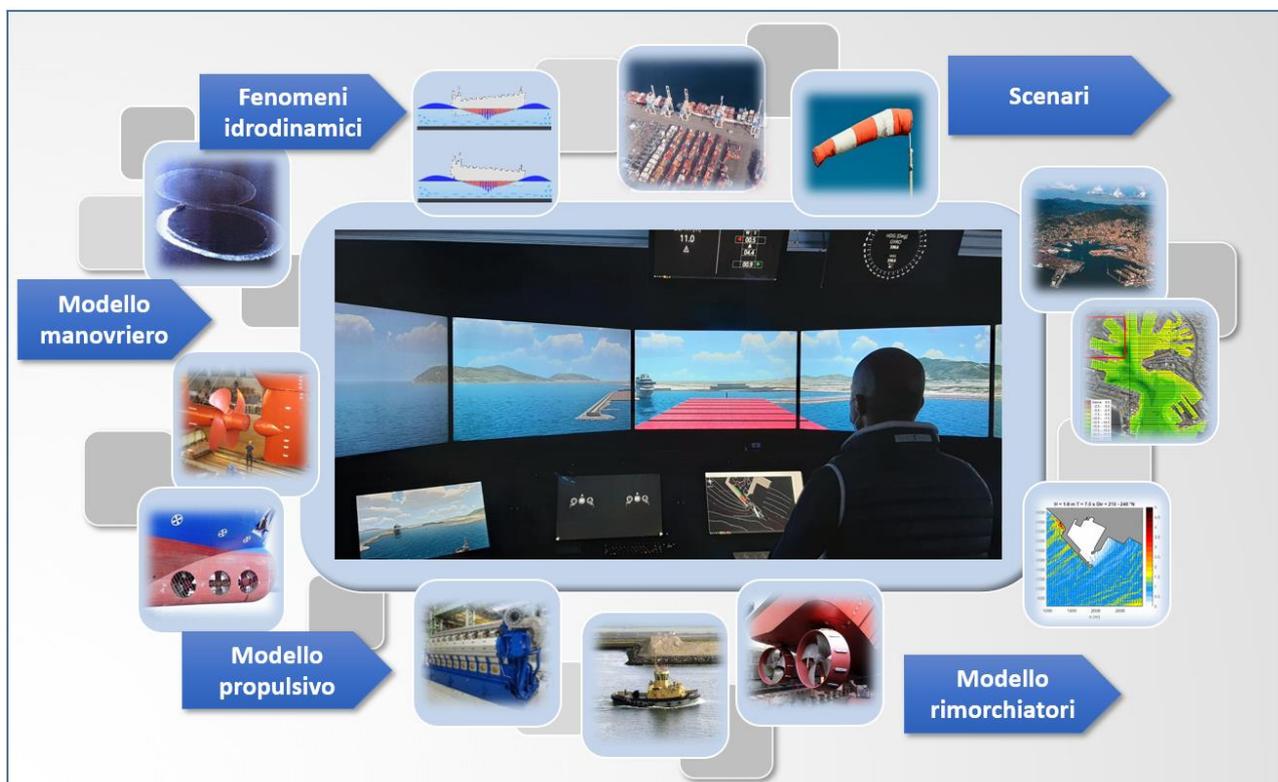


Fig. 2-1 Principali blocchi del modello matematico del simulatore

Il simulatore integra al suo interno, oltre agli aspetti propri della nave (geometria dello scafo, apparati di propulsione, appendici) anche il contesto in cui la simulazione ha luogo, costituito dallo stato di

mare, dalla corrente, dal vento (“condizioni meteomarine”), dagli eventuali rimorchiatori utilizzati in manovra, dalla mappa del porto (“layout”), dagli effetti specifici legati alla posizione della nave (banchina, profondità dei fondali, ecc).

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

- parametri ambientali (vento, corrente, onde del mare)
- effetti specifici relativi al porto considerato
- modelli di calcolo per acque ristrette
- shallow waters

In particolare, *il simulatore è in grado di prevedere, come nel caso in studio in cui i fondali sono bassi in relazione all’immersione della nave in transito, il cosiddetto “effetto squat”.*

Inoltre, il sistema può accettare forze esterne in input, permettendo l’esecuzione di una classe di operazioni che includono 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*.

È inoltre possibile simulare in tempo reale condizioni di emergenza dovute ad improvvise avarie (es. avaria dell’apparato motore e dei mezzi di governo) e conseguentemente valutare gli effetti sulla traiettoria simulata della nave a seguito dell’utilizzo, ad esempio, di ancore e catene.



Fig. 2-2 Simulatore di manovra – Allestimento attuale del laboratorio di simulazione

Per quanto riguarda la parte grafica, il laboratorio VISLAB del CETENA, recentemente rinnovato e in via di sviluppo di ulteriori dotazioni, è stato attrezzato con un sistema di schermi che consentono la visualizzazione tridimensionale dello scenario portuale, della nave in simulazione e degli eventuali rimorchiatori in ausilio alla nave (v. Fig. 2-2).

Inoltre, una postazione laterale consente la visione (tramite visore HMD 3D stereoscopico tipo **Oculus Rift**) dello stesso scenario 3D dal punto di vista esterno, ad esempio posto su un'aletta della nave. Si veda la seguente Fig. 2-3.



*Fig. 2-3 Simulatore di manovra – Postazione con visore HMD 3D dedicato alla visuale dalle alette*

La Fig. 2-4 mostra una vista della sala di simulazione. In particolare, in Fig. 2-5, vi è una delle fotografie scattate durante le simulazioni, in cui è possibile apprezzare le viste esterne in 3D realizzate per lo studio di manovrabilità per il Porto di Olbia.



Fig. 2-4 Simulatore di manovra



Fig. 2-5 Simulatore di manovra – Scenario 3D del Porto di Olbia

## 3 Configurazione portuale e condizioni generali delle simulazioni di manovra

### 3.1 Descrizione del layout portuale

Il porto di Olbia è uno dei più importanti scali passeggeri del Mediterraneo, rappresentando il primo porto in Sardegna per traffico passeggeri e merci ro-ro, grazie alle banchine presenti presso Isola Bianca. Inoltre, esso riveste anche un importante scalo commerciale, grazie agli accosti presenti presso la banchina Cocciani. Il porto è situato all'interno di un'insenatura naturale, che protegge naturalmente le banchine dal moto ondoso esterno. L'accesso al porto avviene tramite un lungo canale dragato presente al centro dell'insenatura, che collega il mare aperto al centro del golfo di Olbia. Una vista dall'alto del Porto attuale è riportata in Fig. 3-1.



*Fig. 3-1 Vista attuale del Porto di Olbia.*

Il layout portuale preso in considerazione per lo svolgimento dello studio è quello attuale. La banchina Cocciani Sud, adibita nella sua parte meridionale all'ormeggio delle navi metaniere, è lunga circa 180 m. All'interno del bacino portuale, si può identificare un cerchio di evoluzione utile alla manovra della LNG Carrier del diametro di circa 400 m.

La *batimetria* del Porto è stata importata utilizzando i dati forniti dal Cliente relativi a:

- Rilievo batimetrico disponibile al momento delle simulazioni [Rif. 1]
- Batimetriche di progetto delle aree interessate da lavori di dragaggio [Rif. 2 e Rif. 3]

Durante lo svolgimento delle simulazioni sono quindi state considerate le batimetrie di progetto delle aree soggette a interventi di dragaggio, laddove presenti.

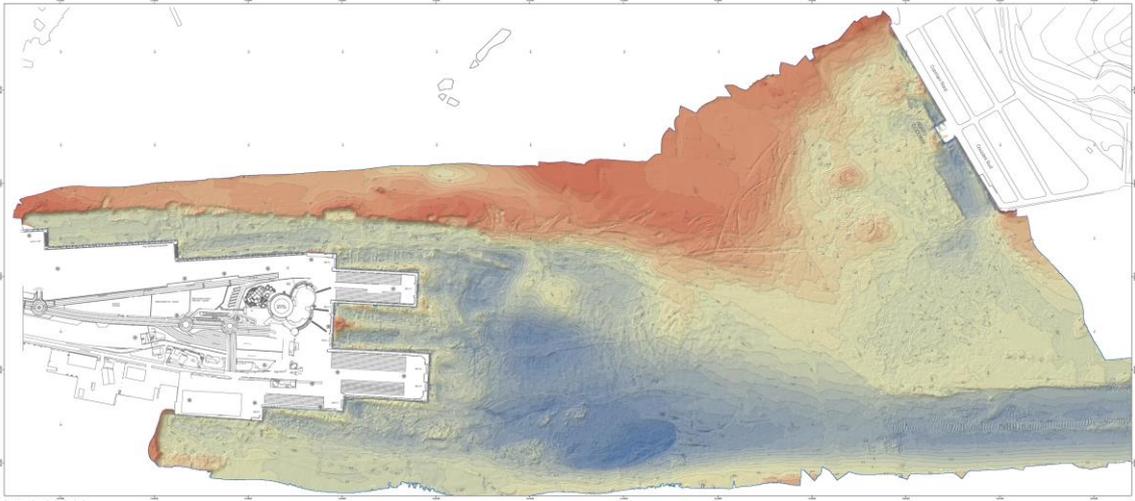


Fig. 3-2 - Rappresentazione dei rilevamenti batimetrici forniti dal Cliente [Rif. 1]



Immagine specchi acquei da dragare del porto Isola Bianca e del bacino di evoluzione

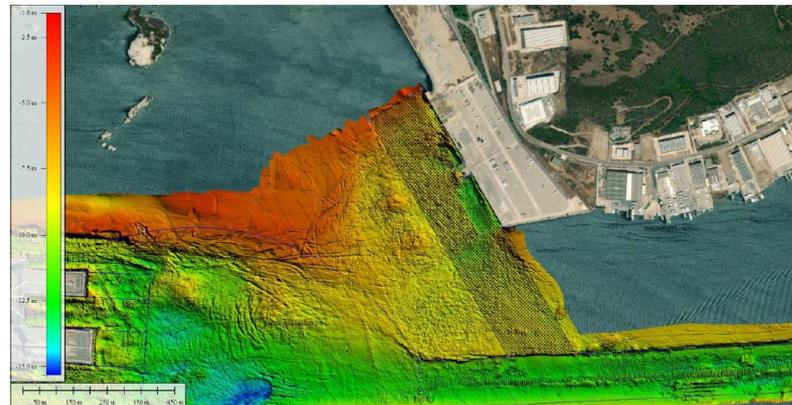


Immagine specchi acquei da dragare del porto Cocciani

Fig. 3-3 - Rappresentazione degli specchi acquei soggetti a opere di dragaggio forniti dal Cliente [Rif. 3]

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

Il *layout portuale* riportato nel simulatore MANTA, e visualizzato nel display 2D della plancia, si presenta come nella Fig. 3-4.

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.

Come verrà illustrato più avanti nel corso di questo rapporto tecnico, per ogni configurazione meteo-marina sono state prese in considerazione le distribuzioni tipiche di vento, moto ondoso e corrente all'interno del paraggio in studio, impostando i relativi parametri numerici di cui tener conto di volta in volta nell'impostazione della tecnica di manovra al simulatore.

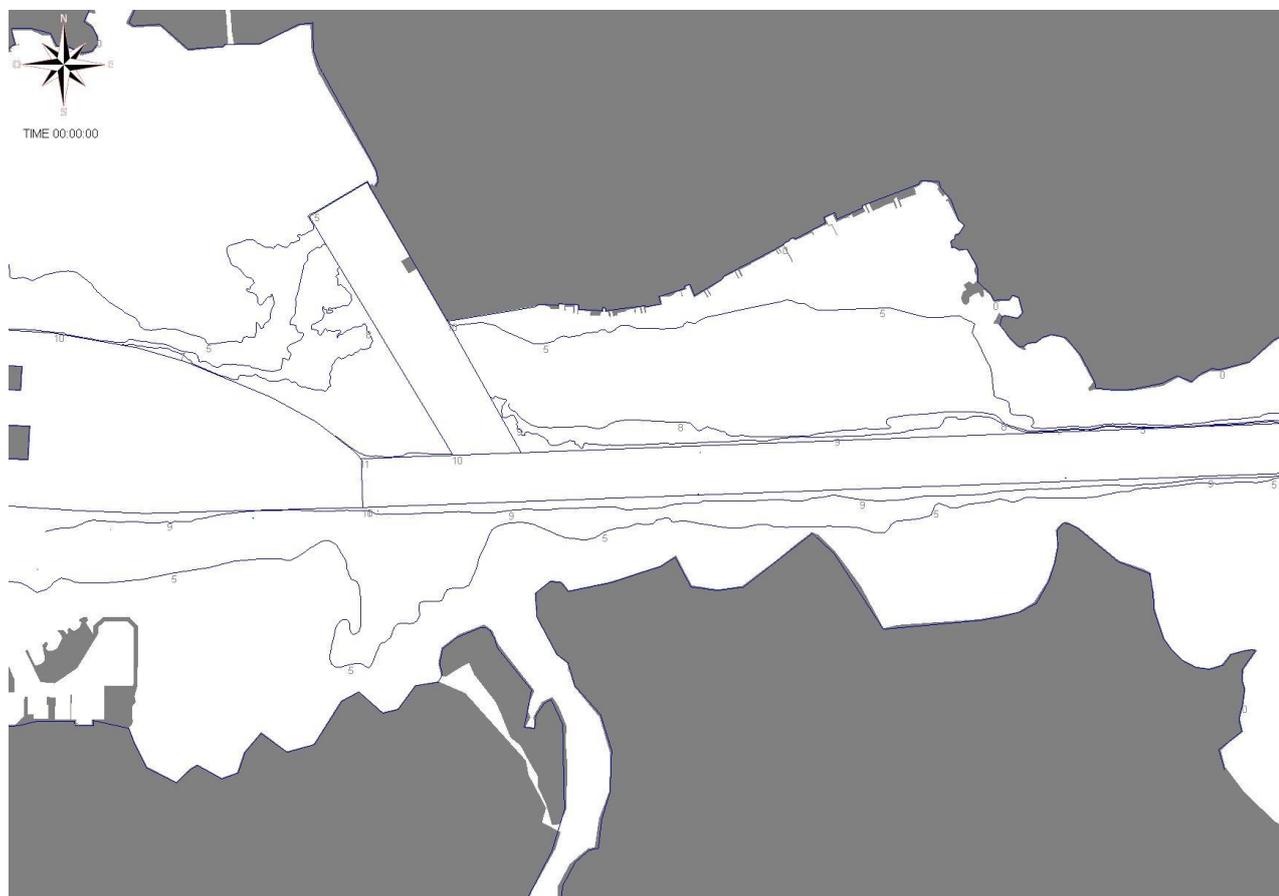


Fig. 3-4 Porto di Olbia – Layout 2D di progetto rappresentato nel simulatore MANTA, con andamento dei fondali

Per quanto riguarda *la posizione iniziale della nave in ingresso al Porto* durante i test, essa è stata generalmente posta, in accordo al Com. Sangiovanni, all'interno del canale di accesso al porto (Pilota già imbarcato), con prua orientata per circa 265°N e velocità iniziale attorno a 8 kn.

La posizione iniziale della nave, per le simulazioni in *uscita* dal Porto, è parallela alla banchina di accosto, con prua rivolta verso l'esterno.

---

## 4 DATI GEOMETRICI DI INPUT DELLE SIMULAZIONI

Nel seguito vengono illustrate le caratteristiche principali dell'unità navale presa in considerazione per il presente studio di manovrabilità, nello specifico una nave LNG Carrier di dimensioni pari a LOA = 190 m, B = 30 m, T = 7.6 m.

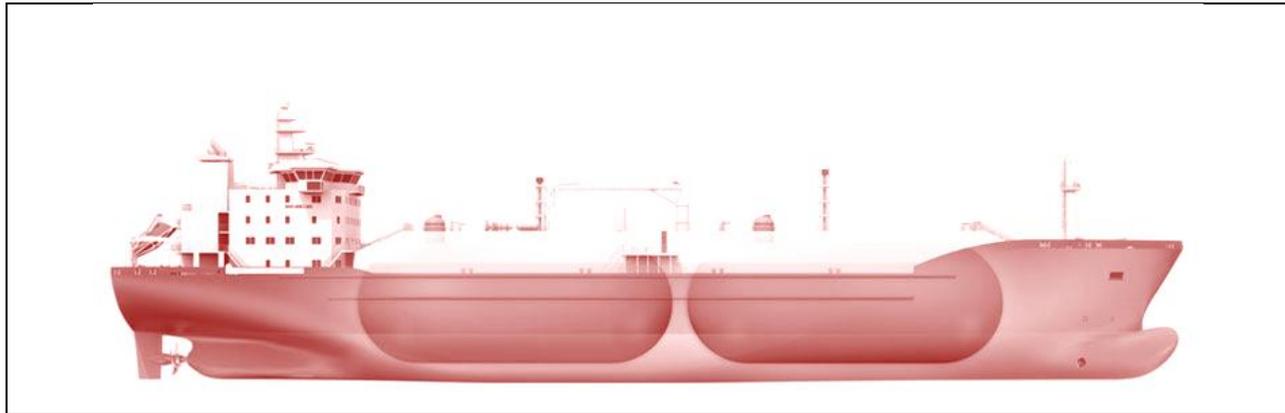
Le *caratteristiche manovriere della nave*, ovvero la tempistica e le modalità di reazione ai comandi impartiti dalla plancia del simulatore, sono state verificate positivamente durante l'esecuzione delle manovre da parte dei Piloti e Comandante.

Le *caratteristiche dei rimorchiatori*, ovvero la taglia e le tempistiche di intervento, sono state concordate con i Piloti, considerando rimorchiatori di taglia appropriata alle caratteristiche delle navi simulate.

## 4.1 Caratteristiche principali della LNG Carrier (LOA = 190 m)

Le caratteristiche principali della nave sono state riassunte nella tabella seguente.

La nave è una monoelica a pale orientabili, è propulsa da un apparato motore che sviluppa 9000 kW ed ha una velocità massima di 16 nodi. È munita inoltre di 1 bow thruster da 850 kW di potenza.



<b>Dati Principali</b>		
Lunghezza Fuori Tutto	190	m
Lunghezza fra le perpendicolari	180	m
Larghezza	30	m
Immersione	7.6	m
Dislocamento	34000	t
Potenza installata A.M.	1 x 9000	kW
Velocità massima	16	knots
Area laterale esposta	1600	m <sup>2</sup>
Area frontale esposta	420	m <sup>2</sup>
<b>Dati Eliche di propulsione</b>		
Numero di Eliche	1	CPP
Numero Pale		
Diametro	5	m
Velocità di rotazione	100	RPM
<b>Dati eliche di manovra</b>		
Bow thrusters	1 x 850	kW

Tab. 4-1 Caratteristiche principali della LNG Carrier.

## 4.2 Caratteristiche principali dei rimorchiatori

In generale, per l'esecuzione dello studio, è stato scelto di adoperare il numero e la potenza dei rimorchiatori (e di conseguenza il loro posizionamento) che, a giudizio dei Piloti presenti alle prove, fosse di volta in volta necessario al fine di poter manovrare in sicurezza all'interno del Porto, nelle diverse condizioni meteomarine considerate. In particolare, sono stati utilizzati fino a tre rimorchiatori, due dotati di Bollard Pull pari a 75 t e uno dotato di Bollard Pull pari a 50t. Il numero necessario allo svolgimento delle manovre e l'adeguatezza di tali rimorchiatori sono stati riassunti nei paragrafi successivi di questo rapporto tecnico.

Per la rappresentazione al simulatore dei rimorchiatori, azionati tramite un touch-screen dedicato (cfr. Fig. 4-1), si tenga presente che è possibile gestirne sia la posizione attorno alla nave sia la percentuale di potenza erogata in tiro o in spinta, variata in tempo reale dall'operatore in base alle indicazioni del Pilota al comando dell'unità navale simulata.



Fig. 4-1 Simulatore MANTA – Durante le prove i rimorchiatori sono stati comandati tramite un touch screen dedicato.

Un esempio della visualizzazione in tempo reale dei rimorchiatori impiegati durante il test al simulatore, all'interno dello scenario 3D, è riportato in Fig. 4-2.



*Fig. 4-2 Simulatore MANTA - Visualizzazione in tempo reale dei rimorchiatori impiegati durante il test.*

## 5 CONDIZIONI METEOMARINE

Durante le sessioni di lavoro sono state individuate le condizioni di riferimento per la navigazione simulata, caratterizzandole tramite intensità e direzione del *vento*. L'agitazione ondosa, su indicazione dei Piloti del Porto di Olbia, è stata considerata trascurabile all'interno dell'area portuale.

Con riferimento agli obiettivi di questo studio di manovrabilità, per lo svolgimento delle simulazioni sono state scelte le condizioni meteomarine severe per il paraggio di Olbia, ovvero quelle di vento proveniente dal I, II, III e IV quadrante di intensità variabile tra i 30 e i 45 nodi di velocità.

Le condizioni meteomarine adottate per lo studio sono sintetizzate nella seguente Tab. 5-1:

<b>CONDIZIONI METEOMARINE</b>			
<b>Simulazioni di Manovrabilità - Porto di Olbia</b>			
<b>DIR. / INTENSITA' VENTO</b>	<b>CARATTERISTICHE MARE ASSOCIATO</b>		
	Hs [m]	Tp [s]	Dir. [°N]
Calma – 0 kn	0	0	-°
N (0°N) – Tramontana, 25 kn	0	0	-°
N (0°N) – Tramontana, 45 kn	0	0	-°
NE (30°N) – Grecale, 30 kn	0	0	-°
E (90°N) – Levante, 30 kn	0	0	-°
S (180°N) – Ostro, 30 kn	0	0	-°
W (270°N) – Ponente, 25 kn	0	0	-°
W (270°N) – Ponente, 30 kn	0	0	-°
NW (315°N) – Maestrale, 25 kn	0	0	-°
NW (315°N) – Maestrale, 30 kn	0	0	-°

Tab. 5-1 Condizioni meteomarine considerate per le simulazioni.

## 6 CONDIZIONI FINALI DI SIMULAZIONE E LORO ESECUZIONE

Definiti i singoli aspetti delle simulazioni (schematizzazione dei layout portuali, fondale, caratteristiche principali delle unità navali, condizioni meteomarine), CETENA ha messo il simulatore a disposizione del Cliente e di tutti gli operatori invitati per lo svolgimento delle simulazioni di manovra, svoltesi nelle giornate del **30 Giugno** e **1 Luglio 2022**.



*Fig. 6-1 Gruppo di lavoro al simulatore 30 Giugno 2022*

I principali aspetti e le criticità emerse durante le simulazioni eseguite sono state discusse fra tutti i presenti in corso d'opera, e condivisi al termine della giornata durante una riunione collegiale conclusiva, in cui è stato possibile raccogliere anche le osservazioni dei Piloti e della Capitaneria di Porto.

L'insieme di tutti i commenti e le osservazioni emerse dallo studio al simulatore è riportato nelle **Conclusioni** al termine di questo rapporto (v. **Capitolo 7**).

## 6.1 Manovre eseguite al simulatore

In totale sono state eseguite n. 16 manovre, di cui n. 4 considerando condizioni di avaria. In Fig. 6-2 è riportata una schematizzazione del numero di manovre eseguite al simulatore:

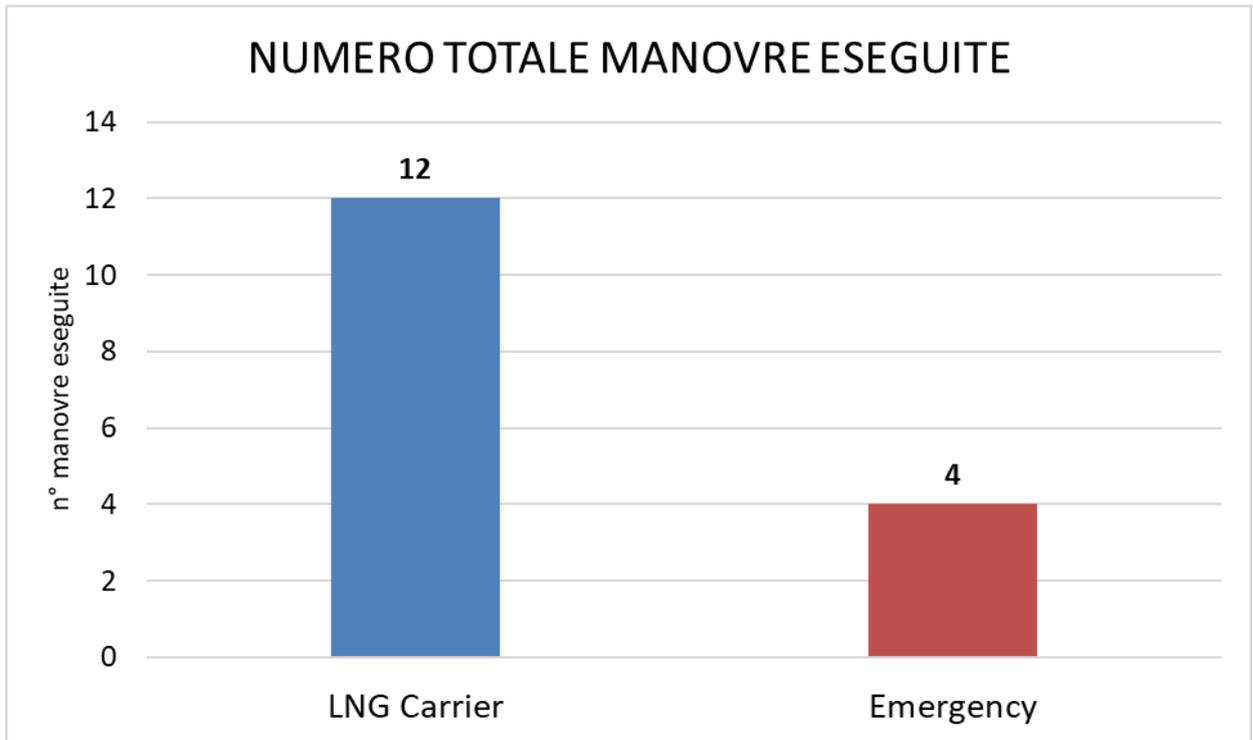


Fig. 6-2 Numero manovre eseguite.

Di seguito, per la nave considerata, è stato riassunto il numero di manovre di ingresso e uscita effettuate durante le diverse giornate. Inoltre, è stato riassunto, separatamente per ingressi e uscite, il loro esito.

### 6.1.1 LNG Carrier - LOA da 190 m

Di seguito sono riassunte le manovre effettuate con la nave LNG Carrier avente LOA da 190 m e il loro esito. Il colore verde identifica le manovre giudicate riuscite, il colore giallo le manovre riuscite ma al limite della sicurezza, mentre il colore rosso rappresenta le manovre giudicate fallite.

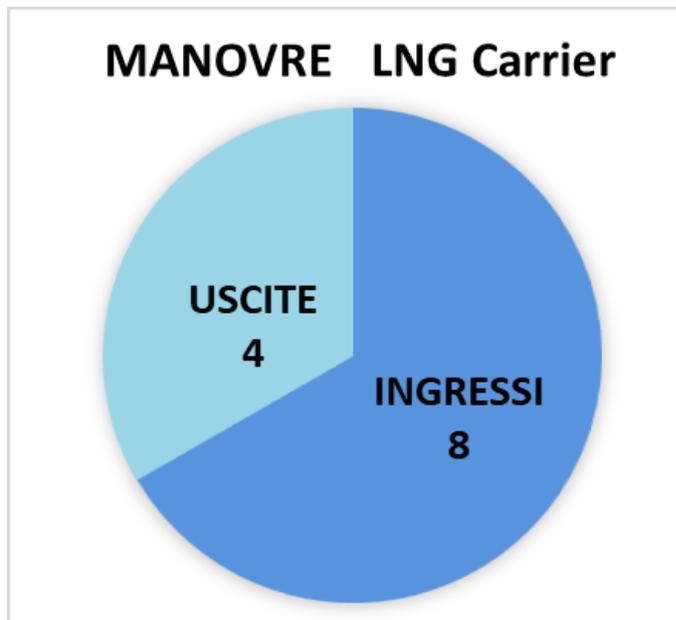


Fig. 6-3 Manovre effettuate con la LNG Carrier.

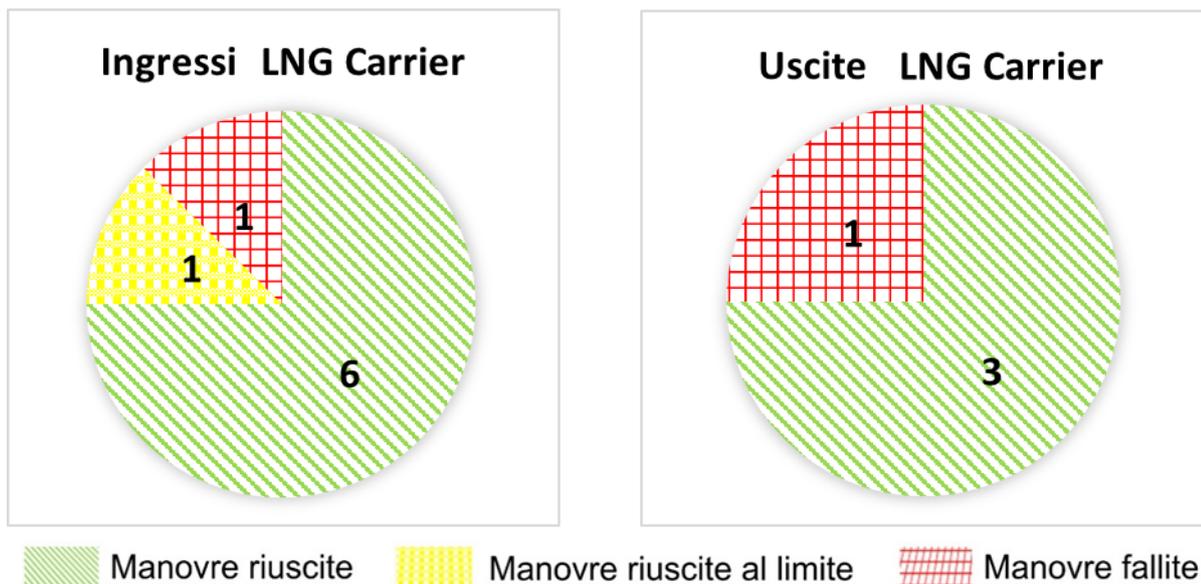


Fig. 6-4 Esito delle manovre effettuate con la LNG Carrier suddivise tra ingressi e uscite.

## 6.2 Elenco e risultati delle manovre eseguite al simulatore

Per quanto riguarda la tecnica delle manovre di *ingresso*, a partire dal punto iniziale di start delle simulazioni, l'esecutore della manovra regola l'andatura della nave in funzione della strategia impiegata. L'eventuale ausilio da parte di rimorchiatori è stato valutato di volta in volta dal Pilota esecutore delle manovre in funzione delle condizioni meteomarine.

Tutte le manovre di ingresso si sono concluse nei pressi dell'accosto, con nave pronta per essere assicurata agli ormeggi, e analogamente tutte le manovre di *uscita* sono iniziate da questa posizione e sono terminate con la nave al centro del canale di accesso al golfo.

Per quanto riguarda l'esito sulla fattibilità delle manovre eseguite al simulatore, le manovre di ingresso sono state ritenute positivamente concluse ("**manovra riuscita**") nel momento in cui, a giudizio del Pilota, la posizione della nave di fronte alla banchina, risulta in sicurezza e con dinamica sotto controllo. Allo stesso modo, per quanto riguarda le manovre di *uscita*, esse sono state ritenute concluse positivamente dal momento in cui la nave è libera di navigare fuori dal Porto.

Nella tabella seguente è stato riassunto il lavoro svolto. In particolare, vengono presentati:

- **ID MANOVRA:** il codice alfanumerico di identificazione di ciascuna manovra, nel quale la prima lettera indica l'unità simulata (**M** = LNG Carrier, **E** = manovre di emergenza), mentre il numero indica la numerazione progressiva delle manovre svolte con tale unità;
- **NAVE:** l'unità navale impiegata;
- **CONDIZIONI METEOMARINE:** il dettaglio delle condizioni meteomarine (direzione e intensità in nodi del vento, direzione, altezza d'onda significativa e periodo dell'agitazione ondata presente all'esterno dell'area portuale);
- **TIPO (I/U):** il tipo di manovra (**I** = ingresso, **U** = uscita);
- **TUGS:** il numero e le caratteristiche dei rimorchiatori eventualmente utilizzati;
- **ESITO AL SIMULATORE:** l'esito commentato, in estrema sintesi, di queste prove. In verde sono evidenziate le "manovre riuscite", in giallo le "manovre riuscite al limite" e in rosso le "manovre non riuscite", mentre non sono state evidenziate le manovre di emergenza, alle quali non è stato assegnato un esito.

**SIMULAZIONI DI MANOVRA PORTO DI OLBIA - Simulazioni 30/06/2022 - 01/07/2022**

ID MANOVRA	NAVE	CONDIZIONI METEOMARINE					TIPO MANOVRA	TUGS e POTENZA		ESITO AL SIMULATORE
		VENTO		MARE				n°	Taglia	
		Dir.	Vel.	Dir.	Alt.	Per.				
		[°N]	[kn]	[°N]	[m]	[s]				
M010 [36 min]	LNG Carrier	0	0	0	0	0	I	3	2x75t 1x50t	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatori da 75 t a prua e poppa a tirare, 50 prua a sinistra a spingere. La nave percorre il canale a circa 6.5\7 nodi. Inizialmente, la nave accosta a dritta, poi esegue l'evoluzione a sinistra, raggiungendo la banchina in marcia addietro.
M020 [10 min]	LNG Carrier	0	0	0	0	0	U	3	2x75t 1x50t	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatori da 75 t a prua e poppa a tirare, 50 prua a dritta a spingere. La nave si scosta dalla banchina, imposta la macchina avanti evolve allineandosi dal canale ed esce dal porto.
M030 [30 min]	LNG Carrier	270	30	0	0	0	I	3	2x75t 1x50t	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatori da 75 t a prua e poppa a tirare, 50 prua a sinistra a spingere. La nave percorre il canale a circa 10 nodi per contrastare l'effetto del vento. La nave evolve e si avvicina alla banchina in marcia addietro. Al Min 18 viene dato fondo a dritta per aiutare la nave ad eseguire l'ormeggio.
M040 [6 min]	LNG Carrier	270	30	0	0	0	U	2	2x75t	<b>Manovra non riuscita</b> Rimorchiatori da 75 t a prua e poppa a tirare. La nave non si scosta a sufficienza dalla banchina nella fase iniziale della manovra, eseguendo una parziale rotazione nella fase di scostamento. Questa strategia di manovra ha portato ad un'evoluzione troppo stretta per allinearsi al canale con il conseguente incaglio sul bassofondo. La manovra è stata ripetuta variando la strategia di manovra.
M041 [9 min]	LNG Carrier	270	30	0	0	0	U	2	2x75t	<b>Manovra riuscita</b> Ripetizione della manovra M040, sviluppando una strategia di manovra differente basandosi sulle indicazioni fornite dalla manovra precedente. Rimorchiatori da 75 t a prua e poppa a tirare. La nave si scosta maggiormente dalla banchina grazie all'ausilio dei rimorchiatori traslando parallelamente alla banchina, imposta la macchina avanti, evolve mantenendosi sufficientemente discosta dal bassofondo, si allinea al canale ed esce dal porto in sicurezza.
M050 [25 min]	LNG Carrier	315	30	0	0	0	I	3	2x75t 1x50t	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatori da 75 t a prua e poppa a tirare, 50 prua a sinistra a spingere. La nave percorre il canale a circa 9 nodi. Inizialmente, la nave accosta a dritta, poi esegue l'evoluzione a sinistra, raggiungendo la banchina in marcia addietro. Il rimorchiatore centrale spinge la nave in banchina.

## SIMULAZIONI DI MANOVRA PORTO DI OLBIA - Simulazioni 30/06/2022 - 01/07/2022

ID MANOVRA	NAVE	CONDIZIONI METEOMARINE					TIPO MANOVRA	TUGS e POTENZA		ESITO AL SIMULATORE
		VENTO		MARE				n°	Taglia	
		Dir.	Vel.	Dir.	Alt.	Per.				
		[°N]	[kn]	[°N]	[m]	[s]		[-]	[t]	
M060 [9 min]	LNG Carrier	315	30	0	0	0	U	2	2x75t	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatori da 75 t a prua e poppa a tirare. La nave si scosta dalla banchina con l'ausilio dei rimorchiatori, imposta la macchina avanti evoluisce allineandosi dal canale ed esce dal porto.
M070 [24 min]	LNG Carrier	0	45	0	0	0	I	3	2x75t 1x50t	<b>Manovra non riuscita</b> Rimorchiatori da 75 t a prua e poppa a tirare, 50 prua a sinistra a spingere. La nave percorre il canale a circa 9\10 nodi per contrastare l'effetto del vento, che spinge fino a 120t al traverso. Si esegue la rotazione a dritta. Le condizioni di vento estreme rendono complessa la gestione della dinamica della nave, che viene sopra ventata troppo, transitando a soli 7 m dal dente della banchina Cocciani. La manovra è stata ripetuta variando la strategia di manovra.
M071 [18 min]	LNG Carrier	0	45	0	0	0	I	3	2x75t 1x50t	<b>Manovra riuscita al limite</b> Ripetizione della manovra M070, sviluppando una strategia di manovra differente basandosi sulle indicazioni fornite dalla manovra precedente. Rimorchiatori da 75 t a prua e poppa a tirare, 50 prua a sinistra a spingere. La nave percorre il canale a circa 9\10 nodi per contrastare l'effetto del vento, che spinge fino a 120t al traverso. Si esegue la rotazione a dritta. I rimorchiatori lavorano anche al 100%. La nave si accosta alla banchina, ma l'elevata potenza richiesta ai rimorchiatori e le condizioni di vento estreme identificano una manovra al limite della sicurezza.
M080 [33 min]	LNG Carrier	45	30	0	0	0	I	3	2x75t 1x50t	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatori da 75 t a prua e poppa a tirare, 50 prua a sinistra a spingere. Inizialmente, la nave accosta a dritta, poi esegue l'evoluzione a sinistra, raggiungendo la banchina in marcia indietro. I rimorchiatori spingono la nave in banchina.
M090 [18 min]	LNG Carrier	90	30	0	0	0	I	3	2x75t 1x50t	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatori da 75 t a prua e poppa a tirare, 50 prua a sinistra a spingere. Inizialmente, la nave accosta a dritta, poi esegue l'evoluzione a sinistra, raggiungendo la banchina in marcia indietro. I rimorchiatori spingono la nave in banchina.
M100 [20 min]	LNG Carrier	180	30	0	0	0	I	3	2x75t 1x50t	<b>Manovra riuscita</b> Rimorchiatori da 75 t a prua e poppa a tirare, 50 prua a dritta a spingere. Si esegue l'evoluzione a dritta e si allinea la nave alla banchina in marcia indietro. I rimorchiatori spingono la nave in banchina.

SIMULAZIONI DI MANOVRA PORTO DI OLBIA - Simulazioni 30/06/2022 - 01/07/2022										
ID MANOVRA	NAVE	CONDIZIONI METEOMARINE					TIPO MANOVRA	TUGS e POTENZA		ESITO AL SIMULATORE
		VENTO		MARE				n°	Taglia	
		Dir.	Vel.	Dir.	Alt.	Per.				
		[°N]	[kn]	[°N]	[m]	[s]				
E010 [14 min]	LNG Carrier	270	25	0	0	0	I	3	2x75t 1x50t	<b>AVARIA – BLACKOUT</b> Rimorchiatori da 75 t a prua e poppa a tirare, 50 prua a dritta a spingere. Al min 9 avaria in macchina. I thruster rimangono operativi. Viene dato immediatamente fondo all'ancora di dritta (4 lunghezze). Il rimorchiatore di poppa viene utilizzato per arrestare la nave e invertirne il moto. La dinamica della nave risulta sotto controllo. Avaria gestita correttamente senza interazioni con le infrastrutture portuali.
E020 [18 min]	LNG Carrier	0	25	0	0	0	I	3	2x75t 1x50t	<b>AVARIA – RIMORCHIATORE</b> Rimorchiatori da 75 t a prua e poppa a tirare, 50 prua a sinistra a spingere. Al min 9 avaria rimorchiatore a poppa. Il rimorchiatore di prua tira a tutta per ruotare la nave. Il centrale viene spostato a poppa al posto di quello in avaria. La nave viene portata in prossimità della banchina. Avaria gestita correttamente senza interazioni con le infrastrutture portuali.
E030 [8 min]	LNG Carrier	315	25	0	0	0	U	3	2x75t 1x50t	<b>AVARIA – BLACKOUT</b> Rimorchiatori da 75 t a prua e poppa a tirare, 50 prua a dritta a spingere. Al min 5 avaria in macchina. Viene dato fondo a sinistra (4 lunghezze). Il rimorchiatore di poppa arresta la nave. Avaria gestita correttamente senza interazioni con le infrastrutture portuali.
E040 [12 min]	LNG Carrier	0	25	0	0	0	U	3	2x75t 1x50t	<b>AVARIA – TIMONE</b> Rimorchiatori da 75 t a prua e poppa a tirare, 50 prua a dritta a spingere. Al min 5 il timone risulta in avaria, bloccato 10° a sinistra. Viene limitato l'uso della macchina in avanti per non accentuare l'effetto evolutivo del timone bloccato. I rimorchiatori arrestano la nave, mantenendo la dinamica sotto controllo. Avaria gestita correttamente senza interazioni con le infrastrutture portuali.

Tab. 6-1 Sintesi delle manovre effettuate con la nave LNG Carrier.

### 6.3 Presentazione dei file dei risultati delle simulazioni

I risultati completi delle simulazioni eseguite sono stati resi disponibili al Cliente in formato elettronico (v. **ALLEGATI** per elenco completo). Essi sono stati elaborati in particolare sotto forma di: immagini delle traiettorie; video di ogni test così come visualizzato sulla plancia 2D del MANTA; storie temporali di tutte le grandezze registrate.

Tutte le traiettorie delle manovre eseguite al simulatore vengono presentate in **APPENDICE A**, nelle varie condizioni meteomarine considerate.

Su ogni immagine viene rappresentata la traiettoria seguita dalla nave durante la simulazione tramite la stampa ad intervalli di tempo regolari della silhouette della nave, consentendo così di ricavare immediate informazioni circa la rotta seguita dalla stessa.

Oltre alla traiettoria, su tali immagini sono indicati:

- il Nord geografico, con sotto l'indicazione relativa alla nave utilizzata per la simulazione;
- il layout portuale (in **grigio**);
- la silhouette degli ingombri eventualmente presenti nell'area di manovra (in **rosa**);
- l'indicazione della direzione di provenienza e intensità del vento (indicata in **blu**), del moto ondoso (indicata in **verde**) e della corrente (indicata in **rosso**);
- la silhouette della nave (in **nero**; eventualmente in **rosso** in caso di urto);
- l'icona "⚓" rappresentativa dell'utilizzo dell'ancora;
- il codice identificativo della manovra, insieme all'indicazione dell'esito della manovra stessa in forma visiva e scritta.

Per l'analisi particolareggiata di ciascuna traiettoria e della tecnica di manovra adottata, si rimanda agli **ALLEGATI** forniti assieme al presente rapporto tecnico (post-processing avanzato dei risultati, dove in particolare sono stati inclusi *i filmati delle manovre e le storie temporali di tutte le grandezze registrate*, es. utilizzo delle macchine, utilizzo dei thrusters, forza esercitata dal vento, velocità della nave, ecc.). L'**APPENDICE B** contiene infine una serie di fotografie che documentano alcuni momenti dello svolgimento delle simulazioni.

## 7 CONCLUSIONI

Il presente rapporto è finalizzato alla presentazione dell'esito delle simulazioni di manovra Real-Time svolte nel Porto di Olbia da parte di CETENA S.p.A. per conto di Olbia LNG Terminal Srl, relativamente al progetto di riconversione dell'area sud della banchina Cocciani Sud in Terminal LNG.

I test al simulatore di manovra Real-Time sono stati svolti nel corso di 2 giornate di simulazione (**30 Giugno e 1 Luglio 2022**) in presenza dell'intero gruppo di lavoro, avvalendosi del pilotaggio di Piloti professionisti

Il principale obiettivo di questo studio al simulatore eseguito da CETENA è la valutazione della manovrabilità da parte di una unità LNG Carrier in relazione al progetto di riconversione dell'area sud della banchina Cocciani Sud del porto di Olbia in terminal LNG. Il presente studio è stato svolto prendendo in considerazione una nave metaniera, avente dimensioni massime pari a 190 m di lunghezza, 30 m di larghezza e immersione pari a 7.6 m.

Nello specifico, la verifica richiesta dal Cliente ha riguardato la fattibilità della manovra da parte delle unità descritte nelle condizioni meteo tradizionalmente occorrenti nel Porto di Olbia, valutando la strategia e l'impiego dei rimorchiatori ritenuti necessari allo svolgimento delle manovre in sicurezza. Nel corso dello studio è stata valutata attentamente la fattibilità dell'ormeggio da parte dell'unità in manovra, assistita da rimorchiatori, al variare delle condizioni meteomarine.

Per quanto riguarda le condizioni meteomarine, nello studio è stato considerato vento proveniente da I, II, III e IV quadrante di intensità variabile tra i 30 e i 45 nodi di velocità. L'agitazione ondosa, su indicazione dei Piloti, è stata considerata trascurabile all'interno dell'area portuale. Durante le manovre sono stati utilizzati n.3 rimorchiatori: due rimorchiatori con Bollard Pull di 75t e uno con Bollard Pull di 50t.

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti nel corso della sessione di lavoro.

TIPOLOGIA DI NAVE	INGRESSO	USCITA	EMERGENZA	Totale per nave
LNG Carrier	8	4	4	16

Dall'esito delle simulazioni di manovra svolte con l'unità **LNG Carrier** si osserva che:

- *la manovra di ingresso* nel Porto di Olbia viene eseguita in sicurezza anche in condizioni di vento severo (fino a 30kn) considerando l'ausilio di tre rimorchiatori in assistenza (1 x 50t e 2 x 75t);
- *la manovra di uscita* dal Porto di Olbia viene eseguita in sicurezza anche in condizioni di vento severo (fino a 30kn) considerando l'ausilio di quattro rimorchiatori in assistenza (1 x 50t e 2 x 75t);

## 7.1 Riassunto delle manovre eseguite

Qui di seguito sono stati riportati i grafici che riassumono il lavoro svolto. Ogni grafico, paragonabile ad una “rosa dei venti”, distingue con cerchi concentrici l'intensità del vento applicato: allontanandosi dal centro del grafico (zona di calma e indicata con colore bianco), l'intensità del vento aumenta. Nel grafico seguente si può osservare che, durante le sessioni di simulazione, è stato considerato il vento di:

- Tramontana per intensità di 25 kn e 45 kn;
- Grecale per intensità di 30 kn;
- Levante per intensità di 30 kn;
- Ostro per intensità di 30 kn;
- Ponente per intensità di 25 kn e 30 kn;
- Maestrale per intensità di 25 kn e 30 kn.

### Meteo considerato

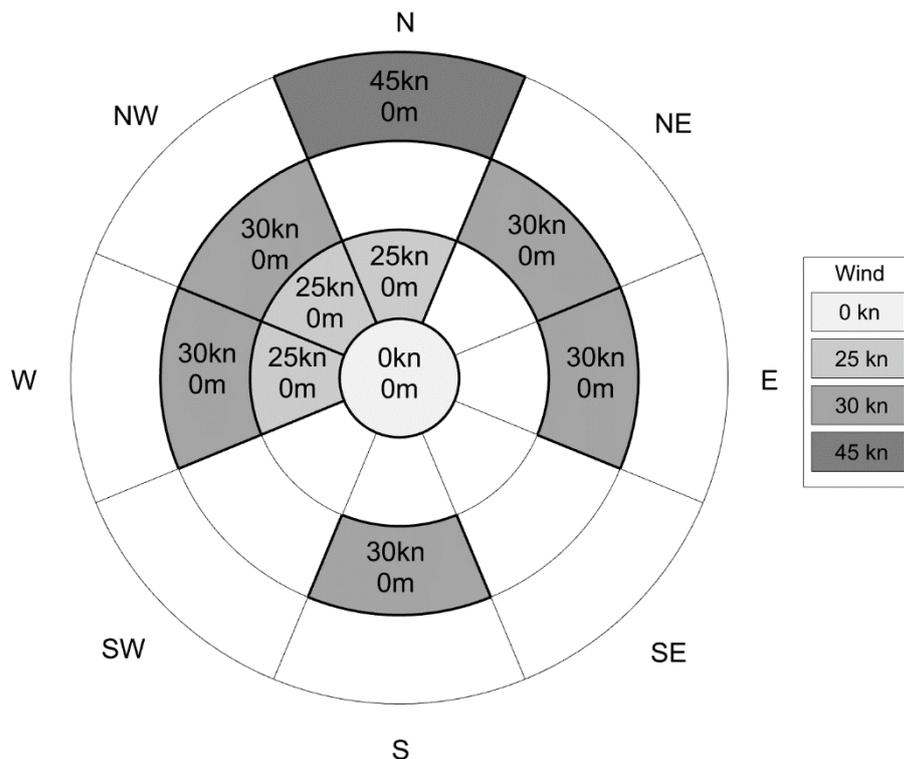


Fig. 7-1 - Venti ed intensità considerati durante le manovre

Raggruppando le manovre per caratteristiche del vento considerato nei test, si ottiene che sono state realizzate:

- N° 2 manovre con vento di Tramontana da 25 kn;
- N° 2 manovre con vento di Tramontana da 45 kn;
- N° 1 manovra con vento di Grecale da 30 kn;

- N° 1 manovra con vento di Levante da 30 kn;
- N° 1 manovra con vento di Ostro da 30 kn;
- N° 1 manovra con vento di Ponente da 25 kn;
- N° 3 manovre con vento di Ponente da 30 kn;
- N° 1 manovra con vento di Maestrone da 25 kn;
- N° 2 manovre con vento di Maestrone da 30 kn.

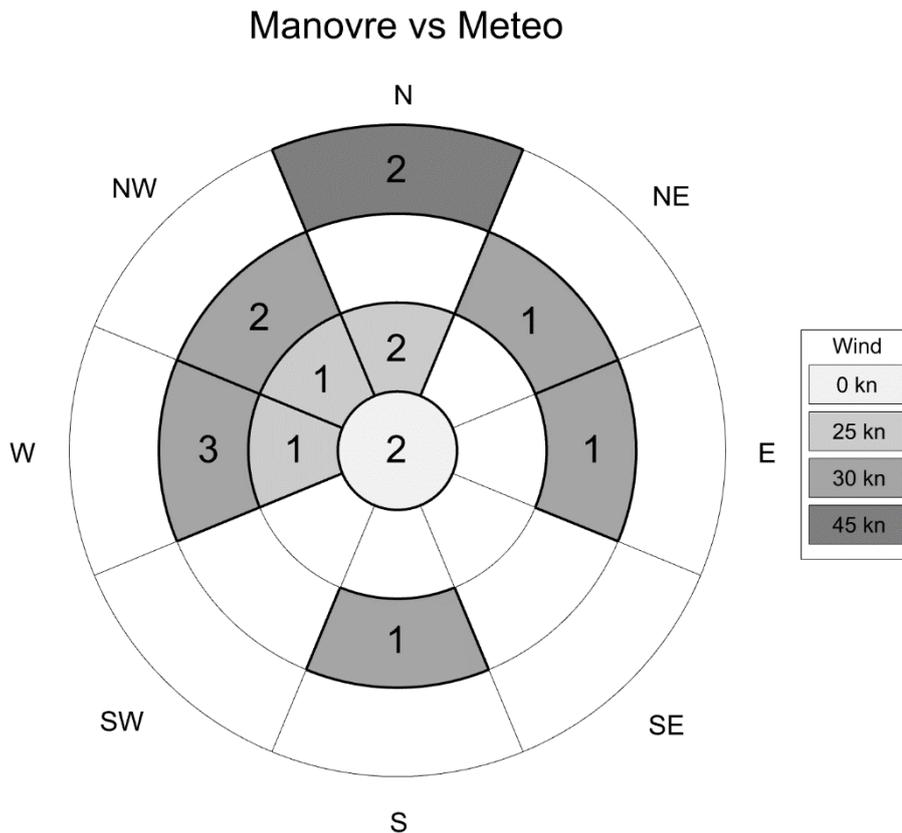


Fig. 7-2 - Numero di manovre associate a direzione e intensità di vento

Relativamente alle due navi utilizzate per lo svolgimento delle simulazioni di manovra, si propongono i seguenti grafici dove:

- i colori verde, giallo e rosso indicano se la manovra è riuscita, riuscita al limite, non riuscita;
- con la lettera I ed U, si indica il tipo di manovra (Ingresso o Uscita);
- il numero indica il progressivo della manovra eseguita.

Quindi, ad esempio, l'indicazione **50-I** presente nel quadrante del Maestrone significa che la manovra di ingresso, avente numero 50 della serie M (**M050**), è stata eseguita con 30 kn di vento proveniente da NE (Grecale) ed è risultata *riuscita*.

Analogamente, la manovra **40-U** è una manovra eseguita con 30 kn di Ponente, si tratta di un'uscita ed è identificata come *fallita*.

## LNG Carrier Manovre serie "M"

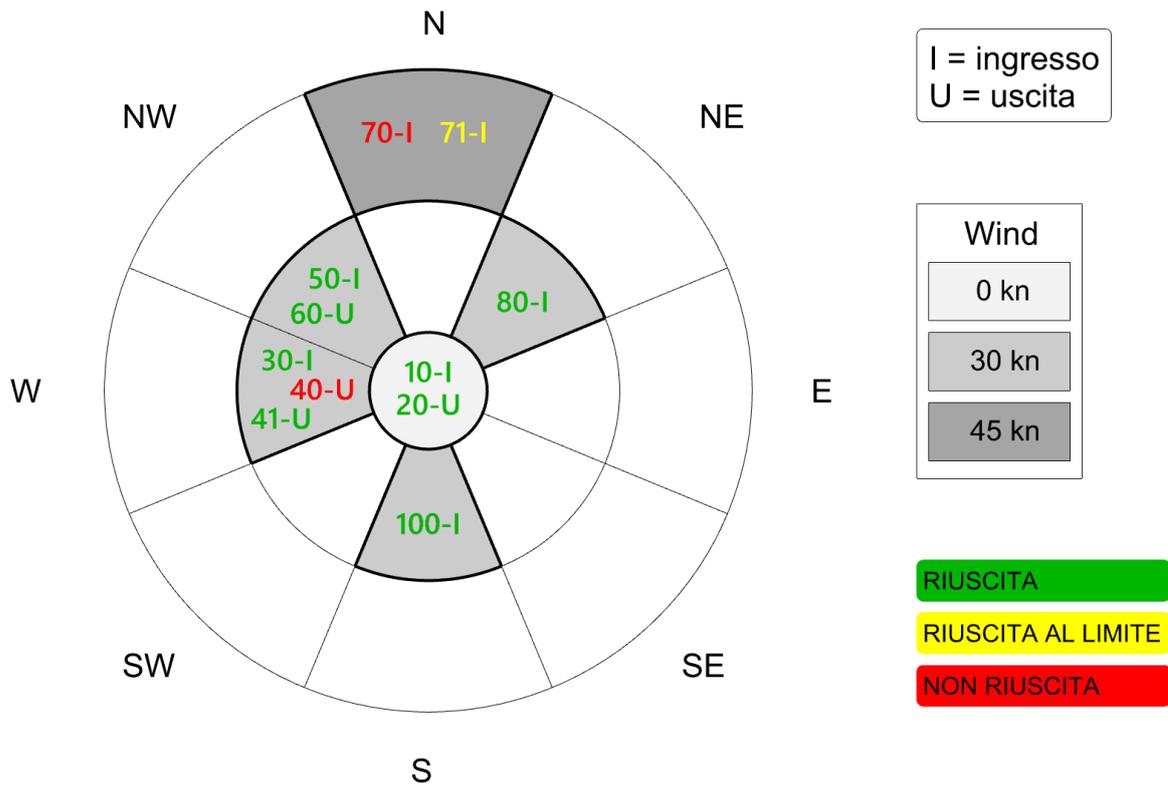


Fig. 7-3 – Manovre LNG Carrier

## 7.2 Riassunto del lavoro – Rimorchiatori

Il seguente grafico mette in relazione le condizioni meteo-marine con il numero e la taglia dei rimorchiatori giudicati necessari all'esecuzione della manovra in sicurezza. Tali grafici sono realizzati in base all'esito delle diverse simulazioni di manovra e alla valutazione e all'esperienza maturata nel corso dell'intero studio al simulatore.

Le condizioni contornate in verde identificano gli scenari in cui la manovra viene svolta in sicurezza con l'ausilio dei rimorchiatori indicati, quelle contornate in giallo indentificano le condizioni in cui la manovra viene svolta al limite degli standard minimi di sicurezza, mentre le condizioni contornate in rosso non sono state ritenute adatte allo svolgimento della manovra in sicurezza.

In sintesi, a seguito delle prove al simulatore di manovra, si può concludere che le manovre sono state svolte in sicurezza con l'ausilio di tre rimorchiatori (2 da almeno 75t di Bollard Pull e uno da almeno 50t di Bollard Pull) fino ad un'intensità di vento pari a 30 kn.

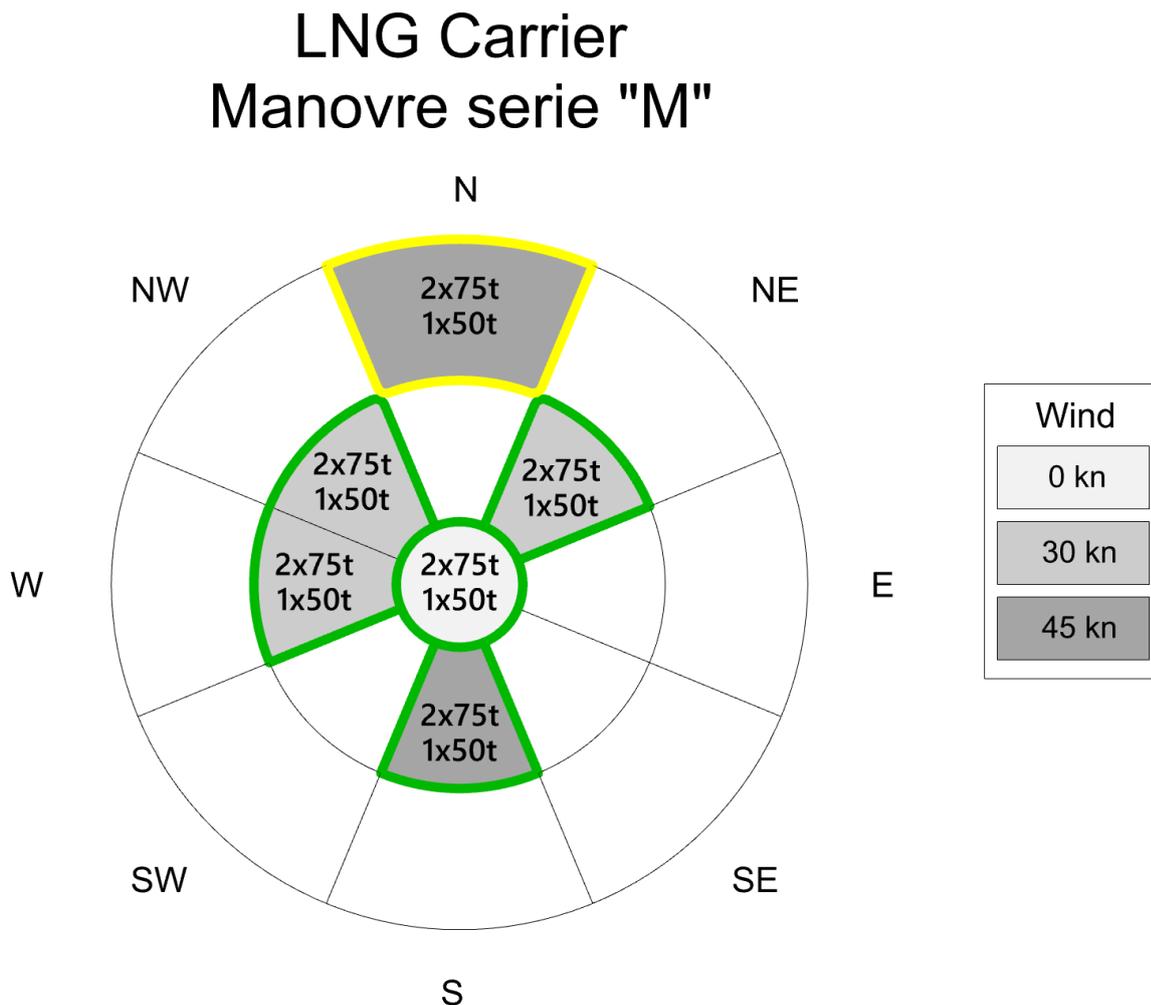


Fig. 7-4 – Confronto delle condizioni meteo con la taglia dei rimorchiatori impiegati – LNG Carrier.

### 7.3 In sintesi

Lo studio di manovrabilità affrontato al simulatore ha preso in considerazione condizioni metereologiche critiche per la fattibilità delle manovre nell'area del Porto di Olbia. Le simulazioni svolte sull'unità **LNG Carrier** hanno tuttavia dimostrato la fattibilità delle manovre anche in caso di condizioni meteo severe.

#### Rimorchiatori

Dall'esito delle simulazioni emerge che la flotta minima dei rimorchiatori deve essere costituita da un rimorchiatore da almeno 50 t e due rimorchiatori da almeno 75 t.

#### Manovre non riuscite o riuscite al limite

Per quanto concerne la manovra di ingresso **M070** (non riuscita) e ripetuta con manovra **M071** (riuscita a limite), si fa notare che tali manovre sono state simulate con vento di tramontana di intensità pari a 45kn, ben superiore ad un vento di intensità pari a 30kn normalmente indicato come limite per le manovre delle metaniere in porto.

Per quanto concerne la manovra di uscita **M040** (non riuscita) e ripetuta con manovra **M041** (riuscita), il Pilota (Com. Sangiovanni) ha fatto notare che attualmente non esiste una boa di segnalazione che delimiti il fondale del canale dragato a minimo -10 m rispetto all'angolo dell'area non dragata.

#### Obiettivi raggiunti

Riprendendo gli obiettivi indicati nel Capitolo 1, si riassumono qui di seguito i risultati raggiunti:

- Sono state valutate l'idoneità e dell'adeguatezza dello specchio acqueo a disposizione dell'unità navale considerata in termini di sicurezza della navigazione e di manovrabilità nelle varie condizioni metereologiche per poter compiere le manovre portuali di ormeggio e disormeggio nell'area del Porto di Olbia (v. Cap 6);
- Sono state individuate le condizioni operative limite per lo svolgimento in sicurezza delle manovre di ingresso e uscita grazie all'ausilio di rimorchiatori (Capitoli 6 e 7);
- Sono state fornite indicazioni sullo svolgimento delle manovre di ingresso/uscita e accosto della nave e sulle strategie di manovra, tenendo in considerazione le differenti condizioni meteo marine all'interno del porto (v. Cap. 6);
- È stata verificata l'adeguatezza dei rimorchiatori (per numero, tipologia e tiro massimo) necessari per la manovra in sicurezza delle varie navi (v. Cap 7).

## 8 RIFERIMENTI

Rif. 1. Rilievi batimetrici dei fondali attuali del Porto di Olbia

“tav2.a\_DEM\_2020.pdf”

“tav2.b\_DEM 2020.pdf”

Fonte: Cliente

Rif. 2. Batimetriche di progetto delle aree interessate da lavori di dragaggio

“Tav. 1.a Planimetria Area di intervento Settore 1.dwg”

“Tav. 1.b Planimetria Area di intervento Settore 2.dwg”

“Tav. 1.c Planimetria Area di intervento Settore 3.dwg”

Fonte: Cliente

Rif. 3. Progetto esecutivo dragaggi del Porto di Olbia

“Olbia dragaggi porto relazione-generale-piano-di-indagini.pdf”

Fonte: Cliente

## APPENDICI

## **APPENDICE A**

### **TRACCIATI DELLE MANOVRE**

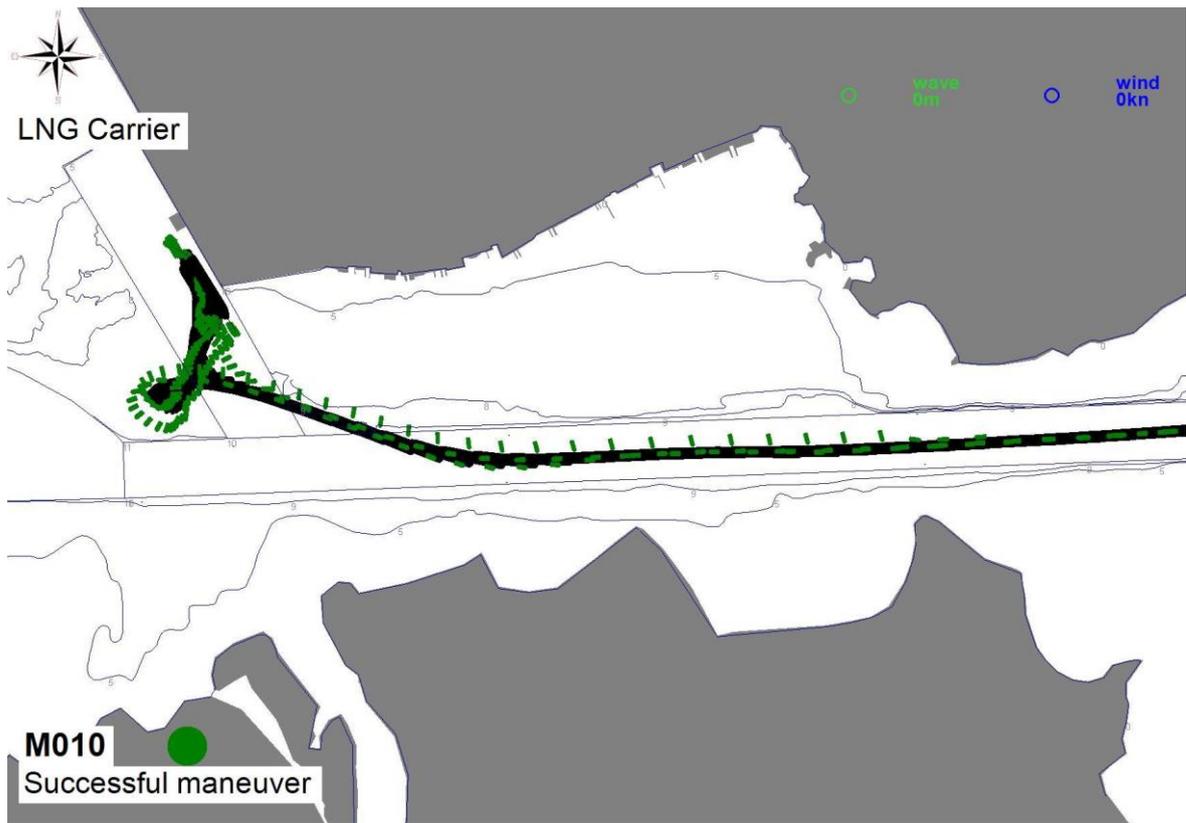


Fig. A - 1 – Manovra M010 – LNG Carrier – Ingresso – **MANOVRA RIUSCITA**  
Calma.

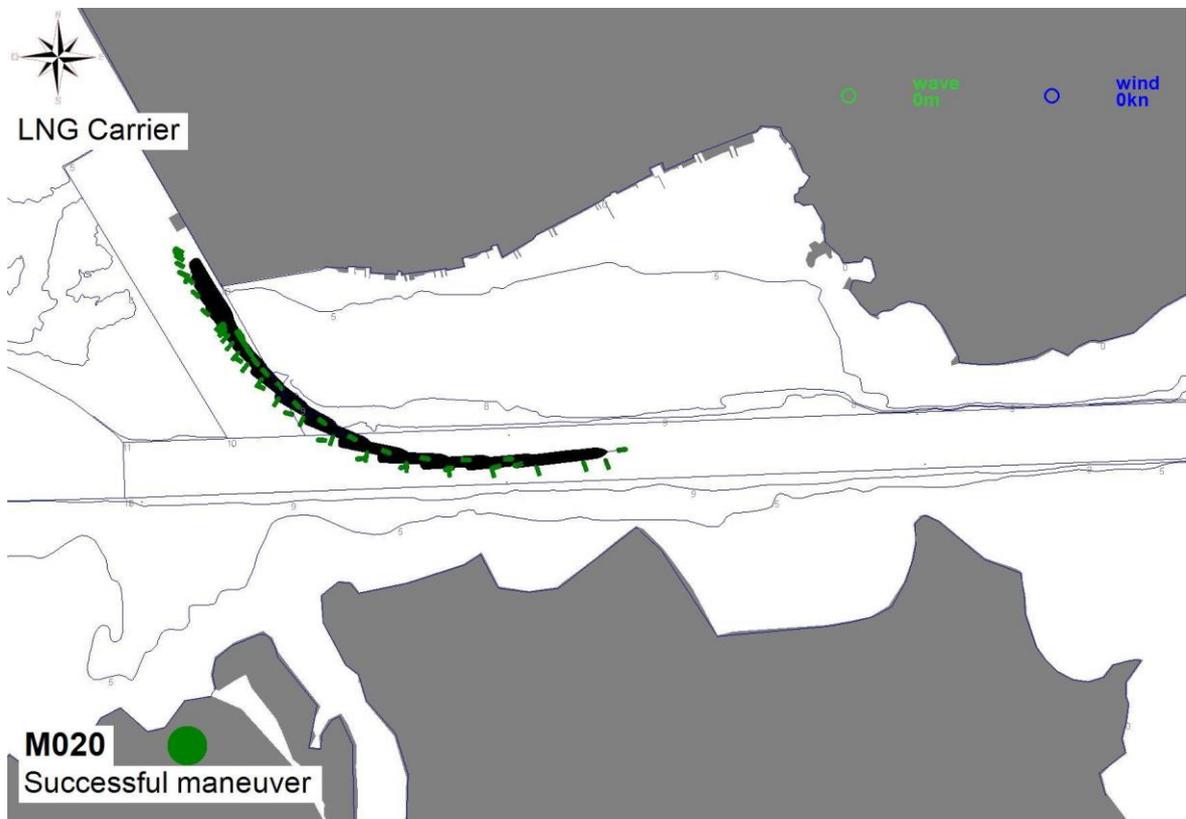


Fig. A - 2 – Manovra M020 – LNG Carrier – Uscita – **MANOVRA RIUSCITA**  
Calma.

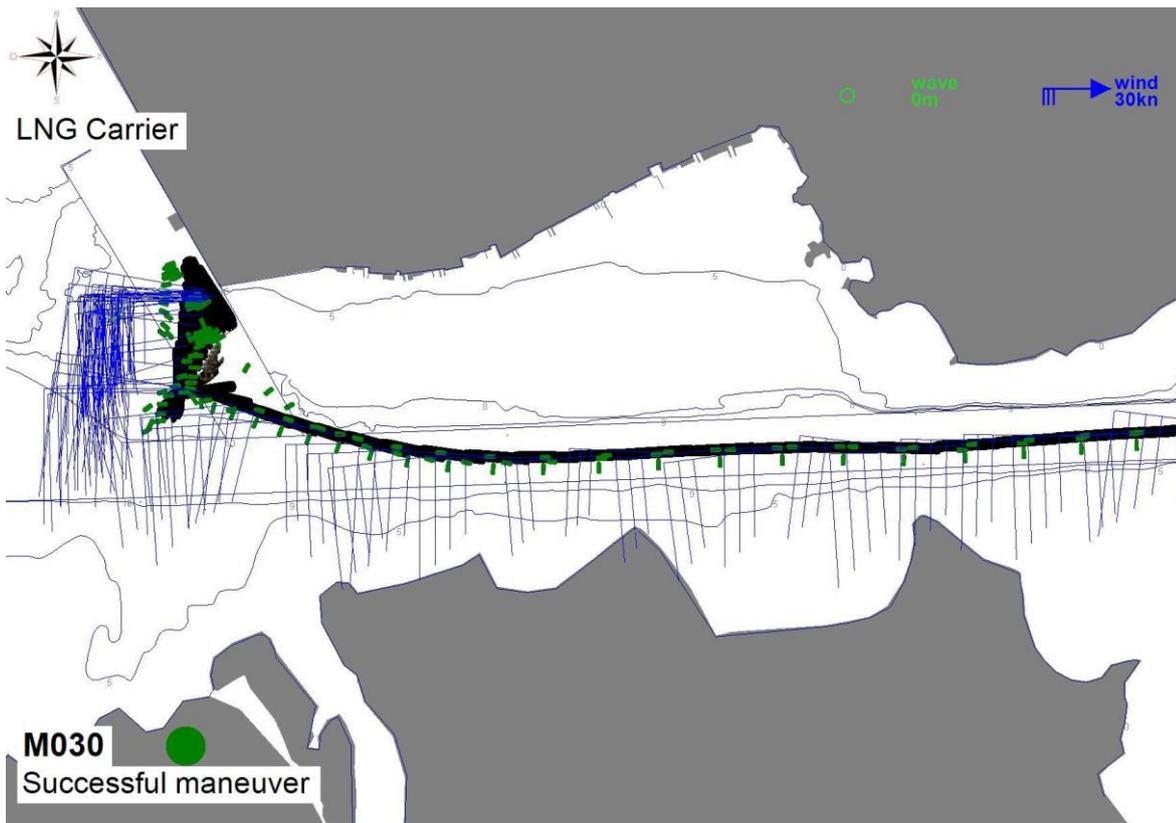


Fig. A - 3 – Manovra M030 – LNG Carrier – Ingresso – **MANOVRA RIUSCITA**  
Ponente 30 nodi.

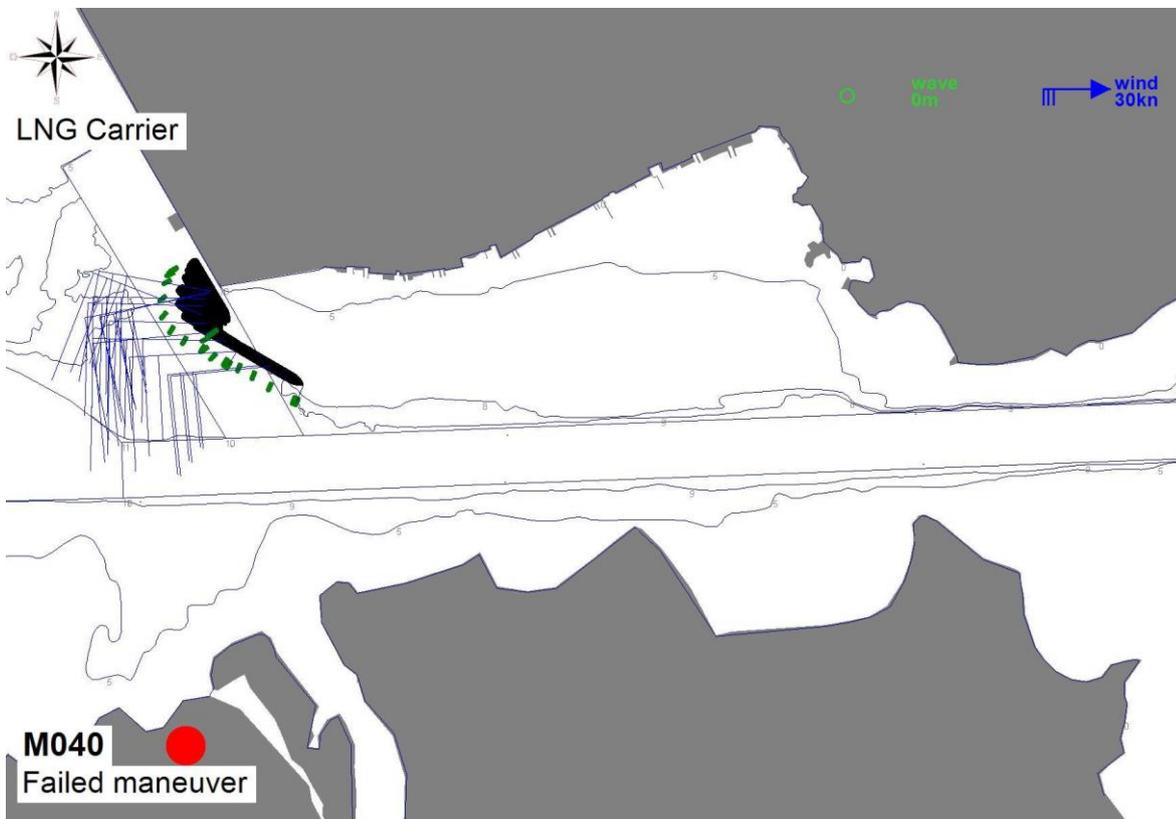


Fig. A - 4 – Manovra M040 – LNG Carrier – Uscita – **MANOVRA NON RIUSCITA**  
Ponente 30 nodi.

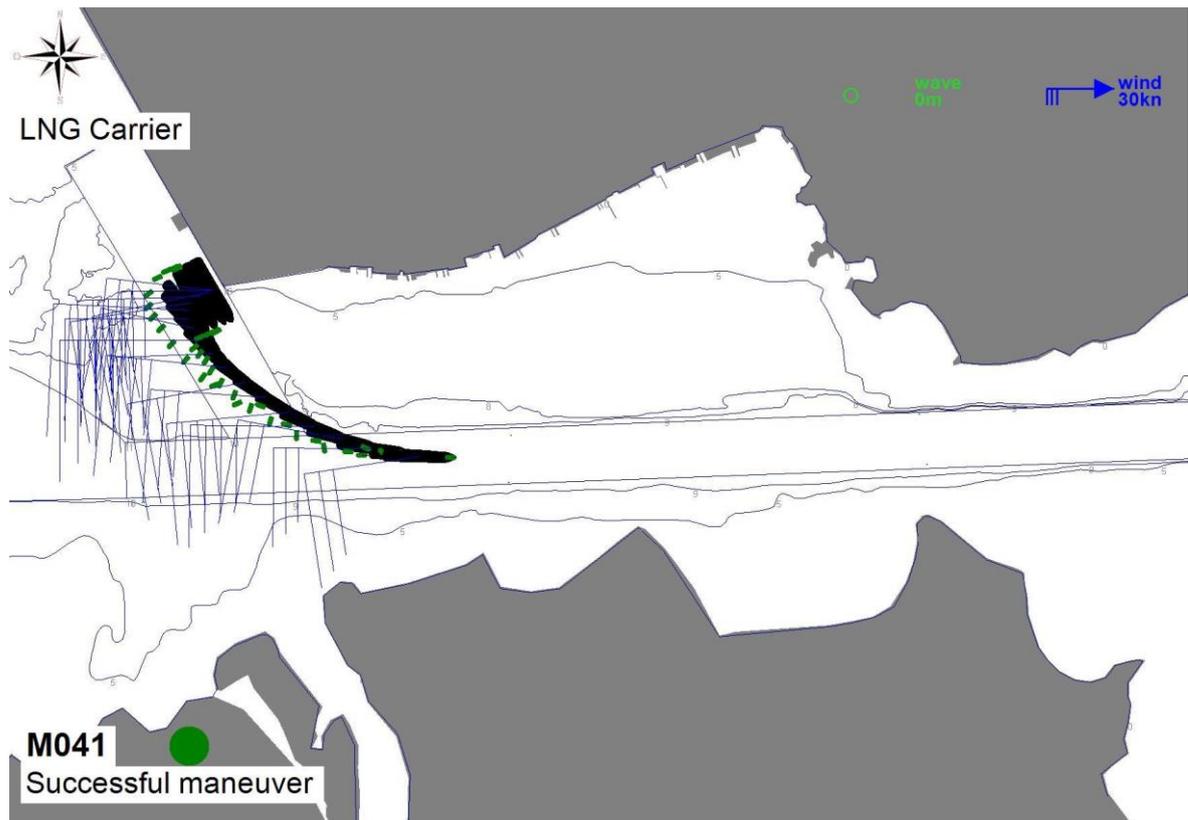


Fig. A - 5 – Manovra M041 – LNG Carrier – Uscita – **MANOVRA RIUSCITA**  
Ponente 30 nodi.

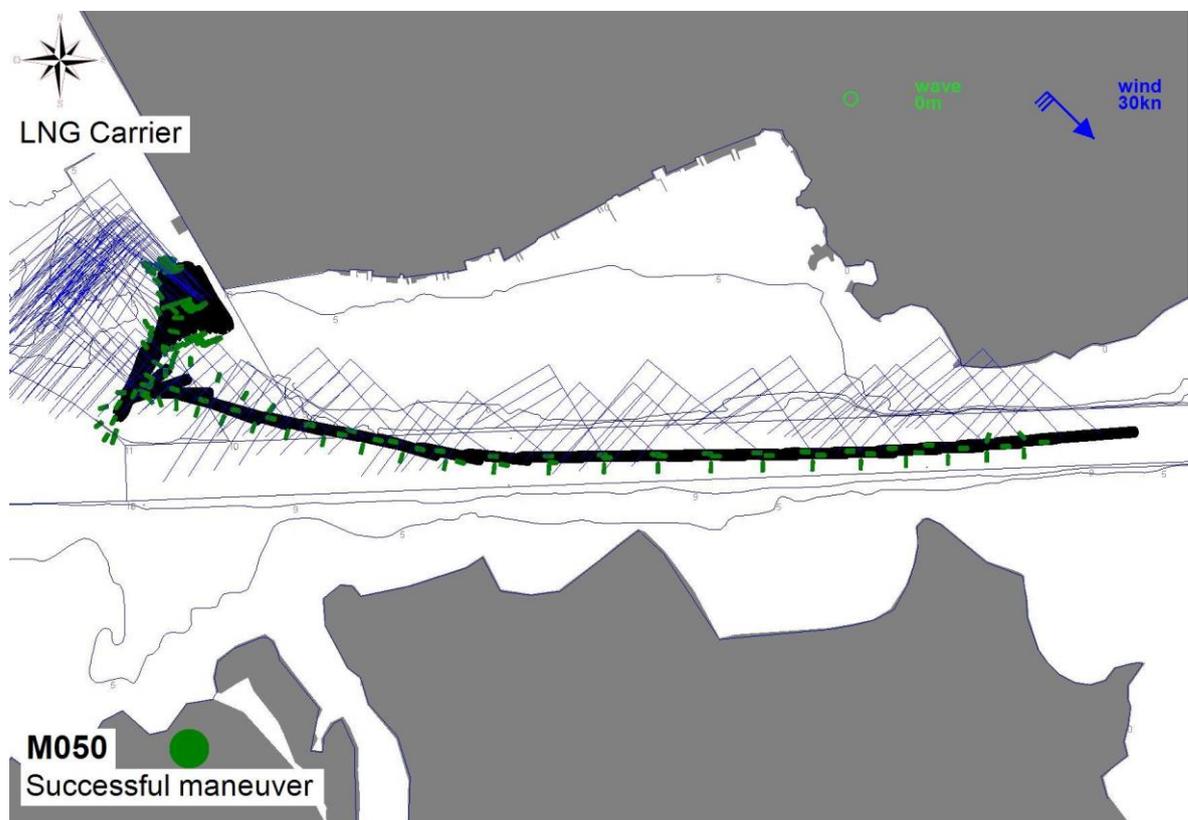


Fig. A - 6 – Manovra M050 – LNG Carrier – Ingresso – **MANOVRA RIUSCITA**  
Maestrale 30 nodi.

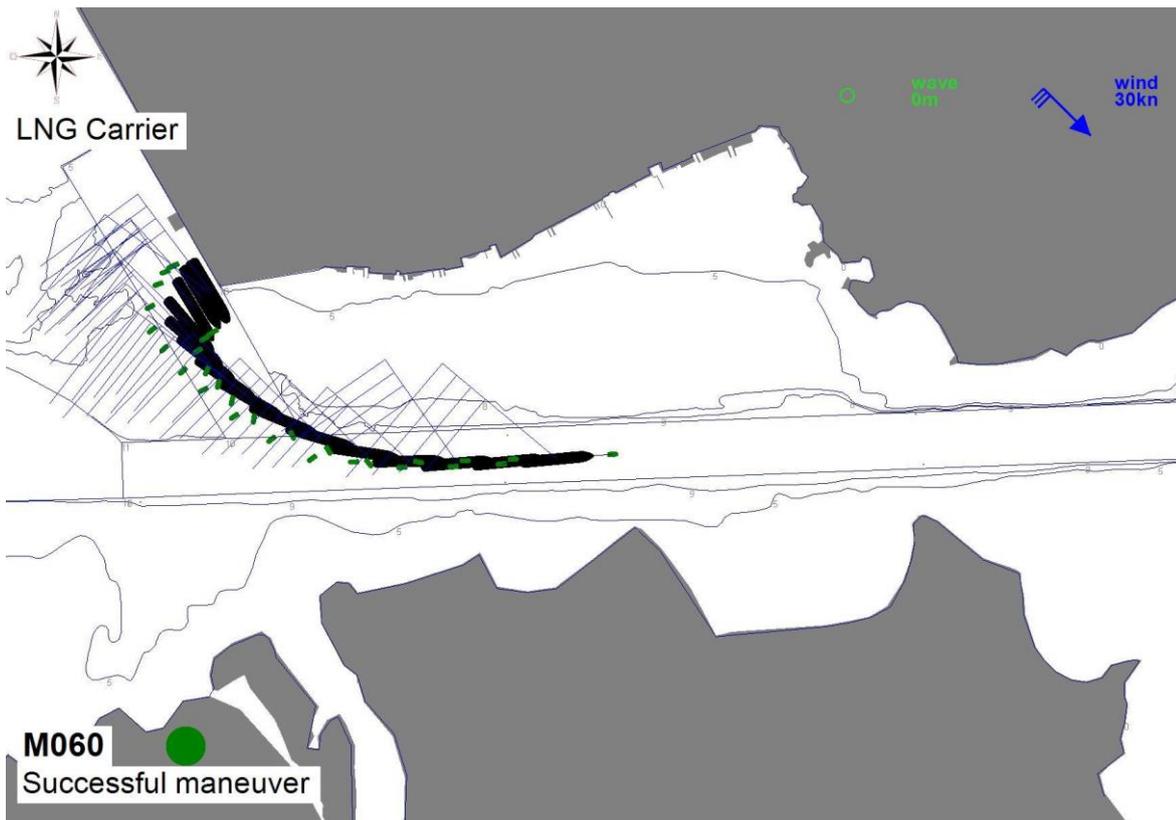


Fig. A - 7 – Manovra M060 – LNG Carrier – Uscita – **MANOVRA RIUSCITA**  
Maestrale 30 nodi.

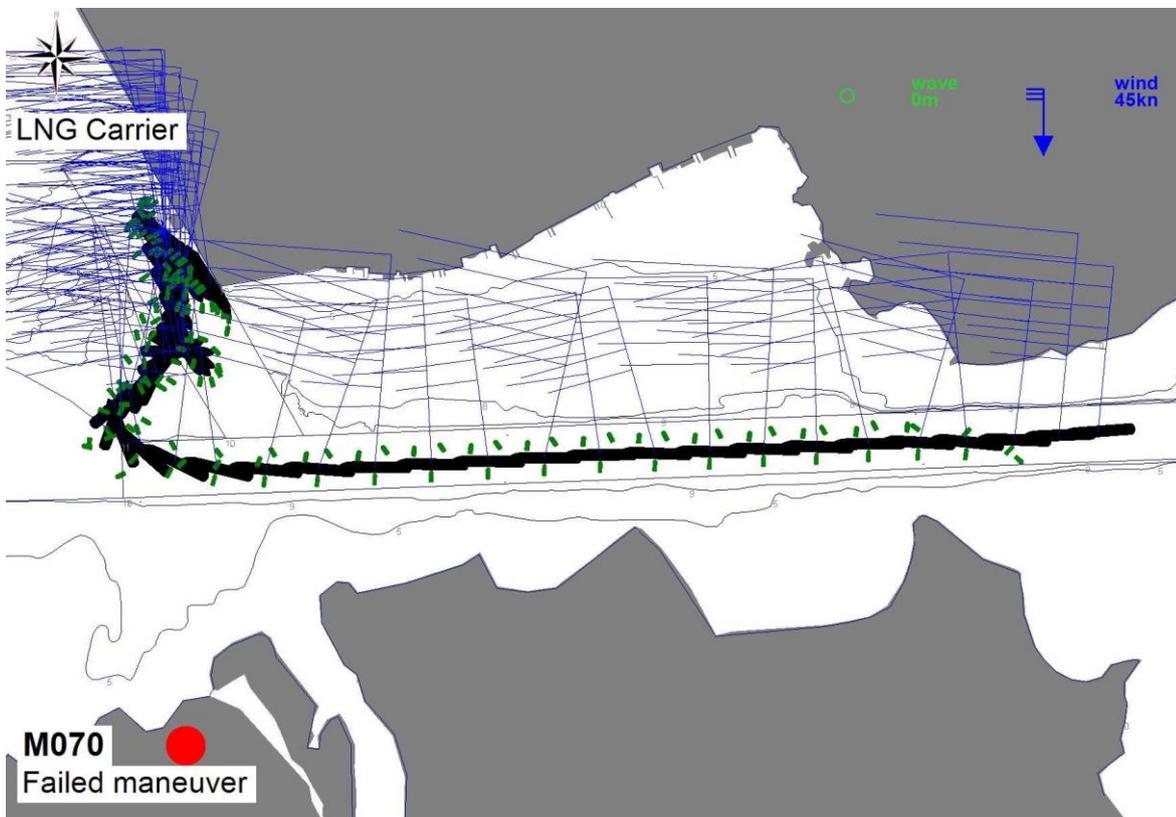


Fig. A - 8 – Manovra M070 – LNG Carrier – Ingresso – **MANOVRA NON RIUSCITA**  
Tramontana 45 nodi.

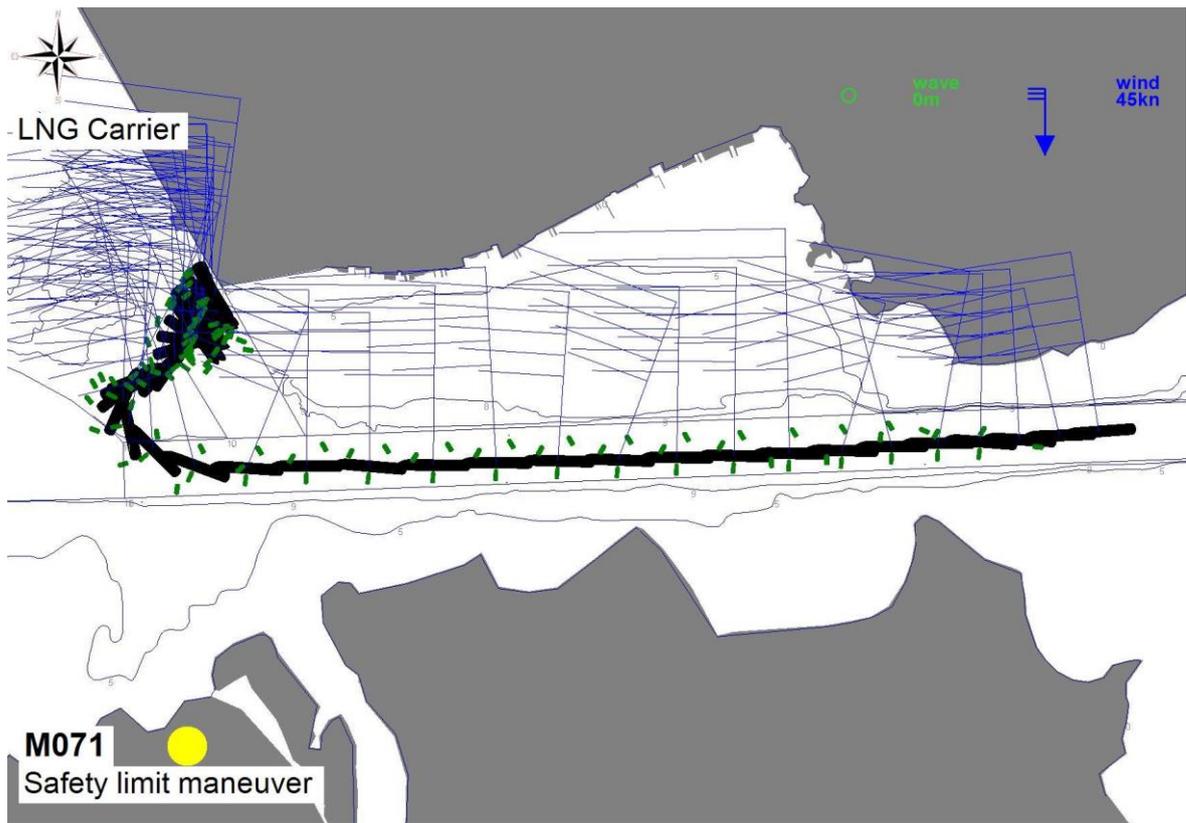


Fig. A - 9 – Manovra M071 – LNG Carrier – Ingresso – **MANOVRA RIUSCITA AL LIMITE**  
Tramontana 45 nodi.

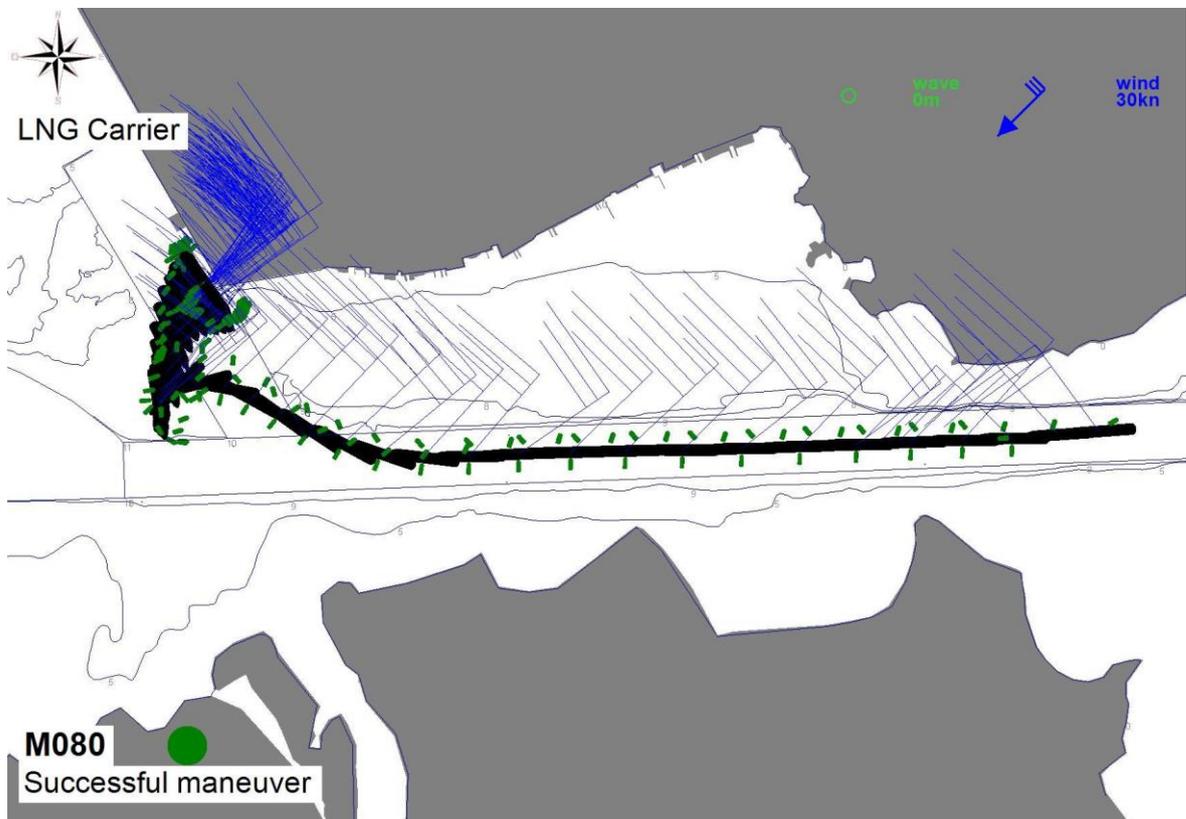


Fig. A - 10 – Manovra M080 – LNG Carrier – Ingresso – **MANOVRA RIUSCITA**  
Grecale 30 nodi.



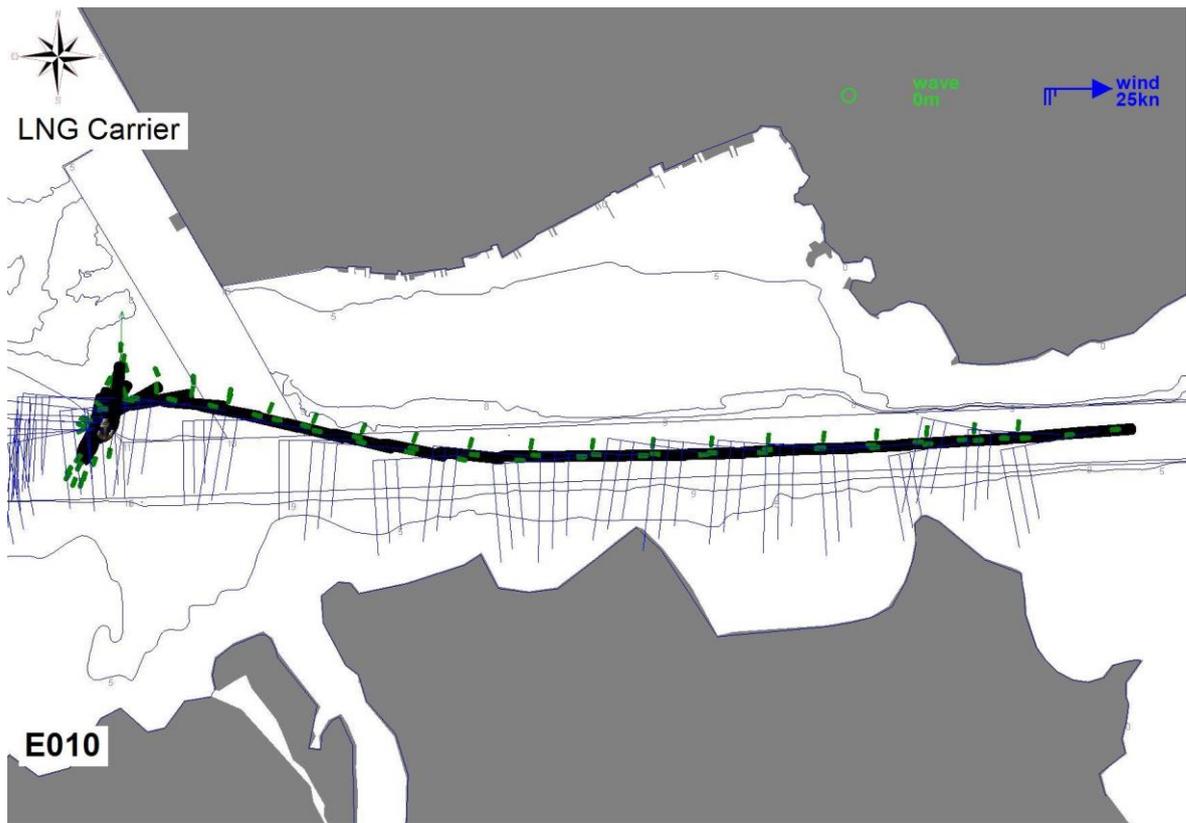


Fig. A - 13 – Manovra E010 – LNG Carrier – Ingresso – AVARIA  
Ponente 25 nodi.

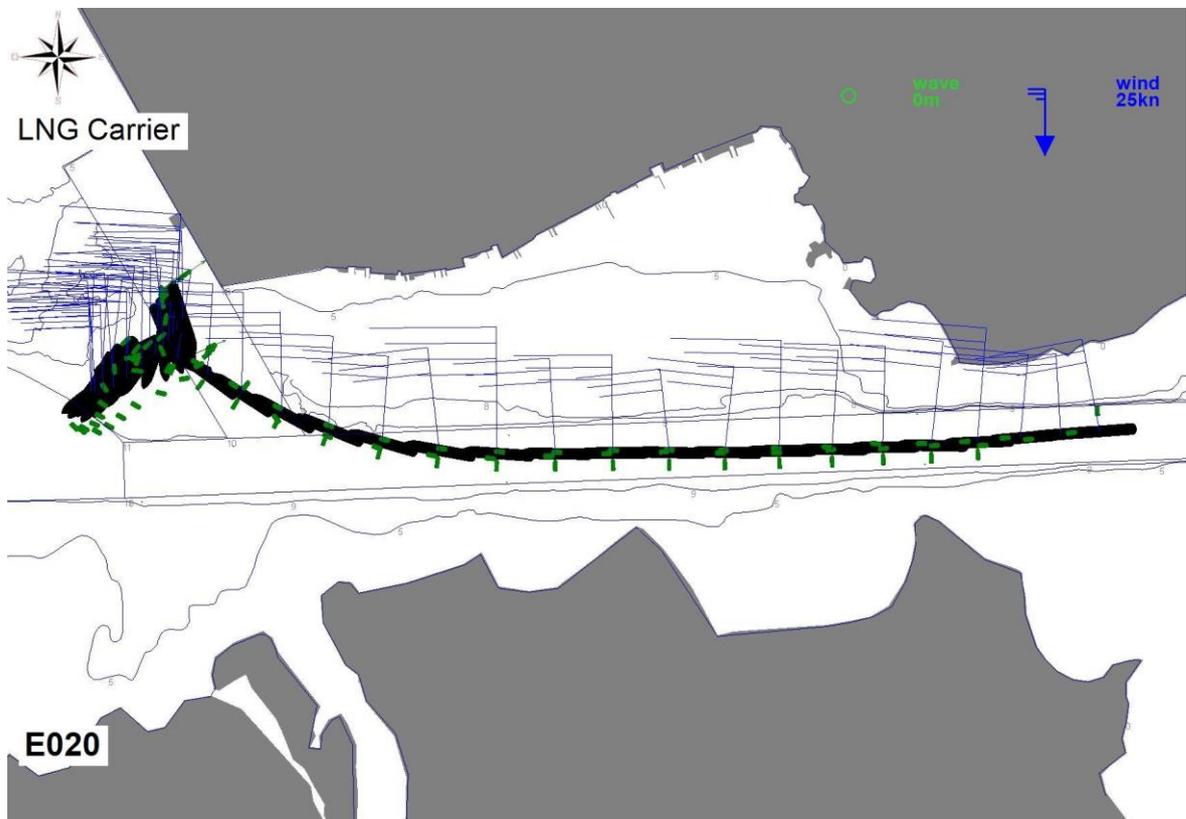


Fig. A - 14 – Manovra E020 – LNG Carrier – Ingresso – AVARIA  
Tramontana 25 nodi.

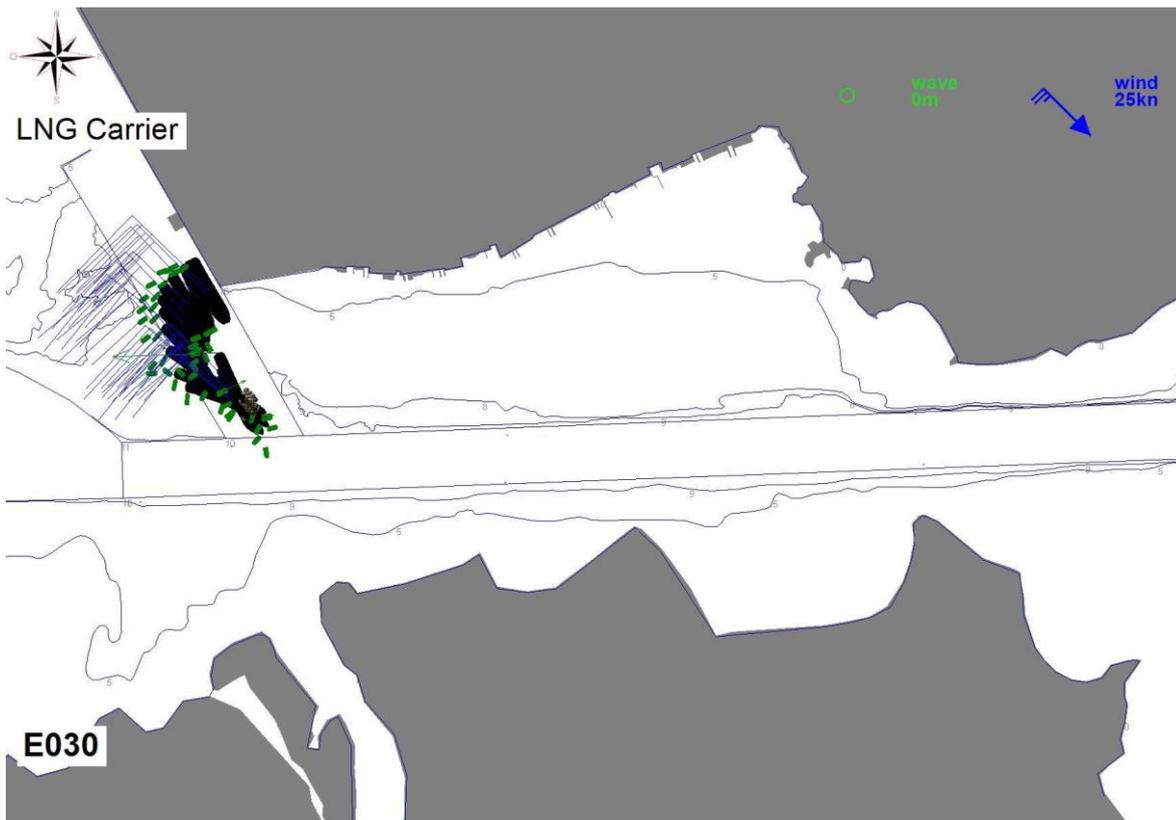


Fig. A - 15 – Manovra E030 – LNG Carrier – Uscita – **AVARIA**  
Maestrale 25 nodi.

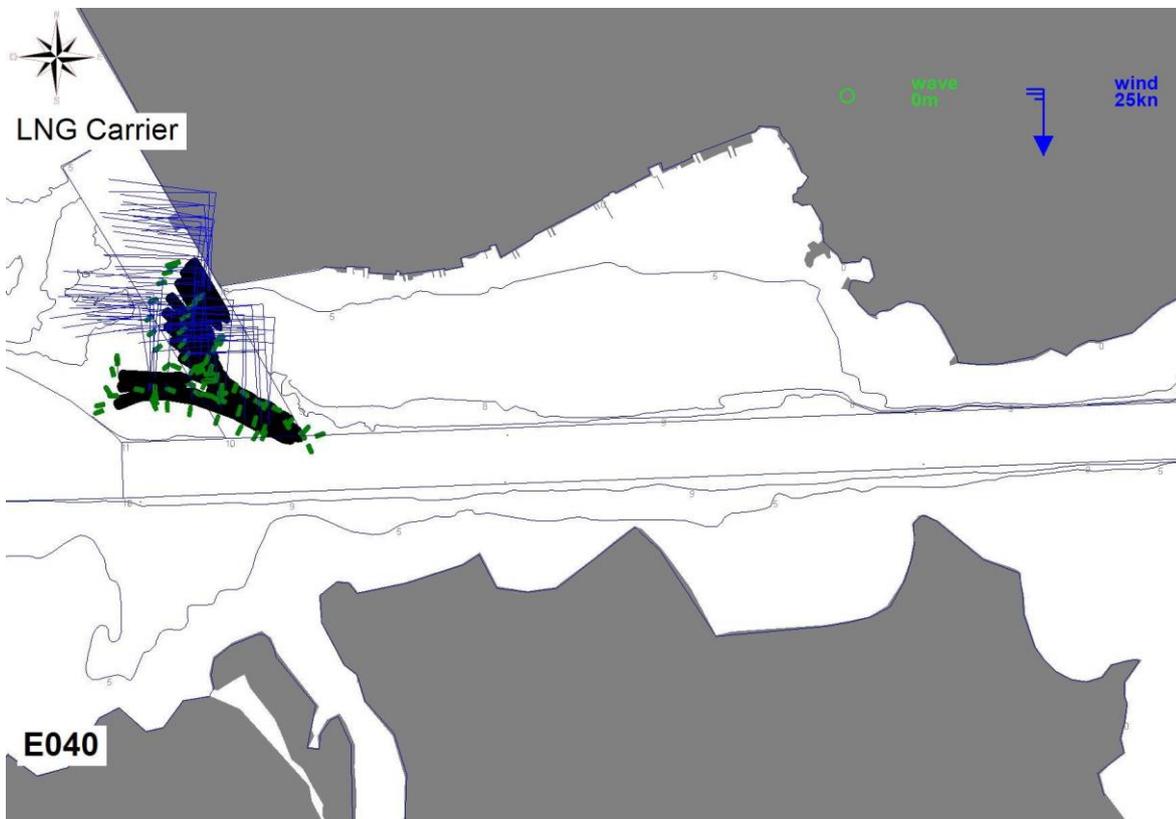


Fig. A - 16 – Manovra E040 – LNG Carrier – Uscita – **AVARIA**  
Tramontana 25 nodi.

## **APPENDICE B**

### **FOTO DELLE SIMULAZIONI**



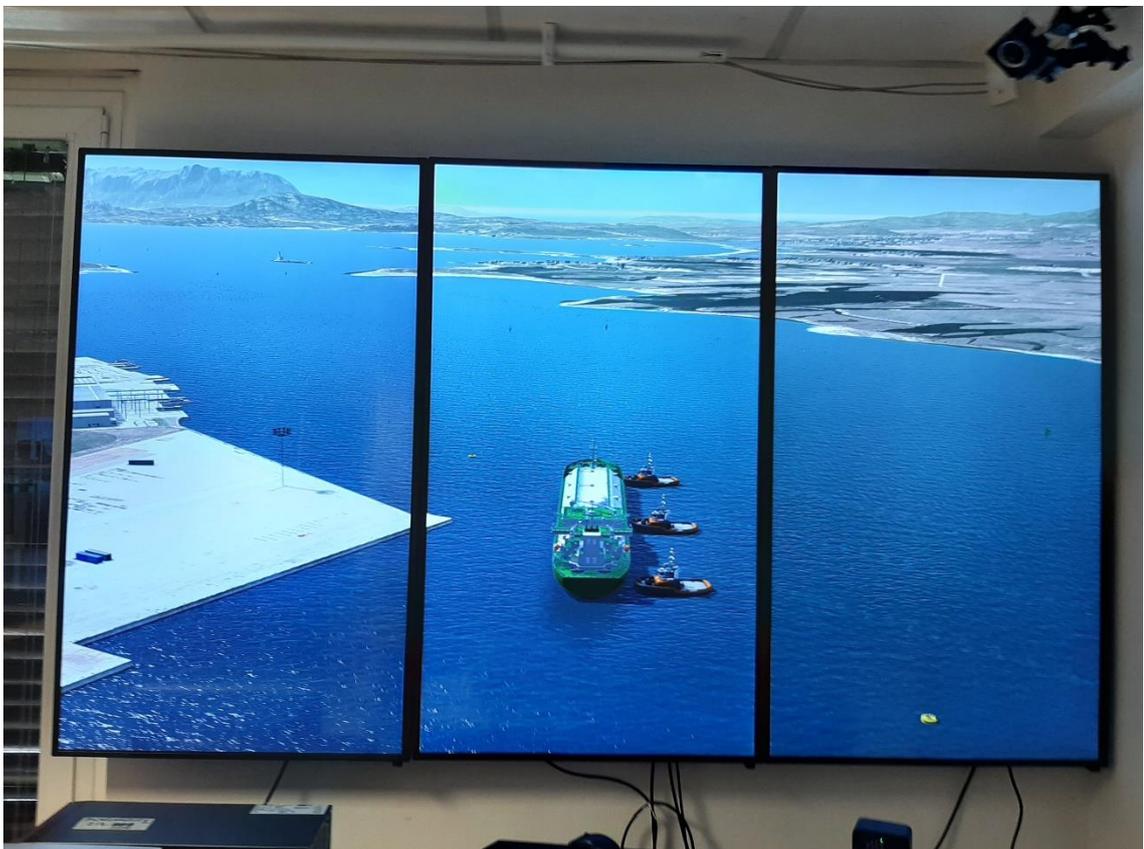
*Fig. B - 1 – Fotografie scattate durante la sessione di simulazioni*



*Fig. B - 2 – Fotografie scattate durante la sessione di simulazioni*



*Fig. B - 3 – Fotografie scattate durante la sessione di simulazioni*



*Fig. B - 4 – Fotografie scattate durante la sessione di simulazioni*



*Fig. B - 5 – Fotografie scattate durante la sessione di simulazioni*



*Fig. B - 6 – Fotografie scattate durante la sessione di simulazioni*

## ALLEGATI

I risultati completi delle simulazioni eseguite che costituiscono gli **ALLEGATI** al presente rapporto tecnico sono resi disponibili al Cliente in formato elettronico via collegamento web dedicato, accessibile solo tramite password:



Una volta eseguito il login, si arriva alla pagina sulla quale sono pubblicate le cartelle che raccolgono i file contenenti tutti i dati elaborati nel corso dello studio di manovrabilità.

In sintesi sono disponibili:

- le **caratteristiche** delle unità simulate;
- le **tabelle** con la lista delle simulazioni eseguite;
- le **immagini** delle traiettorie involupate della singola manovra, suddivisi per data di svolgimento;
- i **filmati 2D** riproducibili in playback di tutte le simulazioni così come visualizzati sulla plancia 2D del SIMULATORE;
- le **fotografie** scattate durante le giornate di lavoro;
- le storie temporali di tutte le **grandezze** registrate durante ciascuna simulazione.