

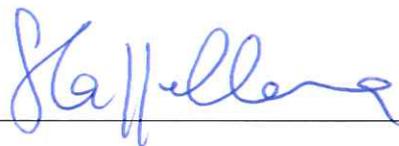
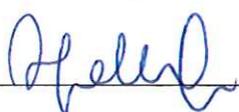
**ALLEGATO 1.C.1.5.1-4  
STUDIO DI ORMEGGIO E  
MANOVRABILITÀ'**



# Smart Gas S.p.A. Monfalcone, Italia

**Terminale GNL nel Porto di  
Monfalcone**

**Studio di Manovrabilità**

Preparato da	Firma	Data
Andrea Rossi		30 Giugno 2014
Controllato da	Firma	Data
Stefano Cappellozza		30 Giugno 2014
Andrea Sola		30 Giugno 2014
Approvato da	Firma	Data
Angelo Lo Nigro		30 Giugno 2014
Sottoscritto da	Firma	Data
Roberto Carpaneto		30 Giugno 2014

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Sottoscritto da	Data
1	Emissione per Approvazione	ANR	SCZ/ALS	ALN	RC	Giugno 2014
0	Prima Emissione	RLO	SCZ/ALS	ALN	MGC	Aprile 2014



PROGETTO

# SVILUPPO PROGETTO TERMINALE GNL NEL PORTO DI MONFALCONE

UBICAZIONE

**MONFALCONE, ITALIA**

PROPONENTE

## SMART GAS S.p.A.



UNITA' FUNZIONALE

**DOCUMENTI PER AUTORIZZAZIONE**

TITOLO DOCUMENTO

**STUDIO DI MANOVRABILITA'**

CONSULENZA



consulting, design, operation & maintenance engineering

30/06/2014	Emissione per Approvazione	<i>Ad. Pi.</i> ANR	<i>Stella</i> <b>SCZ</b> Andrea Sala ALS	<i>Apollonia</i> ALN	<i>D.S.C.S.</i> RC
29/04/2014	Prima emissione	RLO	SCZ/ALS	ALN	MGC
DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLL.	APPROVATO	SOTT.

DATA	SCALA	CODIFICA INTERNA	DOC. N.				REV	FG
30/06/2014	-	<b>14-007-H7</b>	<b>14</b>	<b>007</b>	<b>MNG</b>	<b>R</b>	<b>010</b>	<b>1</b>



## INDICE

	<u>Pagina</u>
<b>LISTA DELLE TABELLE</b>	<b>II</b>
<b>LISTA DELLE FIGURE</b>	<b>II</b>
<b>1 INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>2 DEFINIZIONI E ACRONIMI</b>	<b>4</b>
2.1 DEFINIZIONI	4
2.2 ACRONIMI	4
<b>3 INQUADRAMENTO URBANISTICO E PROGETTUALE</b>	<b>5</b>
<b>4 ANALISI DEI DATI METEOROLOGICI E MARINI</b>	<b>6</b>
4.1 VENTO	6
4.2 MOTO ONDOSI	6
4.3 LIVELLO DEL MARE	7
4.4 CORRENTE	7
4.5 CONCLUSIONI	8
<b>5 STUDIO DI MANOVRABILITÀ</b>	<b>9</b>
5.1 INFORMAZIONI GENERALI	9
5.1.1 Nave di Riferimento	9
5.1.2 Area di Ancoraggio	9
5.1.3 Servizio di Pilotaggio	9
5.1.4 Servizio di Rimorchio	10
5.1.5 Comunicazioni (Canali VHF e Contatti Telefonici dei Servizi Portuali)	10
5.1.6 Limiti Operativi Meteorologici	10
5.2 DESCRIZIONE DELLE MANOVRE	11
5.2.1 Manovra di Approccio al Terminale	11
5.2.2 Manovre di Ormeggio e Disormeggio	12
5.2.3 Manovra di Partenza	13
<b>6 CONCLUSIONI</b>	<b>14</b>
<b>RIFERIMENTI</b>	
<b>APPENDICE A</b>	



## LISTA DELLE TABELLE

<b><u>Tabella No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Tabella 4.1: Distribuzione della Frequenza (%) della Velocità di Corrente Superficiale indotta dal Vento per Direzione di Propagazione	8
Tabella 5.1: Dati Principali Nave di Riferimento	9
Tabella 5.2: Limiti Operativi Metereologici di Riferimento	10

## LISTA DELLE FIGURE

<b><u>Figura No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Figura 1.1: Area di Accosto Navi Gasiere	3
Figura 4.1: Rosa dei Venti Annuale	6
Figura 4.2: Fetch Efficace calcolato presso il Porto di Monfalcone	7



## RAPPORTO STUDIO DI MANOVRABILITÀ TERMINALE GNL NEL PORTO DI MONFALCONE

### 1 INTRODUZIONE

La società SMART GAS S.p.A. (società di scopo che raccoglie grandi consumatori regionali del Friuli Venezia Giulia) intende realizzare all'interno dell'area industriale del porto di Monfalcone un terminale per la ricezione, rigassificazione e distribuzione di Gas Naturale Liquefatto (GNL) di piccola taglia con lo scopo di aumentare la capacità di importazione del GNL in Italia, contribuendo alla diversificazione delle fonti energetiche e consentendo inoltre ai grandi consumatori regionali di stipulare contratti per la fornitura di gas a costi competitivi.

Tale progetto prevede l'implementazione di una filiera per il trasporto del Gas Naturale Liquido (GNL) a mezzo di navi metaniere sino al terminale di ricezione per lo stoccaggio, la rigassificazione del prodotto e la successiva immissione nella rete di trasporto nazionale. Il progetto prevede inoltre la possibilità di distribuire direttamente il GNL mediante l'utilizzo di navi (mini LNG tankers), autobotti e ferrocisterne.

Il Terminale avrà una capacità di rigassificazione di 800 milioni di Sm<sup>3</sup>/anno di gas naturale; inoltre, il progetto prevede la possibilità di stoccare e distribuire GNL liquido per ulteriori 1.33 MSm<sup>3</sup>/anno.

La capacità di stoccaggio di GNL è pari a 170,000 m<sup>3</sup>; l'approvvigionamento dei quantitativi richiesti sarà garantito attraverso l'arrivo di navi metaniere di capacità massima fino a 125,000 m<sup>3</sup>.

Il progetto prevede la realizzazione degli interventi infrastrutturali e impiantistici necessari a:

- consentire l'attracco delle navi metaniere e il trasferimento del prodotto liquido (GNL) dalle stesse ai serbatoi di stoccaggio attraverso tubazioni criogeniche;
- permettere lo stoccaggio, la rigassificazione e la misura del GNL prima della sua immissione in rete;
- distribuire il GNL attraverso operazioni di bunkering su imbarcazione ("terminal to ship"), camion ("terminal to truck") e rotaia ("terminal to rail").

In particolare il progetto prevede:

- l'esecuzione di dragaggi per l'approfondimento dei fondali lungo il canale di accesso al Porto e nel bacino di evoluzione. L'intervento garantirà una profondità di -13.5 m s.l.m.m., ritenuta adeguata a consentire l'arrivo e le operazioni di manovra, ormeggio e disormeggio delle gasiere di capacità massima fino a 125,000 m<sup>3</sup>;
- la realizzazione di una banchina attrezzata per l'accosto, l'ormeggio e la scarica delle navi metaniere. L'opera sarà realizzata in corrispondenza del tratto di canale di accesso sul margine Sud-Ovest dell'esistente cassa di colmata del porto di Monfalcone;

- la realizzazione di una cassa di colmata, destinata alla ricezione dei sedimenti dragati, e di altre opere marittime a protezione dell'area di ormeggio (rimozione dell'attuale diga di sopraflutto, prolungamento della diga di sottoflutto esistente);
- l'installazione, lungo la banchina attrezzata, dei bracci di carico necessari allo scarico del GNL;
- la posa delle condotte criogeniche di collegamento tra la banchina di ormeggio ai serbatoi di stoccaggio (aventi lunghezza di circa 1 km);
- la realizzazione dell'impianto di rigassificazione (serbatoi di stoccaggio, vaporizzatori, etc.), che sarà ubicato in area demaniale marittima allo stato attuale in concessione (scadenza a Dicembre 2015) al Consorzio Sviluppo Industriale di Monfalcone (di seguito CSIM) allo scopo di mantenere un impianto pilota per l'inertizzazione di materiali di dragaggio. Il GNL sarà stoccato in No. 2 serbatoi a contenimento totale di capacità di 85,000 m<sup>3</sup>. Il processo di rigassificazione sarà effettuato attraverso l'impiego di vaporizzatori ad acqua (Open Rack Vaporizers – ORVs); i quantitativi di acqua necessari al processo di rigassificazione (2,500 m<sup>3</sup>/h) saranno forniti dalla cartiera di proprietà Burgo, attraverso la realizzazione di una condotta di approvvigionamento che attraversa in subalveo il Canale Locovaz. In via preliminare, le modifiche di impianto a cura di Burgo S.p.A. consistono nella realizzazione del sistema di rilancio e nella posa delle tubazioni necessarie alla fornitura dell'acqua fino al confine di cartiera;
- posa della condotta di collegamento alla rete di trasporto regionale, avente una lunghezza di circa 6 km. Il tracciato del metanodotto si svilupperà, lungo la quasi totalità, parallelamente alla condotta esistente di Snam Rete Gas che deriva gas naturale, dalle condotte 26" + 10" in corrispondenza del Nodo No. 899, all'area di Monfalcone;
- predisposizione per la distribuzione del GNL attraverso navi mini LNG, camion e ferrocisterna. In particolare il progetto prevede la realizzazione di: condotta criogenica per il trasferimento del GNL dall'impianto in banchina; braccio di carico dedicato la caricazione di gasiere di piccola taglia (capacità inferiore a 10,000 m<sup>3</sup>); predisposizione per la realizzazione di un piazzale attrezzato per il caricamento di autobotti (da ubicarsi in corrispondenza dell'area Sud-Est di impianto) e di un'area per movimentazione e caricamento su ferrocisterna (snodo ferroviario, sistema di trasferimento GNL), che sarà localizzato nell'area Nord e Nord-Ovest del Terminale.

Il GNL sarà approvvigionato attraverso l'arrivo di navi metaniere aventi capacità massima di 125,000 m<sup>3</sup>. Al fine di consentire l'arrivo di navi di tale stazza, si procederà alla realizzazione di una banchina di ormeggio (di lunghezza operativa di 435 m) che sarà ubicata in corrispondenza dell'attuale diga di sopraflutto che delimita l'ingresso del canale di accesso del Porto di Monfalcone. In considerazione delle dimensioni attuali dell'area destinata all'ormeggio, si procederà ad un allungamento della stessa; nell'ambito di tale intervento si procederà alla demolizione della diga sopraflutto esistente (presentata nella figura seguente).



**Figura 1.1: Area di Accosto Navi Gasiere**

I fondali nello specchio acqueo antistante presenteranno, a seguito delle operazioni di dragaggio incluse nel presente progetto, una profondità di -13.5 m s.l.m.m., ritenuta adeguata a consentire, in condizioni medie del mare, l'arrivo di navi fino a 125.000 m<sup>3</sup> di capacità.

Le metaniere (aventi lunghezza fuori tutto massima di circa 300 m) saranno ormeggiate con prua rivolta verso Sud, al fine di garantire, in condizioni di emergenza, il disormeggio e il rapido allontanamento dall'area portuale.

In considerazione dell'orientazione della nave presso l'ormeggio, è stata verificata la disponibilità di spazi di manovra adeguati a consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni necessarie all'evoluzione e al successivo allineamento della metaniera.

Tale valutazione è stata condotta con riferimento a una nave gasiera avente capacità fino a 125.000 m<sup>3</sup>, corrispondente alla capacità massima delle navi che andranno ad operare al terminale.

Il presente documento è finalizzato alla descrizione preliminare delle modalità operative con cui si dovrà procedere allo svolgimento delle operazioni di approccio e allontanamento dal futuro terminale GNL di Monfalcone, al fine di garantire il rispetto delle condizioni di sicurezza e in considerazione di eventuali limiti operativi legati alle caratteristiche dello specchio acqueo interessato.

Il documento presenta inoltre una disamina preliminare delle principali precauzioni che dovranno essere adottate al fine di evitare potenziali rischi ambientali durante l'esecuzione delle manovre.

Le risultanze di tale documento potranno essere utilizzate quale base per la definizione di eventuali ordinanze per la gestione delle navi in arrivo e partenza al terminale, che saranno comunque analizzate in dettaglio con le Autorità competenti durante le successive fasi di sviluppo del progetto.

## **2 DEFINIZIONI E ACRONIMI**

### **2.1 DEFINIZIONI**

Le seguenti definizioni saranno utilizzate:

CLIENTE	SMART GAS S.p.A.
PROGETTO	Progetto per autorizzazioni per lo sviluppo del Terminale GNL nel Porto di Monfalcone

### **2.2 ACRONIMI**

OCIMF	Oil Companies International Marine Forum*
GNL	Gas Naturale Liquefatto
LNG	Liquefied Natural Gas
LNGC	LNG Carrier
s.l.m.	sul livello del mare
s.l.m.m.	sul livello medio mare
kn	nodi
OGS	Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale

---

\* I riferimenti sono riportati alla fine del testo.

### 3 INQUADRAMENTO URBANISTICO E PROGETTUALE

Il progetto del Terminale GNL interessa i territori della Provincia di Gorizia nei Comuni di Monfalcone e Doberdò del Lago, situati nell'area Sud del Friuli Venezia Giulia.

Il progetto prevede la realizzazione del Terminale GNL e del relativo accosto per le navi gasiere tra la zona del Porto e quella industriale di Monfalcone (area denominata "Lisert"). Dal Terminale si sviluppa la condotta di consegna del gas alla rete dei gasdotti esistente (in Comune di Doberdò), che attraversa aree a carattere più naturale.

Il Terminale GNL sarà localizzato in adiacenza al margine Nord della cassa di colmata del Porto di Monfalcone e l'accosto per le navi metaniere è previsto lungo lo sviluppo del perimetro Sud-Ovest della colmata stessa. Le aree di colmata sono accessibili tramite strade sterrate che si diramano da una traversa di Via Timavo; quest'ultima collega il centro abitato di Monfalcone con l'area industriale.

La banchina di accosto per le navi gasiere sorgerà sul margine Sud-Ovest dell'esistente Cassa di Colmata del Porto di Monfalcone, ubicata in prossimità del tratto di Canale di Accesso antistante il Bacino di Evoluzione. La banchina sarà idonea all'ormeggio di navi di capacità massima fino a 125,000 m<sup>3</sup>, aventi una lunghezza massima di 300 metri e immersioni massime di circa 11.4 metri.

## 4 ANALISI DEI DATI METEOROLOGICI E MARINI

Nell'ambito del presente progetto, D'Appolonia ha effettuato uno studio finalizzato alla definizione delle condizioni meteomarine tipiche ed estreme in prossimità del terminale di rigassificazione GNL di Monfalcone **Error! Reference source not found.**

Nel seguito si sintetizzano le informazioni principali.

### 4.1 VENTO

Dall'analisi dei dati disponibili, si osserva che il settore principale di provenienza del vento è quello da Bora (60°N) e da Levante (90°N) con circa 39% degli eventi, mentre lo Scirocco (120° e 150°N) è presente nel 20% circa degli eventi e il Maestrale (300° e 330°N) nel 18% circa. Per quanto riguarda l'intensità, per oltre il 99.4% dei casi si mantiene al di sotto della soglia di 18 m/s (35 kn circa). In termini di ore, mediamente nel corso dell'anno il numero di ore in cui la velocità del vento è maggiore di tale soglia è pari a circa 50.

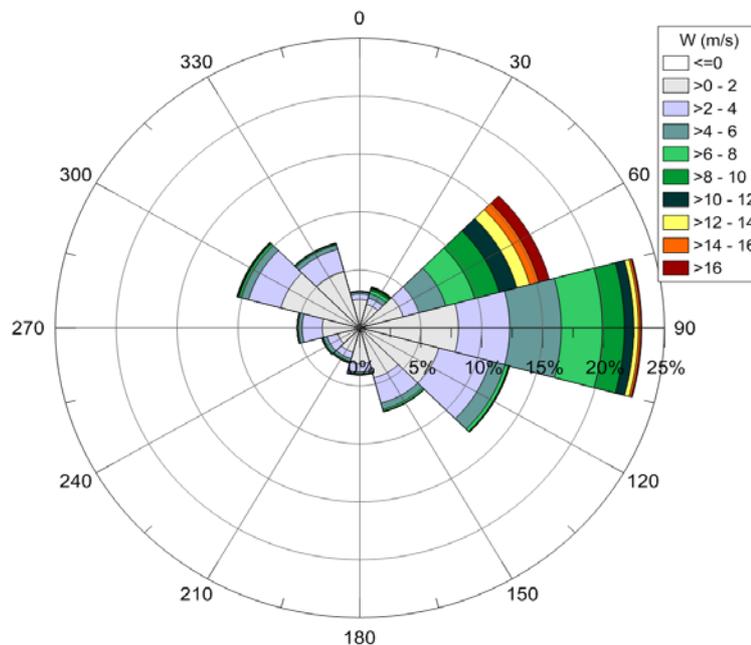
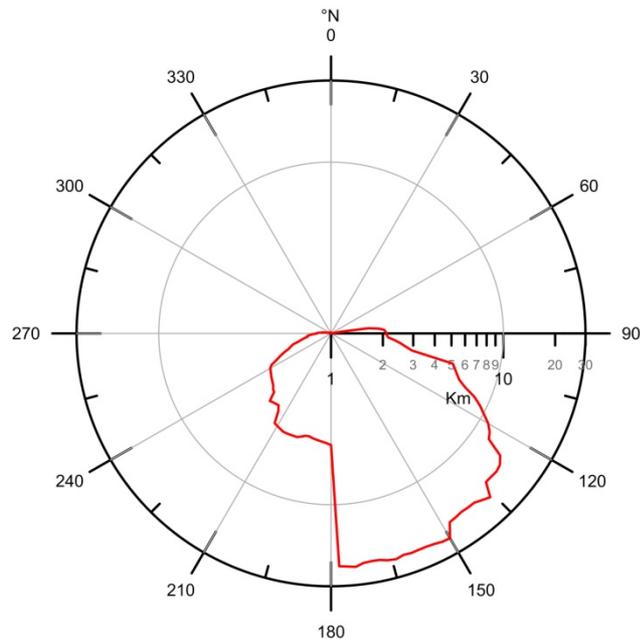


Figura 4.1: Rosa dei Venti Annuale

### 4.2 MOTO ONDOSO

Con riferimento alle distribuzioni percentuali annuali e stagionali di moto ondoso per classi di altezza d'onda significativa ( $H_s$ ), si osserva che nel 99% dei casi le altezze sono inferiori a 0.5 m. Nel corso delle stagioni le percentuali di altezza d'onda significativa inferiori a 0.5 m rimangono pressoché simili al valore annuale. La stagione caratterizzata dal clima ondoso più energetico è l'inverno.

E' evidente che per effetto dell'ubicazione del Porto di Monfalcone, protetto dal moto ondoso proveniente al largo dai settori 210°N-270°N, il clima ondoso annuale è caratterizzato da onde più alte per i settori direzionali 120°-150°N-180°N, settori direzionali ai quali corrispondono i fetch maggiori (vedi Figura 4.2)



**Figura 4.2: Fetch Efficace calcolato presso il Porto di Monfalcone**

#### **4.3 LIVELLO DEL MARE**

I dati riguardanti il livello del mare sono stati ricavati da una serie temporale di livello misurata dal 1988 al 2010 dalla stazione della Rete Mareografica Nazionale (RMN), ubicata presso il Molo della Lega Navale all'interno del Porto di Trieste e da statistiche di livello marino misurate a Trieste dall'Istituto Talassografico per il periodo dal 1944 al 1979.

Poiché non esistono dati di livello in prossimità del porto di Monfalcone, si è cercato di stimarne le caratteristiche tipiche ed estreme sia sulla base dei dati misurati nella stazione di Trieste, sia attraverso simulazioni modellistiche.

Dall'analisi dei risultati si evidenzia che durante l'anno i valori di livello del mare sono tipicamente compresi tra un minimo di -1.00 m e un massimo di 1.34 m rispetto al l.m.m..

#### **4.4 CORRENTE**

Al fine di quantificare la corrente tipica in prossimità del porto di Monfalcone si è proceduto con l'analisi separata dei principali termini forzanti: il vento e la marea.

La distribuzione direzionale della corrente è presentata in

Tabella 4.1. I dati evidenziano come la corrente fluisca principalmente verso 240°N-270°N (48% circa degli eventi) e verso 60°N-90°N (19% circa degli eventi), quindi parallelamente al piano batimetrico locale. I valori massimi sono dell'ordine dei 30 cm/s (circa 0.6 kn) mentre il 90% circa degli eventi è inferiore a 20 cm/s (circa 0.4 kn). A causa dell'elevata variabilità spaziale dell'orientazione del piano batimetrico nel golfo di Monfalcone, la distribuzione della corrente in punti limitrofi a quello prescelto può variare in termini direzionali rispetto a quella qui presentata, mentre non si prevedono significative variazioni in termini di intensità.

**Tabella 4.1: Distribuzione della Frequenza (%) della Velocità di Corrente Superficiale indotta dal Vento per Direzione di Propagazione**

DIR (°N)	V(cm/s)						TOT
	10	20	30	40	50	60	
0	2.94						2.94
30	4.25	0.78					5.03
60	4.89	2.98	0.90				8.77
90	7.59	2.78					10.37
120	6.73						6.73
150	1.19						1.19
180	2.46						2.46
210	5.05	1.26					6.31
240	10.28	7.85	8.77				26.90
270	15.32	6.20					21.52
300	6.55						6.55
330	1.23						1.23
TOT	68.48	21.85	9.67				100.00

#### 4.5 CONCLUSIONI

Dall'analisi dei valori meteomarini caratteristici dell'area di interesse, non si rilevano condizioni particolarmente gravose e tali da compromettere il regolare impiego del terminale.

## 5 STUDIO DI MANOVRABILITÀ

### 5.1 INFORMAZIONI GENERALI

#### 5.1.1 Nave di Riferimento

Nell'analisi è stata presa in considerazione la nave di massime dimensioni, ovvero una LNG Carrier con capacità di 125.000 m<sup>3</sup> con le seguenti caratteristiche:

**Tabella 5.1: Dati Principali Nave di Riferimento**

Dimensioni	unità	Condizioni	
		Zavorra	Carico
Capacità di carico	m <sup>3</sup>	125,000	
Tipo di nave	\	membrane	
Lunghezza fuori tutto	m	290	
Lunghezza tra le perpendicolari	m	274	
larghezza	m	42	
Altezza costruzione	m	26	
immersione	m	9.0	11.4
Superficie laterale esposta al vento	m <sup>2</sup>	8,100	7,400
Sperficie frontale esposta al vento	m <sup>2</sup>	1,650	1,550

#### 5.1.2 Area di Ancoraggio

Al fine di minimizzare il consumo di combustibile, tipicamente le navi metaniere regolano la velocità durante il viaggio per arrivare al porto di discarica e procedere direttamente per l'ormeggio, evitando le attese all'ancora nell'area antistante il Porto. Sarà comunque identificata, in accordo con l'autorità marittima, un'idonea area di ancoraggio da utilizzare nel caso di attese dovute ad avverse condizioni meteo.

#### 5.1.3 Servizio di Pilotaggio

Il servizio di pilotaggio sarà effettuato sia in arrivo sia in partenza secondo le indicazioni impartite dalla locale Autorità Marittima. Il pilota dovrà imbarcare sulla nave nell'area stabilita e procedere per l'ormeggio in accordo ai limiti operativi stabiliti. Il servizio di pilotaggio dovrà prevedere la disponibilità di un pilota pronto in tempi brevi ad assistere la nave in caso di emergenze o di peggioramenti improvvisi delle condizioni meteo marine. Il pilota dovrà collaborare con il terminale ed il comandante della nave nella valutazione delle condizioni meteo previste al fine di garantire una sufficiente finestra di condizioni meteorologiche idonee alle operazioni da effettuare al terminale.

#### 5.1.4 Servizio di Rimorchio

Il servizio di rimorchio verrà effettuato sia in arrivo sia in partenza secondo le determinazioni dell'Autorità Marittima. Dovrà essere eseguito con un numero idoneo di rimorchiatori di adeguata potenza, indicativamente 3 o 4 con una potenza di almeno 50 tonnellate di tiro. Analogamente a quanto avviene nel porto di Trieste per le navi cisterna con merci pericolose, verrà previsto un servizio di scorta, sia in arrivo sia in partenza, mediante l'impiego di uno o due rimorchiatori in assistenza dal punto di arrivo (corrispondente al punto d'imbarco del pilota), fino all'ormeggio e viceversa in partenza.

#### 5.1.5 Comunicazioni (Canali VHF e Contatti Telefonici dei Servizi Portuali)

Oltre ai canali VHF convenzionali, già in uso per le attività portuali nel porto di Monfalcone, dovranno essere identificati dei canali per le comunicazioni tra pilota, rimorchiatori e ormeggiatori da utilizzare durante le manovre di ormeggio e disormeggio che non siano soggetti a interferenze e/o disturbi. La nave dovrà essere dotata di un sistema di comunicazione primario e uno di emergenza per comunicare con il terminale, solitamente incluso nel sistema di scambio dati nave/terminale, attraverso il quale scambiare le informazioni relative alle operazioni di scarica e per le comunicazioni in caso di emergenza. Tale sistema dovrà permettere inoltre il collegamento alla rete telefonica nazionale per le chiamate di emergenza.

#### 5.1.6 Limiti Operativi Meteorologici

I limiti operativi di seguito riportati sono comunemente adottati dai terminali GNL all'interno di strutture portuali, ma andranno rivisti e perfezionati in collaborazione con la locale Autorità Marittima in funzione delle caratteristiche specifiche del terminal in cui l'attività sarà effettuata.

**Tabella 5.2: Limiti Operativi Meteorologici di Riferimento**

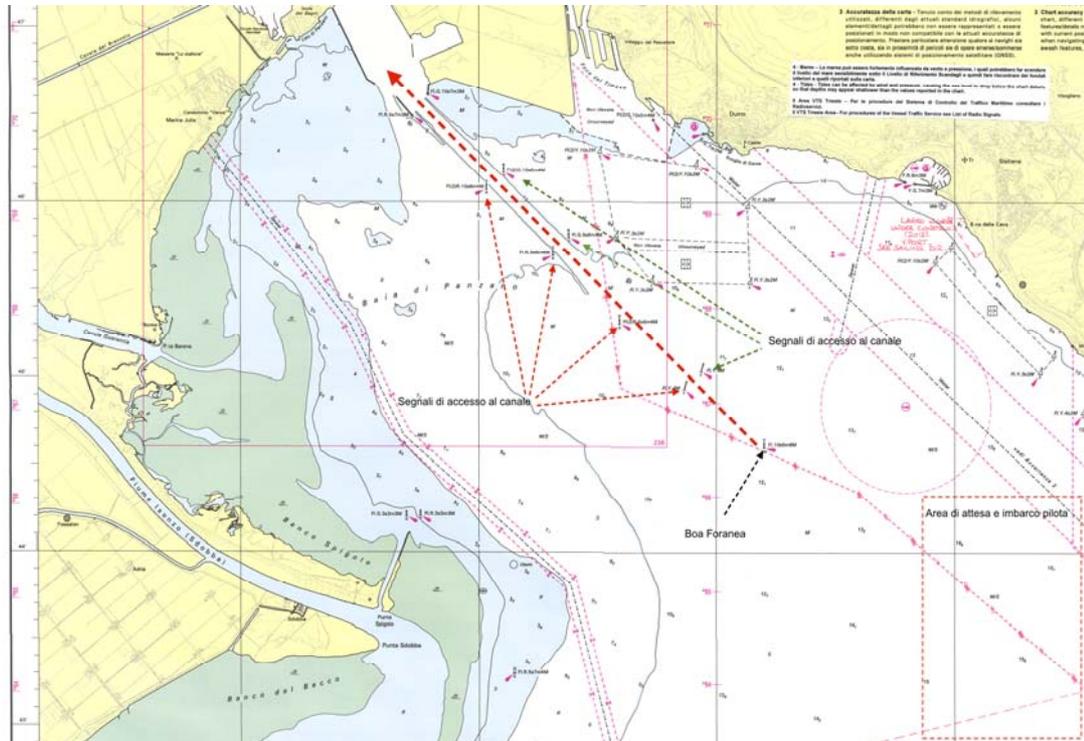
Attività	Vento Velocità nodi	Vento direzione	Mare altezza onda in metri	Commenti
Entrata in canale per approccio al terminale	≤ 20 < 25 raffica	Da qualsiasi direzione	≤ 2	Il terminale e il comandante della nave con l'assistenza del pilota decideranno, sulla base delle condizioni meteo esistenti e di quelle previste, se proseguire con le operazioni di entrata nel porto/canale e procedere o meno per l'ormeggio.
Ormeggio	≤ 25 < 25 raffica	Da qualsiasi direzione	/	Le operazioni di ormeggio saranno sospese. Questa condizione potrebbe verificarsi nel caso di temporali di forte intensità, ma di breve durata durante il transito in canale.
Collegamento bracci di carico	≤ 30 continui per oltre 1 ora o ≤ 34 in raffiche per oltre 30 sec	Da qualsiasi direzione	/	Fare riferimento ai limiti del costruttore per il collegamento dei bracci di carico

<p>Arresto della discarica, scollegamento bracci carico, preparazione per il disormeggio</p>	<p>≥ 30 continui per oltre 1 ora o ≥ 34 in raffiche per oltre 30 sec</p>	<p>Da qualsiasi direzione</p>	<p>Monitoraggio delle condizioni meteo e delle previsioni. Controllo della velocità e direzione del vento predominante. Controllo della posizione nave rispetto il terminale e monitoraggio dei movimenti nave. Controllo dei movimenti dei bracci in funzione dell'attivazione di ESD1 e ESD2 Controllo continuo della tensione dei cavi di ormeggio. In queste condizioni devono essere tenuti in considerazione: 1. i tempi di drenaggio e di riscaldamento dei bracci di carico 2. i livelli del carico rimanente nelle cisterne ai fini della loro integrità e stabilità nave. 3. il tempo necessario per completare la discarica contro la possibilità che la nave rimanga al pontile</p>
--	--	-------------------------------	---

## 5.2 DESCRIZIONE DELLE MANOVRE

### 5.2.1 Manovra di Approccio al Terminale

Nella piano di seguito è riportata la rada del porto di Monfalcone con il canale di accesso.



La nave pianificherà il suo viaggio per arrivare nell'area di attesa del pilota, a circa 2 miglia dalla boa foranea di accesso al canale del Porto di Monfalcone, in fondali di 14-15 metri.

Solitamente non sono previste soste all'arrivo e la nave procederà direttamente per l'ormeggio. In attesa, in prossimità dell'area d'imbarco del pilota ci saranno anche i rimorchiatori destinati al servizio. Con il pilota a bordo, alla minima velocità di governo circa 2 nodi, saranno presi i rimorchiatori di scorta con la funzione di assistere la metaniera durante il transito in canale.

Solitamente sono impiegati due rimorchiatori, uno a prora ed uno a poppa, d'idonea potenza e manovrabilità che permettano il transito nel canale a velocità ridotta. I rimorchiatori saranno collegati alla nave con la prora o la poppa a seconda delle consuetudini di lavoro, quello di poppa avrà la funzione di mantenere la poppa al centro del canale e rallentare il moto. Quello di prora invece avrà il compito di dirigere la nave correggendo eventuali effetti causati dal vento e dalla corrente. La velocità sarà di circa tre nodi, il minimo possibile per garantire alla nave il mantenimento della posizione al centro del canale.

### 5.2.2 Manovre di Ormeggio e Disormeggio

Le navi potranno ormeggiare al terminale solo con il fianco sinistro, con la prora verso l'uscita dal porto per favorire la manovra di partenza anche in condizioni meteo al limite.

Gli accertamenti preliminari effettuati per verificare la compatibilità della nave con il terminale dovranno anche contenere:

- il numero minimo dei cavi di ormeggio e loro caratteristiche,
- il rapporto in cui il piano di ormeggio è stato analizzato e ritenuto conforme ai requisiti minimi previsti dall'OCIMF.

La filosofia della manovra di approccio proposta prevede di ruotare la nave nel bacino di evoluzione antistante la banchina del terminale e fermarla ad una distanza di circa 100 metri dalla banchina, disponendo la nave parallelamente a quest'ultima e con il manifold del vapore allineato al punto di riferimento dei bracci del carico.

Da questa posizione i rimorchiatori provvederanno a spingerla verso la banchina mantenendola per quanto possibile parallela e allineata. Una schematizzazione della manovra di evoluzione e avvicinamento alla banchina è riportata in Appendice A.

La velocità di avvicinamento dovrà essere controllata e non eccedere i 3 cm/sec, in modo tale da non danneggiare i parabordi durante l'impatto. A tale scopo la banchina dovrà essere dotata di un sistema di monitoraggio della velocità di avvicinamento e della distanza con pannelli indicatori visibili dalla nave durante la manovra di avvicinamento. L'attivazione del sistema è in funzione della distanza e della posizione della nave.

Solamente quando la nave sarà in posizione, allineata come concordato con il terminale e mantenuta in posizione dai rimorchiatori, potrà iniziare l'ormeggio. I cavi saranno passati agli ormeggiatori per quanto possibile nella seguente sequenza e uno per volta:

- springs di prora e di poppa (con questi cavi sarà confermata la posizione finale della nave rispetto il terminale);
- traversini di prora e di poppa;
- cavi alla lunga di prora e di poppa.

I cavi di ormeggio potranno essere messi in tensione solamente quando gli ormeggiatori/terminale si saranno allontanati dai ganci. La tensione da applicare ai cavi dovrà essere comunicata al comandante e dovrà essere uguale per tutti i cavi di ormeggio.

L'obiettivo finale è il seguente:

- allineamento delle flange delle traverse di carico della nave con i bracci di carico del terminale, come da istruzioni del terminale;
- carico equamente distribuito sui parabordi del terminale;
- nave parallela alla banchina.

Il disormeggio sarà effettuato, per quanto possibile, mollando i cavi nella sequenza contraria con cui sono stati messi; gli spring saranno gli ultimi cavi ad essere mollati. Durante il disormeggio i rimorchiatori provvederanno a mantenere la posizione della nave spingendola contro i parabordi con una ragionevole forza in funzione delle condizioni meteo. Solamente quando l'ultimo cavo di ormeggio sarà a bordo i rimorchiatori inizieranno ad allontanare la nave dalla banchina, fino al centro del canale, prima di avviare le macchine.

### **5.2.3 Manovra di Partenza**

Il transito nel canale in partenza dovrà essere effettuato, come per l'arrivo, con l'assistenza di due rimorchiatori, uno di prora e uno di poppa. La velocità da mantenere sarà sempre la minima possibile per garantire alla nave il mantenimento della posizione al centro del canale. Fuori del canale la nave procederà lentamente verso l'area di sbarco del pilota e mollerà i due rimorchiatori.

## 6 CONCLUSIONI

Lo studio è stato condotto prendendo come riferimento una metaniera da 125.000 m<sup>3</sup> rappresentativa della categoria di navi di dimensioni massime che potranno accedere al terminale. Gli spazi previsti risultano essere idonei per lo svolgimento in sicurezza delle manovre di arrivo al terminale, ormeggio e partenza.

Un ruolo fondamentale nella movimentazione della metaniera è svolto dai rimorchiatori. Per le manovre si suggerisce l'utilizzo di 4 rimorchiatori da 50 tonnellate di tiro ciascuno, collegati alla nave mediante un cavo di rimorchio di prora di 70 metri di lunghezza.

Dovranno essere analizzate nel dettaglio le operazioni di trasferimento dei cavi di ormeggio dalla nave ai ganci, specialmente nella fase di passaggio dalla barca degli ormeggiatori a terra, per determinare delle soluzioni che rendano queste operazioni sicure e veloci.

La posizione geografica della banchina del terminale risulta sicuramente strategica dal punto di vista meteomarinario. Gli effetti della corrente e delle maree sono influenti e non limitano l'operatività. Solo gli effetti del vento, limitatamente a quello proveniente da 60 e 90 gradi, e di intensità superiore ai 30 nodi, potrebbero condizionare le operazioni di scarica.

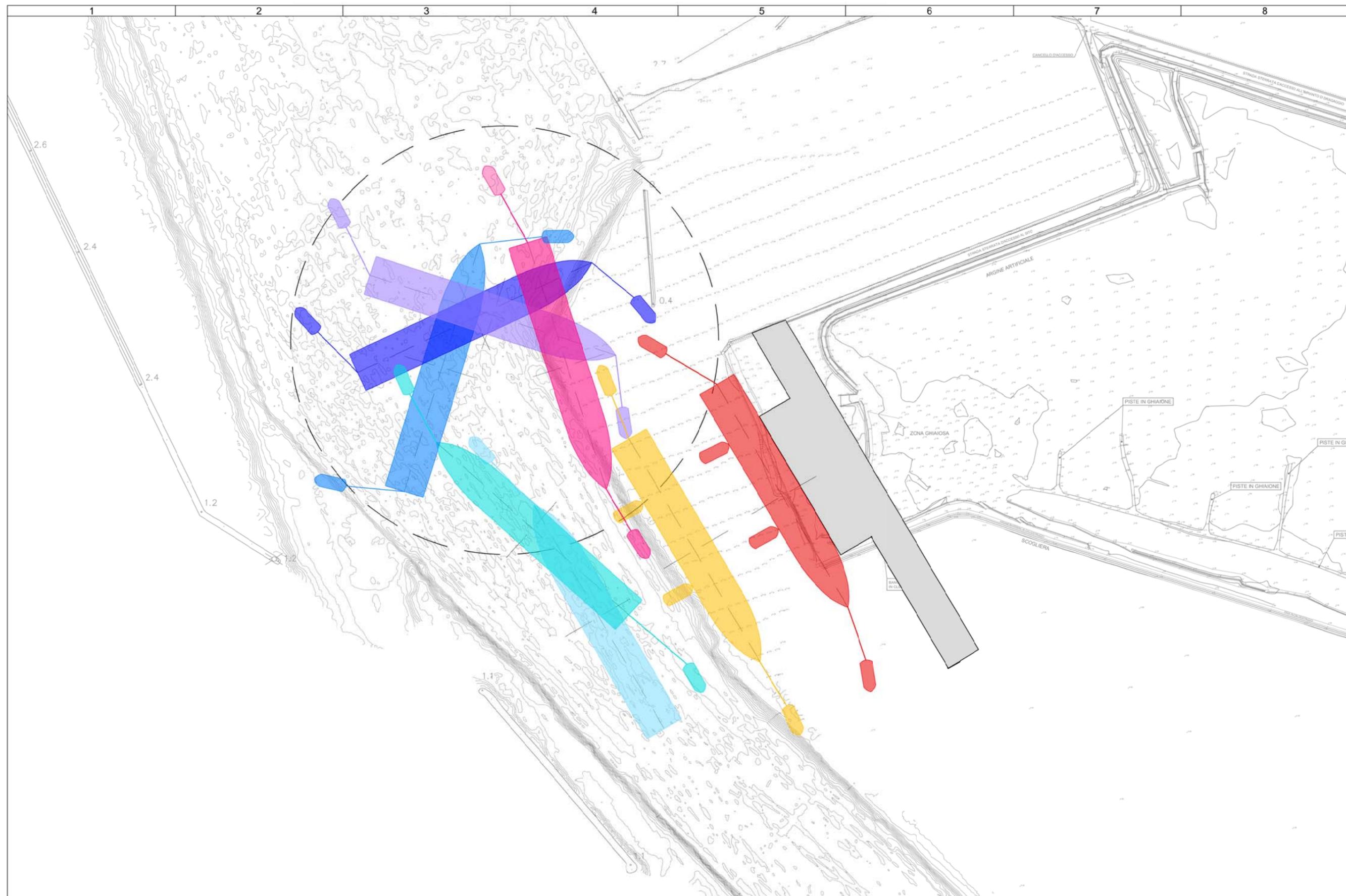
ANR/SCZ/ALS/ALN/MGC:tds

## RIFERIMENTI

D'Appolonia, 2014, Studio Meteomarine, Doc. No. 14-007-H4 Rev. 0, Marzo 2014  
OCIMF, 2008, Mooring Equipment Guidelines, 3rd Edition, 2008

**APPENDICE A**  
**MANOVRA DI APPROCCIO ALLA BANCHINA**





SMART GAS S.p.A.

PROGETTO  
**Terminale GNL nel Porto di  
 Monfalcone**

TITOLO  
 DOCUMENTI PER  
 AUTORIZZAZIONE  
 MANOVRA DI APPROCCIO ALLA  
 BANCHINA APPENDICE A



DOC. N.											
14	007	MNG	R	010	1	30/06/2014	EMISSIONE PER APPROVAZIONE	TMS	AMR	SCZ/ALS	RC
FG		CODIFICA INTERNA			0	18/04/2014	EMISSIONE PER COMMENTI	TMS	RLO	SCZ/ALS	ERG
1 di 1		14-007-H7		Rev		DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO	SOTTOSCRITTO



# Smart Gas S.p.A. Monfalcone, Italia

**Terminale GNL nel Porto di  
Monfalcone**

**Studio di Ormeggio**

Preparato da	Firma	Data
Andrea Rossi		30 Giugno 2014
Controllato da	Firma	Data
Stefano Cappellozza		30 Giugno 2014
Andrea Sola		30 Giugno 2014
Approvato da	Firma	Data
Angelo Lo Nigro		30 Giugno 2014
Sottoscritto da	Firma	Data
Roberto Carpaneto		30 Giugno 2014

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Sottoscritto da	Data
1	Emissione per Approvazione	ANR	SCZ/ALS	ALN	RC	Giugno 2014
0	Prima Emissione	RLO	SCZ/ALS	ALN	MGC	Aprile 2014



PROGETTO

# SVILUPPO PROGETTO

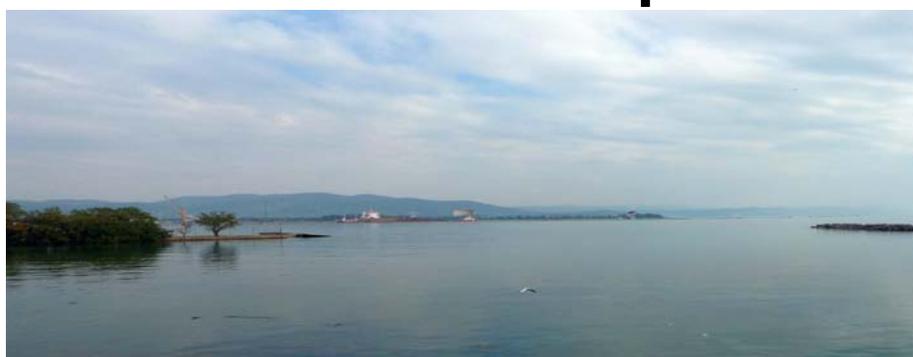
## TERMINALE GNL NEL PORTO DI MONFALCONE

UBICAZIONE

**MONFALCONE, ITALIA**

PROPONENTE

## SMART GAS S.p.A.



UNITA' FUNZIONALE

### DOCUMENTI PER AUTORIZZAZIONE

TITOLO DOCUMENTO

### STUDIO DI ORMEGGIO

CONSULENZA



30/06/2014	Emissione per Approvazione	<i>Al. P.</i> ANR	<i>Stallone</i> SCZ <i>Andrea Sala</i> ALS	<i>Delella</i> ALN	<i>D.S.C.S.</i> RC				
28/04/2014	Prima emissione	RLO	SCZ/ALS	ALN	MGC				
DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLL.	APPROVATO	SOTT.				
DATA	SCALA	CODIFICA INTERNA	DOC. N.		REV	FG			
30/06/2014		<b>14-007-H9</b>	<b>14</b>	<b>007</b>	<b>MNG</b>	<b>R</b>	<b>003</b>	<b>1</b>	



## INDICE

	<u>Pagina</u>
<b>LISTA DELLE TABELLE</b>	<b>II</b>
<b>LISTA DELLE FIGURE</b>	<b>II</b>
<b>1 INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>2 DEFINIZIONI E ACRONIMI</b>	<b>4</b>
2.1 DEFINIZIONI	4
2.2 ACRONIMI	4
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>5</b>
3.1 SOFTWARE	5
3.2 IPOTESI PRINCIPALI	5
3.2.1 Condizioni Meteo-marine	5
3.2.2 Navi Modello	6
3.2.3 Condizioni di Carico	7
3.2.4 Equipaggiamenti di Ormeggio	7
3.2.5 Posizione delle Bitte in Banchina	9
<b>4 RISULTATI</b>	<b>10</b>
4.1 CASO A – LNGC DA 125,000 M <sup>3</sup>	10
4.2 CASO B – LNGC DA 75,000 M <sup>3</sup>	13
<b>5 CONCLUSIONI</b>	<b>17</b>
 <b>RIFERIMENTI</b>	

## LISTA DELLE TABELLE

<b><u>Tabella No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Tabella 3.1: Condizioni Meteo Considerate	5
Tabella 3.2: Caratteristiche Principali delle Navi Modello	6
Tabella 3.3: Caratteristiche Principali Linee di Ormeggio	8
Tabella 3.4: Posizione delle Bitte in Banchina	9
Tabella 4.1: Carichi sulle Bitte di Ormeggio	13

## LISTA DELLE FIGURE

<b><u>Figura No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Figura 3.1: Sistema di Riferimento Nave	6
Figura 3.2: Curva di Risposta dei Parabordi	8
Figura 3.3: Sistema di Riferimento Banchina	9
Figura 4.1: Configurazione di Ormeggio per la Nave LNGC Max	10
Figura 4.2: Scenario 1 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti	11
Figura 4.3: Scenario 2 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti	11
Figura 4.4: Scenario 3 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti	12
Figura 4.5: Scenario 4 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti	12
Figura 4.6: Scenario 5 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti	13
Figura 4.7: Configurazione di Ormeggio per la Nave LNGC min	14
Figura 4.8: Scenario 1 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti	14
Figura 4.9: Scenario 2 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti	15
Figura 4.10: Scenario 3 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti	15
Figura 4.11: Scenario 4 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti	16
Figura 4.12: Scenario 5 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti	16

## **RAPPORTO SVILUPPO PROGETTO TERMINALE GNL NEL PORTO DI MONFALCONE STUDIO DI ORMEGGIO**

### **1 INTRODUZIONE**

La società SMART GAS S.p.A. (società di scopo che raccoglie grandi consumatori regionali del Friuli Venezia Giulia) intende realizzare all'interno dell'area industriale del porto di Monfalcone un terminale per la ricezione e rigassificazione di Gas Naturale Liquefatto (GNL) di piccola taglia, nonché per la distribuzione diretta di GNL (attraverso camion, ferrocisterna e navi mini-LNG) con lo scopo di fornire gas naturale alle utenze industriali friulane.

Tale iniziativa nasce dalla possibilità per i clienti industriali regionali (attuali e di futuro insediamento), di stipulare contratti per la fornitura di gas a costi competitivi rispetto a quelli praticati attualmente dai principali attori del mercato di distribuzione del gas naturale.

Inoltre, grazie alla posizione strategica del Terminale, ubicato nell'area portuale di Monfalcone, lungo le principali direttrici di traffico verso l'Europa Centrale ed Orientale, l'iniziativa consentirà ulteriori sviluppi associati alla distribuzione del GNL liquido (quale combustibile per processi di produzione di energia e calore o autotrazione) anche su scala più vasta.

Il Terminale avrà una capacità di rigassificazione di 800 milioni di Sm<sup>3</sup>/anno di gas naturale; inoltre, il progetto prevede la possibilità di stoccare e distribuire GNL liquido per ulteriori 1.33 MSm<sup>3</sup>/anno.

La capacità di stoccaggio di GNL è pari a 170,000 m<sup>3</sup>; l'approvvigionamento dei quantitativi richiesti sarà garantito attraverso l'arrivo di navi metaniere di capacità massima fino a 125,000 m<sup>3</sup>.

Il progetto prevede la realizzazione degli interventi infrastrutturali e impiantistici necessari a:

- consentire l'attracco delle navi metaniere e il trasferimento del prodotto liquido (GNL) dalle stesse ai serbatoi di stoccaggio attraverso tubazioni criogeniche;
- permettere lo stoccaggio, la rigassificazione e la misura del GNL prima della sua immissione in rete;
- distribuire il GNL attraverso operazioni di bunkering su imbarcazione ("terminal to ship"), camion ("terminal to truck") e rotaia ("terminal to rail").

In particolare il progetto prevede:

- l'esecuzione di dragaggi per l'approfondimento dei fondali lungo il canale di accesso al Porto e nel bacino di evoluzione. L'intervento garantirà una profondità di -13.5 m s.l.m.m., ritenuta adeguata a consentire l'arrivo e le operazioni di manovra, ormeggio e disormeggio delle gasiere di capacità massima fino a 125,000 m<sup>3</sup>;

- la realizzazione di una banchina attrezzata per l'accosto, l'ormeggio e la scarica delle navi metaniere. L'opera sarà realizzata in corrispondenza del tratto di canale di accesso sul margine Sud-Ovest dell'esistente cassa di colmata del porto di Monfalcone;
- la realizzazione di una cassa di colmata, destinata alla ricezione dei sedimenti dragati, e di altre opere marittime a protezione dell'area di ormeggio (rimozione dell'attuale diga di sovrappiù, prolungamento della diga di sottopiù esistente);
- l'installazione, lungo la banchina attrezzata, dei bracci di carico necessari allo scarico del GNL;
- la posa delle condotte criogeniche di collegamento tra la banchina di ormeggio ai serbatoi di stoccaggio (aventi lunghezza di circa 1 km);
- la realizzazione dell'impianto di rigassificazione (serbatoi di stoccaggio, vaporizzatori, etc.), che sarà ubicato in area demaniale marittima allo stato attuale in concessione (scadenza a Dicembre 2015) al Consorzio Sviluppo Industriale di Monfalcone (di seguito CSIM) allo scopo di mantenere un impianto pilota per l'inertizzazione di materiali di dragaggio. Il GNL sarà stoccato in No. 2 serbatoi a contenimento totale di capacità di 85,000 m<sup>3</sup>. Il processo di rigassificazione sarà effettuato attraverso l'impiego di vaporizzatori ad acqua (Open Rack Vaporizers – ORVs); i quantitativi di acqua necessari al processo di rigassificazione (2,500 m<sup>3</sup>/h) saranno forniti dalla cartiera di proprietà Burgo, attraverso la realizzazione di una condotta di approvvigionamento che attraversa in subalveo il Canale Locovaz. In via preliminare, le modifiche di impianto a cura di Burgo S.p.A. consistono nella realizzazione del sistema di rilancio e nella posa delle tubazioni necessarie alla fornitura dell'acqua fino al confine di cartiera;
- posa della condotta di collegamento alla rete di trasporto regionale, avente una lunghezza di circa 6 km. Il tracciato del metanodotto si svilupperà, lungo la quasi totalità, parallelamente alla condotta esistente di Snam Rete Gas che deriva gas naturale, dalle condotte 26" + 10" in corrispondenza del Nodo No. 899, all'area di Monfalcone;
- predisposizione per la distribuzione del GNL attraverso navi mini LNG, camion e ferrocisterna. In particolare il progetto prevede la realizzazione di: condotta criogenica per il trasferimento del GNL dall'impianto in banchina; braccio di carico dedicato la caricazione di gasiere di piccola taglia (capacità inferiore a 10,000 m<sup>3</sup>); predisposizione per la realizzazione di un piazzale attrezzato per il caricamento di autobotti (da ubicarsi in corrispondenza dell'area Sud-Est di impianto) e di un'area per movimentazione e caricamento su ferrocisterna (snodo ferroviario, sistema di trasferimento GNL), che sarà localizzato nell'area Nord e Nord-Ovest del Terminale.

Il GNL sarà approvvigionato attraverso l'arrivo di navi metaniere aventi capacità massima fino a 125.000 m<sup>3</sup>. Al fine di consentire l'arrivo di navi di tale stazza, si procederà alla realizzazione di una banchina di ormeggio (di lunghezza operativa di 435 m) in corrispondenza dell'attuale diga di sovrappiù che delimita l'ingresso del canale di accesso del Porto di Monfalcone, nonché delle strutture di ormeggio atte a garantire lo stazionamento, in condizioni di sicurezza, delle gasiere.

Il presente documento è finalizzato a definire il layout del sistema di ormeggio delle navi gasiere, con particolare riferimento a:

- posizione delle bitte di ormeggio e dei parabordi;
- forze massime trasmesse alla banchina in condizioni meteo estreme.

Lo studio è stato condotto in accordo alle indicazioni riportate nelle linee guida emesse dall'OCIMF\*.

---

\* Vedi lista referenze alla fine del testo.

## **2 DEFINIZIONI E ACRONIMI**

### **2.1 DEFINIZIONI**

Le seguenti definizioni saranno utilizzate:

CLIENTE	Smart Gas S.p.A.
PROGETTO	Progetto per autorizzazioni per lo sviluppo del Terminale GNL nel Porto di Monfalcone

### **2.2 ACRONIMI**

OCIMF	Oil Companies International Marine Forum
GNL	Gas Naturale Liquefatto
LNG	Liquefied Natural Gas
LNGC	LNG Carrier
HMPE	High Modulus Polyethylene
MBL	Minimum Breaking Load (Carico di rottura minimo)
s.l.m.	sul livello del mare
s.l.m.m.	sul livello medio mare
kn	nodi
SMYS	Specified Minimum Yield Strength

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 SOFTWARE

Lo studio è stato condotto utilizzando il software commerciale OPTIMOOR, programma utilizzato a livello mondiale per le analisi di ormeggio di navi (in particolare nelle operazioni in area portuale), soprattutto al fine di effettuare verifiche in accordo ai requisiti indicati dall'OCIMF (Oil Companies International Marine Forum) o soddisfare la legislazione OPA-90 (US Oil Pollution Act). OPTIMOOR è in grado di verificare la risposta di qualsiasi tipologia di sistema di ormeggio, sia offshore sia in aree portuali, tenendo in considerazione le forzanti dovute ad agenti meteo quali vento, onda, corrente, maree, ecc., fornendo risultati chiari anche per schemi di ormeggio molto complessi.

#### 3.2 IPOTESI PRINCIPALI

##### 3.2.1 Condizioni Meteo-marine

Le analisi sono state condotte utilizzando le condizioni meteo prescritte dall'OCIMF, ossia:

**60 kts di vento da ogni direzione associato a:**

**3 kts di corrente da 0° o 180°**

**o**

**2 kts di corrente da 10° o 170°**

**o**

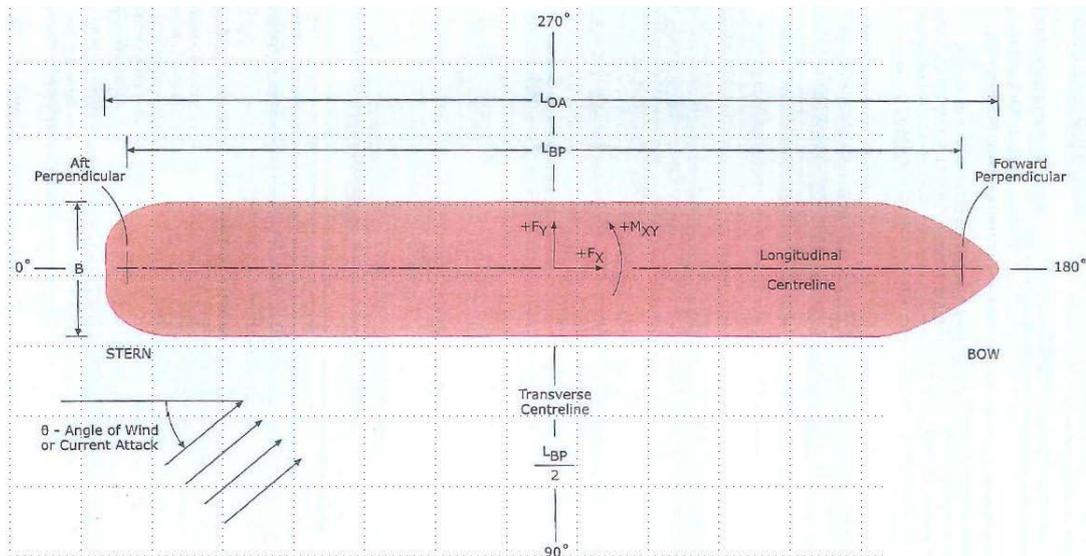
**0.75 kts di corrente da 90°**

Componendo le condizioni sopra indicate, sono stati selezionati gli scenari riportati in Tabella 3.1.

**Tabella 3.1: Condizioni Meteo Considerate**

SCENARIO	VENTO		CORRENTE	
	Intensità	Direzione	Intensità	Direzione
SCENARIO 1	60 kts	0°-360°	3 kts	0°
SCENARIO 2	60 kts	0°-360°	3 kts	180°
SCENARIO 3	60 kts	0°-360°	2kts	10°
SCENARIO 4	60 kts	0°-360°	2kts	170°
SCENARIO 5	60 kts	0°-360°	0.75 kts	90°

Le direzioni sopra indicate sono rispetto al riferimento nave, dove 0° corrisponde ad una provenienza da poppa, mentre 180° corrisponde ad una provenienza da prua (vedi Figura 3.1).



**Figura 3.1: Sistema di Riferimento Nave**

### 3.2.2 Navi Modello

Il GNL sarà approvvigionato attraverso navi gasiere di capacità massima fino a 125,000 m<sup>3</sup>, taglia assunta quale riferimento per il dimensionamento delle sollecitazioni massime che potranno essere indotte al punto di ormeggio. Tuttavia, in considerazione della disponibilità attuale di navi di dimensioni inferiori (sebbene il loro numero sul mercato sia esiguo), si è proceduto al contempo a dimensionare il sistema di ormeggio in modo che anche navi di stazza inferiore possano essere ricevute al terminal in esame.

In dettaglio, il sistema di ormeggio è stato progettato e verificato considerando le seguenti due diverse taglie, di riferimento:

- **LNGC max:** LNG Carrier da 125,000 m<sup>3</sup>;
- **LNGC min:** LNG Carrier da 75,000 m<sup>3</sup>;

Le caratteristiche principali delle navi considerate ai fini dello studio sono riassunte nella tabella seguente:

**Tabella 3.2: Caratteristiche Principali delle Navi Modello**

DIMENSION	SYMBOL	unit	LNGC Max		LNGC Min	
			Ballast	Full Load	Ballast	Full Load
Gas Capacity	\	m <sup>3</sup>	125,000		75,000	
Tank Configuration	\	\	membrane		prismatic	
Length Over All	L <sub>OA</sub>	m	290		230	
Length Between Perpendiculars	L <sub>BP</sub>	m	274		205	
Breadth	B	m	42		34	

DIMENSION	SYMBOL	unit	LNGC Max		LNGC Min	
			Ballast	Full Load	Ballast	Full Load
Depth	D	m	26		21	
Draft	T	m	9.0	11.4	8.0	10.0
Lateral Area above w-line	A <sub>WL</sub>	m <sup>2</sup>	8,100	7,400	3,800	3,300
Frontal Area above w-line	A <sub>WT</sub>	m <sup>2</sup>	1,650	1,550	1,000	900

### 3.2.3 Condizioni di Carico

Essendo il vento l'agente predominante, le analisi sono state condotte considerando le navi in zavorra (ballast), condizione in cui l'area nave esposta al vento è maggiore.

Inoltre, tipicamente, le condizioni meteo limite per lo svolgimento delle operazioni di ormeggio sono più restrittive rispetto a quelle relative alle operazioni di trasferimento gas e disormeggio. Pertanto, la condizione in cui la LNGC è in zavorra potrebbe essere la più critica, considerando che le condizioni meteo potrebbero peggiorare una volta preso l'ormeggio e iniziata la scarica.

### 3.2.4 Equipaggiamenti di Ormeggio

Si è ipotizzato che entrambe le tipologie di nave siano dotate di linee di ormeggio ad alta resistenza (Dynamx HMPE 12) con spezzone in Nylon da 11m (lunghezza minima suggerita da OCIMF) e che i freni dei verricelli abbiano una tenuta pari all'80% del MBL delle linee di ormeggio.

Ciascuna nave è dotata di 18 linee di ormeggio così suddivise:

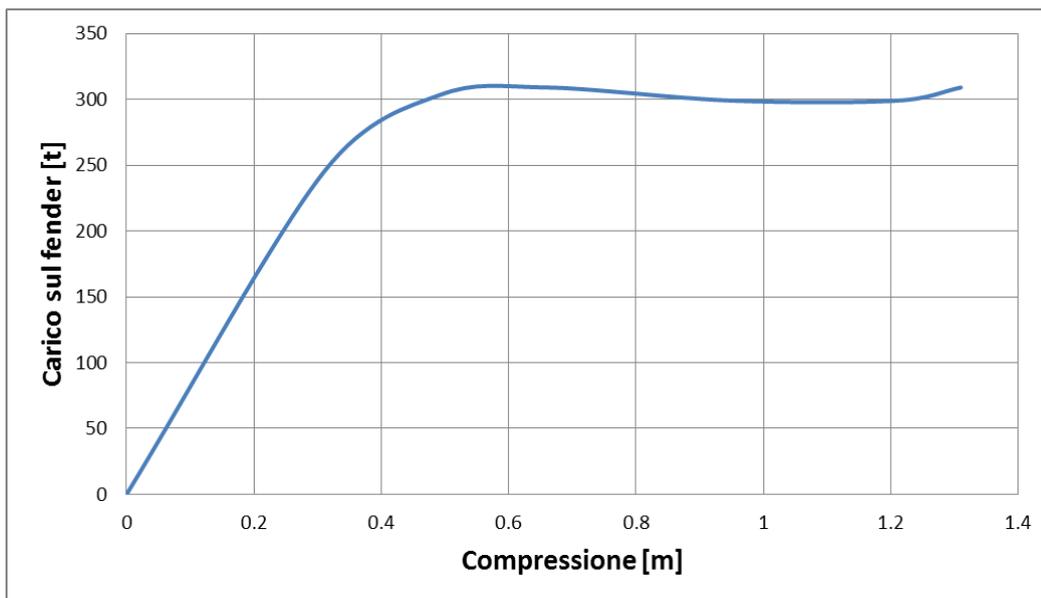
- 2 cavi alla lunga di prua (Linee 1 e 2);
- 5 traversini di prua (Linee 3, 4, 5, 6 e 7);
- 2 spring di prua (Linee 8 e 9);
- 2 spring di poppa (Linee 11 e 12);
- 5 traversini di poppa (Linee 13, 14, 15, 16 e 17);
- 2 cavi alla lunga di poppa (Linee 18 e 19).

Le caratteristiche delle linee considerate per le due navi sono riportate nella tabella seguente.

**Tabella 3.3: Caratteristiche Principali Linee di Ormeggio**

	Nave	LNGC max	LNGC min
<b>LINEA</b>	<b>Materiale</b>	Dynamx HMPE 12	Dynamx HMPE 12
	<b>Diametro [mm]</b>	44	36
	<b>MBL [t]</b>	135	92
<b>TAIL</b>	<b>Materiale</b>	Nylon	Nylon
	<b>Diametro [mm]</b>	110	92
	<b>MBL [t]</b>	169	119

Per quanto riguarda i parabordi, si è ipotizzato che la banchina sia attrezzata con 4 fender tipo Bridgestone SUC2500H-R0 (o equivalenti), aventi caratteristiche meccaniche sintetizzate nella seguente figura.



**Figura 3.2: Curva di Risposta dei Parabordi**

### 3.2.5 Posizione delle Bitte in Banchina

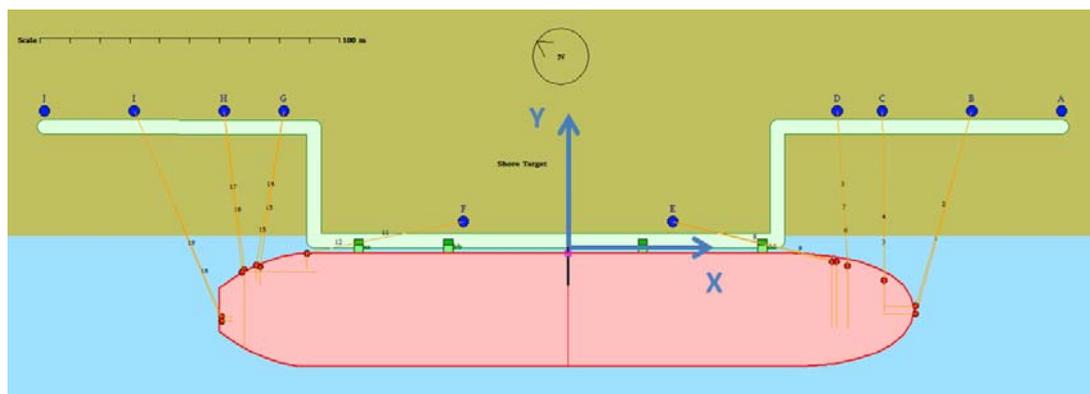
Sulla base delle indicazioni fornite in OCIMF relativamente agli angoli di lavoro ottimali delle linee di ormeggio, sono state definite le posizioni delle bitte in banchina.

Si è quindi ipotizzato di equipaggiare la banchina con bitte posizionate come riportato nella seguente tabella (rispetto al riferimento riportato in Figura 3.3), dove:

- X indica la distanza longitudinale (in m) dall'origine;
- Y indica la distanza trasversale (in m) dall'origine;
- Z indica l'altezza (in m) della bitta (ovvero la quota del punto di ancoraggio rispetto al piano banchina).

**Tabella 3.4: Posizione delle Bitte in Banchina**

BITTA	X	Y	Z
A	165	45	0.7
B	135	45	0.7
C	105	45	0.7
D	90	45	0.7
E	35	10	0.7
F	-35	10	0.7
G	-95	45	0.7
H	-115	45	0.7
I	-145	45	0.7
J	-175	45	0.7

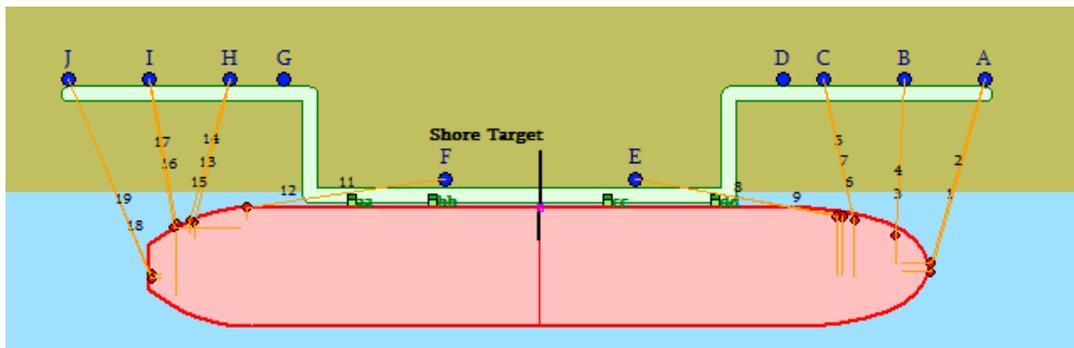


**Figura 3.3: Sistema di Riferimento Banchina**

## 4 RISULTATI

### 4.1 CASO A – LNGC DA 125,000 m<sup>3</sup>

Per la nave LNGC da 125,000 m<sup>3</sup> (di seguito “LNGC max”) si è ipotizzata la configurazione di ormeggio riportata in Figura 4.1.



**Figura 4.1: Configurazione di Ormeggio per la Nave LNGC Max**

Si sono quindi verificati i tiri sulle linee e i carichi sui parabordi negli scenari riportati in Tabella 3.1.

Nel seguito si riportano i risultati ottenuti, sintetizzati sotto forma di diagrammi polari dove, mantenendo costante intensità e direzione della corrente, per ogni direzione di provenienza del vento (0° - 360°) si riportano:

- in rosso l'intensità massima accettabile del vento oltre la quale lo stress sulle linee supera la soglia consentita (55% MBL) OCIMF;
- in beige l'intensità massima accettabile del vento oltre la quale la deformazione dei parabordi supera la soglia consentita (52.5%) OCIMF.

Si osservi che le direzioni riportate nei grafici sono nel riferimento assoluto (ovvero espresse in °N).

Come si evince dai risultati, le condizioni sopra indicate sono sempre rispettate per venti di intensità pari a 60 kn e, pertanto, il sistema di ormeggio proposto risulta essere idoneo allo scopo e conforme a quanto prescritto in OCIMF.

Per quanto riguarda la definizione del carico massimo trasmesso alle bitte, si è selezionato il caso più gravoso che, analizzando i risultati relativi alle linee di ormeggio, risulta essere il seguente:

- Vento 60 kn proveniente dal lato banchina e perpendicolare alla nave (60°N);
- Corrente 3 kn con provenienza da prua.

Per questa condizione la bitta più sollecitata risulta essere la “Q”, dove il carico orizzontale raggiunge le 214t circa. Si raccomanda quindi l'installazione di bitte che siano adeguatamente dimensionate. A tal proposito, le linee guida dell'OCIMF indicano che le bitte e i ganci di ormeggio devono lavorare sempre con carichi inferiori all'85% del carico di snervamento (SMYS). Pertanto, le bitte installate dovranno avere un carico di snervamento pari o superiore a 250t.

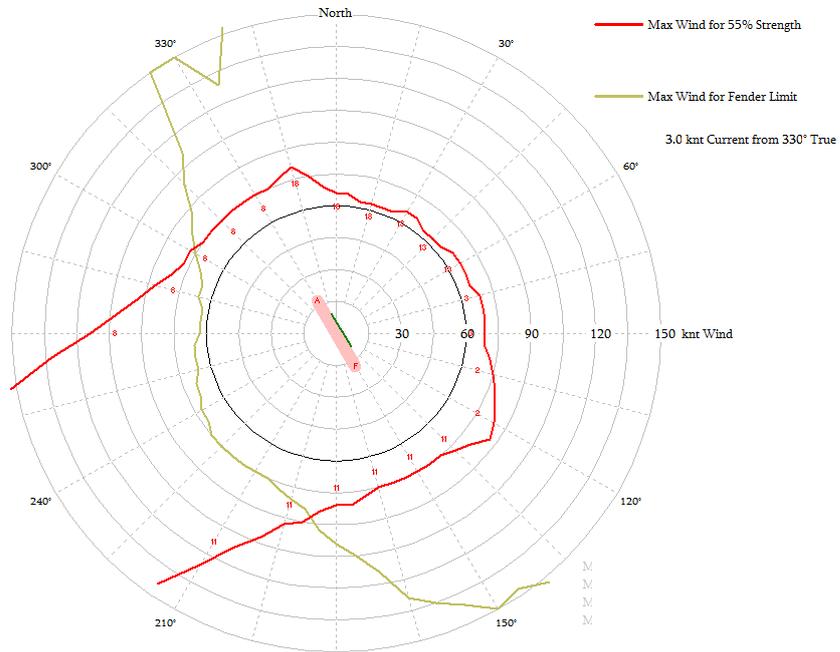


Figura 4.2: Scenario 1 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti

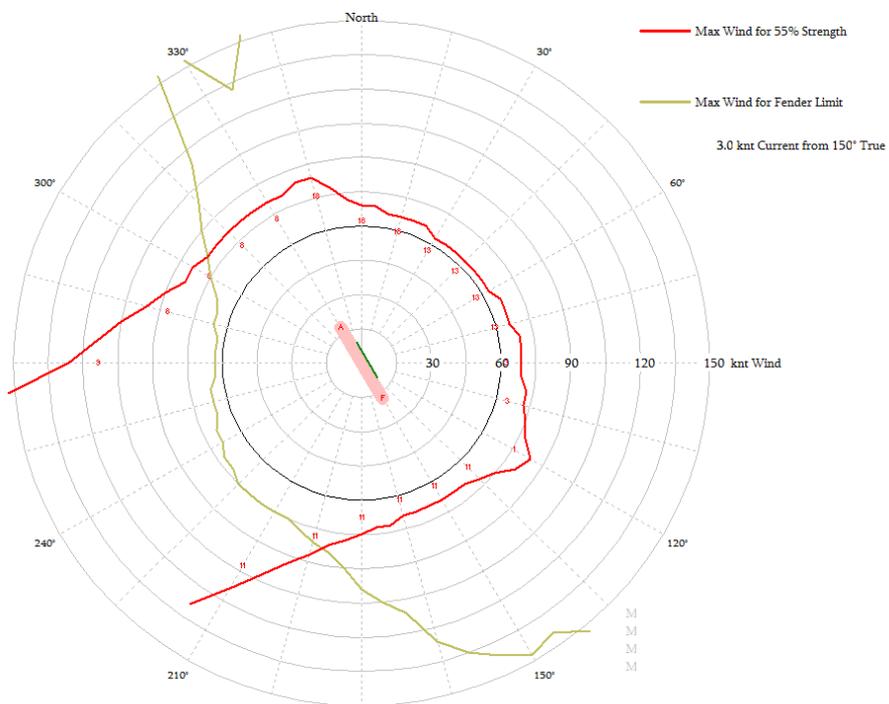
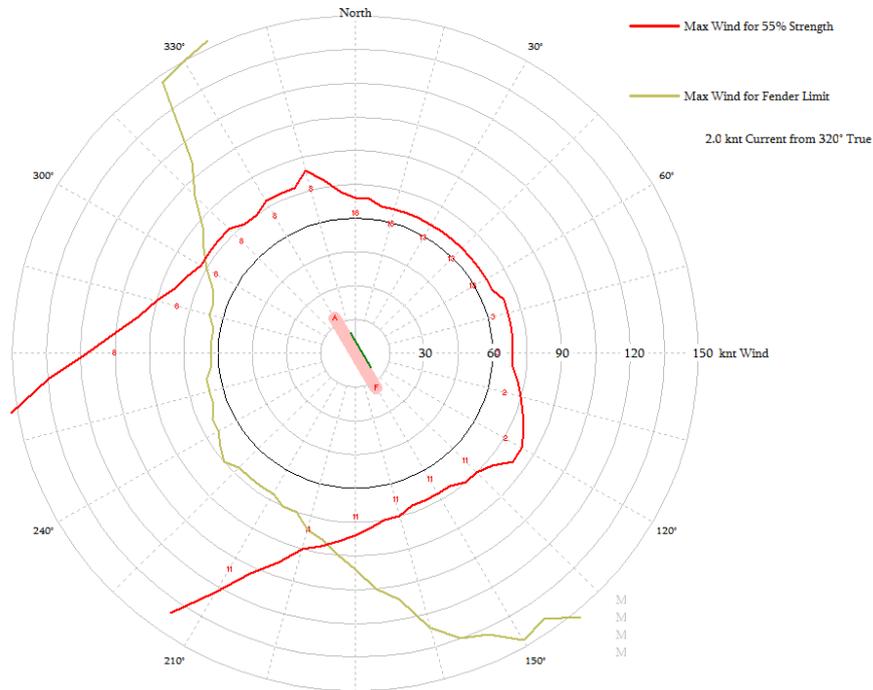
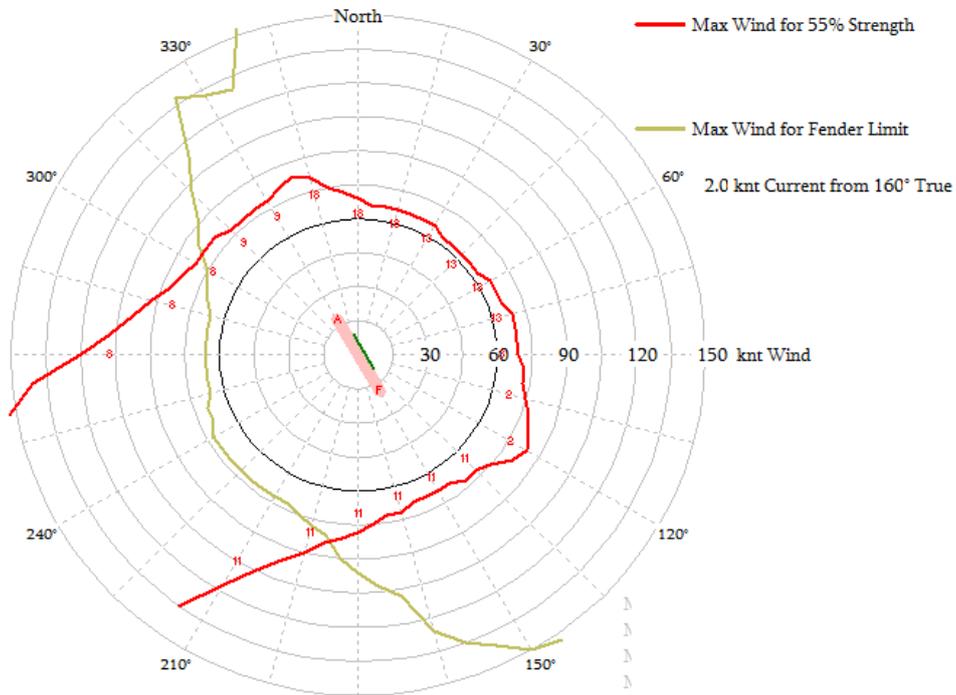


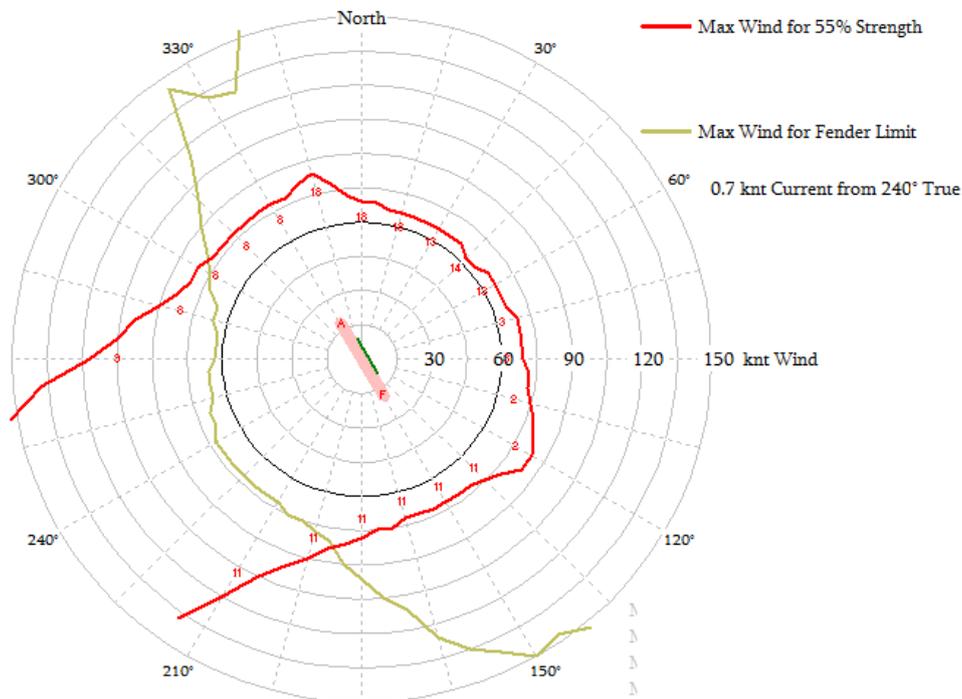
Figura 4.3: Scenario 2 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti



**Figura 4.4: Scenario 3 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti**



**Figura 4.5: Scenario 4 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti**



**Figura 4.6: Scenario 5 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti**

**Tabella 4.1: Carichi sulle Bitte di Ormeggio**

Bollard/Hook	A	C	F	J	P	Q	R	Y
X-Force (t)	-25.3	-7.1	31.0	27.8	-34.4	-58.5	17.8	37.8
Y-Force (t)	84.0	108.9	147.4	6.0	6.0	205.6	109.5	91.7
Total Horiz Force	87.7	109.2	150.6	28.4	34.9	213.7	110.9	99.2
Direction in Plan	-17°	-4°	12°	78°	-80°	-16°	9°	22°
Bollard Uplift	16.5	24.5	35.7	4.7	5.5	27.6	14.1	8.9

#### 4.2 CASO B – LNGC DA 75,000 m<sup>3</sup>

Per la nave da 75,000 m<sup>3</sup> (di seguito “LNGC min”) si è ipotizzata la configurazione di ormeggio riportata in Figura 4.7.

Si sono quindi verificati i tiri sulle linee e i carichi sui parabordi negli scenari riportati in Tabella 3.1.

Analogamente a quanto fatto per la LNGC max, nel seguito si riportano i risultati ottenuti per i vari scenari, sotto forma di diagrammi polari.

Come evidenziato dai risultati ottenuti, la soluzione proposta risulta essere idonea all’ormeggio di navi LNG da 75,000 m<sup>3</sup>.

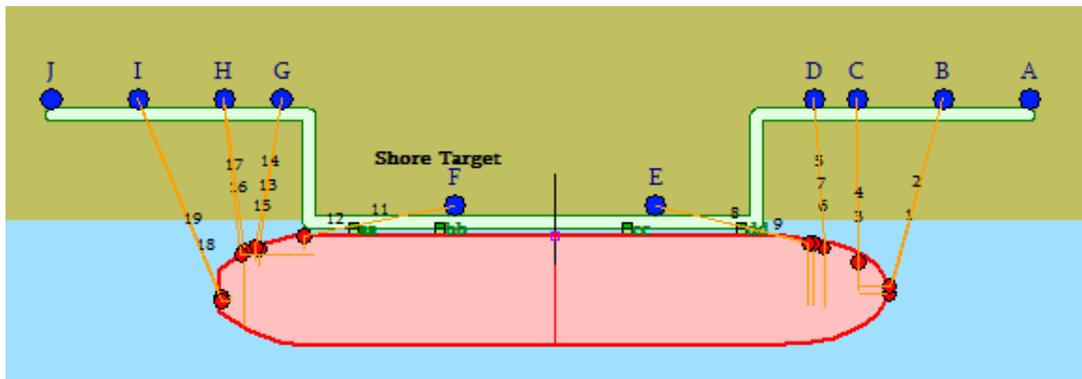


Figura 4.7: Configurazione di Ormeggio per la Nave LNGC min

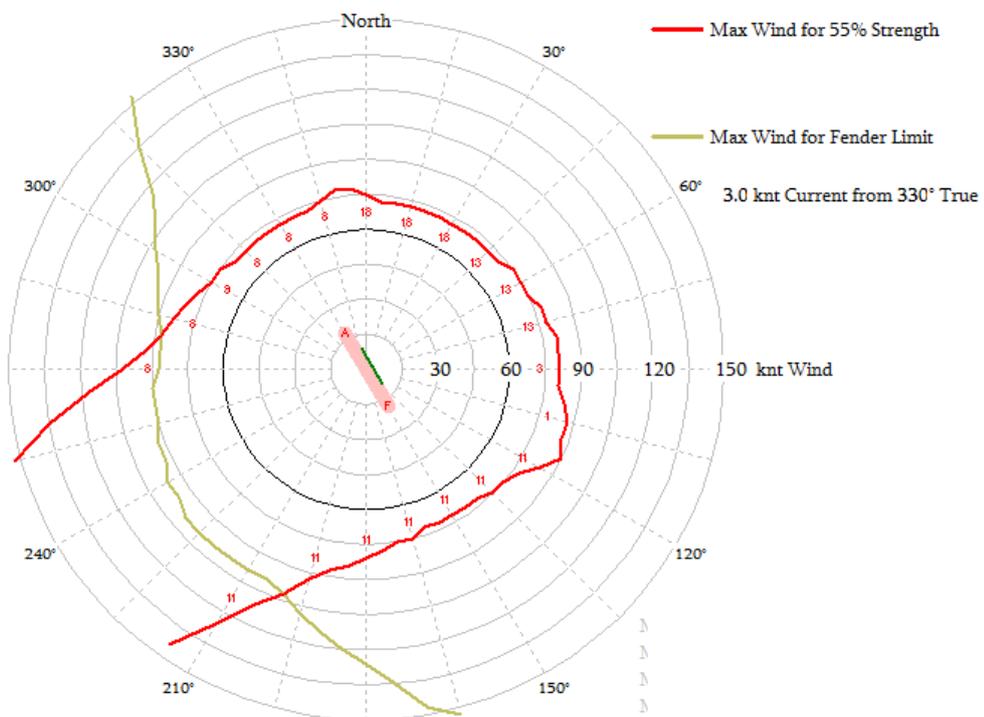
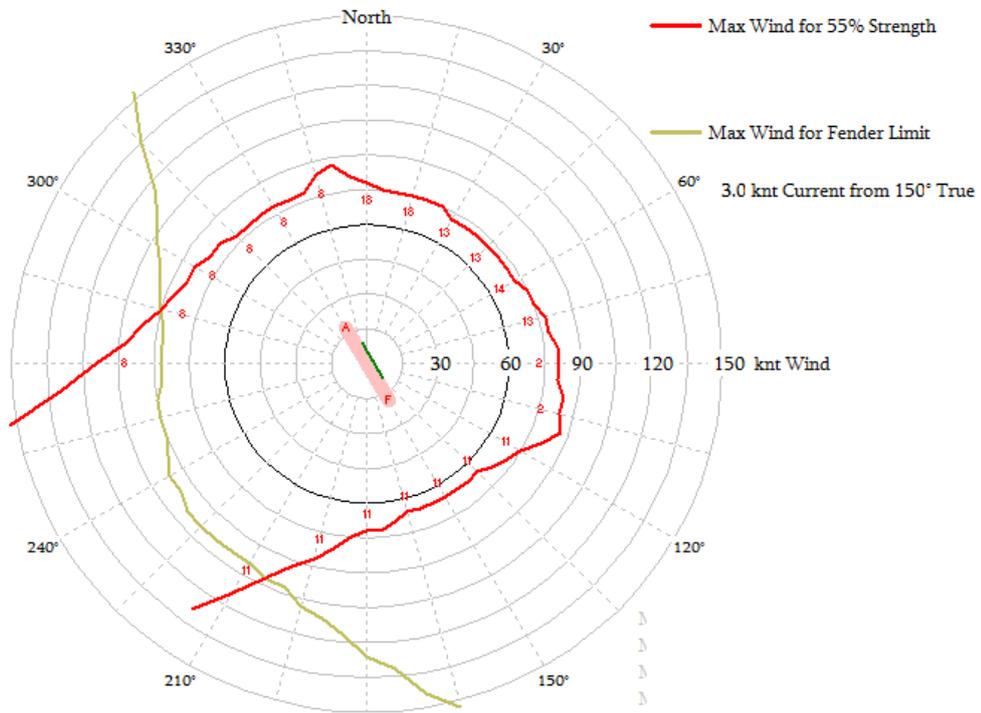
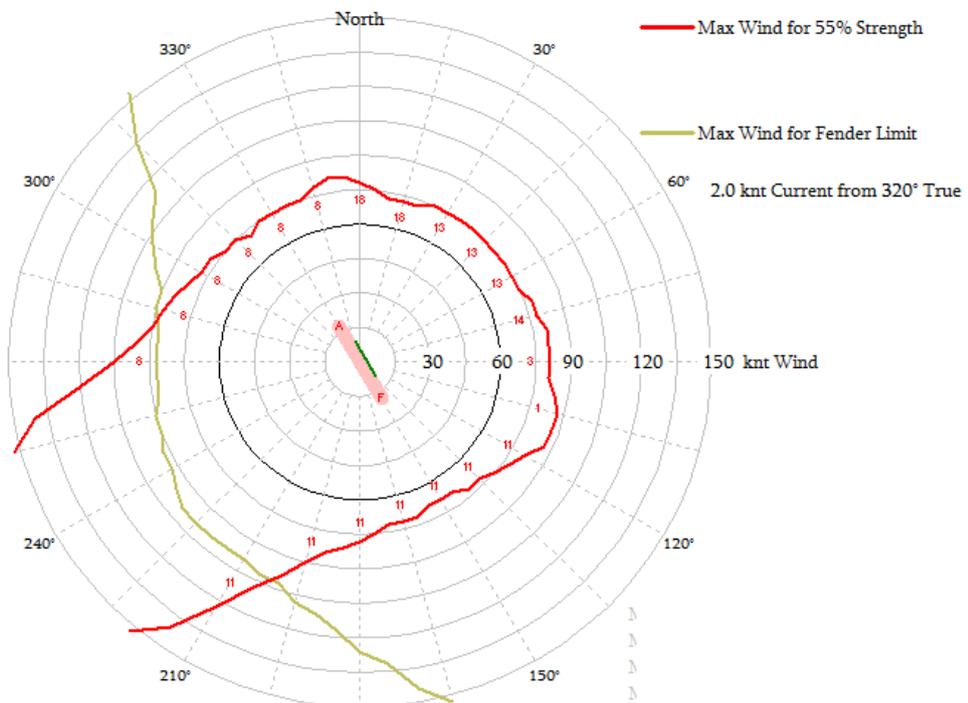


Figura 4.8: Scenario 1 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti



**Figura 4.9: Scenario 2 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti**



**Figura 4.10: Scenario 3 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti**

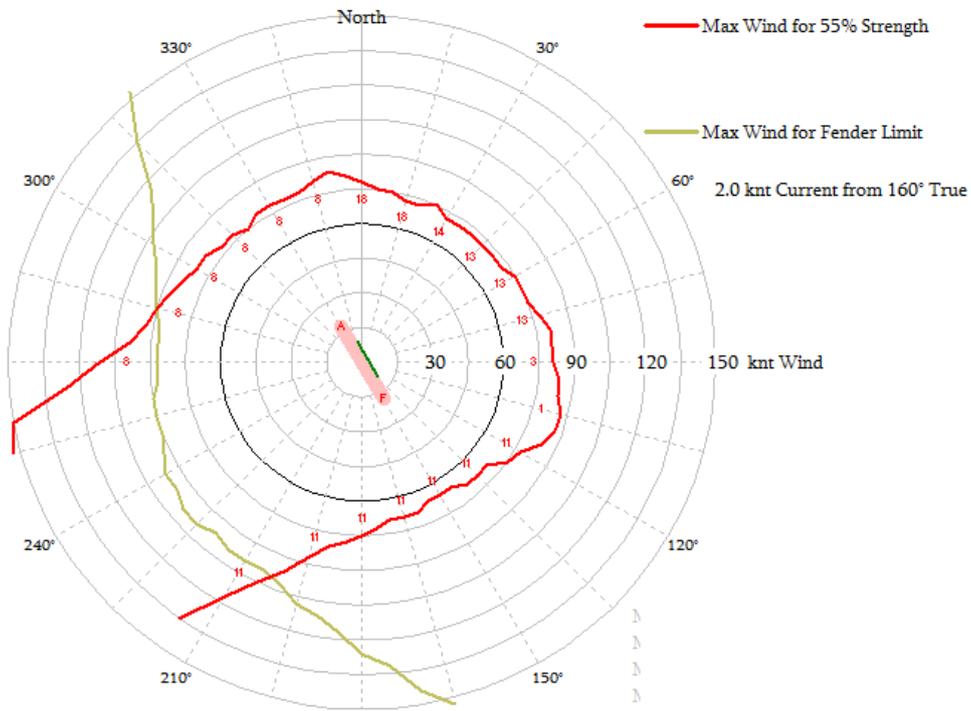


Figura 4.11: Scenario 4 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti

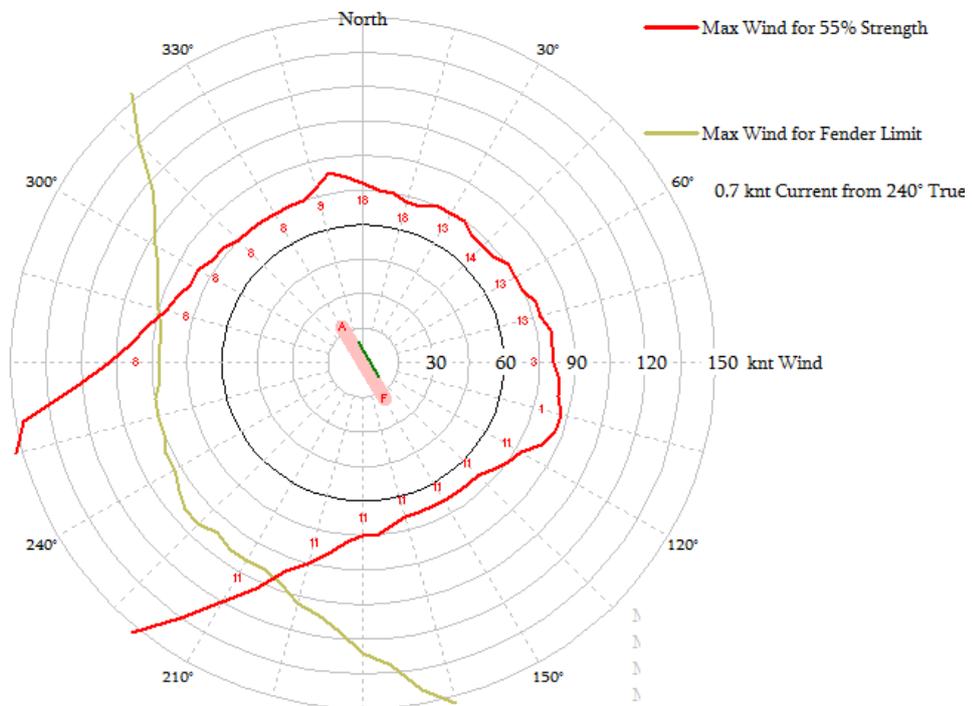


Figura 4.12: Scenario 5 – Rosa dei Venti Massimi Consentiti

## 5 CONCLUSIONI

Lo studio in oggetto ha come obiettivo la definizione e verifica del sistema di ormeggio per il futuro terminale di scarica GNL a Monfalcone.

Il sistema di ormeggio proposto prevede l'installazione in banchina di:

- 10 bitte da con SMYS di 250 t;
- 4 parabordi tipo Bridgestone SUC2500H-R0 (o equivalenti).

Il sistema di ormeggio è stato verificato considerando due diverse taglie di navi, ovvero:

- **LNGC max:** LNG Carrier da 125,000 m<sup>3</sup>, rappresentativa della taglia massima di navi che potranno accedere al terminale;
- **LNGC min:** LNG Carrier da 75,000 m<sup>3</sup>, rappresentativa della taglia inferiore di navi che risultano al momento disponibili sul mercato.

Le analisi, svolte mediante l'utilizzo del software commerciale Optimoor, hanno evidenziato che il sistema di ormeggio proposto risulta essere adeguato all'attracco delle navi in oggetto, garantendo che le forze agenti su bitte, parabordi e linee di ormeggio restano al di sotto dei valori limite nelle condizioni meteo estreme indicate dall'OCIMF.

ANR/SCZ/ALS/ALN/RC:tds

## RIFERIMENTI

OCIMF, 2008, Mooring Equipment Guidelines, 3rd Edition.