



OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. Milano, Italia

**Terminale Galleggiante di
Rigassificazione FSRU
Toscana**

Studio Preliminare Ambientale
Aggiornamenti sulla Tipologia
di Navi Metaniere Compatibili
con il Terminale e sul Sistema
Acqua Mare





OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. Milano, Italia

**Terminale Galleggiante di
Rigassificazione FSRU
Toscana**

**Studio Preliminare Ambientale
Aggiornamenti sulla Tipologia
di Navi Metaniere Compatibili
con il Terminale e sul Sistema
Acqua Mare**

Preparato da	Firma	Data
Alessandra Cargioli		Maggio 2015
Controllato da	Firma	Data
Linda Volpi		Maggio 2015
Approvato da	Firma	Data
Paola Rentocchini		Maggio 2015

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
0	Prima Emissione	AC	LV	PAR	Maggio 2015

INDICE

	<u>Pagina</u>
LISTA DELLE TABELLE	III
LISTA DELLE FIGURE	III
1 INTRODUZIONE	1
2 DESCRIZIONE DEL TERMINALE FSRU TOSCANA	3
2.1 STATO AUTORIZZATIVO	3
2.2 DESCRIZIONE DEL TERMINALE FSRU TOSCANA	5
2.2.1 Sistema di Ricevimento e Stoccaggio del GNL	7
2.2.2 Descrizione del Sistema di Rigassificazione	8
2.2.3 Descrizione delle Fasi Operative del Terminale	11
2.2.4 Descrizione del Sistema di Produzione di Energia	12
2.2.5 Descrizione del Sistema Acqua Mare	13
2.2.6 Mezzi Navali di Supporto al Terminale	14
2.2.7 Processo Generale di Valutazione Compatibilità Nave – Terminale	14
2.2.8 Aree di Interdizione e Monitoraggio	16
3 EVOLUZIONE DEL MERCATO DEL GNL	17
3.1 ANALISI DELL'EVOLUZIONE DEL MERCATO DEL GAS NATURALE	17
3.2 LA SICUREZZA DEGLI APPROVVIGIONAMENTI NEL MERCATO DEL GAS NATURALE	22
4 EVOLUZIONE NELLO SHIPPING DELLE NAVI METANIERE	29
5 DESCRIZIONE DEGLI AGGIORNAMENTI PROPOSTI PER IL TERMINALE DI RIGASSIFICAZIONE "FSRU-TOSCANA"	33
5.1 AGGIORNAMENTO DELLA TIPOLOGIA DELLE NAVI METANIERE	33
5.1.1 Finalità e Obiettivi	33
5.1.2 Caratteristiche delle Navi Metaniere Proposte	34
5.1.3 Compatibilità con il Terminale	38
5.2 VARIAZIONE DEL DELTA TERMICO DELL'ACQUA DI MARE NECESSARIA ALLA RIGASSIFICAZIONE	40
5.3 UTILIZZO DELLO SCARICO SF3 NELLA MODALITÀ OPERATIVA "ZERO SEND OUT"	42
6 CARATTERIZZAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI DI INTERESSE	44
6.1 CARATTERIZZAZIONE METEOMARINA	44
6.1.1 Regime Anemologico	44
6.1.2 Regime Correntometrico	45
6.2 ECOSISTEMA MARINO	48
6.2.1 Caratteristiche Chimico-Fisiche delle Acque Marine	48
6.2.2 Presenza di Mammiferi Marini e Tartarughe Marine	56
6.2.3 Caratterizzazione Biocenotica	60
6.3 ECOSISTEMA ANTROPICO	64
6.3.1 Traffici Marittimi	64
6.3.2 Popolamenti Ittici e Aree di Pesca	67
7 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI POTENZIALI	71
7.1 ATMOSFERA	71

7.1.1	Confronto tra lo Scenario Emissivo Autorizzato e lo Scenario Emissivo Proposto	71
7.1.2	Simulazioni Effettuate	73
7.1.3	Conclusioni	78
7.2	AMBIENTE IDRICO	79
7.2.1	Valutazione dell'Impatto legato alla Variazione del Delta Termico allo Scarico delle Acque necessarie alla Rigassificazione	79
7.2.2	Valutazione dell'Impatto legato all'Utilizzo dello Scarico SF3	90
7.3	ECOSISTEMA MARINO	90
7.4	ECOSISTEMA ANTROPICO	91
7.4.1	Impatto sui Traffici Marittimi	91
7.4.2	Impatto sulla Pesca	91
8	CONCLUSIONI	92

RIFERIMENTI

LISTA DELLE TABELLE

<u>Tabella No.</u>		<u>Pagina</u>
Tabella 2.1:	Caratteristiche Emissive del Terminale	12
Tabella 2.2:	Caratteristiche Punti di Scarico SF15 ed SF3	14
Tabella 3.1:	Bilancio Energetico in Italia, Anno 2013 (AEEGSI, 2014)	17
Tabella 3.2:	Terminali di Liquefazione previsti a livello Mondiale	20
Tabella 3.3:	Terminali di Rigassificazione Presenti a Livello Mondiale	26
Tabella 5.1:	Confronto Caratteristiche Base Navi Metaniere	35
Tabella 5.2:	Confronto Emissioni NOx	38
Tabella 6.1:	Concentrazioni dei Nutrienti Inorganici Disciolti	53
Tabella 6.2:	Concentrazione dei Solidi Sospesi	54
Tabella 6.3:	Clorofilla a Totale (Somma della Clorofilla a, della Divinil Clorofilla a e della Alloclorofilla a, se presenti)	55
Tabella 6.4:	Principali Indicatori di Traffico nel Porto di Livorno (2012-2013)	64
Tabella 6.5:	Principali Indicatori di Traffico nel Porto di Livorno (2009/2013)	65
Tabella 7.1:	Emissioni Annue Autorizzate di NOx (59 accosti)	71
Tabella 7.2:	Emissioni Annue di NOx: Confronto Scenario Emissivo Autorizzato e Scenario Emissivo Proposto	73
Tabella 7.3:	Parametri di Scarico	83
Tabella 7.4:	Riepilogo Scenari Analizzati	83

LISTA DELLE FIGURE

<u>Figura No.</u>		<u>Pagina</u>
Figura 2.1:	Ubicazione del Terminale FSRU Toscana	6
Figura 2.2:	Layout del Terminale FSRU Toscana	7
Figura 2.3:	Schema Semplificato del Sistema di Rigassificazione	9
Figura 2.4:	Vaporizzatore Tri-Ex	10
Figura 3.1:	Consumi di Gas Naturale per Settore dal 1998 al 2013 (GSm ³) (Fonte dei Dati: MiSE; Elaborazione: AEEGSI, 2014)	18
Figura 3.2:	Immissioni in Rete nel 2011 e nel 2012 GM (m ³)	19
Figura 3.3:	Importazioni Nazionali di Gas Naturale (miliardi di m ³)	19
Figura 3.4:	Volumi importati dalla Russia 2013 (Fonte IEA)	23
Figura 3.5:	Importazioni dalla Russia 2013 (Fonte IEA)	24
Figura 3.6:	Approvvigionamento del Gas Naturale in Italia	24
Figura 3.7:	Vendite di GNL sul Mercato SPOT (Fonte: GIIGNL)	25
Figura 4.1:	Ripartizione Percentuale delle Navi Metaniere attualmente in Costruzione	30
Figura 4.2:	Nuovo Sistema di Chiuse del Canale di Panama	31
Figura 4.3:	Rotte attraverso il Canale di Panama	32
Figura 5.1:	Numero di Navi Metaniere (operative e in costruzione)	34
Figura 5.2:	Sistemi Propulsivi per Navi Metaniere "New Panamax"	36

Figura 5.3: Confronto delle Emissioni in Atmosfera dei Diversi Sistemi di Propulsione	37
Figura 5.4: Rappresentazione Schematica del Sistema Propulsivo delle Navi Metaniere del tipo "New Panamax"	37
Figura 5.5: Andamento del Delta Termico dell'Acqua di Mare durante il Collaudo del Terminale	41
Figura 6.1: Circolazione Superficiale in Mediterraneo (Saliot, 2007)	45
Figura 6.2: Circolazione Superficiale in Mediterraneo (Saliot, 2007)	46
Figura 6.3: Circolazione Intermedia in Mediterraneo (Saliot, 2007)	46
Figura 6.4: Disposizione dei Punti di Campionamento	49
Figura 6.5: Profili di Salinità (Sx) e Temperatura (Dx) (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2013)	50
Figura 6.6: Scatterplot Salinità VS Temperatura (Sx) e Profilo Ossigeno Disciolto (Dx) (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2013)	50
Figura 6.7: Profili di Torbidità (Sx) e Clorofilla (Dx) (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2013)	51
Figura 6.8: Profili di pH (Sx) e Potenziale Ossido-Riduzione (Dx) (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2013)	52
Figura 6.9: Profilo del Rapporto fra l'Irradianza Quantica PAR (Photosynthetic Available Radiation) disponibile alle Varie Profondità con quella Contemporanea in Superficie, PAR (0 m) delle Stazioni MG7 e MG10 (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2013)	52
Figura 6.10: Profili delle Concentrazioni dei Solidi Sospesi (TSM in $mg\ l^{-1}$) nelle diverse Stazioni lungo il Profilo Batimetrico (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2013)	54
Figura 6.11: Profili della Concentrazione di Clorofilla a Totale, alle Diverse Stazioni (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2013)	56
Figura 6.12: Distribuzione Geografica degli Avvistamenti per Specie Anno 2013 (ARPAT, 2014)	57
Figura 6.13: Mappa di Distribuzione della Balenottera Comune e della Stenella (ISPRA, 2012)	58
Figura 6.14: Mappa degli Avvistamenti di Stenella nel Santuario Pelagos Anno 2009 (ISPRA, 2012)	59
Figura 6.15: Mappa delle Segnalazioni di Tartarughe Marine lungo le Coste della Toscana nel 2013 (ARPAT, 2014)	60
Figura 6.16: Classificazione dei Piani secondo Pérès & Picard, 1964 (Ardizzone, non datato)	61
Figura 6.17: Principali Biocenosi Bentoniche della GSA 9 – Mar Ligure e Mar Tirreno Settentrionale (MiPaaf, 2011a)	61
Figura 6.18: Fondali con facies a <i>L. phalangiium</i> (MiPaaf, 2011b)	62
Figura 6.19: Indice di Persistenza Temporale delle Nursery di <i>M. merluccius</i> (MiPaaf, 2011b)	63
Figura 6.20: Indice di Persistenza Temporale delle Nursery di <i>P. longirostris</i> (MiPaaf, 2011b)	63
Figura 6.21: Nursery di <i>M. merluccius</i> (ARPAT, 2008)	64
Figura 6.22: Ripartizione del Traffico, Corretta Secondo la Rotta più Breve	66
Figura 6.23: Mappa della Densità del Traffico Navale - Ultimo Semestre 2013 (www.marinetraffic.com)	67
Figura 6.24: GFCM Geographical Sub-Areas (GSAs) (http://www.gfc.org/gfc/topic/16162/en)	68
Figura 6.25: Aree di Pesca della Marineria a Strascico di Fondo di Livorno (in Alto) e di Viareggio (in Basso) (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2012)	69
Figura 6.26: Principali Aree di Pesca al Pesce Spada all'Interno dei Confini del Santuario dei Cetacei (MATTM, 2007)	70
Figura 6.27: Principali Aree di Pesca al Tonno all'Interno dei Confini del Santuario dei Cetacei (MATTM, 2007)	70
Figura 7.1: Rosa dei Venti, Modello Meteorologico WRF-NOAA, Anno 2011	74
Figura 7.2: Temperature Medie Mensili	75

Figura 7.3: Precipitazioni Mensili	75
Figura 7.4: Mappa delle Isoconcentrazioni di NOx, Media Annua	77
Figura 7.5: Mappa delle Isoconcentrazioni di NOx, Massimo Orario (99.8° percentile)	78
Figura 7.6: Griglia di Calcolo Utilizzata nelle Simulazioni	80
Figura 7.7: Condizioni Ambientali Tipiche della Stagione Invernale	81
Figura 7.8: Condizioni Ambientali Tipiche della Stagione Estiva	82
Figura 7.9: Scenario Invernale, Sezione Orizzontale a - 25 m, dT = - 4.6 °C	84
Figura 7.10: Scenario Invernale, Sezione Orizzontale a - 25 m, dT = - 6.0 °C	85
Figura 7.11: Scenario Invernale, Sez. Verticale nel Verso della Corrente, dT=-4.6°C	85
Figura 7.12: Scenario Invernale, Sez. Verticale nel Verso della Corrente, dT=-6.0°C	86
Figura 7.13: Scenario Estivo, Sezione Orizzontale a - 20 m, dT = - 4.6 °C	87
Figura 7.14: Scenario Estivo, Sezione Orizzontale a - 20 m, dT = - 6.0 °C	87
Figura 7.15: Scenario Estivo, Sezione Orizzontale a - 30 m, dT = - 4.6 °C	88
Figura 7.16: Scenario Estivo, Sezione Orizzontale a - 30 m, dT = - 6.0 °C	88
Figura 7.17: Scenario Estivo, Sez. Verticale Verso Corrente, dT=-4.6°C	89
Figura 7.18: Scenario Estivo, Sez. Verticale Verso Corrente, dT=-6.0°C	89

Si noti che nel presente documento i valori numerici sono stati riportati utilizzando la seguente convenzione:

separatore delle migliaia = virgola (,)
separatore decimale = punto (.)

RAPPORTO

TERMINALE GALLEGGIANTE DI RIGASSIFICAZIONE FSRU TOSCANA

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

AGGIORNAMENTI SULLA TIPOLOGIA DI NAVI METANIERE COMPATIBILI CON IL TERMINALE E SUL SISTEMA ACQUA MARE

1 INTRODUZIONE

Il Terminale galleggiante offshore di rigassificazione e stoccaggio di GNL (FSRU - Floating Storage Regassification Unit) della società OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. (di seguito OLT) è uno dei più importanti progetti di interesse nazionale nel settore dell'approvvigionamento di gas, al servizio dello sviluppo e dell'autonomia del sistema energetico italiano, operativo da più di un anno.

Il Terminale, una volta completata la conversione presso i cantieri navali "Dry Docks Word" di Dubai (conversione della nave metaniera "Golar Frost" in un Terminale galleggiante di rigassificazione), è arrivato presso il sito individuato (12 miglia nautiche al largo della costa Toscana) per il suo ancoraggio il 30 Luglio 2013.

A regime il Terminale ha una capacità massima di rigassificazione di 3.75 miliardi di metri cubi annui (che corrispondono circa al 4% dell'intero fabbisogno nazionale), una capacità massima di rigassificazione di 15 milioni di metri cubi al giorno e una capacità di stoccaggio di 137,500 metri cubi di GNL.

Le operazioni di avviamento e collaudo dell'impianto hanno permesso di testare l'impianto in diverse condizioni operative e si sono concluse il 20 Dicembre 2013, giorno in cui il Terminale è entrato in esercizio commerciale.

In relazione alla rapida evoluzione del mercato di GNL a livello globale, che ha visto l'individuazione di rotte di navigazione alternative che permettano di raggiungere in tempi brevi le principali aree di consumo del GNL con la conseguente messa in cantiere di metaniere denominate "New Panamax", in grado di attraversare il Canale di Panama una volta terminati i lavori di espansione (previsti per il 2015) e a seguito degli esiti delle operazioni di collaudo del Terminale e delle condizioni attuali del mercato che inducono il Terminale ad operare prevalentemente come stoccaggio di GNL, OLT ha predisposto una Relazione Tecnica che illustra e motiva le richieste di aggiornamento per il Terminale relativamente a:

- incremento dell'attuale limite di capacità delle navi metaniere che possono accostare al Terminale;
- incremento del delta termico dell'acqua di mare necessaria alla rigassificazione;
- utilizzo dello scarico idrico SF3 in modalità Zero Send Out.

Sulla base dei contenuti della Relazione è stato quindi predisposto il presente documento, il cui scopo è quello di delineare il contesto in cui tali aggiornamenti si configurano e fornire una valutazione delle caratteristiche dei potenziali impatti ad essi associati. Esso risulta strutturato come segue:

- nel Capitolo 2 è riportata la descrizione del Terminale FSRU Toscana, con particolare riferimento allo stato autorizzativo ed alle caratteristiche tecniche ed operative principali;
- nel Capitolo 3 è riportata l'analisi della recente evoluzione del mercato del GNL;
- nel Capitolo 4 è riportata l'analisi dell'evoluzione nello *shipping* delle navi metaniere;
- nel Capitolo 5 è riportata la descrizione degli aggiornamenti proposti e delle loro motivazioni;
- nel Capitolo 6 è riportata la caratterizzazione delle componenti ambientali di interesse, in particolare:
 - caratterizzazione meteo marina (regime anemologico e correntometrico),
 - ecosistema marino (caratteristiche chimico-fisiche delle acque marine, presenza di mammiferi marini e tartarughe marine, caratterizzazione biocenotica),
 - ecosistema antropico (traffici marittimi, popolamenti ittici e aree di pesca);
- nel Capitolo 7 è riportata la valutazione degli impatti potenziali;
- nel Capitolo 8 sono infine riportate le conclusioni.

2 DESCRIZIONE DEL TERMINALE FSRU TOSCANA

Il Terminale FSRU Toscana è uno dei più importanti progetti di interesse nazionale nel settore del gas, al servizio dello sviluppo e dell'autonomia del sistema energetico italiano.

La rigassificazione è infatti un metodo di acquisizione del gas naturale che consente di svincolare l'Italia dall'obbligo di approvvigionamento tramite i gasdotti ovvero da un numero limitato di fornitori. Inoltre il GNL può essere acquistato liberamente e direttamente da tutti i paesi produttori, favorendo la competizione e l'indipendenza con vantaggi sulla contrattazione dei prezzi, quindi sulla competitività del Paese, oltre che rafforzare la sicurezza di approvvigionamento rendendo il sistema più flessibile ed in grado di affrontare in maggiore autonomia stagioni particolarmente fredde o situazioni politiche internazionali che provocano interruzioni della fornitura tramite gasdotto.

2.1 STATO AUTORIZZATIVO

Nel seguito sono elencate le principali autorizzazioni ad oggi ottenute:

- Nulla Osta di Fattibilità, ai sensi della Legge No. 334/99 del 5 Novembre 2003, autorizzazione alla realizzazione dell'impianto per gli aspetti di sicurezza di competenza del Comitato Tecnico Regionale (CTR) della Regione Toscana;
- Valutazione Ambientale Strategica (VAS) positiva da parte della Regione Toscana con Decisione di Giunta Regionale No. 28 del 20 Luglio 2004;
- Decreto Valutazione Impatto Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (di seguito MATTM) No. 1256 del 15 Dicembre 2004, con parere favorevole della Regione Toscana e di concerto con il Ministero per i Beni e le Attività Culturali, sia per il Terminale di rigassificazione che per il relativo gasdotto di collegamento alla Rete Nazionale dei Gasdotti;
- Decreto Interministeriale del 23 Febbraio 2006 di autorizzazione alla costruzione ed esercizio, ai sensi dell'Art. 8 della Legge 340/00, del Terminale di rigassificazione e del metanodotto sottomarino del Ministero delle Attività Produttive con l'Intesa della Regione Toscana e di concerto con il MATTM;
- Decreto Ministeriale del 20 Novembre 2006 di autorizzazione alla costruzione e all'esercizio del metanodotto in terraferma, ai sensi della Legge No. 327/01, del Ministero dello Sviluppo Economico con l'Intesa della Regione Toscana;
- Concessione Demaniale Marittima (Atto No. 469) rilasciata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e firmata il 10 Dicembre 2008 con la Capitaneria di Porto di Livorno, per l'ottenimento dell'area marina occupata dal Terminale e dell'area occupata dalla condotta sottomarina, di collegamento del Terminale fino al punto di arrivo sulla costa, al confine demaniale;
- Autorizzazione alla movimentazione dei fondali marini ai sensi della L.R. No. 19/2003 per la posa della condotta in mare e delle ancore da parte della Provincia di Pisa del 11 Maggio 2009 (Determinazione Dirigenziale No. 2013 emessa dal Servizio Sviluppo Sostenibile ed Energia della Provincia di Pisa);
- Decreto SIN del MATTM - Direzione Generale per la Qualità della Vita con Decreto Direttivo del 5 Agosto 2009 per la posa della condotta in mare in area perimetrata SIN, in prossimità della foce dello Scolmatore dell'Arno;

- Esclusione dall'applicazione della procedura di VIA, ai sensi dell'Art. 20 del D.Lgs. No. 4/2008, rilasciata dal MATTM con emissione del provvedimento Prot. No. DSA-2009-0024270 del 15 Settembre 2009, sulla base del Parere No. 366 del 29 Luglio 2009 espresso dalla Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS, per le modifiche apportate al progetto del gasdotto ai fini dell'ottemperanza alle prescrizioni ricevute con Decreto VIA;
- Variazione della Concessione Demaniale (Atto No. 470) in ragione della modifica del tracciato a mare del gasdotto conseguente all'ottemperanza alle prescrizioni ambientali, ottenuta con Atto No. 469 del 28 Maggio 2010, ai sensi dell'Art. 24 del Regolamento del Codice della Navigazione (Atto Suppletivo), siglato da OLT e dalla Capitaneria di Porto di Livorno;
- Esclusione dall'applicazione della procedura di VIA, ai sensi dell'Art. 20 del D.Lgs. No. 4/2008, rilasciata dal MATTM con emissione del provvedimento Prot. No. DVA-2010-0025280 del 20 Ottobre 2010, sulla base del parere No. 529 del 16 Settembre 2010 espresso dalla Commissione Tecnica di Verifica – VIA VAS, per modifiche al progetto del Terminale di rigassificazione che si sono rese necessarie durante lo sviluppo dell'ingegneria esecutiva, scaturite anche dalla necessità di ottemperare ad alcune prescrizioni dettate in fase di VIA, modificato con Determinazione Prot. No. DVA-2011-0024915 del 4 Ottobre 2011, con riferimento alla Prescrizione No. 4;
- Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico di concerto con il MATTM e d'Intesa con la Regione Toscana di proroga dei tempi di conclusione lavori del Decreto Interministeriale del 23 Febbraio 2006;
- Approvazione del Piano di Monitoraggio Marino da parte del MATTM con Determinazione No. 11592 del 15 Maggio 2012;
- Autorizzazione alla movimentazione dei fondali marini ai sensi della L.R. No. 19/2003 per potenziamento ancoraggio da parte della Provincia di Pisa del 23 Maggio 2012 (Determinazione Dirigenziale No. 2313 emessa dal Servizio Ambiente della Provincia di Pisa, riportata in Appendice A al presente documento);
- Atto Suppletivo No. 472 di modifica della Concessione Demaniale ai sensi dell'Art. 24 del regolamento di esecuzione del Codice della Navigazione del 14 Giugno 2012 con la Capitaneria di Porto di Livorno per permettere l'occupazione del fondale marino da parte delle nuove ancore;
- Esclusione dall'applicazione della procedura di VIA, ai sensi dell'Art. 20 del D.Lgs. No. 4/2008, rilasciata dal MATTM con emissione del provvedimento Prot. No. DVA-2012-0023515 del 1 Ottobre 2012 per l'aggiornamento riguardante la tipologia di navi metaniere compatibili con il terminale ed il relativo numero di accosti;
- Esclusione dall'applicazione della procedura di VIA, ai sensi dell'art. 20 D.Lgs 4/2008 per la modifica del sistema di ancoraggio, rilasciata dal Ministero con Provvedimento prot. 23531 il 2 Ottobre 2012;
- Approvazione del Rapporto di Sicurezza da parte del Comitato Tecnico Regionale (CTR) della Regione Toscana con emissione del Parere Tecnico Conclusivo in data 12 Dicembre 2012;
- Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per l'esercizio del Terminale rilasciata dal MATTM con emissione del Decreto Prot. No. 00093 del 15 Marzo 2013;

- Autorizzazione per la produzione di emissioni dei gas a effetto serra - Direttiva 2003/87/CE “Emission Trading” ai sensi del D.Lgs 216/2006. L’autorizzazione è stata richiesta il 30 Novembre 2012. La procedura è stata finalizzata con l’emissione dell’Autorizzazione No. 08/2013 del 09 Aprile 2013;
- Ordinanza No. 137/2013 della Capitaneria di Porto di Livorno relativa alla sicurezza della navigazione al fine di definire le aree di interdizione alla navigazione;
- Ordinanza No. 6 del 29 Gennaio 2014 della Capitaneria di Porto di Livorno con cui è stato approvato e reso esecutivo il Regolamento delle attività del Terminale;
- Esercizio ai sensi dell’Art. 48 del Regolamento del Codice della Navigazione. In data 20 Dicembre 2013 con nota No. 14156 il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha autorizzato l’Esercizio Provvisorio del Terminale FSRU Toscana in attesa del collaudo finale. In data 28 Novembre 2014 la Commissione Interministeriale ha espresso parere favorevole al rilascio del collaudo finale ai sensi dell’Art. 48 del R.C.N. (autorizzato il 17 Marzo 2015 dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Lettera Prot. No. 2858);
- Dichiarazione di non aggravio di rischio all’utilizzo di navi metaniere con capacità di trasporto di GNL superiore a 138,000 m³ e fino a 155,000 m³. In data 29 Gennaio 2014 il Comitato Tecnico Regionale (CTR) con lettera No. U.0001512 ha preso atto della “Dichiarazione di non aggravio” presentata da OLT ai sensi dell’art. 2 comma 1 del D.M. 9 Agosto 2000, per l’utilizzo della navi metaniere fino a 155,000 m³ mantenendo la capacità massima di rigassificazione autorizzata pari a 3.75 miliardi di m³/anno;
- Verifica di ottemperanza alle prescrizioni del Rapporto di Sicurezza Definitivo - approvato il 21 Dicembre del 2012 con Parere Tecnico Conclusivo Prot. 21396. Il CTR ha emesso parere positivo circa l’avvenuta implementazione di tutte le prescrizioni il 2 Aprile 2014 con Nota Prot. 5601.

OLT ha volturato a SRG (Decreti di Voltura del 19 Novembre 2009 e del 23 Aprile 2010) tutte le autorizzazioni relative alla realizzazione e all’esercizio del gasdotto in mare e a terra.

Inoltre in data 17 Marzo 2015 con lettera Prot. No. 0132 OLT ha inviato al CTR la Dichiarazione di non aggravio di rischio per la modifica riguardante le navi metaniere con capacità di trasporto maggiore di 155,000 m³.

2.2 DESCRIZIONE DEL TERMINALE FSRU TOSCANA

Il Terminale è permanentemente ancorato al fondo marino ad una profondità di circa 120 metri e ad una distanza di circa 12 miglia nautiche al largo della costa Toscana.

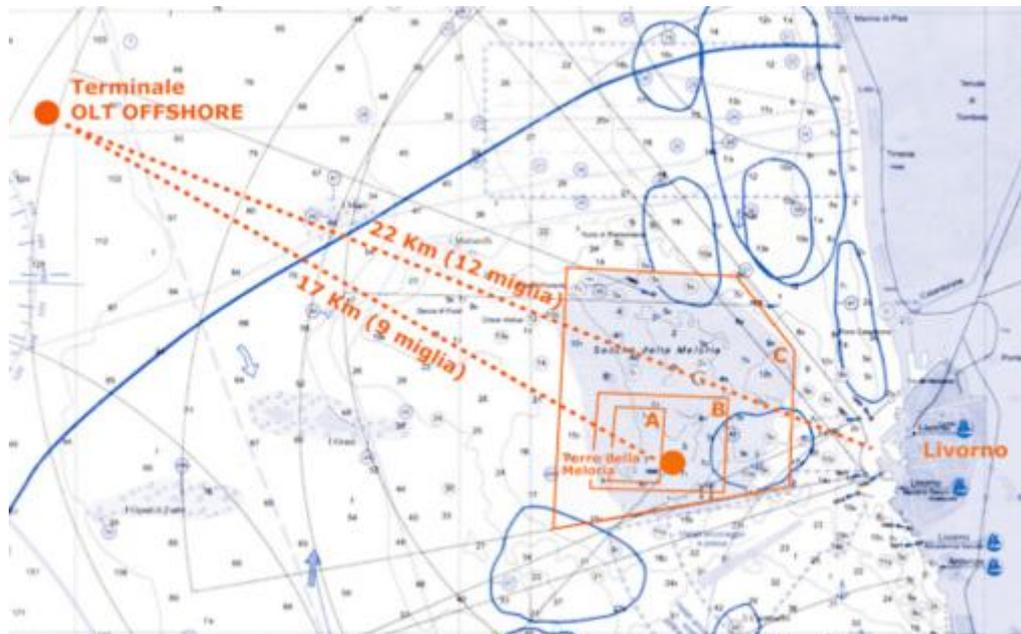


Figura 2.1: Ubicazione del Terminale FSRU Toscana

La capacità nominale di stoccaggio è di circa 137,500 m³ di GNL e la capacità annua di rigassificazione massima autorizzata è pari a 3.75 miliardi di m³ di gas.

Il Terminale è dotato dei seguenti sistemi e componenti principali:

- sistema di ancoraggio a torretta;
- torretta girevole;
- 2 collettori flessibili per gas-riser di collegamento alla condotta sottomarina;
- sistemi, impianti, dotazioni, attrezzature di sicurezza per salvataggio e antincendio;
- sistemi di produzione di energia;
- sistemi di controllo, automazione e comunicazione, stazione meteo;
- sistema di attracco/ormeggio laterale per le navi metaniere;
- serbatoi di stoccaggio di GNL e sistema di carico (bracci di carico, linee e valvole, ecc.);
- cisterne di zavorra segregata;
- sistemi di misurazione ed analisi del GNL;
- sistema di trasferimento del GNL all'impianto di rigassificazione;
- sistema correttore dell'indice di Wobbe del GNL importato (Wobbe Index);
- impianto di processo per la rigassificazione GNL, il trattamento del gas evaporato (BOG) e l'invio del gas naturale al sistema di trasporto;
- elica di manovra poppiera per l'orientamento del terminale(Thruster).

L'ancoraggio è di tipo "single mooring point" a torretta, ovvero il Terminale può ruotare liberamente attorno all'asse della torretta orientandosi in funzione delle condizioni meteorologiche prevalenti. L'ancoraggio è progettato per resistere alle condizioni locali di vento e di onda estreme con ricorrenza di cento anni.

Il Terminale FSRU è dotato di 4 serbatoi di stoccaggio di GNL di tipo Moss, disposti nella parte centrale; l'impianto di rigassificazione è a prua mentre le sistemazioni per gli alloggi dell'equipaggio, per la sala di controllo centralizzata e per i macchinari di servizio sono a poppa.

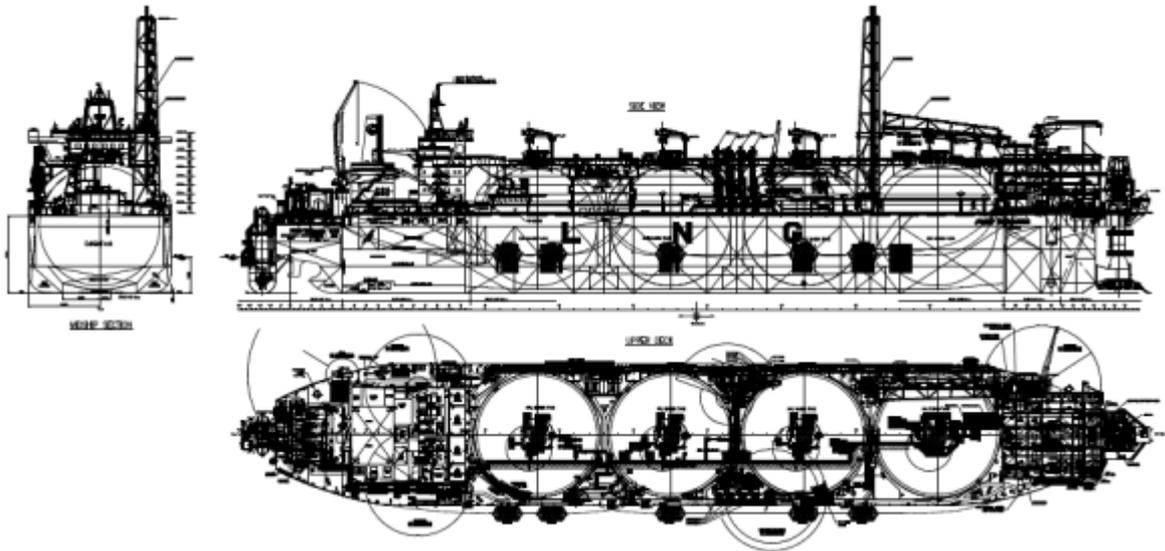


Figura 2.2: Layout del Terminale FSRU Toscana

Il GNL, una volta rigassificato, viene inviato in rete tramite una condotta sottomarina di collegamento e un gasdotto terrestre (per circa 36.5 km complessivi) fino alla stazione di regolazione di Suese, nel Comune di Collesalveti.

Le metaniere in arrivo al Terminale attraccano affiancandosi al lato di dritta per scaricare il GNL direttamente nella FSRU mediante 4 bracci di carico di cui tre dedicati all'operazione di trasferimento del GNL e uno per il ritorno del gas naturale alla nave gasiera.

Poiché il gas naturale (Boil Off Gas) in fase gassosa generato durante l'allibio supera il quantitativo per l'autoconsumo necessario alla produzione di energia elettrica, l'esubero di gas in parte ritorna alla nave gasiera (per l'equilibrio delle pressioni in gioco) e in parte mandato al sistema BOG Compressor, dove viene ricondensato.

2.2.1 Sistema di Ricevimento e Stoccaggio del GNL

Il Terminale tramite il sistema di carico può essere approvvigionato da navi metaniere di capacità di stoccaggio variabile. Allo stato attuale la capacità autorizzata per le navi metaniere è compresa tra 65,000 m³ e 155,000 m³.

Il trasferimento del GNL tra il Terminale e la nave metaniera è possibile grazie ad un sistema composto da:

- No. 2 bracci di carico per il GNL di 16" che comprendono un collettore, un sistema di rilascio in caso di emergenza e un sistema idraulico di connessione/disconnessione rapido;

- No. 1 braccio di carico per il vapore BOG di 16", completato sempre con un collettore, un sistema di rilascio in caso di emergenza e un sistema idraulico di connessione/disconnessione rapido;
- No. 1 braccio ibrido che può essere utilizzato sia per il GNL che per il vapore in caso di indisponibilità di uno dei bracci precedentemente citati;
- sistema dedicato di controllo e monitoraggio.

I bracci di carico usati per il trasferimento del GNL sono costituiti da:

- un riser verticale;
- due sezioni estendibili a compasso, una interna ed una esterna, che è completata con un collettore a flangia, libero di muoversi grazie a connessioni snodabili.

I bracci di carico sono dotati inoltre di un sistema di monitoraggio della posizione (Position Monitoring System - PMS) che permette di monitorare la posizione delle flange di accoppiamento dei bracci di carico con quelle dei collettori (manifold) della nave metaniera, tramite potenziometri.

2.2.2 Descrizione del Sistema di Rigassificazione

Il sistema di rigassificazione installato a bordo del Terminale utilizza l'acqua di mare come fluido per la vaporizzazione del GNL.

L'intero sistema è costituito da:

- Serbatoi di stoccaggio del GNL;
- Pompe interne (In-Tank Pumps);
- Pompaggio del GNL (Pompe di rilancio – Booster);
- Vaporizzatori GNL;
- Impianto dell'azoto per il controllo dell'Indice di Wobbe;
- Sistema di trasporto del gas.

Di seguito si riporta uno schema semplificato del sistema di rigassificazione.

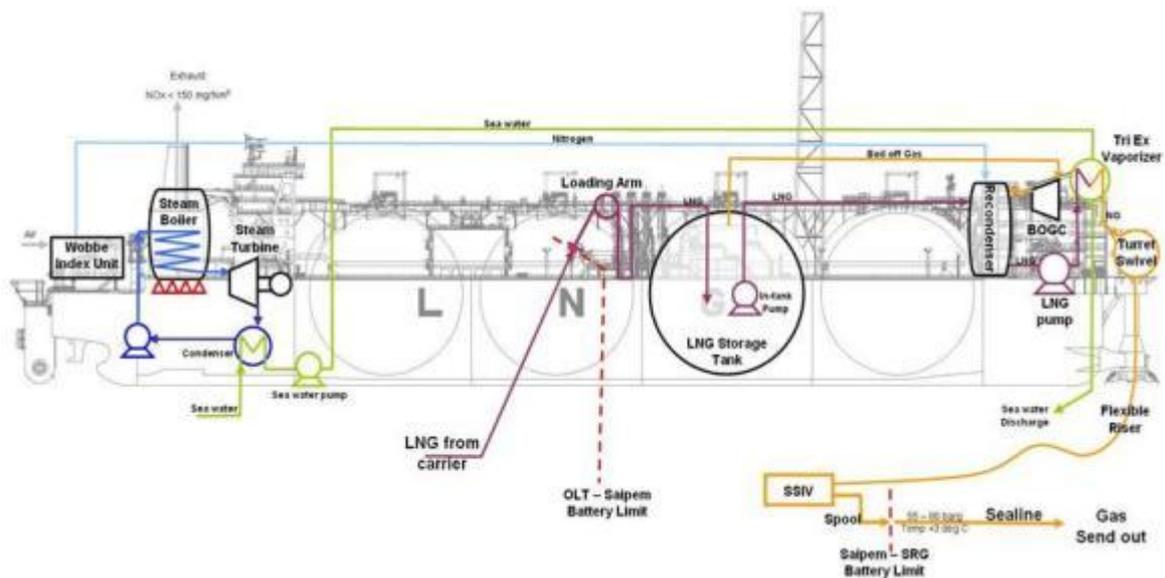


Figura 2.3: Schema Semplificato del Sistema di Rigassificazione

2.2.2.1 Serbatoi di stoccaggio del GNL

Il Terminale possiede No. 4 serbatoi di contenimento di GNL del tipo Moss sferici, ognuno del diametro di 40.5 m per una capacità netta di stoccaggio pari a 135,000 m³ di GNL. I serbatoi sferici di tipo Moss sono resistenti al fenomeno dello “sloshing” del gas liquido causato dal movimento del Terminale galleggiante.

2.2.2.2 Pompe interne (In-Tank Pumps)

Il GNL è inviato dai serbatoi al ricondensatore, tramite l'utilizzo di quattro pompe sommerse di tipo centrifugo in grado di lavorare ad una velocità costante ed il cui raffreddamento e lubrificazione sono ottenuti dal pompaggio del GNL stesso. L'avvio e l'arresto delle pompe sono controllati dall'operatore che assicura che le pompe in azione siano sufficienti a garantire la portata adeguata. Ogni pompa presenta anche una linea di *minimum flow* che assicura un'alimentazione minima alle stesse.

2.2.2.3 Pompaggio del GNL (Pompe di rilancio – Booster)

Tre pompe BOOSTER (pompe di rilancio) aspirano il GNL dal ricondensatore e lo inviano ai vaporizzatori. Le pompe BOOSTER consentono di portare la pressione del gas liquefatto in uscita dal ricondensatore al valore di pressione caratteristico del sistema di vaporizzazione. Le pompe installate sono di tipo verticale sommerse, con il motore direttamente accoppiato alla pompa stessa, in cui il GNL garantisce la lubrificazione e il raffreddamento della pompa e del motore. In condizioni nominali sono sufficienti due pompe in attività ed una di riserva. La portata di GNL è regolata dalle valvole di controllo installate sulla linea che alimenta ogni vaporizzatore. Ogni pompa inoltre è dotata di una linea di recupero verso il ricondensatore, per evitare che la pompa lavori al di sotto delle condizioni operative minime. Le pompe BOOSTER sono dotate di uno sfiato che permette di convogliare i vapori formati verso il ricondensatore ed evitare il loro accumulo alla

mandata della pompa stessa. In caso di necessità, ogni pompa può essere isolata individualmente tramite valvole di blocco installate nella condotta di aspirazione e di scarico.

2.2.2.4 Vaporizzatori GNL

Tre vaporizzatori a fluido intermedio, del tipo Tri-Ex, sono installati per vaporizzare il GNL. Durante il normale esercizio i tre vaporizzatori possono funzionare anche simultaneamente (senza riserva). I vaporizzatori Tri-Ex utilizzano propano come fluido intermedio ed acqua di mare come fluido riscaldante primario.

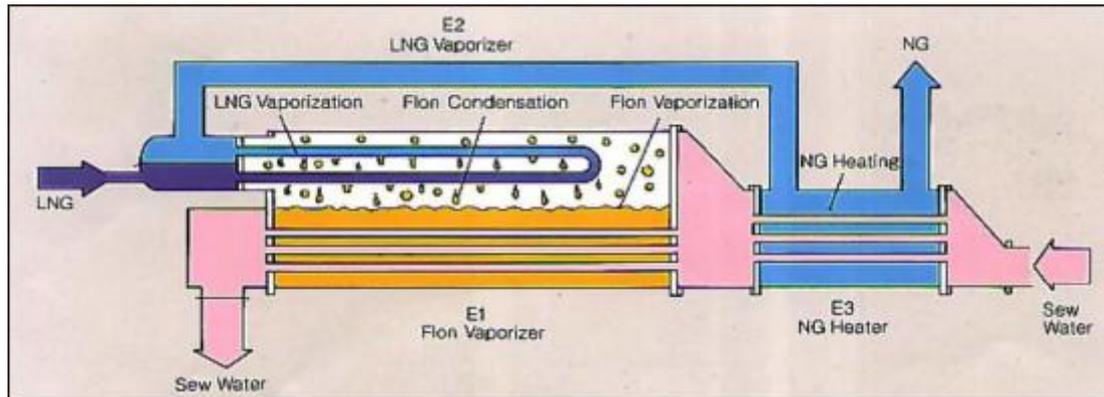


Figura 2.4: Vaporizzatore Tri-Ex

Al fine di migliorare l'efficienza termica globale del Terminale FSRU l'acqua di mare del processo di rigassificazione viene prima impiegata nel condensatore principale del vapore utilizzato per la produzione di energia elettrica e successivamente inviata ai vaporizzatori. Questo permette di innalzare la temperatura dell'acqua di mare all'ingresso del vaporizzatore e quindi diminuire la differenza di temperatura tra la presa di acqua mare e lo scarico dai vaporizzatori.

2.2.2.5 Impianto dell'azoto per il controllo dell'Indice di Wobbe

Nel caso in cui il GNL importato sia caratterizzato da una miscela caratterizzata da un potere calorifico superiore alle specifiche ammesse per l'immissione in rete, all'interno del ricondensatore viene iniettato un certo quantitativo di azoto a seconda delle esigenze. L'analizzatore dell'Indice di Wobbe per il gas in uscita controlla in continuo la qualità del gas da esportare e, se necessario, controlla l'iniezione del giusto flusso di azoto agendo automaticamente sul sistema di controllo della capacità dell'impianto di correzione dell'Indice di Wobbe.

Il sistema azoto comprende inoltre tre serbatoi che hanno il compito di regolare le fluttuazioni di pressione in modo da garantire un flusso di azoto con condizioni di purezza e pressione costante.

2.2.2.6 Sistema di trasporto del gas

La condotta sottomarina realizzata da SRG trasporta il gas dal Terminale alla Rete Nazionale. Il limite di progetto tra OLT e SRG è costituito dalla prima flangia situata a valle della stazione marina di collegamento tra condotta e Terminale, posta sul fondale marino sotto l'FSRU (Entry Point).

2.2.3 Descrizione delle Fasi Operative del Terminale

Di seguito sono descritte le fasi operative del Terminale.

Modalità Send Out – Holding

Tale modalità contempla la normale attività di rigassificazione del Terminale in assenza di scarico di GNL da nave metaniera. La rigassificazione può essere effettuata con uno, due oppure tre vaporizzatori, in funzione della richiesta a terra di gas naturale, nel rispetto della massima capacità annua autorizzata, pari a 3.75 miliardi di Sm³.

Si possono identificare due diverse modalità:

- Normal Send Out, con un flusso di GNL da 100 a 450 t/h.
- Micro Send Out, con un flusso di GNL intorno a 10 t/h.

Le modalità si differenziano in base alla pompa usata per il rilancio del GNL verso i vaporizzatori: le pompe booster (HP) nel caso del Normal Send Out, la pompa small HP nel caso del Micro Send Out.

Nel Normal Send Out il GNL contenuto nei serbatoi viene aspirato dalle pompe in-tank (una o più a seconda della portata richiesta e/o delle esigenze operative di gestione del carico nei serbatoi) e inviato al ricondensatore, dove, se necessario, il GNL viene addizionato di azoto per correggere l'Indice di Wobbe.

Sempre in base alla portata richiesta, possono essere utilizzate una o più pompe HP (portata minima 100 t/h, portata massima intorno alle 250 t/h per pompa) per il rilancio del GNL verso i vaporizzatori (ogni vaporizzatore può ricevere una portata massima di 150 t/h di GNL) dove il GNL viene rigassificato e inviato a stazione di misura fiscale, risers e infine alla tubazione sottomarina.

Nel Micro Send Out il GNL contenuto nei serbatoi viene aspirato da una o due pompe spray e inviato al ricondensatore, dove, se necessario, il GNL viene addizionato di azoto per correggere l'Indice di Wobbe.

La pompa Small HP invia il GNL verso i vaporizzatori (anche a questa bassa portata possono essere in funzione uno, due o tutti e tre i vaporizzatori) dove il GNL viene rigassificato e inviato alla stazione di misura fiscale, risers e infine tubazione sottomarina.

Modalità Zero Send Out

Tale modalità considera i periodi in cui non si svolge l'attività di rigassificazione all'interno del Terminale. Si fa presente che in questo assetto, onde consentire il mantenimento a temperatura criogenica di alcune parti dell'impianto (cisterne, ricondensatore, etc), è comunque necessario che una quantità molto esigua di GNL venga fatta circolare all'interno di questo circuito per una portata complessiva di circa 50 m³/h (0.035 t/h). Si specifica tuttavia che all'interno dei vaporizzatori non vi è passaggio di GNL, e dunque non vi è gas naturale immesso in rete. Tale assetto è propedeutico mediante l'uso della Small HP pump per il raffreddamento dei vaporizzatori dall'eventuale fase di Warm Condition alle successive fasi di Micro Send Out e Send Out in tempi relativamente brevi (4-5 ore). Inoltre, in questa modalità il Terminale può funzionare puramente come stoccaggio del GNL, che resta all'interno dei serbatoi e non viene inviato al modulo di rigassificazione che risulta caldo (Warm condition).

In questa modalità tutto il BOG formatosi nei serbatoi viene inviato al sistema di recupero tramite i compressori LD, e viene bruciato in caldaia per produrre il vapore necessario alla produzione di energia elettrica per l'auto-sostentamento del Terminale.

Modalità Unloading

Tale modalità risulta caratterizzata dalla contemporanea presenza della nave metaniera che rifornisce GNL al Terminale e dalla rigassificazione con invio a terra del gas naturale (modalità di Send out).

2.2.4 Descrizione del Sistema di Produzione di Energia

Il Terminale di rigassificazione risulta in grado di sostenersi energeticamente.

La produzione di energia elettrica è assicurata dai seguenti generatori:

- No. 2 turbogeneratori a vapore della potenza di 10 MW;
- No. 2 turbogeneratori a vapore della potenza di 3,35 MW ciascuno;
- No. 1 generatore diesel da 3,35 MW (in alcune condizioni di non normale operatività);
- No. 1 generatore diesel da 850 kW (per emergenza).

I turbogeneratori sono alimentati con vapore surriscaldato prodotto da due caldaie.

Durante le normali condizioni operative, le caldaie utilizzano come combustibile il Boil-off gas dei serbatoi di stoccaggio del GNL e, nel caso questo fosse insufficiente, la quantità mancante può essere prelevata dal gas prodotto dall'impianto di rigassificazione.

Durante le normali operazioni il Boil-off prodotto nei serbatoi è inviato mediante un compressore (LD compressor) ed ad un riscaldatore (LD Heater) e quindi alle caldaie, mentre il combustibile eventualmente prelevato dall'impianto di rigassificazione (send-out) è inviato direttamente al suddetto riscaldatore.

In alcune condizioni di non normale operatività quali ad esempio malfunzionamenti, emergenze, manutenzione e in caso di assenza di GNL all'interno dei serbatoi del Terminale per mancato arrivo di navi metaniere di approvvigionamento, per mantenere il Terminale in condizioni di sicurezza, l'energia elettrica necessaria è prodotta attraverso l'utilizzo di Marine Gas Oil (MGO) per alimentare le caldaie collegate ai turbo-generatori a vapore, o i generatori diesel, in base al carico elettrico e alla configurazione di generatori richiesti.

Il Terminale presenta due punti di emissione convogliate in atmosfera (E1 e E2) costituite dalle due linee di scarico fumi separate, una per ogni caldaia, convergenti in un unico camino dotato di setto centrale.

Di seguito si riportano le caratteristiche emissive del Terminale.

Tabella 2.1: Caratteristiche Emissive del Terminale

Dato	Unità di misura	Valore
Altezza camino s.l.m.	M	50
Diametro camino	M	1.2
Sezione camino	m ²	1.13
Temperatura dei fumi	K	476
Concentrazione limite di NOx	mg/Nm ³	150

Dato	Unità di misura	Valore
Emissione annuale di NOx (Autorizzazione AIA, Decreto MATTM Prot. No. 00093 del 15 Marzo 2013)	t/anno	79.2

2.2.5 Descrizione del Sistema Acqua Mare

L'acqua mare viene aspirata mediante pompe dedicate attraverso diverse prese ubicate nello scafo del Terminale. In particolare i principali utilizzi del sistema acqua mare sono riconducibili a:

- processo di rigassificazione;
- raffreddamento apparecchiature ausiliarie;
- generatori di acqua dolce (lavanda e potabile);
- impianto zavorra;
- impianto antincendio e servizi generali.

In termini di portata, la funzione principale dell'acqua di mare è quella dell'utilizzo a servizio dei vaporizzatori per la rigassificazione: l'acqua di mare viene approvvigionata mediante pompe centrifughe attraverso il punto di presa denominato PA1, ubicato nella zona poppiera nella parte inferiore dello scafo, che, per aumentare l'efficienza termica globale del Terminale, è preliminarmente utilizzata come fluido di raffreddamento per il condensatore principale: questo permette di elevare la temperatura dell'acqua (di circa 2.8°C) e pertanto diminuire il salto termico dell'acqua di mare dal punto di prelievo al punto di scarico in uscita. Successivamente l'acqua di mare fredda proveniente dai vaporizzatori può subire due destini:

- nel caso in cui i vaporizzatori IFV siano in funzione (cioè vi sia rigassificazione di GNL per il successivo invio in rete, condizioni di Send Out o Micro Send Out), l'acqua di mare aspirata dalla presa, attraversa il condensatore principale dove è riscaldata mediante il vapore di condensazione e viene successivamente pompata all'impianto di rigassificazione. L'acqua di mare (10,800 m³/h), dopo il ciclo di vaporizzazione in uscita dall'IFV viene raccolta in un collettore comune e scaricata in mare a prua del Terminale FSRU, tramite lo scarico denominato SF15;
- nel caso in cui i vaporizzatori non siano in funzione (Zero Send-Out), l'acqua di mare a valle del condensatore può essere scaricata in mare o tramite lo scarico sopra descritto SF15 (portata pari a 10,800 m³/h), o tramite lo scarico denominato SF3 (portata 9,000 m³/h). In questa ultima configurazione non vengono utilizzate le pompe acqua mare principali ma una pompa, di portata minore, denominata Main Circulating Pump.

Le caratteristiche degli scarichi SF15 ed SF3, così come autorizzate dal Decreto di Esclusione dalla VIA No. DVA-2010-0025280 del 20 Ottobre 2010 e dal Decreto AIA Prot. No. 93 del 15 Marzo 2013, sono riportate nella tabella seguente:

Tabella 2.2: Caratteristiche Punti di Scarico SF15 ed SF3

Denominazione	Origine	Modalità di Scarico	Portata	Delta T processo
SF15	Vaporizzatori	Continuo	10,800 m ³ /h	- 4.6 °C
SF3	Da condensatore principale con esclusione di tutti i vaporizzatori	Discontinuo ⁽¹⁾	9,000 m ³ /h	+ 2.8°C ⁽²⁾

Note:

- (1) in media 15 gg/anno durante la manutenzione
- (2) il Delta T rilevato dai misuratori di temperatura allo scarico SF3 è mediamente inferiore a +2.8°C, con possibili picchi di 5-6°C. La variazione della temperatura out-in dal condensatore è dipendente dall'operatività del Terminale e conseguentemente delle caldaie al quale il condensatore è asservito, oltre che dalla temperatura in ingresso dell'acqua di mare (variabile in funzione della stagione).

2.2.6 Mezzi Navali di Supporto al Terminale

A supporto del Terminale sono presenti nell'area i seguenti mezzi navali ausiliari:

- Rimorchiatori: tutte le operazioni di avvicinamento, approdo e disormeggio delle navi metaniere che consegnano il GNL al Terminale avvengono in conformità alle prescrizioni dell'Ordinanza No. 6 del 29 Gennaio 2014 della Capitaneria di Porto di Livorno. Essa prevede la presenza di tre rimorchiatori, di cui due sempre presenti durante tutte le fasi, mentre un terzo presente esclusivamente per la manovra di ormeggio;
- Nave guardiana: oltre ai rimorchiatori, per ragioni di sicurezza ed in ottemperanza alle disposizioni delle Autorità competenti, nell'area circostante il Terminale è presente (24 ore al giorno, 365 giorni all'anno) un'imbarcazione di sorveglianza "Guardian Vessel", che pattuglia costantemente la zona di esclusione monitoraggio/interdizione alla navigazione per evitare che altre imbarcazioni non coinvolte nelle operazioni del Terminale si avvicinino a quest'ultimo.

2.2.7 Processo Generale di Valutazione Compatibilità Nave – Terminale

Le linee guida dettate da organizzazioni industriali internazionali riconosciute quali OCIMF, ISGOTT, ICS, GIIGNL, vengono utilizzate dalle navi metaniere e dai terminali sia per predisporre quanto attiene alle procedure operative, che per le procedure di verifica degli standard delle attrezzature utilizzate durante le fasi in cui le navi ed i terminali si interfacciano per lo svolgimento delle operazioni commerciali.

Ogni singola nave metaniera destinata ad operare presso il Terminale, a prescindere dalla capacità, viene quindi sottoposta ad un processo di "valutazione della compatibilità ad operare presso il Terminale" (ISGOTT-Ship/Shore Compatibility Questionnaire).

Detto processo ha il duplice scopo di verificare che tutti i parametri di sicurezza e tecnici permettano di ricevere la nave presso il Terminale e di svolgere tutte le operazioni in massima sicurezza ed efficienza, nel rispetto delle normative vigenti.

La valutazione di compatibilità prevede il coinvolgimento da una parte del rappresentante della nave metaniera (Armatore, e/o Operatore, e/o Noleggiatore), e dall'altro il Responsabile Operativo del Terminale.

2.2.7.1 Scambio di Dati ed Informazioni Tecniche tra Nave Metaniera e Terminale

In fase preliminare è previsto che vengano scambiate tra la nave metaniera ed il Terminale le principali informazioni tecniche relative alla metaniera stessa e al Terminale.

Tali informazioni consistono in:

- dimensioni;
- stazza lorda e netta;
- dislocamento;
- pescaggi a pieno carico ed in zavorra e nelle fasi intermedie del processo di scarico;
- posizione e numero dei parabordi;
- posizione, numero, dimensioni, materiali e massimo carico di lavoro dei cavi di ormeggio e dei ganci di ormeggio;
- caratteristiche dei manifold e rispondenza degli stessi agli standard internazionali;
- caratteristiche dei bracci di carico;
- parametri operativi nelle diverse fasi delle operazioni di scarico.

2.2.7.2 Verifica Preventiva del Piano di Ormeggio

Una volta ottenute tutte le informazioni necessarie, viene effettuata una verifica preventiva del piano di ormeggio della nave presso il Terminale sia dal punto di vista marinairesco (numero di cavi di ormeggio, corrispondenza dei ganci di ormeggio ubicati sul Terminale, passacavi, ecc), che dal punto di vista dimensionale attraverso l'utilizzo di un apposito software certificato "OPTIMOOR" che per ogni singolo cavo di ormeggio verifica i massimi sforzi cui potrà essere soggetto nelle possibili diverse condizioni meteorologiche previste nell'operatività del Terminale.

2.2.7.3 Verifica Collegamento Bracci di Carico

Ulteriore verifica necessaria è quella relativa al collegamento dei bracci di carico del Terminale con i manifold della nave metaniera. Tale verifica deve garantire l'operatività e la sicurezza del collegamento nelle diverse condizioni operative durante il processo di trasferimento del carico.

2.2.7.4 Verifica delle Caratteristiche Operative

Ultima verifica è quella relativa alle caratteristiche operative della nave metaniera e del Terminale (pressioni dei vapori, portata delle pompe di trasferimento del carico e dei compressori per il trasferimento dei vapori, soglie di allarme, ecc) che devono essere effettuate in maniera da garantire il trasferimento del carico in piena ottemperanza alle linee guida internazionali ed alle normative nazionali e locali vigenti in materia (es. Ordinanza).

2.2.7.5 Conclusione del Processo Generale di Valutazione di Compatibilità tra Nave Metaniera e Terminale

Completate positivamente le operazioni e verifiche descritte in precedenza si conclude il processo di "Valutazione della compatibilità ad operare presso il Terminale" con l'emissione da parte del Terminale di una Dichiarazione Preliminare di "nave compatibile". Tale dichiarazione preliminare è soggetta ad un'ispezione di verifica, da eseguirsi prima di effettuare l'ormeggio, da parte di un certificato rappresentante del Terminale (BML o

Berthing Master Logistic), che emette un documento finale (Final Acceptance Visit checklist) dell'accettabilità della nave metaniera al Terminale.

Detta ispezione finale è volta a verificare la rispondenza delle dichiarazioni fornite alla reale situazione a bordo della nave metaniera e può prevedere alcune prove e verifiche degli impianti di sicurezza principali; un'apposita lista di controllo viene redatta in contraddittorio tra l'Ispettore (BML) ed il Comandante della nave.

Prima di iniziare la manovra di avvicinamento della nave metaniera al Terminale, con l'ausilio dei rimorchiatori specificamente richiesti al Terminale, il Pilota, incaricato dall'Autorità Marittima per la manovra, esegue in contraddittorio con il Comandante della nave, le verifiche di sicurezza previste dai regolamenti (lista di controllo del Pilota).

Con la nave metaniera ormeggiata presso il Terminale, viene congiuntamente eseguita la "Ship/Terminal Safety Check List" che certifica l'esistenza e la conformità di tutti i parametri, degli equipaggiamenti e delle procedure operative e di sicurezza necessarie ed indispensabili per iniziare le operazioni di trasferimento del carico fra la nave metaniera ed il Terminale.

Detta lista di controllo viene eseguita in contraddittorio fra il Terminale e la nave metaniera. Usualmente contiene degli allegati specifici per: limiti meteorologici operativi e relativi comportamenti, piano di trasferimento del carico di GNL, piano di zavorramento, situazioni di emergenza, mezzi di comunicazione. Contiene inoltre una sezione dedicata ai controlli ripetitivi durante lo svolgimento delle operazioni.

2.2.8 Aree di Interdizione e Monitoraggio

Si evidenzia che il Terminale, così come stabilito nell'Ordinanza No. 137/2013, è circondato da:

- un'area di interdizione alla navigazione, con raggio pari a 2 miglia nautiche, dove è vietata la navigazione, la sosta, l'ancoraggio, la pesca nonché qualunque altra attività di superficie o subacquea;
- un'area di limitazione, a traffico disciplinato, contigua alla precedente e compresa tra 2 e 4 miglia nautiche, nella quale è vietato qualunque tipo di attività fatto salvo il passaggio in transito ad una velocità che non sia superiore ai 10 nodi;
- un'area di preavviso, contigua alla precedente e compresa tra 4 e 8 miglia nautiche, nella quale è consentita la sosta solo per comprovate necessità e/o emergenze comunicando immediatamente alla Sala Operativa della Capitaneria di Porto di Livorno le motivazioni che hanno determinato tale condotta.

3 EVOLUZIONE DEL MERCATO DEL GNL

Nel presente capitolo è riportata l'analisi dell'evoluzione del mercato dell'energia a livello nazionale, con particolare riferimento al gas naturale (Paragrafo 3.1), e della sicurezza degli approvvigionamenti nel mercato del gas naturale (Paragrafo 3.2).

3.1 ANALISI DELL'EVOLUZIONE DEL MERCATO DEL GAS NATURALE

Nel presente paragrafo è presentata l'analisi relativa alla situazione della domanda e dell'offerta di energia in Italia per l'anno 2012 e 2013, tratta dalla Relazione Annuale 2014 dell'Autorità per l'Energia Elettrica il Gas ed il Sistema Idrico (AEEGSI, 2014).

Dopo il forte calo del Prodotto Interno Lordo (PIL) nazionale nel 2012 (2.4%), nel 2013 la discesa è stata del 1.9% e questo è corrisposto ad un calo nel consumo energetico di energia primaria del 3.0% e del 3.9% negli usi energetici finali.

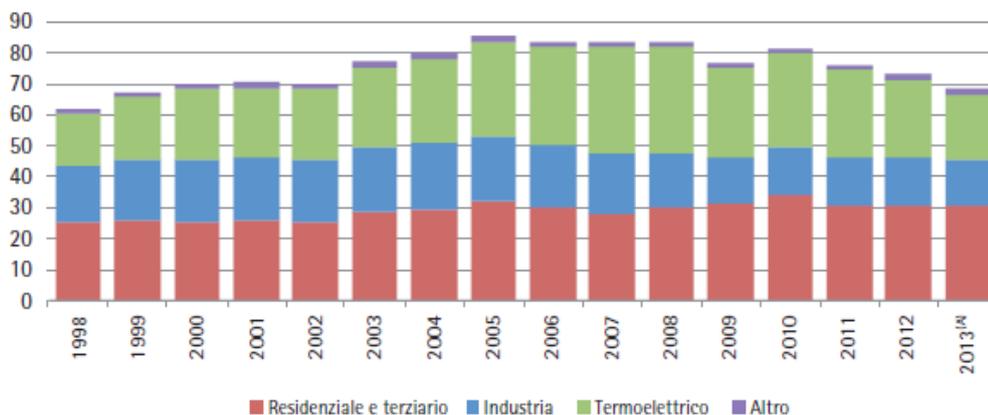
Il calo è distribuito su quasi tutti i settori e tutte le fonti primarie e secondarie, seppur in diverse percentuali, con unica eccezione delle fonti rinnovabili, le quali hanno registrato un incremento del 15.8%.

Il quadro energetico nel suo complesso per l'anno 2013 è evidenziato nella successiva tabella (AEEGSI, 2014).

Tabella 3.1: Bilancio Energetico in Italia, Anno 2013 (AEEGSI, 2014)

Item	Combustibili Solidi [Mtep]	Gas Naturale [Mtep]	Petrolio [Mtep]	Rinnovabili [Mtep]	Energia Elettrica [Mtep]	Totale [Mtep]
Produzione	0.57	6.33	5.50	28.54	0.00	40.95
Importazione	13.75	50.75	78.25	2.29	9.75	154.80
Esportazione	0.19	0.19	24.91	0.05	0.48	25.81
Variazione Scorte	-0.49	-0.49	-0.13	0.00	0.00	-1.10
Disponibilità per il Consumo Interno	14.62	57.38	58.97	30.78	9.27	171.04
Consumi e Perdite del Settore Energetico	-0.15	-1.53	-4.02	-0.01	-41.58	-47.30
Trasformazione in Energia Elettrica	-11.29	-17.67	-3.02	-24.47	56.44	0.00
Impieghi Finali	3.18	38.18	51.93	6.31	24.14	123.74
- <i>Industria</i>	3.09	11.95	3.85	0.03	9.34	28.26
- <i>Trasporti</i>	0.00	0.80	35.18	1.31	0.91	38.21
- <i>Usi Civili</i>	0.00	24.86	3.35	4.97	13.38	46.56
- <i>Agricoltura</i>	0.00	0.12	2.11	0.00	0.50	2.74
- <i>Sintesi Chimica</i>	0.09	0.45	5.00	0.00	0.00	5.53
- <i>Bunkeraggi</i>	0.00	0.00	2.44	0.00	0.00	2.44

Per quanto concerne il gas naturale, i consumi per settore dal 1998 al 2013 sono riportati nella seguente Figura.



(A) Dati provvisori.

Figura 3.1: Consumi di Gas Naturale per Settore dal 1998 al 2013 (GSm³)
(Fonte dei Dati: MiSE; Elaborazione: AEEGSI, 2014)

La riduzione dei consumi e delle produzioni hanno messo in difficoltà, per tutto il 2013, tutti i settori energetici, compreso quello del gas.

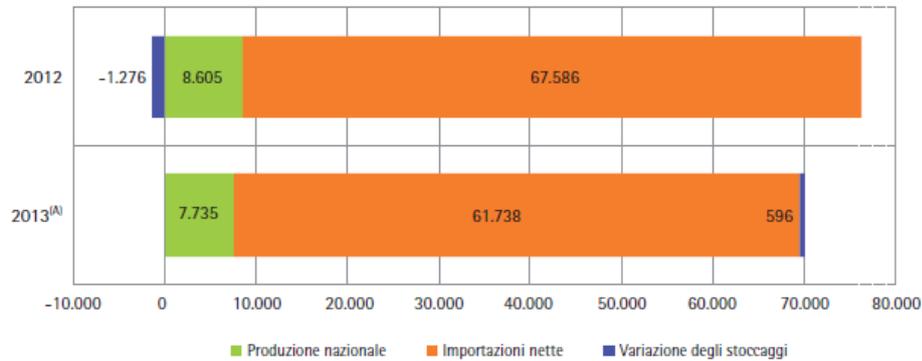
Dal punto di massimo toccato nel 2005, la domanda finale complessiva nel 2013 è diminuita del 20%, ma la riduzione è stata quasi integralmente a carico degli usi produttivi: infatti, mentre i consumi del settore civile hanno tenuto, gli usi dell'industria e quelli della generazione elettrica si sono ridotti di circa un terzo rispetto ai livelli di quell'anno. Se invece si prende a riferimento il 2000, anno della liberalizzazione del mercato del gas, si osserva come i livelli di consumo siano rimasti complessivamente invariati (-2%), ma la composizione settoriale mostra che la stabilità è stata garantita dalla sostituzione dei consumi civili (cresciuti di oltre un quinto) a quelli industriali (crollati di quasi un terzo) e, in misura minore, a quelli del termoelettrico (diminuiti del 7% circa).

In maggior dettaglio, secondo i dati preconsuntivi diffusi dal Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE), lo scorso anno il consumo interno lordo si è fermato a 70.1 G(Sm³), registrando così un'altra diminuzione, la terza consecutiva, del 6.5% rispetto all'anno precedente, e tornando su valori rilevati tra il 1999 e il 2000.

Con l'eccezione dell'autotrazione, i cui consumi sono saliti del 6.6%, tutti i settori hanno evidenziato un abbassamento dei prelievi, specialmente quelli per la generazione elettrica. I consumi del settore civile (residenziale e terziario) sono scesi di poco (-1.4%), passando da 31.2 a 30.8 G(Sm³), anche in relazione alle temperature relativamente miti nei mesi freddi dell'anno, mentre gli usi non energetici hanno registrato una caduta del 2.8%. Nell'ambito degli usi produttivi un calo minore ha interessato l'agricoltura (-1.3%), seguita dall'industria, i cui consumi sono scesi a 14.6 G(Sm³), cioè del 2.7%. Un altro crollo (-15.7%) si è avuto per il settore termoelettrico, la cui domanda si è fermata a 21.2 G(Sm³), una riduzione ancor più forte di quella dello scorso anno (AEEGSI, 2014).

Anche le importazioni nel 2013 hanno registrato un'ulteriore significativa riduzione, coerentemente con la diminuzione del consumo nazionale di gas. Secondo i dati

preconsuntivi del Ministero dello Sviluppo Economico, i quantitativi di gas importato nel 2013 sono scesi a 61,966 M(m³). Poiché nel 2012 erano entrati in Italia 67,725 M(m³), la contrazione è stata dell'8.5%. Le esportazioni, invece, sono aumentate del 64%, passando da 139 a 228 M(m³). Le importazioni nette hanno, quindi, evidenziato un calo leggermente più forte, pari a -8.7%, scendendo poco al di sotto di 62 G(m³) (si veda la figura seguente).



(A) Dati preconsuntivi per il 2013.

Fonte: Ministero dello sviluppo economico.

Figura 3.2: Immissioni in Rete nel 2011 e nel 2012 GM (m³)

Diversamente da quanto è accaduto negli ultimi quattro anni, i prelievi da stoccaggio hanno superato le immissioni, pertanto a fine anno i quantitativi di gas in deposito sono risultati inferiori di 596 M(m³) rispetto a quelli presenti a fine 2012. Poiché la produzione nazionale si è fermata a 7,735 M(m³) e considerando la stima ministeriale dei consumi di rete e delle perdite di sistema, pari a 1,870 M(m³), i quantitativi di gas immessi in rete nel 2013 sono valutabili in 68,199 M(m³) (6.5 punti percentuali al di sotto di quelli del 2012). Il grado di dipendenza dell'Italia dalle forniture estere è sceso dal 90.4% all'88.4%.

Nella seguente tabella sono schematizzate le importazioni nazionali di gas naturale dal 1995 al 2013 tratte dal Data Book 2015 redatto da Unione Petrolifera (Unione Petrolifera, 2015).

	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012	2013
PRODUZIONE NAZIONALE	20,4	16,6	12,1	8,0	8,4	8,4	8,6	7,7
IMPORTAZIONI NETTE da:								
Olanda	3,6	6,1	8,0	4,3	3,2	3,6	2,1	2,8
Norvegia	—	—	5,7	4,2	3,0	3,7	2,8	2,0
Ex Urss	13,8	21,0	23,3	20,0	15,1	19,7	18,1	28,1
Algeria	17,4	28,1	27,5	22,7	27,6	23,0	22,0	12,5
Qatar	—	—	—	1,6	6,2	6,2	5,9	5,3
Libia	—	—	4,5	9,2	9,4	2,2	6,5	5,7
Altri	—	2,2	4,1	7,1	10,7	11,8	10,2	5,3
Da scorte	—	—	1,1	0,9	—	—	—	0,7
TOTALE DISPONIBILITÀ	55,2	74,0	86,3	78,0	83,6	78,6	76,2	70,1

Figura 3.3: Importazioni Nazionali di Gas Naturale (miliardi di m³)

Come evidenziato dai dati riportati in tabella, nel 2013 è stata la Russia il primo paese importatore di gas in Italia. L'Algeria si è collocata in seconda posizione mentre la Libia ha superato di poco il Qatar.

Il vistoso calo dei quantitativi provenienti dall'Algeria è da attribuire principalmente agli effetti delle revisioni dei volumi pattuiti nei contratti di fornitura in essere con alcuni importatori italiani (Eni, Edison ed Enel), ma in parte anche all'instabilità del quadro socio-politico nei Paesi del Nord Africa, che ha causato numerose interruzioni dei flussi di gas (e di petrolio) verso l'Italia (AEEGSI, 2014).

Le rinegoziazioni dei contratti spiegano anche parte della contrazione nell'import dal Qatar, così come i continui scontri tra il governo e i ribelli, e i conseguenti blocchi del Greenstream, hanno ridotto i flussi di gas provenienti dalla Libia. L'import di gas libico, peraltro, non è più tornato ai livelli precedenti la crisi del 2011.

Appare quindi evidente che in tale contesto di mercato in cui la domanda di gas naturale in Italia è ancora depressa e considerando il dirottamento di gran parte dei carichi di GNL verso mercati a premio (sudamericano e asiatico in particolare) la possibilità di ampliare la flessibilità del Terminale FSRU Toscana, congiuntamente alle considerazioni esposte al Capitolo 4 è fondamentale per cogliere le opportunità di mercato che si dovessero presentare nei prossimi anni. In particolare con riferimento alle nuove disponibilità di GNL si riporta nella tabella qui sotto l'elenco dei nuovi impianti di liquefazione previsti entrare in produzione nei prossimi anni: la possibilità quindi di ampliare la capacità in ricezione del Terminale consentirebbe potenzialmente a quest'ultimo di ricevere carichi anche da gran parte dei terminali di liquefazione sotto riportati.

Tabella 3.2: Terminali di Liquefazione Previsti a Livello Mondiale

Country	Location/Project	Planned Start Up	Number of Trains	Capacity in MTPA	Capacity in bcm
AUSTRALIA	Browse LNG	2018+	2	10	14
AUSTRALIA	Gorgon LNG	2015	4	20	28
AUSTRALIA	Ichthys LNG	2016	2	8.4	11.76
AUSTRALIA	Prelude FLNG	2016	1	3.5	4.9
AUSTRALIA	Sunrise LNG	2018+	1	3.5	4.9
AUSTRALIA	Wheatstone LNG	2016	2	9	12.6
CANADA	Aurora LNG BC	2020	4	24	33.6
CANADA	BG Prince Rupert LNG BC	2019	3	21	29.4
CANADA	BC LNG Douglas Channel BC	2018	1	1	1.4
CANADA	Canaport LNG New Brunswick	Studies			0
CANADA	Discovery LNG Campbell River	2020	Studies		0
CANADA	Goldboro LNG Nova Scotia	2020	2	10	14
CANADA	Grassy Point LNG	2020	Studies		0
CANADA	Kitimat LNG BC	2017	2	10	14
CANADA	LNG Canada BC	2019	2	12	16.8
CANADA	Melford LNG project Nova Scotia	Studies			0

Country	Location/Project	Planned Start Up	Number of Trains	Capacity in MTPA	Capacity in bcm
CANADA	Pacific Northwest LNG BC	2018	2	12	16.8
CANADA	Vancouver Bamfield	2020	2	12	16.8
CANADA	Vancouver Tilbury	2020	1	3.25	4.55
CANADA	Woodfibre LNG	2019	1	2.5	3.5
INDONESIA	Abadi FLNG	2016	1	2.5	3.5
INDONESIA	Sulawesi LNG	2015	1	2	2.8
MALAYSIA	Bintulu Train 9	2016	1	3.6	5.04
MALAYSIA	PFLNG1 (Sarawak)	2015	1	1.2	1.68
MALAYSIA	PFLNG 2 (Sabah)	2016	1	1.5	2.1
MOZAMBIQUE	Area 1 Onshore	2018	2	10	14
MOZAMBIQUE	Area 4 Onshore	2020	2	10	14
MOZAMBIQUE	Area 4 FLNG	2019	1	2.5	3.5
NIGERIA	NLNG Train 7	2016+	1	8.4	11.76
NIGERIA	Brass LNG	2016+	2	10	14
NIGERIA	Olokola LNG	2016+	4	20	28
PAPANEW GUINEA NEW GUINEA	Gulf LNG	Studies			0
RUSSIA	Shtokman LNG Murmansk	2019	4	20	28
RUSSIA	Yamal LNG Siberia	2018	3	16.5	23.1
RUSSIA	Sakhalin II expansion	2017+	Studies		0
RUSSIA	Vladisvostok LNG	2018	2	10	14
USA	Alaska South Central Nikiski	2020	Studies	15	21
USA	Brownsville LNG Texas	2018	Studies	20	28
USA	Cameron LNG Louisiana	2017	3	12	16.8
USA	Corpus Christi Liquefaction Texas	2018	3	15	21
USA	Cove Point LNG Maryland	2018	2	10	14
USA	Freeport LNG Texas	2016	2	8	11.2
USA	Golden Pass Texas	2018	Studies	12	16.8
USA	Jordan Cove Energy Oregon	2018	2	6.4	8.96
USA	Lake Charles Louisiana	2016	3	15	21
USA	Lavaca Bay FLNG Texas	2017	1	3	4.2
USA	Magnolia LNG Louisiana	2017	2	4	5.6
USA	Oregon LNG Oregon	2017	2	6.4	8.96
USA	Sabine Pass LNG Louisiana	2016	4	18	25.2
USA	South Texas LNG Project	2018	2	8	11.2

3.2 LA SICUREZZA DEGLI APPROVVIGIONAMENTI NEL MERCATO DEL GAS NATURALE

L'attività di importazione include il trasporto di gas attraverso gasdotti internazionali o mediante navi metaniere che trasportano gas naturale liquefatto (GNL) in impianti di rigassificazione, dove viene riconvertito allo stato gassoso.

Negli ultimi anni la rigassificazione ha rappresentato un'opzione emergente sul mercato del gas naturale e ad oggi costituisce uno specifico obiettivo di sviluppo a livello nazionale, così come evidenziato nella Strategia Energetica Nazionale, approvata con Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 2013.

Tale modalità di acquisizione del gas consente di fatto di svincolare l'Italia dall'obbligo di approvvigionamento tramite i gasdotti, e quindi da un numero limitato di fornitori.

In tal modo il GNL può essere acquistato liberamente e direttamente da tutti i Paesi produttori, favorendo la competizione e l'indipendenza di approvvigionamento con evidenti economie in termini di contrattazione dei prezzi, a vantaggio della competitività e sicurezza di approvvigionamento del Paese.

La rigassificazione consente inoltre di poter incrementare l'approvvigionamento in modo flessibile permettendo di affrontare eventuali incrementi di consumi dovuti a stagioni particolarmente fredde, cali di importazioni o interruzioni della fornitura tramite gasdotto causati ad esempio da crisi politiche internazionali.

Nel corso degli ultimi anni, si è infatti osservato come fattori socio-politici (la crisi tra Russia e Ucraina nel 2006 e 2009 e i disordini civili in Libia e nel Nord Africa all'inizio 2011), eventi naturali (frane sui metanodotti di importazione quali Tarvisio 2004 e Passo Gries 2010) o incidentali (stretto tra Tunisia e la Sicilia nel 2009) possano causare una improvvisa ed inaspettata interruzione nelle forniture di gas, con gravose conseguenze sulla produzione industriale e di energia elettrica e, in determinate situazioni, anche ripercussioni sul mercato residenziale. Alla luce di queste considerazioni, i Paesi dell'Unione Europea, tra cui anche l'Italia, hanno da tempo introdotto e sostenuto principi di diversificazione e di sicurezza degli approvvigionamenti di gas.

Il recente inasprimento dei rapporti tra Russia e Ucraina ha nuovamente costretto la Comunità Europea a rivedere la propria posizione di dipendenza dal fornitore russo cercando di avviare progetti di diversificazione degli approvvigionamenti e a valutare l'utilizzo delle infrastrutture di stoccaggio e di rigassificazione al fine di garantire la sicurezza del sistema gas europeo nel caso di interruzione delle forniture. La dipendenza dal gas russo dell'Europa è estremamente elevata: basti pensare che nel 2013 la percentuale delle importazioni dalla Russia (pari a circa 162 miliardi di m³) ha rappresentato il 30% del totale delle importazioni europee (pari a circa 540 miliardi di m³). Si sottolinea che circa il 50% dei volumi provenienti dalla Russia transitano attraverso l'Ucraina (si veda la figura seguente) e pertanto possono ritenersi volumi potenzialmente a rischio di interruzione. La dipendenza dal fornitore russo è aumentata negli ultimi anni anche per la riduzione del mercato interno che si è tradotta in una riduzione delle forniture soprattutto del Nord Africa incrementando conseguentemente la percentuale del gas russo rispetto al totale delle importazioni.

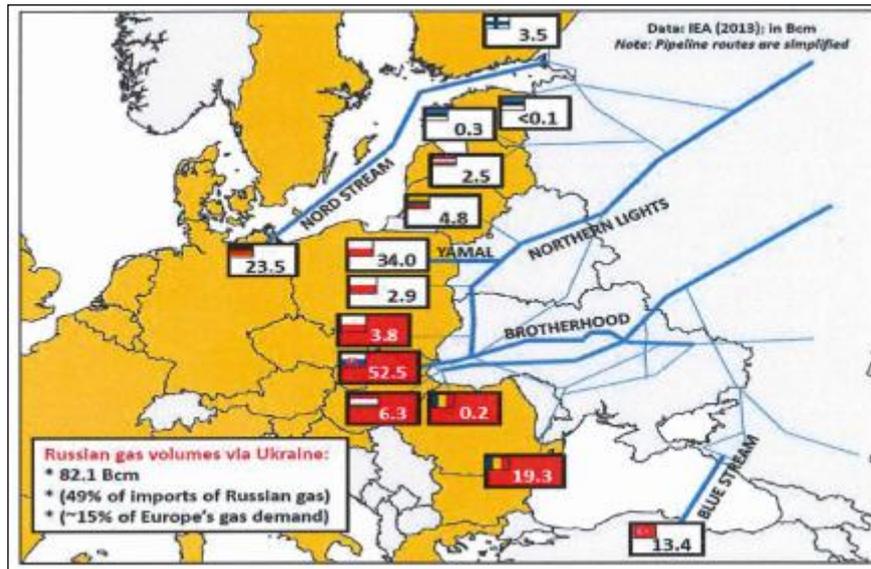


Figura 3.4: Volumi importati dalla Russia 2013 (Fonte IEA)

La Commissione Europea quindi, nel “*Communication from the Commission to the European Parliament and the Council – European Energy Security Strategy*” pubblicato lo scorso 28 Maggio 2014, proprio alla luce dei nuovi scenari geopolitici e delle conseguenze che essi potrebbero avere sugli equilibri energetici degli Stati Membri, ha elaborato una strategia affinché si possano fronteggiare adeguatamente i deficit di flussi di gas, come avvenuto nel 2006 e nel 2009. Nel documento, la Commissione sottolinea l’importanza di esplorare in maniera più approfondita le potenzialità del mercato del gas naturale liquefatto, rimarcando come il GNL sia lo strumento più efficace per la diversificazione delle fonti: “*LNG will remain and grow as a major potential source of diversification in the years to come. New LNG supplies from Northern America, Australia, Qatar and new discoveries in East-Africa are likely to increase the size and liquidity of the global LNG markets In the US, the first liquefaction plant on the East-Coast is expected to be operational by 2015-2017 with a capacity of about 24 bcm/y*”.

Per quanto riguarda, invece, gli orientamenti nazionali, lo stesso Ministero dello Sviluppo Economico nella sopra citata Strategia Energetica Nazionale pone come obiettivo lo sviluppo in Italia di un hub del gas Sud – Europeo. Per favorirlo il documento indica come priorità la diversificazione delle fonti di approvvigionamento, incrementando la capacità di importazione dei terminali di GNL, affinché essi siano maggiormente disponibili anche sul mercato spot. Nel documento si legge: “*Aumentare la diversificazione delle fonti di approvvigionamento; dato che i terminali di GNL con capacità spot sono rifornibili da una pluralità di Paesi e impianti di liquefazione, ribilanciando così l’eccessiva esposizione dell’Italia alle forniture tramite gasdotto da parte di un numero limitato di fornitori esteri. Le analisi condotte dimostrano che essa può essere decisiva, sia per affrontare uno scenario di interruzione totale delle importazioni dal Nord Africa, sia per dare un contributo alla riduzione del ruolo di pivotalità degli stessi operatori nel mercato europeo complessivo*”.

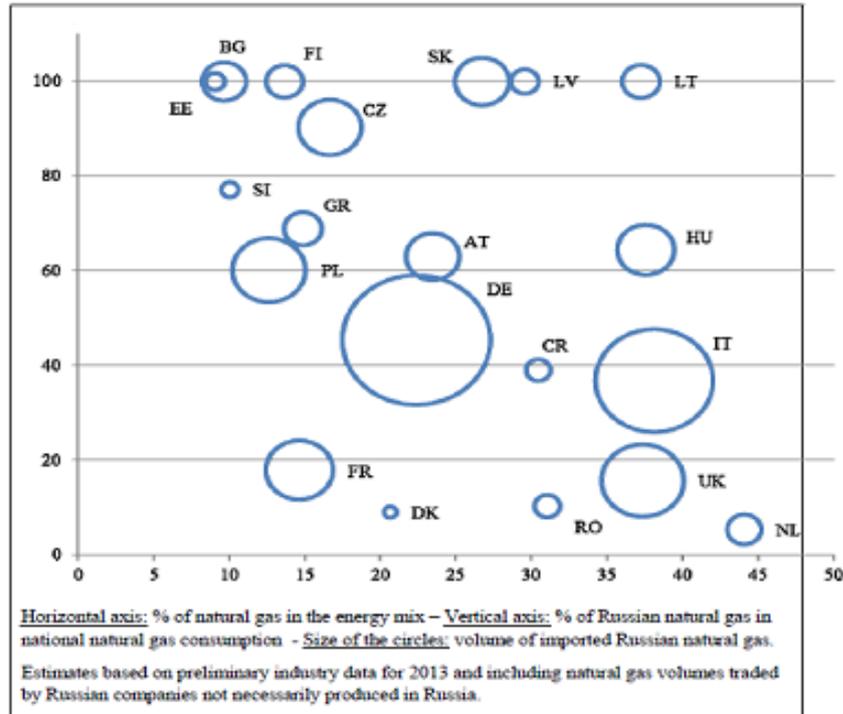


Figura 3.5: Importazioni dalla Russia 2013 (Fonte IEA)

Nella Figura sopra riportata appare evidente, in particolare per l'Italia, la dipendenza dal fornitore russo (come già evidenziato al paragrafo precedente) e l'entità stessa dei volumi importati che rendono il mercato italiano il secondo, a livello europeo, in ordine di importanza. Ulteriore osservazione desumibile dal grafico è l'elevata importanza rappresentata dal gas metano rispetto al mix energetico nazionale.

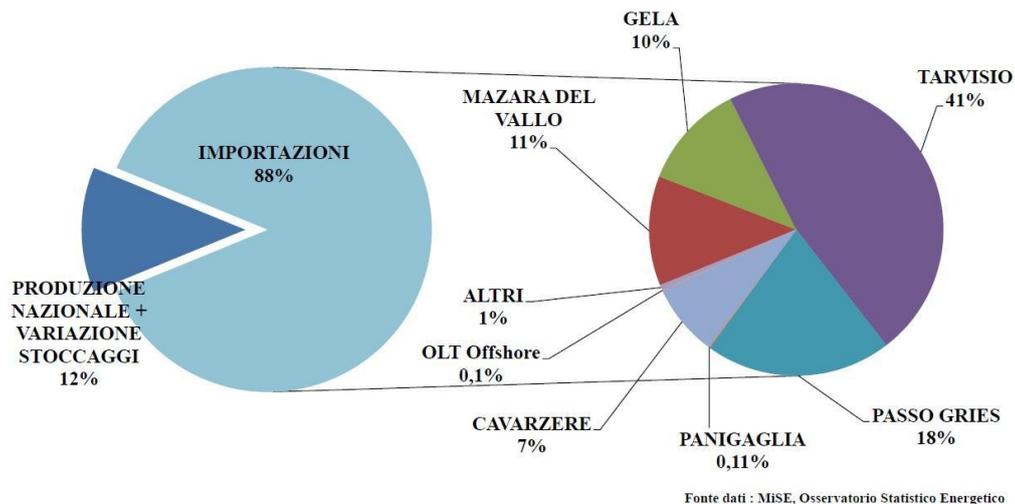


Figura 3.6: Approvvigionamento del Gas Naturale in Italia

Nella figura sopra riportata si evidenzia come nel corso dell'anno 2014 l'Italia abbia importato circa l'88% del gas naturale approvvigionato. In particolare, sono stati importati dalla Russia 26,154 milioni di Sm³ che hanno rappresentato circa il 41% del totale degli approvvigionamenti per il Sistema Gas Naturale italiano (dati del Ministero dello Sviluppo Economico).

Le considerazioni di cui sopra evidenziano ulteriormente l'importanza della diversificazione delle importazioni sia ai fini della sicurezza del sistema gas nazionale, sia dello sviluppo di un mercato avente elevata liquidità e pluralità di operatori, condizioni necessarie per una stabile e durevole riduzione dei prezzi.

Per quanto concerne le caratteristiche del mercato del GNL, si evidenzia che l'attuale mercato si caratterizza ormai per un'elevata componente SPOT, in cui sono molto frequenti, soprattutto con riferimento al mercato europeo, contratti di fornitura di durata ridotta (indicativamente da 1 a 3 anni) o addirittura vendite di singoli carichi (appunto SPOT) in funzione delle condizioni prevalenti di mercato: in questo contesto il GNL viene spesso fornito e consegnato attraverso consegne parziali (dette "part cargo" o "milk run"). Questa pratica consiste nella consegna di parte del carico del GNL trasportato dalla nave metaniera. Ne consegue che, durante lo stesso viaggio, la nave metaniera potrà effettuare diverse consegne parziali a più di un terminale massimizzando le forniture e riducendone i costi associati. Nel grafico sotto riportato si evidenzia, a partire dal 2000, il ruolo sempre più importante del mercato SPOT rispetto a quello *long term*: nel corso del 2013 infatti, i quantitativi scambiati sul mercato SPOT hanno rappresentato quasi il 30% delle vendite totali di GNL.



Figura 3.7: Vendite di GNL sul Mercato SPOT (Fonte: GIIGNL)

Lo stesso Ministero dello Sviluppo Economico, con Decreto del 3 Settembre 2014 con cui accetta la richiesta di rinuncia all'esenzione concessa al Terminale FSRU Toscana con precedente Decreto del 28 Agosto 2009, ha evidenziato l'importanza di tale tipologia di approvvigionamento del gas naturale, che permette di incrementare la capacità disponibile in ingresso in Italia.

Nella seguente tabella sono riportati infine, a scopo di inquadramento, gli impianti di rigassificazione attualmente presenti a livello mondiale.

Tabella 3.3: Terminali di Rigassificazione Presenti a Livello Mondiale

Country	Location/Project	Location/Project	Start up	Storage	
				Tanks	Capacity
Belgium	Zeebrugge	Fluxys	1987	4	380,000
Canada	Canaport	Sain John Irving Oil, Repsol	2009	3	480,000
Chile	Quintero	ENAP, Enagas	2009	2	320,000
	Mejillones LNG(FSRU)	GDF Suez Codelco	2010	1	160,000
China	Dalian	PetroChina	2011	2	480,000
	Tianjiin FSRU	CNOOC	2014	1	60,000
	Fujian LNG (Xiuyu)	CNOOC, Fujian I&D Corp.	2008	2	640,000
	Guangdong	CNOOC,BP	2006	3	480,000
	Ningbo,	Zhejiang CNOOC, Zhejiang Energy	2012	1	160,000
	Rudong	PetroChina	2011	2	320,000
	Shanghai	CNOOC, Shenergy Group	2009	3	495,000
Dominican Republic	Punta Caucedo	AES Andres	2003	1	160,000
France	Fos	Tonkin Elengy	1972	3	150,000
	Montoir de Bretagne	Elengy	1980	3	360,000
	Fos Cavaou	Gaz de France, Total	2010	3	330,000
Greece	Revithoussa	DEPA	2000	2	130,000
India	Dabhol GAIL,	NTPC (Ratnagiri Gas & Power)	2009	3	480,000
	Dahej	Petronet LNG	2004	4	640,000
	Hazira	Shell India, Total	2005	2	320,000
Italy	Panigaglia	Snam	1969	2	100,000
	Livorno (FSRU)	OLT Offshore LNG Toscana	2013	1	137,000
	Porto Levante (offshore GBS)	ExxonMobil, Qatar Petroleum, Edison Gas	2009	2	250,000
Japan	Negishi	Tokyo Gas	1969	14	1,180,000
	Sodegaura	Tokyo Gas	1973	35	2,660,000
	Ohgishima	Tokyo Gas	1998	3	600,000
	Higashi Ohgishima	Tokyo Electric	1984	9	540,000
	Futtsu	Tokyo Electric	1985	10	1,110,000
	Yokkaichi LNG	Chubu Electric	1988	4	320,000
	Kawagoe	Chubu Electric	1997	4	480,000
	Yokkaichi Works	Toho Gas	1991	2	160,000
	Chita LNG Joint	Toho Gas, Chubu Electric	1978	4	300,000
	Chita LNG	Toho Gas, Chubu Electric	1983	7	640,000
	Chita Midorihama	Toho Gas	2001	2	400,000
	Senboku I	Osaka Gas	1972	4	180,000

Country	Location/Project	Location/Project	Start up	Storage	
				Tanks	Capacity
	Senboku II	Osaka Gas	1977	18	1,585,000
	Himeji	Osaka Gas	1984	8	740,000
	Himeji LNG	Kansai Electric	1979	7	520,000
	Yanai	Chugoku Electric	1990	6	480,000
	Niigata	Nihonkai LNG, Tohoku Electric	1984	8	720,000
	Oita	Oita Gas, Kyushu Electric	1990	5	460,000
	Tobata	Kitakyushu LNG	1977	8	480,000
	Fukuoka	Saibu Gas	1993	2	70,000
	Sodeshi	Shizuoka Gas	1996	3	337,200
	Hatsukaichi	Hiroshima Gas	1996	2	170,000
	Kagoshima	Nippon Gas	1996	2	136,000
	Shin Minato	Sendai City Gas	1997	1	80,000
	Nagasaki	Saibu Gas	2003	1	36,000
	Sakai	Kansai Electric, Cosmo Oil	2006	3	420,000
	Mizushima	Nippon Oil, Chugoku Electric	2006	1	160,000
	Sakaide	Shikoku Electric, Cosmo Oil	2011	1	180,000
	Ishikari LNG	Hokkaido Gas, Tokyo Gas	2012	1	180,000
	Okinawa	Okinawa Electric Power	2012	2	280,000
	Korea	Pyeong Taek	Kogas	1986	21
Kwangyang		POSCO	2005	3	365,000
Incheon		Kogas	1996	20	2,680,000
Tong Yeong		Kogas	2002	16	2,480,000
Mexico	Altamira	Vopak, Enagas	2006	2	300,000
	Energia Costa Azul	Sempre LNG	2008	2	320,000
	Manzanillo	CFE	2012	2	300,000
Netherlands	Gate LNG	Gasunie, Royal Vopak	2011	3	540,000
Portugal	Sines	Transgas Atlantico	2003	2	240,000
Puerto Rico	Penuelas	EcoElectrica	2000	1	160,000
Spain	Barcelona	Enagas	1969	8	840,000
	Huelva	Enagas	1988	5	610,000
	Cartagena	Enagas	1989	5	587,000
	Bilbao	Enagas, EVE	2003	2	300,000
	Sagunto	GNF, Osaka Gas, Oman Oil	2006	4	600,000
	Reganosa,	Ferrol GNF, Sonatrach, Tojeiro	2006	2	300,000
Taiwan	Yung An	CPC	1990	6	690,000
	Tai chung	CPC	2009	3	480,000

Country	Location/Project	Location/Project	Start up	Storage	
				Tanks	Capacity
Thailand	Map Ta Phut	PTT LNG	2011	2	320,000
Turkey	Marmara Ereglisi	Botas	1994	3	255,000
	Izmir	EgeGaz	2006	2	280,000
USA	Everett	Suez LNG NA	1971	2	155,000
	Lake Charles	BG, ETE	1982	4	425,000
	Elba Island	Kinder	2001	5	535,000
	Cove Point	Dominion	2003	5	530,000
	Sabine Pass	Cheniere	2008	5	800,000
	Freeport	Freeport LNG, ConocoPhillips, Zachry, Hastings	2008	2	320,000
	Cameron	Sempra LNG	2009	3	480,000
	Golden Pass, TX	Qatar Petroleum, ExxonMobil	2010	5	775,000
	Pascagoula, MS	Gulf LNG, Kinder	2012	2	320,000
UK	Isle of Grain	National Grid	2005	8	1,000,000
	South Hook	ExxonMobil, Qatar Petroleum, Total	2009	5	775,000
	Dragon LNG, Milford Haven	BG, Petronas, 4Gas	2009	2	310,000

4 EVOLUZIONE NELLO SHIPPING DELLE NAVI METANIERE

Negli ultimi anni è cresciuto notevolmente l'interesse per l'individuazione di rotte di navigazione alternative per le navi metaniere tali da ridurre i tempi di navigazione e collegare, in maniera sempre più efficiente e flessibile, i principali terminali di liquefazione (ad oggi concentrati principalmente nel Middle e Far East, ma a breve anche in Australia, Stati Uniti, Canada e Russia) con i terminali di rigassificazione presenti ormai, anche se con concentrazioni differenti, in ogni continente (si veda il precedente Capitolo 3).

Indicativamente possiamo affermare che il 55% dei terminali di rigassificazione ad oggi esistenti (escluse le infrastrutture definite "stagionali" presenti soprattutto in Brasile e Argentina) si concentra nel bacino del Pacifico mentre il restante 45% in quello dell'Atlantico. Appare quindi evidente l'importanza di disporre di ampia flessibilità nelle rotte navali al fine di raggiungere indifferentemente, e possibilmente con tempi equivalenti e sempre minori, le principali aree di consumo del GNL. In quest'ottica appaiono di enorme rilievo due eventi che certamente influenzeranno le rotte navali nel settore del GNL nei prossimi anni:

- l'inaugurazione alla fine del 2012 della prima rotta di una metaniera attraverso il mare Artico (NSR – Arctic Northern Sea Route);
- il progetto di espansione del Canale di Panama, la cui conclusione è ad oggi prevista per l'inizio del 2016, tale da consentire anche il passaggio di navi metaniere aventi una capacità di trasporto di circa 180,000 m³ (nel presente documento si farà riferimento a tale classe di navi utilizzando in maniera più generica la denominazione "New Panamax" o facendo più in generale riferimento ad una capacità di trasporto pari a "circa 180,000 m³").

Quest'ultimo progetto, di particolare interesse per il Terminale FSRU Toscana, sarà destinato a rivoluzionare il mercato delle navi metaniere sia in termini di rotte sia in termini di standard costruttivi.

Cominciata nel Settembre 2007, l'espansione del Canale di Panama consentirà, a partire dall'inizio del 2016, anche il passaggio di navi metaniere appartenenti alla classe "New Panamax" (da qui a pochi anni tale tipologia rappresenterà circa il 90% della flotta mondiale). Come sopra evidenziato, tale classe avrà mediamente una capacità di trasporto pari a circa 180,000 m³, ma tale valore deve essere inteso come indicativo e non come valore massimo della capacità di trasporto in quanto quest'ultima potrà essere differente da nave a nave sia in funzione delle scelte di progettazione effettuate dai diversi cantieri navali che costruiranno tali navi, sia in funzione della tipologia di impianto di contenimento del carico installata. In pratica anche due navi perfettamente gemelle e costruite dallo stesso cantiere avranno capacità di trasporto differenti.

Resteranno escluse solo le Q-Flex e le Q-Max (aventi capacità di trasporto rispettivamente pari a 216,000 m³ e 266,000 m³) utilizzate principalmente dai produttori del Qatar, che comunque rappresentano ad oggi solo il 12% delle metaniere in esercizio.

Quando l'espansione del Canale sarà completata, essa diventerà la nuova rotta obbligatoria che di fatto collegherà il bacino dell'Atlantico con quello del Pacifico rendendo possibili collegamenti ad oggi non economicamente percorribili. I principali cantieri navali specializzati nella costruzione di nuove navi metaniere, che sono principalmente giapponesi (e.g. Mitsubishi H.I.), coreani (e.g. Hyundai, Samsung e Daewoo) e cinesi (e.g. China State Shipbuilding Co.), hanno analizzato le diverse richieste di nuove realizzazioni, le hanno

confrontate con le previsioni di traffico, con le caratteristiche dei porti interessati dalle operazioni di carico o scarico del GNL da e per le navi metaniere, con le rotte commerciali (incluso le nuove opportunità offerte dall'ampliamento del Canale di Panama), con la possibile evoluzione dello *shale gas* statunitense e relativi progetti di terminali di liquefazione. Il risultato di tale analisi è la definizione di una nuova classe di navi metaniere per rispondere alle esigenze e alle evoluzioni del mercato: le "Large Conventional Class", identificate anche come "LNG Carriers New Panamax".

Di seguito si riporta il grafico delle metaniere di prevista realizzazione ad oggi (dati aggiornati ad Agosto 2014): appare evidente che, proprio con riferimento ai nuovi standard imposti dal Canale di Panama, l'80% delle nuove metaniere avrà una capacità compresa tra i 155,000 e i 180,000 m³ e addirittura il 99% delle stesse avrà una capacità di trasporto inferiore ai 180,000 m³ circa, tale cioè da consentirne la navigazione attraverso il Canale di Panama.

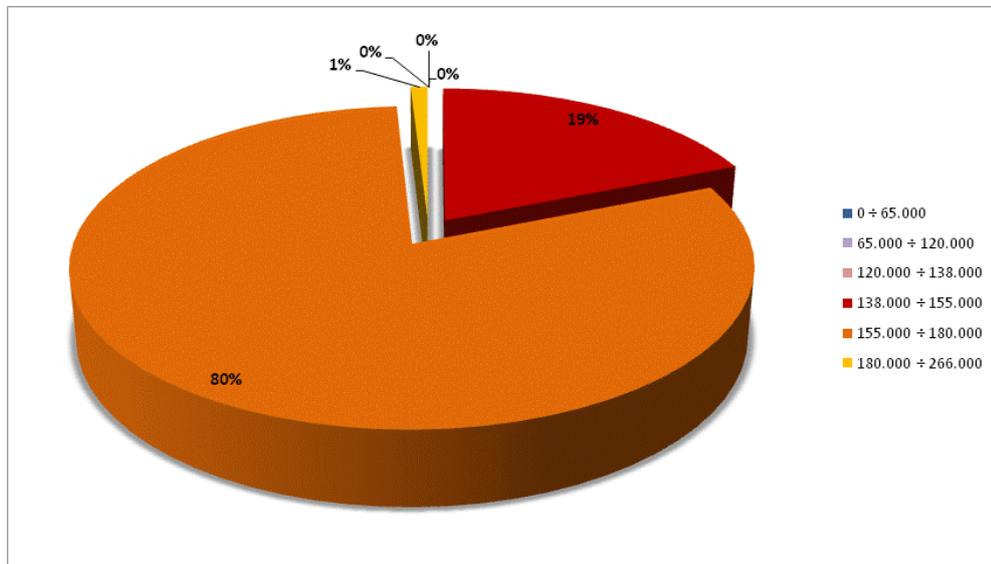


Figura 4.1: Ripartizione Percentuale delle Navi Metaniere attualmente in Costruzione

E' da evidenziare che i valori relativi alla capacità di trasporto riportati nella figura precedente non debbano essere letti come valori limite esatti ai fini della costruzione delle navi ma bensì come valori utili alla identificazione delle classi di trasporto delle stesse. Si può pertanto affermare che l'80% delle nuove realizzazioni è costituito da navi metaniere "New Panamax" e cioè da navi che potranno transitare attraverso il "nuovo" canale di Panama.

Allo scopo di chiarire meglio le caratteristiche delle nuove navi si riporta di seguito la definizione delle navi "Panamax Plus" e "New Panamax" comunemente utilizzate:

- **Panamax Plus:** "All Panamax vessels authorized for Tropical Fresh Water (TFW) drafts greater than 12.04 metres and approved for transit of the new locks".
- **New Panamax:** "All vessels with dimensions greater than Panamax or Panamax Plus that comply with the size and draft limitations of the new locks; namely, 366 metres in length by 49 metres in beam by 15.2 metres TFW draft".

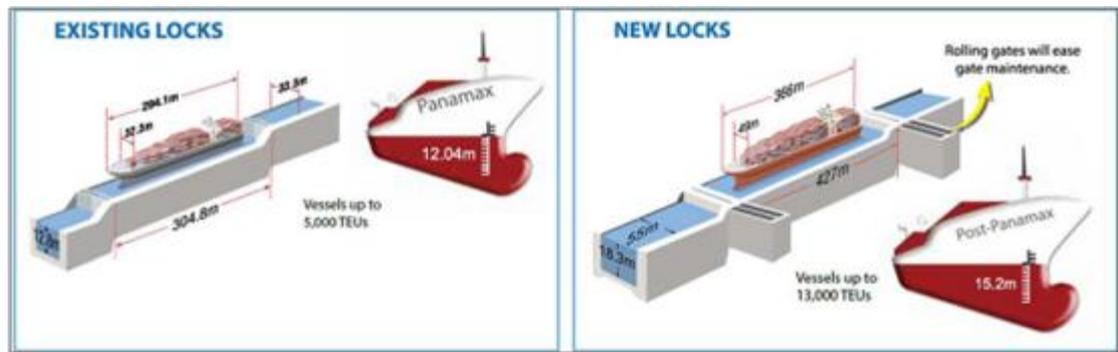


Figura 4.2: Nuovo Sistema di Chiuse del Canale di Panama

Tali nuovi standard costruttivi fissati dalla classe “New Panamax” avranno un’importante influenza sui numerosi progetti di terminali di liquefazione ad oggi in costruzione e/o progettazione.

Quando il progetto di espansione del Canale di Panama era ancora in fase di valutazione, le principali rotte delle metaniere erano previste principalmente da Ovest verso Est: il GNL doveva essere trasportato dai paesi produttori (principalmente australiani) verso gli Stati Uniti che allora erano importatori di elevati volumi di GNL. A partire dal 2008 gli equilibri mondiali del mercato del GNL furono completamente stravolti dai seguenti avvenimenti:

- sviluppo dello *shale gas* con conseguente drastica riduzione delle importazioni di GNL negli Stati Uniti;
- incidente di Fukushima avvenuto nel 2011 in Giappone, che ha reso il Giappone completamente dipendente dalle importazioni di GNL utilizzando massicciamente i terminali di rigassificazione presenti nel Paese;
- costante sviluppo industriale di alcuni dei paesi del Far East quali Cina, Corea ed India.

In conseguenza di tali fattori si è assistito ad una elevata e sempre crescente richiesta di GNL da parte dei mercati asiatici, che ha portato ad un innalzamento dei prezzi insostenibile per i mercati europei, facendo registrare un sensibile incremento delle movimentazioni dal bacino Atlantico a quello Pacifico.

Nel mese di Agosto 2010 la società americana Cheniere’s Sabine Pass Liquefaction LLC è stata la prima a richiedere l’autorizzazione all’esportazione di GNL dagli Stati Uniti in previsione di una sempre crescente disponibilità del mercato americano di gas metano: successivamente si è assistito ad un numero sempre maggiore di richieste di autorizzazione all’esportazione in relazione a numerosi progetti di terminali di liquefazione (ad oggi sono noti 14 progetti di liquefazione) che di fatto hanno radicalmente modificato l’interesse del mondo dello *shipping* GNL verso il progetto di espansione del Canale di Panama.

Si può infatti ipotizzare che le navi metaniere rappresenteranno, per il Canale di Panama, uno dei maggiori utilizzatori in quanto, visto che la disponibilità dei primi carichi di GNL dai terminali americani non avverrà prima del 2016 e che in tale data si può ipotizzare che il principale mercato sarà ancora quello del Far East, nello scenario di mercato atteso al 2018/2020 il Canale di Panama rappresenterà, per i terminali di liquefazione americani sull’Atlantico, una facile “scorciatoia” verso i mercati asiatici.

Nella figura seguente sono evidenziati i risparmi conseguibili utilizzando il Canale di Panama in luogo del passaggio attraverso il Canale di Suez (fonte: LNG Journal May 2014).



Figura 4.3: Rotte attraverso il Canale di Panama

5 DESCRIZIONE DEGLI AGGIORNAMENTI PROPOSTI PER IL TERMINALE DI RIGASSIFICAZIONE “FSRU-TOSCANA”

Nel presente capitolo sono descritti gli aggiornamenti proposti, in termini di:

- tipologia delle navi metaniere, con particolare riferimento alle caratteristiche dimensionali, operative ed emissive delle navi metaniere del tipo “New Panamax” ed alla loro compatibilità con il Terminale (Paragrafo 5.1);
- variazione del delta termico dell’acqua di mare necessaria alla rigassificazione (Paragrafo 5.2);
- utilizzo dello scarico idrico SF3 in modalità di Zero Send Out (Paragrafo 5.3).

5.1 AGGIORNAMENTO DELLA TIPOLOGIA DELLE NAVI METANIERE

5.1.1 Finalità e Obiettivi

Con Provvedimento DVA-2012-0023515 del 1 Ottobre 2012 il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha disposto l’esclusione dalla procedura di VIA per la modifica del numero di accosti annui delle navi metaniere necessari per approvvigionare il Terminale, nonché della nuova tipologia delle stesse, proposta da OLT, a condizione del rispetto di alcune prescrizioni.

Tale provvedimento ha autorizzato, *inter alia*, l’allibio di navi metaniere con capacità compresa tra i 65,000 m³ e fino ai 155,000 m³ purché compatibili con il Terminale dal punto di vista della sicurezza e dell’operatività, prendendo inoltre atto che “*l’aggiornamento proposto non comporta nessuna variazione per quanto riguarda l’assetto di funzionamento del terminale, né impatti significativi di segno negativo per quanto riguarda le matrici ambientali considerate (atmosfera, ecosistema marino) e la sicurezza dei traffici marittimi*”.

Come descritto nei precedenti capitoli, in relazione alla rapida evoluzione del mercato del GNL a livello globale e dello *shipping*, che ha visto l’individuazione di rotte di navigazione alternative che consentiranno di raggiungere in tempi brevi le principali aree di consumo del GNL con la conseguente messa in cantiere di metaniere denominate “**New Panamax**”, in grado di attraversare il Canale di Panama una volta terminati i lavori di espansione (previsti per il 2015), appare chiara l’importanza, per una infrastruttura di ricezione quale il Terminale FSRU Toscana, di poter ricevere **navi metaniere appartenenti a tale classe**. Tali navi rappresentano infatti il nuovo standard costruttivo e consentirebbero al Terminale di aumentare la propria flessibilità in ricezione con un sensibile incremento della percentuale di navi metaniere “ricevibili” dal Terminale stesso. In tal modo si potrebbe infatti ricevere circa il 90% dell’intera flotta di navi metaniere. Inoltre, tale aggiornamento consentirebbe di poter ricevere nei prossimi anni le navi metaniere provenienti dai nuovi terminali di liquefazione attualmente in fase di costruzione/progetto negli Stati Uniti.

La seguente figura riporta la distribuzione, in base alla classe di capacità di trasporto, delle navi metaniere esistenti e attualmente in costruzione la cui consegna è prevista, al più tardi, tra il 2016 e il 2017 (dati LNG Journal aggiornati ad Agosto 2014).

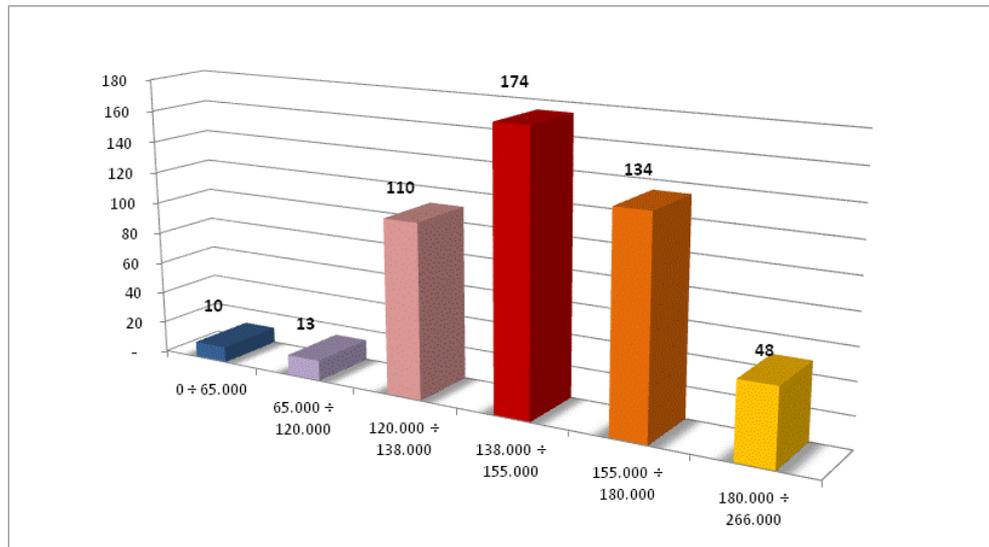


Figura 5.1: Numero di Navi Metaniere (operative e in costruzione)

In base ai dati riportati in figura, le navi ad oggi teoricamente autorizzate all'ormeggio ed allo scarico di GNL presso il Terminale sono pari a 300, fatto salvo il processo di compatibilità Nave-Terminale descritto al Paragrafo 2.2.7. Se si considerano anche le navi metaniere di classe superiore, che rappresentano l'attuale standard costruttivo della classe "New Panamax", si potrebbe ottenere un incremento di circa il 50%. In tal modo quindi si potrebbe ricevere circa il 90% dell'intera flotta mondiale di navi metaniere.

La possibilità di incrementare la capacità e la flessibilità di ricezione del Terminale rappresenta, inoltre, nell'attuale contesto di mercato in cui ogni singola nave metaniera può e deve potenzialmente raggiungere qualsiasi terminale di rigassificazione, un elemento di fondamentale importanza per poter attrarre nuove forniture di GNL garantendo quindi l'utilizzo e la conseguente remunerazione dell'infrastruttura stessa.

5.1.2 Caratteristiche delle Navi Metaniere Proposte

Il Terminale è attualmente autorizzato a ricevere navi metaniere con capacità compresa fra 65,000 m³ e 155,000 m³.

La tipologia di navi proposte, appartenenti alla classe "New Panamax", per dimensioni, dislocamento e caratteristiche nautiche, risulta del tutto equivalente o assimilabile alle classi di navi metaniere già autorizzate.

Se si confrontano infatti le dimensioni rilevanti e le caratteristiche delle navi di capacità pari a 138,000 m³ e 155,000 m³ e quelle di capacità tipo "New Panamax" appare evidente che queste ultime abbiano dimensioni simili e del tutto confrontabili con le navi metaniere aventi capacità già approvata per il Terminale (si veda la tabella seguente).

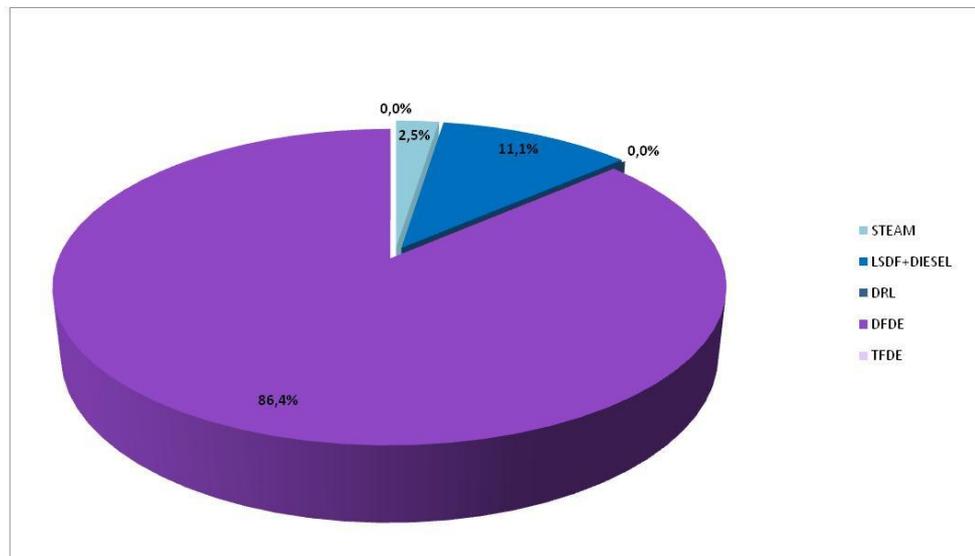
Tabella 5.1: Confronto Caratteristiche Base Navi Metaniere

	Metaniera tipo Moss 138,000 m³	Metaniera tipo Membrana 155,000 m³	Metaniera tipo "New Panamax" Membrana
Lunghezza fuori tutto	289 m	288.4 m	290 m
Lunghezza fra le perpendicolari	274 m	275.0 m	285.0 m
Larghezza	48 m	44.2 m	46.4/49.8 m
Altezza di costruzione	26.5 m	26.00 m	26.4/27.5 m
Pescaggio da carico	12.32 m	11.47 m	11.5 m
Pescaggio in zavorra	9.79 m	9.40 m	9.50 m
Massimo ingombro aereo	NA	NA	NA
Portata lorda	77,023 t	77,041 t	85,256 t
Dislocamento	110,995 t	108,962 t	124,146 t

Anche per quanto concerne le tempistiche operative non si evidenziano sostanziali differenze con le navi già autorizzate ad operare presso il Terminale, in quanto:

- gli impianti di macchina, le caratteristiche generali di progetto e tutti gli apparati necessari alla manovra ed al trasferimento del carico, così come anche la potenza elettrica disponibile a bordo, sono direttamente proporzionali alla capacità di carico per la quale la nave metaniera in questione è stata costruita. Si può quindi assumere che al crescere della capacità di carico di una metaniera aumenti anche in proporzione la capacità delle pompe che svuotano i serbatoi. Ne consegue pertanto che la differenza tra i tempi di trasferimento del carico di due navi metaniere di diversa capacità di trasporto risulti trascurabile;
- le procedure di sicurezza adottate dalle Autorità Marittime in quasi tutti i porti del mondo rendono invece i tempi di avvicinamento ed ormeggio per un medesimo Terminale assolutamente indipendenti dalla stazza della nave. Una nave da 65,000 m³ si avvicinerà quindi al Terminale per effettuare la manovra di ormeggio nello stesso tempo che impiega una nave della classe "New Panamax";
- le stesse considerazioni si possono applicare anche ai mezzi navali utilizzati a supporto delle manovre di ormeggio e disormeggio. Considerando infatti l'elevata potenza di tiro installata sui rimorchiatori utilizzati, essi risultano certamente idonei anche per supportare le manovre di ormeggio e di disormeggio delle navi "New Panamax" che, come già sottolineato, presentano dislocamenti simili a quelli delle navi metaniere già autorizzate;
- gli standard di costruzione sono specificamente e dettagliatamente definiti dagli Enti di Classifica, dalle Convenzioni e dai Codici Internazionali pertanto tutte le navi metaniere possiedono caratteristiche molto comuni anche se di stazza e Paese di costruzione diversi.

Con riferimento al sistema propulsivo utilizzato, nella seguente figura è mostrata la ripartizione dei diversi sistemi di propulsione adottati nelle navi metaniere aventi capacità compresa tra i 155,000 m³ e i circa 180,000 m³ (per quanto detto in precedenza classificabili come "New Panamax") ad oggi in operatività o previste in costruzione (riferimento Agosto 2014). Dall'analisi della figura si evince che, per tale classe di nave, la scelta adottata da parte dei costruttori è per l'86% dei casi quella del **Dual Fuel Diesel Electric (DFDE)**. Si assumerà quindi, per semplicità, che tale sistema propulsivo sia adottato in generale da tutte le navi metaniere appartenenti alla classe "New Panamax".



Nota: STEAM: turbine a vapore; LSDF + DIESEL: Low Speed Diesel Propulsion; DFDE: Dual Fuel Diesel Electric; TFDE: Trial Fuel Diesel Electric

Figura 5.2: Sistemi Propulsivi per Navi Metaniere “New Panamax”

Tale scelta tecnica è dettata da differenti fattori quali:

- ottimizzazione degli spazi: tale soluzione impiantistica consente una riduzione degli spazi dedicati al sistema propulsivo (non sono più necessari i generatori di vapore) a vantaggio della capacità di carico dei serbatoi della metaniera (questo spiega la medesima dimensione tra le navi da 155,000 m³ e quelle di tipo “New Panamax”);
- elevata flessibilità di utilizzo in termini di impiego modulare delle macchine strettamente necessarie a sviluppare la potenza richiesta in funzione delle diverse condizioni in cui si trova ad operare la nave metaniera (e.g. navigazione a pieno carico, ormeggio/disormeggio, trasferimento del carico). Tale flessibilità consente la minimizzazione dei consumi, rispetto a tutti gli altri sistemi propulsivi, adattando perfettamente la produzione di energia elettrica con il carico elettrico effettivamente richiesto in ogni particolare condizione operativa;
- sensibile riduzione complessiva delle emissioni in atmosfera come evidenziato nella figura seguente in cui sono indicati, per un diretto confronto, i livelli emissivi per le diverse tipologie di impianto installato a bordo delle navi metaniere.

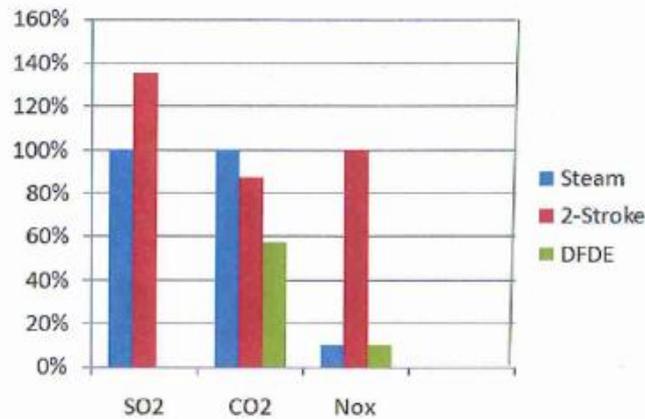


Figura 5.3: Confronto delle Emissioni in Atmosfera dei Diversi Sistemi di Propulsione

Appare quindi evidente che il sistema propulsivo impiegato nelle navi metaniere “New Panamax” consente di ridurre sensibilmente, rispetto agli altri sistemi, le emissioni di CO₂ e SO₂. In relazione alle emissioni di NO_x, si può affermare che i livelli emissivi dei sistemi con turbina a vapore e dei DFDE siano, in linea generale, del tutto paragonabili. Pur avendo i sistemi con turbina a vapore un maggior controllo (in termini di temperatura ed eccesso d’aria¹) della fase di combustione, i sistemi DFDE, come già sottolineato, si caratterizzano invece per un maggior grado di ottimizzazione dei consumi data la loro elevata modularità. Si può ragionevolmente asserire che durante le fasi di avvicinamento/allontanamento e di trasferimento del carico al Terminale, le emissioni di tale classe di navi metaniere saranno del tutto paragonabili a quelle delle classi già autorizzate. A titolo illustrativo, al fine di comprendere il livello di modularità e flessibilità del sistema propulsivo adottato dalle navi metaniere “New Panamax”, si riporta nella figura seguente una rappresentazione schematica di tale impianto.

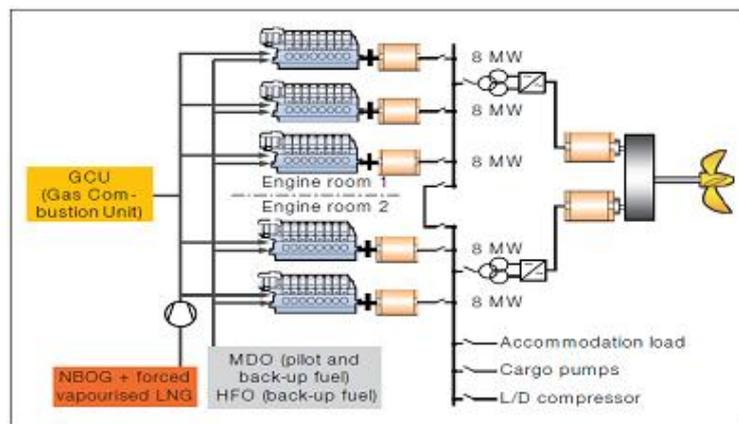


Figura 5.4: Rappresentazione Schematica del Sistema Propulsivo delle Navi Metaniere del tipo “New Panamax”

¹ Le emissioni di NO_x sono direttamente funzionali alla temperatura di combustione e all’eccesso d’aria in camera di combustione.

Nella seguente tabella sono infine riportate le caratteristiche emissive delle metaniere del tipo “New Panamax” ed il confronto con quelle delle metaniere da 155,000 m³, attualmente autorizzate. In particolare si riportano per comparazione le emissioni di NOx annue calcolate, per le due tipologie di navi, in base al quantitativo di energia richiesta in ciascuna fase operativa assumendo un coefficiente emissivo rispettivamente pari a 1 g/kWh per le navi metaniere aventi capacità pari a 155,000 m³ e a 1.3 g/kWh per quelle ”New Panamax” (“LNG Shipping Knowledge: Underpinning Knowledge to the SIGTTO Standards”, 2nd Edition).

Tabella 5.2: Confronto Emissioni NOx

Fasi	Durata [h]	Navi metaniere 155,000 m ³		Navi metaniere “New Panamax”	
		Energia richiesta [MWh]	Emissioni NOx [t/approdo]	Energia richiesta [MWh]	Emissioni NOx [t/approdo]
Avvicinamento	0.25	1.3	0.001	1.3	0.002
Ormeggio	0.75	1.2	0.001	1.0	0.001
Ormeggio senza scarico	9	14.4	0.014	11.7	0.015
Scarico	12	37.2	0.037	30.0	0.039
Disormeggio	0.75	1.2	0.001	1.0	0.001
Allontanamento	0.25	3.8	0.004	2.8	0.004
Totale/Approdo	23	59	0.059	48	0.062

Per le navi del tipo “New Panamax” è stata ipotizzata una riduzione generale dell’energia elettrica prodotta nella varie fasi come segue:

- nelle fasi di ormeggio/disormeggio, attracco senza scarico e allontanamento si è considerata una riduzione compresa tra il 20% e il 30% dovuta essenzialmente alla maggior capacità del sistema propulsivo, tipico di questa tipologia di navi, di lavorare in condizioni di “stand by” (condizioni operative caratterizzate da un carico elettrico richiesto relativamente ridotto) dato che possono contare su una maggiore modularità e ad una maggior reattività ai carichi minimi potendo infatti aumentare la potenza dei singoli motori in brevissimo tempo. Quest’ultima caratteristica è fondamentale per giustificare la riduzione di energia considerata nella fase di allontanamento quando le navi con sistema propulsivo a turbina a vapore devono mantenere la produzione di vapore a elevati regimi, per poter reattivamente rispondere in caso di necessità;
- è stata ridotta del 20% la richiesta di energia nella fase di scarico in quanto avendo tali navi metaniere una portata di “discarica” certamente superiore a quella massima gestibile dal Terminale, le stesse dovranno utilizzare le pompe ad un rateo inferiore a quello massimo, modulando e conseguentemente ottimizzando la richiesta di energia.

5.1.3 Compatibilità con il Terminale

Come già evidenziato al Paragrafo 2.2.7, anche quando una nave metaniera rientra nella classe di taglia accettata al Terminale prima di poter allibare e scaricare al Terminale viene sottoposta al processo di compatibilità nave-Terminale per verificare nel dettaglio le caratteristiche costruttive della nave stessa. In particolare nel corso di tale processo vengono verificati, *inter alia*:

- altezza e spaziatura del collettore di carico;
- posizione e numero dei verricelli utilizzati per l'ormeggio che potrebbero non garantire le condizioni di sicurezza richieste per effettuare l'allibo (verifica del piano di ormeggio con Optimoor).

Pertanto, tutte le navi che richiederanno di attraccare saranno preventivamente valutate attraverso una procedura di compatibilità sviluppata in ottemperanza alle linee guida internazionalmente riconosciute, e successivamente inserite in una lista di compatibilità predisposta in base a standard internazionali.

Alla luce delle procedure di compatibilità descritte nel Paragrafo 2.2.7, OLT ha effettuato alcune analisi riferite alle navi metaniere della classe "New Panamax", che possono essere così riassunte:

- compatibilità dimensionale fra le navi ed il Terminale (si veda il Paragrafo 5.1.2);
- compatibilità operativa tra le navi e il Terminale: i parametri operativi quali pressioni della fase vapore, capacità delle pompe e dei compressori del carico delle "New Panamax" sono simili ai parametri delle navi metaniere aventi capacità di trasporto pari a 138,000/155,000 m³ e quindi si ritengono compatibili dal punto di vista operativo dei sistemi di bordo;
- compatibilità operativa dei bracci di carico: considerando i dati relativi al pescaggio delle "New Panamax" si ritiene che i bracci di carico del Terminale possano essere compatibili per la connessione con tale classe di navi per via delle altezze e delle distanze, sia in fase di pieno carico, che in fase di ripartenza e quindi a fine scarico. Dette altezze e distanze dovranno comunque essere soggette a verifiche dettagliate per ogni singola nave;
- compatibilità dei piani di ormeggio: il numero di cavi di ormeggio, il loro dimensionamento e le caratteristiche degli altri accessori di ormeggio delle "New Panamax" risultano soddisfare i requisiti previsti dal processo di compatibilità del Terminale; così come già previsto sia per le navi da 138,000 m³ che per quelle da 155,000 m³, sarà necessario attrezzare anche detta tipologia di navi con "codette – tails" di lunghezza pari a 22 m anziché 11 m, così come prescritto dalle linee guida internazionali per gli ormeggi offshore, allo scopo di garantire una sufficiente elasticità dell'ormeggio stesso;
- compatibilità dei parabordi installati sul Terminale: allo scopo di proteggere lo scafo del Terminale dalle sollecitazioni delle navi metaniere e per consentire un affiancamento della nave in sicurezza sono necessari un certo numero di parabordi di dimensioni e resistenza idonei. In particolare, il Terminale è equipaggiato con 5 parabordi galleggianti "Yokohama" lunghi 9 m e con diametro di 5 m posizionati in due "stringhe" rispettivamente da 2 e 3 parabordi collegati fra di loro; inoltre è stata prevista la possibilità di installare un sesto parabordo nel caso in cui risulti necessario. Avendo le navi metaniere appartenenti alla classe "New Panamax" dimensioni molto simili alle navi da 138,000 m³ di tipo MOSS è stato confermato che il medesimo posizionamento e tipo di parabordi utilizzati per le navi da 138,000 m³ consentirebbe anche l'allibo al Terminale da parte di metaniere appartenenti alla classe "New Panamax", garantendo la piena copertura dei due corpi cilindrici delle due unità;
- compatibilità dei rimorchiatori utilizzati per l'ormeggio ed il disormeggio delle navi metaniere al Terminale: considerati i valori di dislocamento, di pescaggio, di resistenza al vento delle navi metaniere appartenenti alla classe "New Panamax", e considerando

anche i valori di tiro utilizzati durante le manovre effettuate nelle simulazioni al Marin Institute ed in quelle reali, si conferma che i rimorchiatori previsti per il Terminale possiedono caratteristiche tecniche ampiamente sufficienti anche per l'ormeggio di dette navi metaniere.

Le analisi e le considerazioni sopra riassunte permettono di valutare del tutto compatibile l'allibito al Terminale di una nave metaniera appartenente alla classe "New Panamax".

Infatti per tali navi si può affermare in sintesi che:

- i bracci di carico e i collegamenti ESD (Emergency Shut Down) sono conformi agli standard SIGTTO;
- il dislocamento a pieno carico e le dimensioni sono simili a quelle delle navi da 138,000/155,000 m³;
- le zone soggette all'effetto del vento (*windage area*) sono paragonabili a quelle delle navi da 138,000/155,000 m³;
- si conferma la compatibilità dei parabordi installati sul Terminale;
- i rimorchiatori risultano ampiamente compatibili;
- il piano di ormeggio della nave è compatibile con il piano di ormeggio del Terminale.

5.2 VARIAZIONE DEL DELTA TERMICO DELL'ACQUA DI MARE NECESSARIA ALLA RIGASSIFICAZIONE

Con Provvedimento DVA-2010-0025280 del 20 Ottobre 2010, il MATTM ha escluso dalla procedura di VIA gli aggiornamenti progettuali adottati in fase di ingegneria esecutiva in relazione al progetto del Terminale FSRU Toscana. Tale provvedimento è stato condizionato al rispetto di specifiche prescrizioni.

In particolare la prescrizione No. 4 del sopra citato Decreto, relativa allo scarico termico, è stata successivamente modificata con Decreto DVA- 2011- 0024915 del 4 Ottobre 2011, come riportato di seguito:

“Dovrà essere predisposto un monitoraggio in continuo della portata, della temperatura e del contenuto di ipoclorito di sodio sia alla presa che allo scarico a mare dell'acqua di mare necessaria alla rigassificazione in modo da rispettare:

a) un delta termico non superiore a -4.6°C con tre unità di rigassificazione in funzione e un delta termico inferiore a -2.3°C con due unità di rigassificazione in funzione. La durata annua di funzionamento con 1, 2, 3 vaporizzatori avverrà nel rispetto della capacità massima autorizzata;

b) una portata non superiore a 10,800 m³/h;

c) per cloro attivo libero in uscita dal terminale una concentrazione non superiore a 0,05 mg/l ed una massa totale immessa nel mare non superiore a 10 kg/giorno; il totale annuo di cloro attivo libero immesso in mare per la rigassificazione dovrà essere inferiore a 3.6t.”

Si evidenzia che durante i mesi di Settembre-Dicembre 2013 il Terminale ha effettuato i collaudi impiantistici, ovvero è stato messo in funzione e testato in tutte le possibili condizioni operative previste dal progetto, al fine di verificare il corretto funzionamento di tutte le sue parti e la rispondenza alle caratteristiche richieste di produttività e impatto ambientale.

Durante questo periodo sono stati effettuati, tra gli altri:

- quattro scariche di GNL;
- periodi di Zero/Micro Send Out;
- rigassificazione di GNL per immissione in rete con le diverse portate previste da progetto, utilizzando 1, 2 e tutti e 3 i vaporizzatori presenti a bordo.

In particolare durante il collaudo del Terminale è stata verificata la condizione di massima capacità di rigassificazione pari a 450 t/h di GNL, effettuando, oltre al resto, anche la verifica del limite del delta termico dell'acqua di rigassificazione così come previsto dal sopra citato Decreto DVA-2011- 0024915 del 4 Ottobre 2011.

Di seguito si riportano gli andamenti del delta termico dell'acqua mare registrati rispettivamente il 10 Ottobre 2013 e il 4 Dicembre 2013 in modalità di massima rigassificazione².

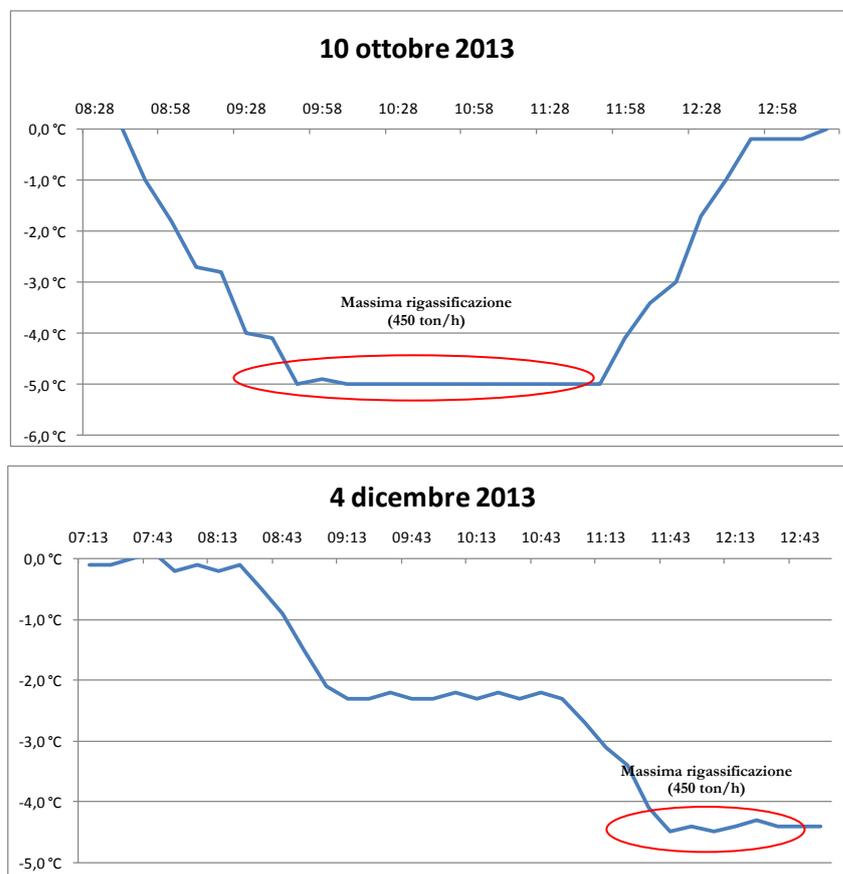


Figura 5.5: Andamento del Delta Termico dell'Acqua di Mare durante il Collaudo del Terminale

² Si evidenzia che durante il periodo di Commissioning, il Decreto AIA ed in particolare il Paragrafo 8.2 "Descrizione delle attività di installazione precollaudato ed esercizio provvisorio", a seguito di richiesta del Gestore OLT, ha concesso una flessibilità al delta termico dell'acqua di rigassificazione (scarico SF15) pari a -5.3°C (media oraria).

Come si evince dai dati rappresentati nei grafici sopra riportati, in funzione del periodo dell'anno in cui viene effettuata la rigassificazione, e dunque della temperatura dell'acqua di mare utilizzata, si hanno delle variazioni nel delta termico dell'acqua di mare (delta termico complessivo che tiene conto sia del riscaldamento tra ingresso ed uscita dal condensatore, sia del raffreddamento subito dall'acqua di mare nei vaporizzatori).

In particolare è possibile affermare che la variazione del delta termico è funzione di diverse e molteplici variabili tra le quali:

- composizione del GNL;
- temperatura dell'acqua di mare;
- portata di GNL (esempio massima capacità di rigassificazione);
- portata dell'acqua di mare (massima pari a 10,800 m³/h).

Pertanto, a seguito dei test e verifiche effettuate, si è riscontrato che la condizione di massima rigassificazione (450 t/h, pari a 3 vaporizzatori alla massima capacità di rigassificazione) potrebbe non consentire, in determinati periodi dell'anno, il rispetto del delta termico imposto dal Decreto DVA- 2011- 0024915 del 4 Ottobre 2011 (Prescrizione No. 4) e pari a -4.6°C.

Pertanto in considerazione delle variabili di cui sopra e dell'impossibilità, in fase di collaudo, di testare tutte le condizioni operative (in particolare relativamente alla composizione del GNL e alla temperatura dell'acqua di mare), si rende necessario l'innalzamento del limite per il delta termico dell'acqua di mare, in modalità di rigassificazione, cautelativamente **fino ad un valore medio orario pari a -6.0°C (indipendentemente dal numero di vaporizzatori in funzione)**, mantenendo comunque inalterate:

- la portata massima dell'acqua di mare (10,800 m³/h);
- la concentrazione del Cloro attivo libero in uscita dal Terminale (< 0.05 mg/l), la massa totale immessa nel mare (< 10 kg/giorno) ed il totale annuo di Cloro attivo libero immesso in mare per la rigassificazione (< 3.6 t);
- la quantità di frigoriferie annue immesse (312*10⁹ kcal/anno³).

5.3 UTILIZZO DELLO SCARICO SF3 NELLA MODALITÀ OPERATIVA “ZERO SEND OUT”

Come già descritto al Paragrafo 2.2.5, nel caso in cui i vaporizzatori non siano in funzione (Zero Send-Out), l'acqua di mare a valle del condensatore può essere scaricata in mare o tramite lo scarico SF15 (portata pari a 10,800 m³/h), o tramite lo scarico SF3 (portata 9,000 m³/h). In questa ultima configurazione non vengono utilizzate le pompe acqua mare principali ma una pompa, di portata minore, denominata Main Circulating Pump.

L'utilizzo dello scarico SF3 in modalità Zero Send Out, limitatamente alla fase di manutenzione (in media 15 gg/anno), è stato già descritto ed autorizzato sia nell'ambito della procedura di Verifica di Assoggettabilità alla VIA conclusasi con il Decreto Prot. DVA-2010-25280 del 20 Ottobre 2010, sia in ambito AIA (Decreto Prot. 93 del 15 Marzo 2013).

³ Valore ottenuto applicando la formula $Q \text{ (kcal/h)} = P \text{ (m}^3\text{/h)} \times 1 \text{ kcal/kg} \times \Delta T \text{ (}^\circ\text{C)}$ per le ore di funzionamento dell'impianto.

L'utilizzo dello scarico SF3 durante i periodi in cui non avviene rigassificazione (come descritto nel precedente Paragrafo 2.2.3), quest'ultima legata alle condizioni di mercato (scarsa domanda di gas naturale) oltre che alle manutenzioni di impianto, comporterebbe i seguenti benefici:

- risparmio energetico grazie all'utilizzo della pompa di minore potenza Main Circulating Pump al posto delle 3 pompe di processo;
- minore usura delle 3 pompe di processo nel caso non vi sia attività di rigassificazione;
- minore quantitativo di acqua prelevato (da 10,800 m³ a 9,000 m³).

Di seguito vengono descritte le modalità tecniche-operative legate all'utilizzo dello scarico SF3 e le differenze rispetto all'utilizzo dello scarico SF15 durante la fase Zero Send Out.

Nella condizione di Zero Send-Out con scarico SF3 l'acqua mare viene pompata dalla Main Circulating Pump (TAG 1P1017), che ha una portata costante di 9,000 m³/h (misurabile quindi in base alle ore di funzionamento della pompa stessa), minore di quella utilizzata per lo scarico SF15 pari a 10,800 m³/h.

Le temperature di ingresso e di uscita (SF3) dell'acqua di mare vengono misurate in continuo mediante i misuratori di temperatura, rispettivamente, 3TI1016 e 3TI1017, i cui dati sono inviati al DCS (Distributed Control System) per cui monitorati in continuo dall'operatore in sala controllo.

Il delta termico rilevato dai misuratori di temperatura allo scarico SF3 è mediamente inferiore a 2.8° C, con possibili picchi di 5-6 °C. La variazione della temperatura out-in dal condensatore è dipendente dall'operatività del Terminale e conseguentemente delle caldaie al quale il condensatore è asservito, oltre che dalla temperatura in ingresso dell'acqua di mare, dipendente a sua volta dalla stagione.

Pertanto l'utilizzo dello scarico SF3 in caso di Zero Send Out non determina mediamente nessuna variazione rispetto all'utilizzo dello scarico SF15.

Con riferimento al quantitativo di Cloro attivo libero si evidenzia che, data la breve distanza del punto di iniezione dell'ipoclorito⁴ (in corrispondenza della presa mare PA1) dallo scarico, esso non può essere inferiore a 0.05 mg/l come allo scarico SF15, in quanto il tempo di reazione è estremamente breve e il volume di acqua trattata inferiore (prima di essere scaricato all'SF15 l'acqua mare percorre tutto lo scafo).

Durante l'operatività è stato verificato che per avere concentrazioni di Cloro attivo libero inferiori a 0.05 mg/l la quantità di ipoclorito da iniettare alla presa mare PA1 sarebbe praticamente nulla, e pertanto inefficace sul condensatore.

Per tale motivo si ritiene necessario mantenere l'attuale limite pari a 0.2 mg/l di Cloro attivo libero per lo scarico SF3.

⁴ Utilizzato per prevenire la crescita e la proliferazione dei microrganismi marini incrostanti.

6 CARATTERIZZAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI DI INTERESSE

Il presente capitolo riporta la caratterizzazione delle componenti ambientali di interesse e in particolare:

- caratterizzazione meteomarina (Paragrafo 6.1);
- ecosistema marino, con particolare riferimento alle caratteristiche chimico-fisiche delle acque marine, alla presenza di cetacei ed ai popolamenti bentonici caratterizzanti i fondali nell'area interessata dal Terminale (Paragrafo 6.2);
- ecosistema antropico, con particolare riferimento ai traffici marittimi ed agli aspetti legati alle attività di pesca (Paragrafo 6.3).

6.1 CARATTERIZZAZIONE METEOMARINA

Il Terminale OLT è ancorato a circa 12 miglia nautiche dalla costa toscana, ad una profondità di circa 120 m, in un'area direttamente influenzata da un clima caratterizzato da notevoli variabilità spaziali e temporali dei principali parametri meteomarini.

Tale variabilità è dominata dalla presenza di una delle regioni di maggiore ciclogenese del Mediterraneo, che ha sede nel Golfo di Genova. La ciclogenese del golfo ligure raggiunge la sua massima frequenza nei mesi invernali, quando l'anticiclone delle Azzorre tende a muoversi verso Nord, lasciando il Bacino Mediterraneo.

Le acque dell'Arcipelago Toscano, inoltre, sono soggette all'influenza di diversi fattori e in particolare sono soggette all'influenza esercitata dai due bacini adiacenti, il Ligure ed il Tirreno. Questi ultimi, avendo proprietà fisiche ben differenziate, sono in grado di scambiare le caratteristiche delle masse d'acqua, anche attraverso il ruolo preponderante dei Canali di Corsica e dell'Elba.

6.1.1 Regime Anemologico

I venti hanno il tipico andamento di brezza sottocosta; in alto mare si presentano più intensi e con maggiore variabilità di provenienza. D'estate vi è una prevalenza di levante, maestrale e tramontana, ma d'inverno non mancano i forti venti di libeccio, grecale, mezzogiorno, ponente e scirocco.

La rosa dei venti rilevata dal Servizio Mareografico dell'ISPRA presso la stazione di Livorno (anni di rilevamento: 1972-2013) è presentata nella seguente figura (<http://www.idromare.it/>).

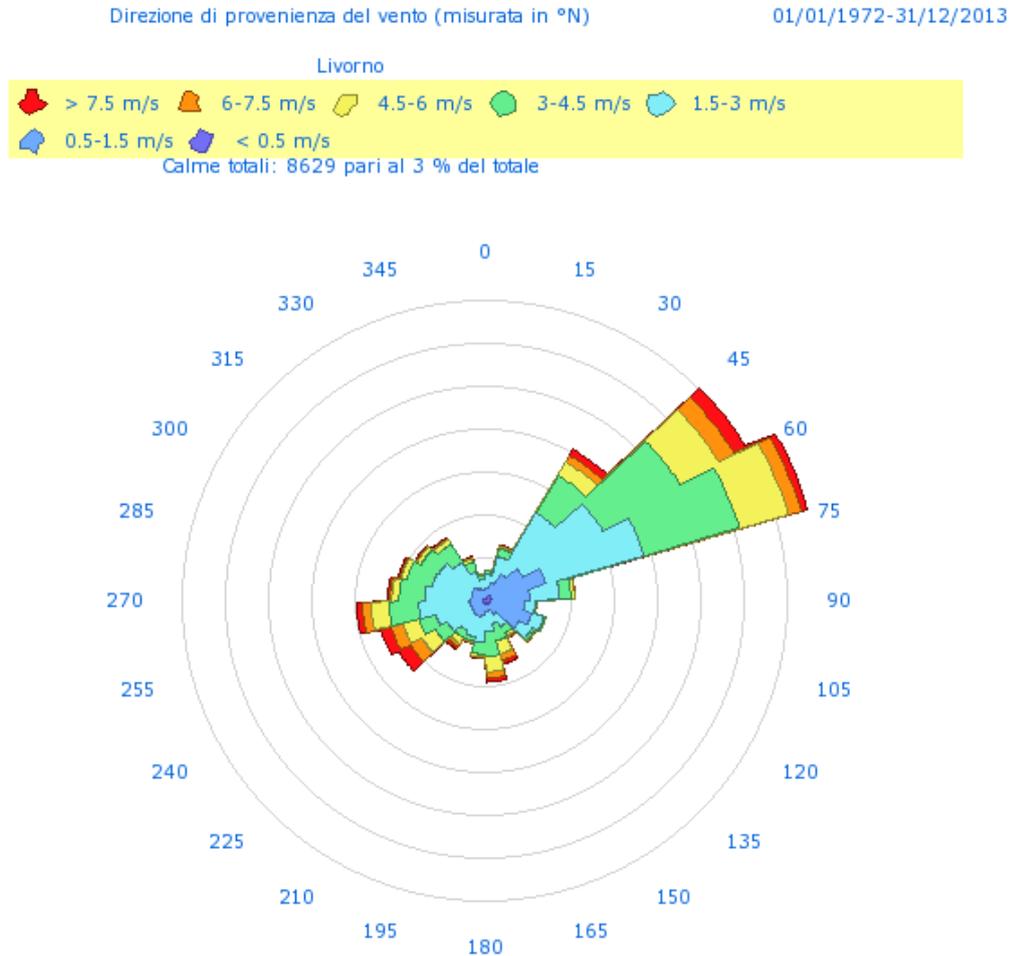


Figura 6.1: Circolazione Superficiale in Mediterraneo (Saliot, 2007)

I venti principali provengono da Est-Nord-Est (tra 45 e 75°).

Si evidenzia come, nonostante la stazione in esame sia ubicata a terra, nel Porto Mediceo di Livorno, a quasi 15 mn di distanza dal Terminale, ubicato quest'ultimo in mare aperto, anche la rosa dei venti elaborata per l'area in oggetto a partire dai dati del 2011 del set meteorologico acquisito per le simulazioni modellistiche, mostri come i venti prevalenti provengano principalmente dal Settore Est ed Est-Nord-Est.

6.1.2 Regime Correntometrico

6.1.2.1 Circolazione Generale in Mediterraneo

La circolazione generale nell'area si caratterizza per la presenza, nello strato superficiale, della cosiddetta Atlantic Water (AW), che entra dallo Stretto di Gibilterra e fluisce lungo la costa africana (Saliot, 2007). Una parte del flusso, la vena tirrenica, fluisce in senso antiorario intorno al Mar Tirreno, lungo la Sicilia e risale la penisola italiana fino a congiungersi con la vena proveniente dalla Corsica occidentale, continuando poi a fluire verso l'arco ligure e lungo la costa francese.

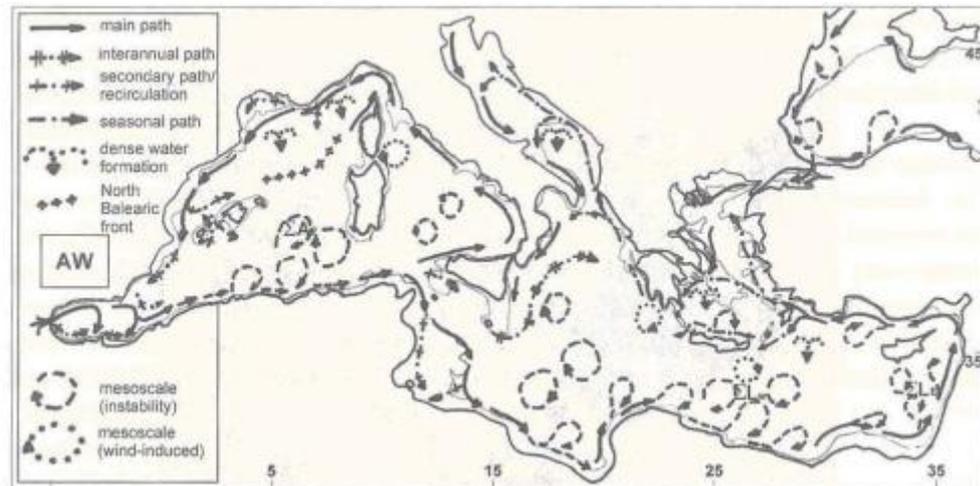


Figura 6.2: Circolazione Superficiale in Mediterraneo (Saliot, 2007)

Lo strato intermedio è caratterizzato dalla presenza della cosiddetta Levantine Intermediate Water (LIW), che si forma nel Mediterraneo Orientale e, attraversando il Canale di Sicilia, fluisce verso il Tirreno, dove assume un verso antiorario andando ad interessare il Canale di Corsica, per poi fluire tra i 200 e i 600 m di profondità, verso il bacino ligure (Figura 6.3).

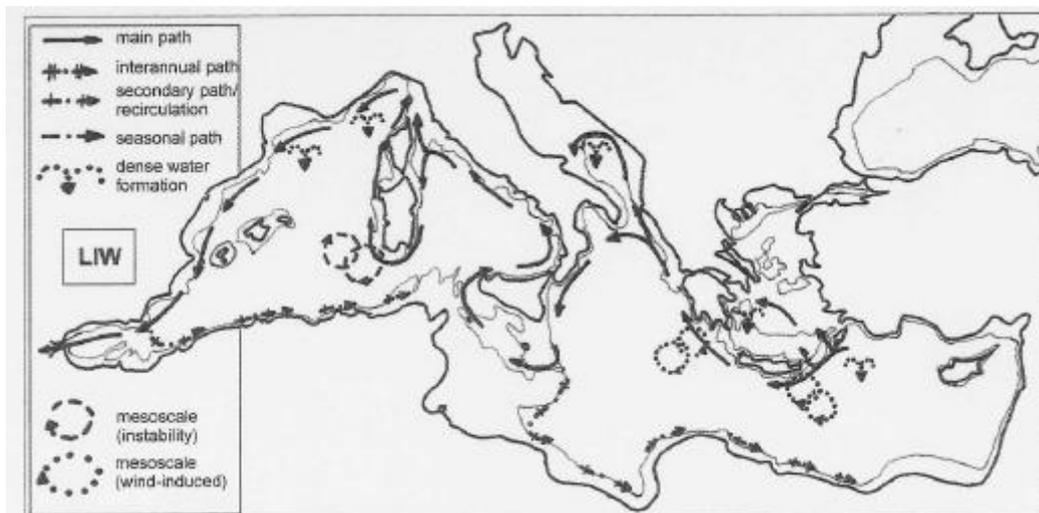


Figura 6.3: Circolazione Intermedia in Mediterraneo (Saliot, 2007)

6.1.2.2 Circolazione nell'Arcipelago Toscano

Per quanto riguarda l'Arcipelago Toscano, i dati disponibili risultano frammentari e relativi ad aree particolari (Astraldi *et al.*, 1993) o studi a scala di bacino (Elliot, 1979) e un'analisi dettagliata della circolazione non risulta sia mai stata effettuata. Di seguito si riporta pertanto una sintesi dei principali risultati ottenuti da Astraldi *et al.* (1993), relativamente ad alcune misure effettuate dal Luglio 1985 al Settembre 1988 mediante catene correntometriche che hanno permesso di rilevare velocità e direzione della corrente a 4 livelli su fondali di 460 m e 1,250 m.

L'Arcipelago Toscano si trova all'interfaccia di due bacini con caratteristiche termiche molto differenti: il Mar Ligure infatti possiede una temperatura sensibilmente più bassa a causa dei venti settentrionali ai quali è esposto, con un gradiente che tende pertanto ad accentuarsi in inverno. Considerando che il passaggio della corrente tra i due bacini è determinato dal gradiente di densità che si viene così a creare, gli scambi tra i due mari avvengono prevalentemente in direzione del Mar Ligure e sono concentrati per la massima parte tra la stagione invernale e quella primaverile.

Nell'area del Canale di Corsica inoltre, è la batimetria che esercita una forte influenza sulla corrente, generalmente allineata all'asse del canale dalla superficie al fondo: il flusso è prevalentemente diretto dal Mar Tirreno al Mar Ligure con un'intensità che varia con stagioni e profondità.

In estate e fino a Dicembre esso è molto debole (2-5 cm/s) ed in qualche caso può anche rovesciarsi. A partire dall'inizio della stagione invernale, il flusso aumenta rapidamente fino a raggiungere i valori più alti (50-60 cm/s in superficie) nei mesi di Gennaio/Febbraio. Questo aumento è stato associato all'andamento del vento nel Golfo del Leone.

Sono quindi essenzialmente quattro gli aspetti principali che la letteratura specialistica di settore mette in luce:

- il campo di corrente presenta valori sufficientemente elevati a tutte le profondità indagate, soprattutto nelle stagioni fredde. La variabilità spaziale risulta tuttavia notevole;
- la batimetria gioca un ruolo fondamentale: i vari canyons rappresentano le vie preferenziali per l'ingresso delle masse d'acqua nell'Arcipelago;
- le condizioni meteorologiche influenzano decisamente il regime dinamico, sia per l'effetto dello "stress" del vento sulla superficie, sia per l'azione indiretta che il vento esercita sui flussi di calore e quindi sulla densità superficiale dei bacini;
- i gradienti barici, che si verificano soprattutto durante il passaggio delle perturbazioni, inducono oscillazioni di livello con conseguenti modifiche del campo di corrente.

6.1.2.3 Circolazione Locale

La circolazione dell'area in cui è ubicato il Terminale di Rigassificazione OLT dipende, come visto in precedenza, dallo scambio di masse d'acqua tra il Mar Ligure ed il Mar Tirreno. Tuttavia a causa della limitata distanza dalla costa toscana (circa 22 km), l'area di interesse risulta fortemente influenzata dalla circolazione costiera e dalle caratteristiche batimetriche.

In particolare si sottolinea che la circolazione costiera dipende soprattutto dall'effetto meteorologico, sia mediante lo scambio diretto di quantità di moto dall'aria all'acqua per effetto dello "stress" del vento, sia attraverso la modificazione delle acque costiere, conseguenti allo scambio di calore e di massa attraverso la superficie del mare ed alle variazioni degli apporti fluviali.

Il campo di corrente presente nell'area di esame ha caratteristiche generali molto simili a quelle dei campi di corrente costieri, anche se risente in maniera meno accentuata dell'attrito dovuto al fondale e della presenza della costa, essendo quindi maggiormente interessato dalla circolazione generale e risentendo in modo maggiore degli effetti perturbativi generati in aree lontane, quali ad esempio il Golfo del Leone, rispetto agli effetti dei venti locali.

Prendendo a riferimento pertanto misure eseguite in prossimità della secche di Vada (circa 25 miglia nautiche a Sud-Est del Terminale OLT), in 25 m d'acqua per due stagioni (Maggio-Luglio 1998 e Febbraio-Maggio 1999), sono stati evidenziati tre aspetti importanti (D'Appolonia, 2013):

- il campo di corrente è essenzialmente dovuto al vento;
- la corrente permanente o “stazionaria”, fluisce verso 330-340° N (quindi secondo l'orientazione delle isobate);
- la corrente di marea è molto modesta, così come quella dovuta alle variazioni di livello causate dai gradienti barici locali.

6.2 ECOSISTEMA MARINO

6.2.1 Caratteristiche Chimico-Fisiche delle Acque Marine

Nell'Agosto del 2012 sono state effettuate una serie di analisi sulla colonna d'acqua al fine di caratterizzare l'area interessata dal Terminale OLT.

Nella seguente figura è riportata l'ubicazione dei punti di campionamento con indicazione della tipologia di analisi effettuate. Il punto rosso centrale rappresenta la posizione del Terminale.

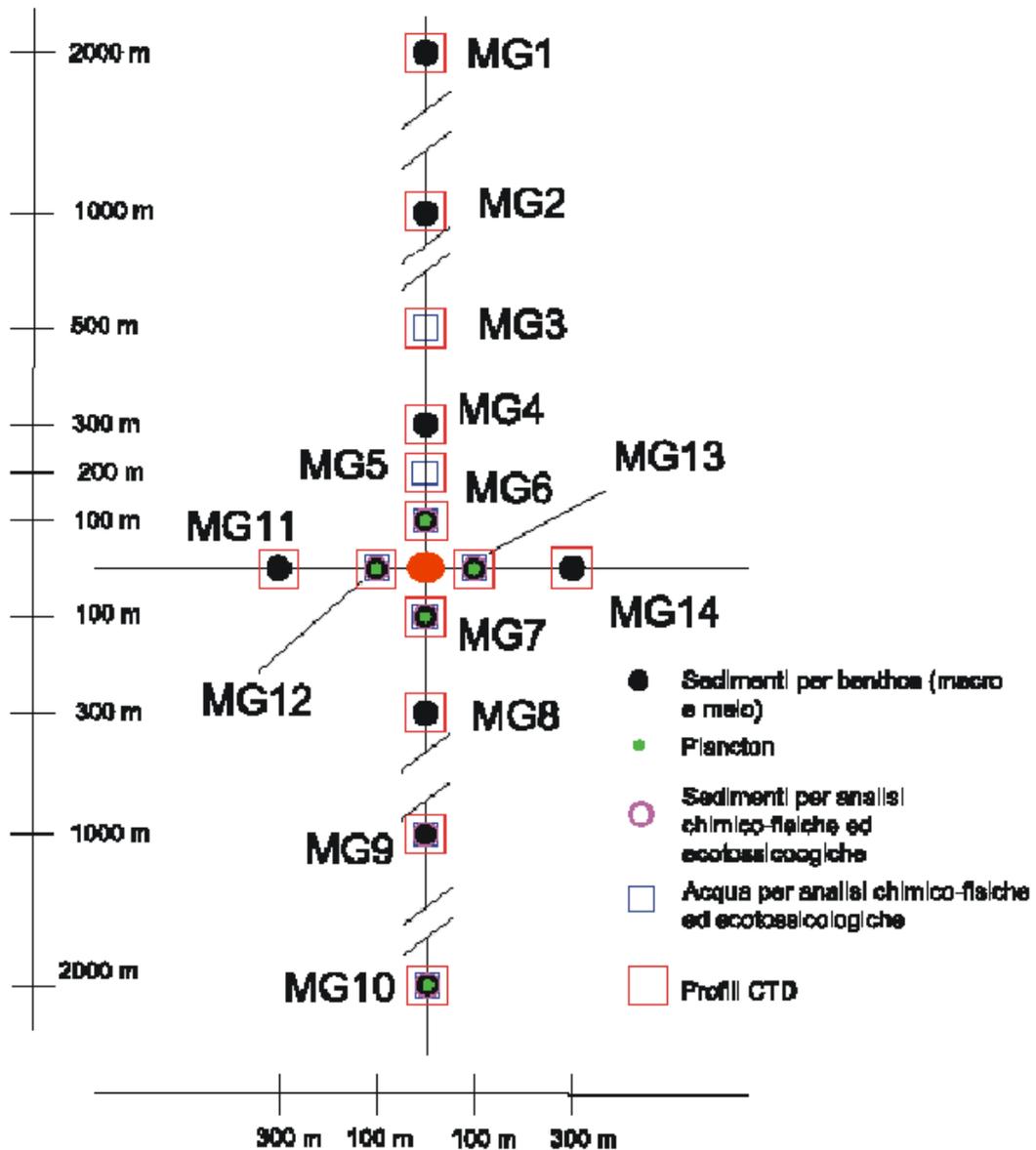
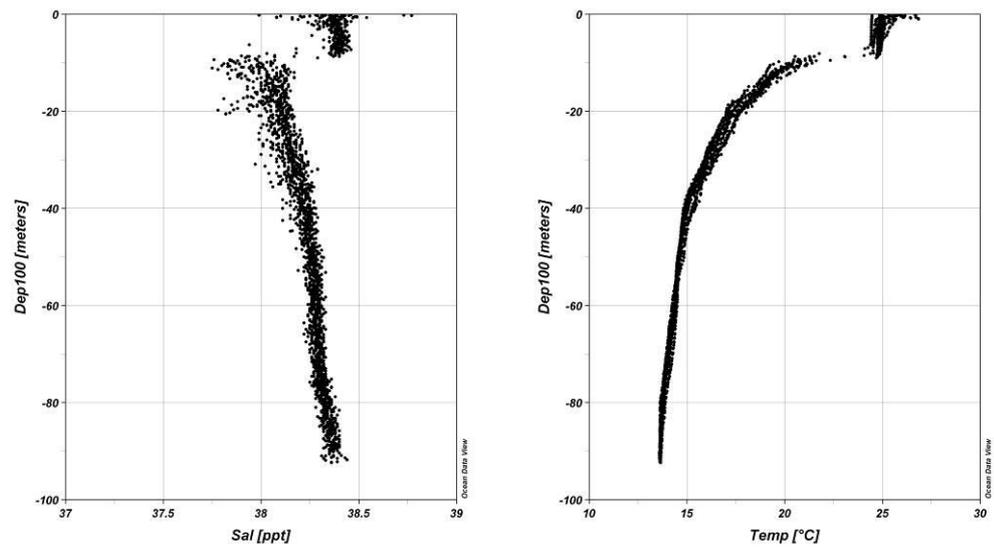


Figura 6.4: Disposizione dei Punti di Campionamento

Di seguito si riportano i risultati di tali analisi (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2013).

6.2.1.1 Profili Idrologici

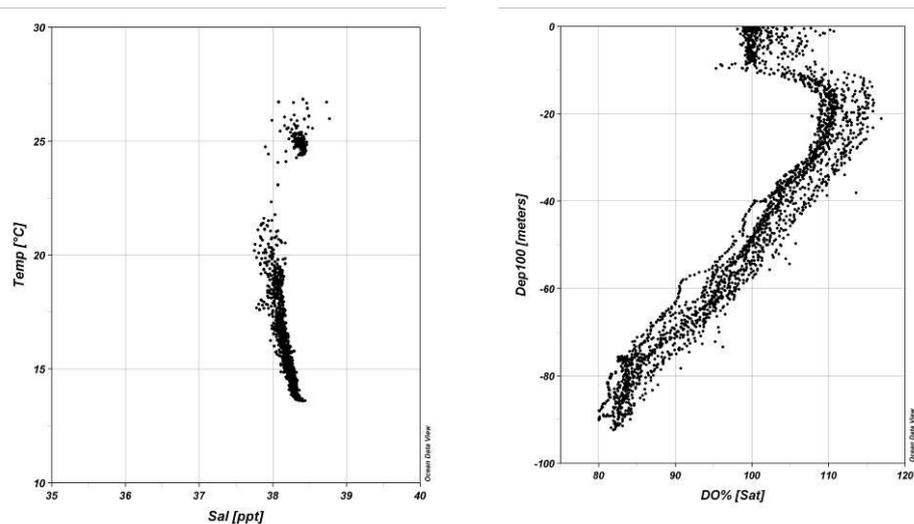
Il periodo estivo ha mostrato valori tipici riguardo la Temperatura, con valori compresi tra 13.59°C e 26.85°C ed un valore medio di 16.60 ± 3.61 °C. Il termoclino è molto marcato in prossimità dei 10 m di profondità (Figura 6.5).



**Figura 6.5: Profili di Salinità (Sx) e Temperatura (Dx)
(OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2013)**

La Salinità ha mostrato valori compresi tra 37.75 ppt e 38.77 ppt. La distribuzione lungo la colonna d'acqua evidenzia una stratificazione di acqua avente salinità differente ed in particolare si osserva che lo strato più superficiale (i primi 10 m) e quello profondo (oltre i 40 m) mostrano una salinità maggiore rispetto allo strato intermedio compreso tra 10 e 40 m (Figura 6.5).

Il grafico Temperatura/Salinità (Figura 6.6) mostra una dispersione dei punti propria del periodo estivo, caratterizzato dalla presenza del termocline con una netta separazione tra lo strato superficiale e quello sottostante.

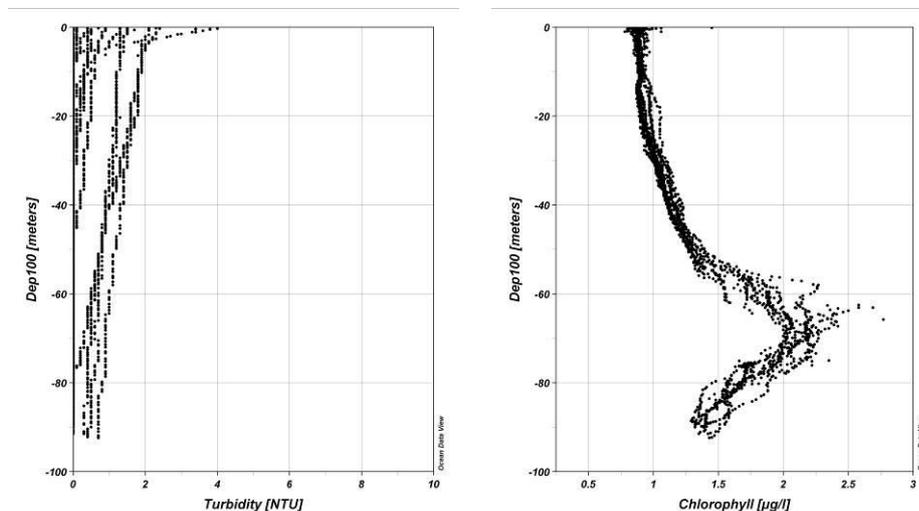


**Figura 6.6: Scatterplot Salinità VS Temperatura (Sx) e Profilo Ossigeno
Disciolto (Dx) (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2013)**

La percentuale di saturazione dell'Ossigeno Disciolto (Figura 6.6) presenta dei valori compresi tra 80 % e 116.9 % con i valori massimi intorno a 20 m di profondità e una graduale riduzione man mano che si scende verso gli strati inferiori.

La concentrazione della Clorofilla a (Figura 6.7) presenta un andamento crescente all'aumentare della profondità con un picco intorno alla batimetrica dei 70 metri. Per quanto riguarda questo parametro va sottolineato che le concentrazioni (qui espresse in $\mu\text{ l}^{-1}$ che sono equivalenti a mg m^{-3}), vanno considerate in termini relativi. Per i valori assoluti si rimanda a quelli ottenuti tramite analisi dei campioni (Tabella 6.3, Figura 6.11).

La Torbidità (Figura 6.7) presenta dei valori compresi in un range abbastanza ampio, tra 0 NTU e 4 NTU con una torbidità media pari a 0.40 NTU. Si osserva che nella porzione superficiale della colonna d'acqua la torbidità tende ad essere più elevata, mentre si ha una graduale diminuzione verso gli strati più profondi.



**Figura 6.7: Profili di Torbidità (Sx) e Clorofilla (Dx)
(OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2013)**

I valori di pH (Figura 6.8) sono compresi fra 7.62 e 7.96; si può notare che le unità di pH sono maggiori negli strati più superficiali e tendono ad abbassarsi all'aumentare della profondità.

I valori del Potenziale Redox (Figura 6.8) sono compresi tra 118 mV e 144 mV.

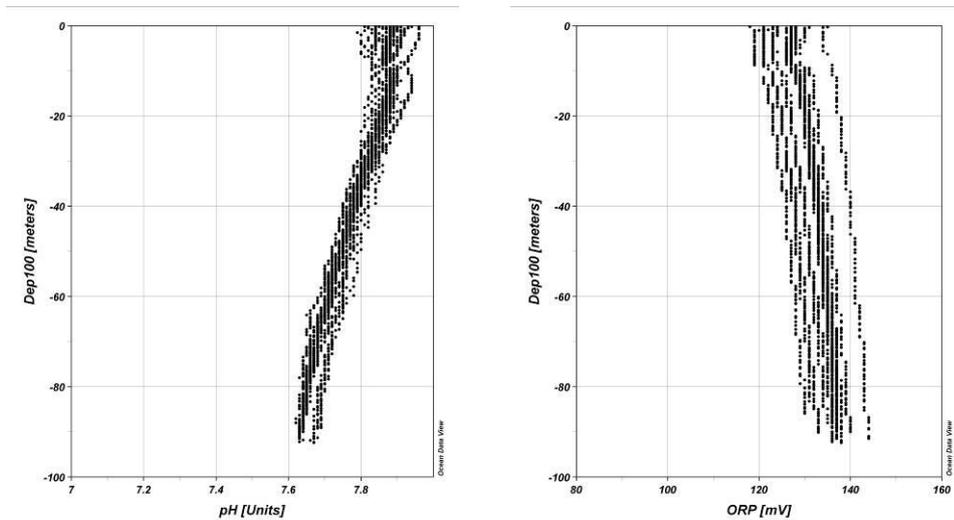


Figura 6.8: Profili di pH (Sx) e Potenziale Ossido-Riduzione (Dx) (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2013)

Dalle misure di Irradianza infine, emerge che la profondità della zona eufotica oscilla tra 61 e 65 m nelle Stazioni MG7 ed MG10 (Figura 6.9). Tutte le altre stazioni presentano la profondità della zona eufotica all'interno del range di queste due stazioni.

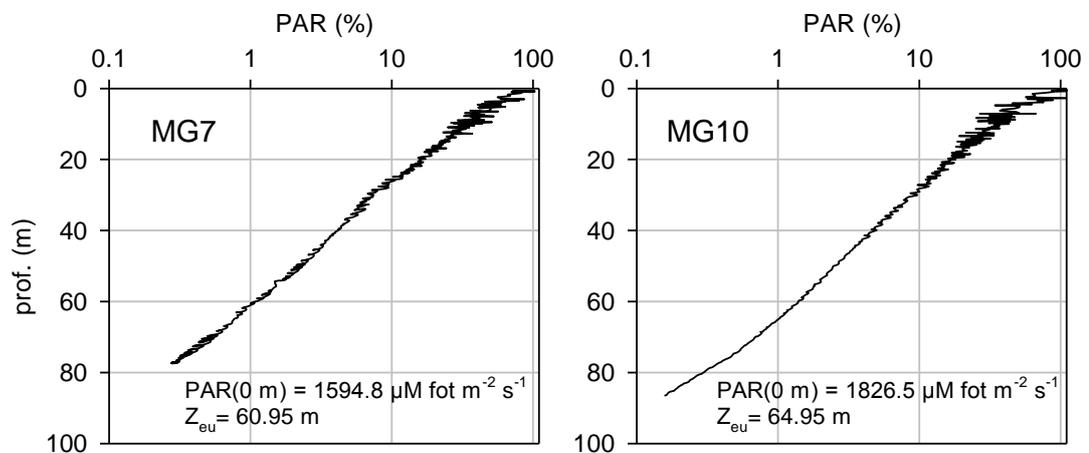


Figura 6.9: Profilo del Rapporto fra l'Irradianza Quantica PAR (Photosynthetic Available Radiation) disponibile alle Varie Profondità con quella Contemporanea in Superficie, PAR (0 m) delle Stazioni MG7 e MG10 (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2013)

6.2.1.2 Caratteristiche Fisiche e Chimiche

6.2.1.2.1 Nutrienti Inorganici Disciolti

Le concentrazioni di tutti i nutrienti (Tabella 6.1) analizzati, Nitriti (NO₂), Nitrati (NO₃), Ortofosfati (PO₄), Silicati (SiO₂), sono coerenti con le concentrazioni solitamente rilevate nelle acque del Mar Ligure nella stagione estiva, concentrazioni che definiscono uno stato di oligotrofia. Tale condizione si verifica, appunto, al termine della stagione estiva quando i nutrienti sono stati consumati dal fitoplancton e la stratificazione di masse d'acqua a diversa densità non consente il loro rimescolamento e quindi nuovi apporti.

La modesta scala spaziale investigata (le stazioni si estendono per circa 600 m da Est a Ovest e circa 4,000 m da Sud a Nord) impedisce di rilevare differenze sostanziali tra le diverse stazioni. Al contrario, il range batimetrico indagato ha consentito di identificare un aumento di concentrazione all'aumentare della profondità, soprattutto per Silicati e Nitrati, e solo in misura minore, per Nitriti.

Tabella 6.1: Concentrazioni dei Nutrienti Inorganici Disciolti

Stazione	Prof [m]	SiO ₂	PO ₄	NO ₂	NO ₃	Stazione	Prof [m]	SiO ₂	PO ₄	NO ₂	NO ₃
		[μM]						[μM]			
MG9	0.5	0.974	0.061	0.077	0.048	MG10	0.5	0.660	0.072	0.119	0.147
	12.5	0.868	0.046	0.110	0.057		12.5	0.605	0.051	0.056	0.040
	50	0.693	0.048	0.114	0.066		50	0.678	0.053	0.092	0.473
	70	1.093	0.059	0.156	0.178		70	0.755	0.045	0.108	0.177
MG12	0.5	0.841	0.051	0.114	0.021	MG6	0.5	0.626	0.047	0.212	0.085
	12.5	0.805	0.042	0.098	0.088		12.5	0.620	0.050	0.092	0.370
	50	0.836	0.043	0.105	0.060		50	0.594	0.052	0.148	0.413
	70	1.112	0.055	0.205	0.132		70	0.885	0.060	0.243	0.317
MG13	0.5	0.787	0.040	0.064	0.123	MG5	0.5	0.631	0.055	0.131	0.019
	12.5	0.720	0.051	0.054	0.014		12.5	0.575	0.051	0.041	0.039
	50	0.846	0.053	0.132	0.095		50	0.633	0.061	0.105	0.131
	70	0.978	0.068	0.143	0.430		70	0.976	0.054	0.220	0.336
MG7	0.5	0.768	0.052	0.097	0.039	MG3	0.5	0.595	0.054	0.031	n.r.
	12.5	0.805	0.044	0.116	0.065		12.5	0.600	0.048	0.096	0.090
	50	0.868	0.055	0.083	n.r.		50	0.591	0.055	0.200	0.159
	70	0.955	0.054	0.216	0.352		70	0.928	0.052	0.201	0.351

6.2.1.2.2 Solidi Sospesi

Il materiale particellare in sospensione (TSM) può essere di natura inorganica, derivante dalla risospensione di sedimenti o materiale di erosione, oppure di natura organica e quindi costituito da organismi viventi, dai loro prodotti metabolici e dalla loro decomposizione. L'origine di tale materiale può essere marina (al largo di gran lunga prevalente) oppure terrestre.

Le concentrazioni rilevate durante i campionamenti (Tabella 6.2 e Figura 6.10), sono confrontabili con quelle già riscontrate precedentemente in zone limitrofe.

Tabella 6.2: Concentrazione dei Solidi Sospesi

Profondità [m]	Stazione	TSM [mg l ⁻¹]	Stazione	TSM [mg l ⁻¹]
0.5	MG9	0.892	MG10	1.323
12.5		1.164		0.758
50		1.069		0.973
70		1.122		1.509
0.5	MG12	2.300	MG6	0.758
12.5		2.800		0.990
50		2.538		0.744
70		1.845		0.822
0.5	MG13	2.400	MG5	0.622
12.5		2.975		0.270
50		1.453		2.290
70		1.083		1.272
0.5	MG7	1.140	MG3	2.038
12.5		0.984		2.166
50		1.655		1.224
70		3.187		1.388

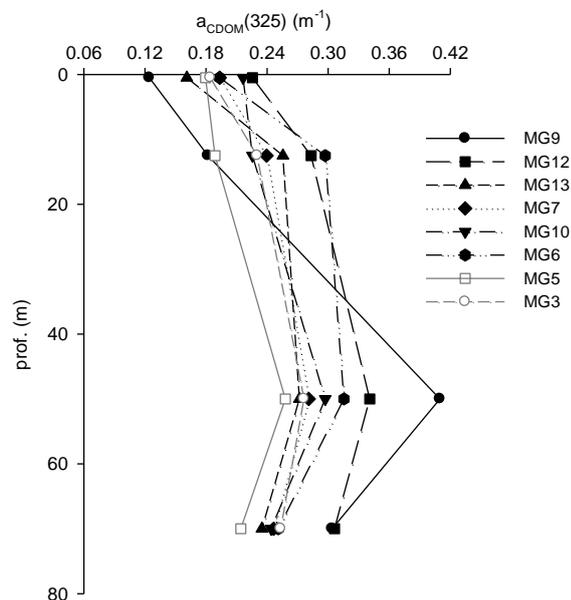


Figura 6.10: Profili delle Concentrazioni dei Solidi Sospesi (TSM in mg l⁻¹) nelle diverse Stazioni lungo il Profilo Batimetrico (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2013)

6.2.1.2.3 *Clorofilla a*

La Clorofilla a, indice della biomassa fitoplanctonica, risulta molto bassa su tutta l'area esaminata (Tabella 6.3), le concentrazioni variano infatti tra 0.03 e 0.26 $\mu\text{g l}^{-1}$, con un valore medio di 0.11 $\mu\text{g l}^{-1}$. Questi valori sono da considerarsi nella norma per il Mar Ligure a fine estate, perchè è proprio in questa stagione che generalmente si rilevano le condizioni di maggiore oligotrofia.

Tra le stazioni non ci sono differenze evidenti; in quasi tutte c'è un massimo profondo, con le concentrazioni più elevate a 70 m, come si può rilevare anche dai profili di Figura 6.11.

La presenza di massimi profondi è una caratteristica rilevata in generale nel Mar Mediterraneo, e dunque anche nel Mar Ligure, particolarmente nella stagione estiva, ed è dovuta alla frazione picoplanctonica costituita prevalentemente da Cyanobatteri adattati a basse irradiazioni alla base o sotto la profondità della zona eufotica (Figura 6.9) e favoriti dagli aumenti nutritivi. Nelle stazioni MG3, MG5 e MG6 oltre al massimo a 70 m, sono visibili dei massimi superficiali, determinati prevalentemente da popolamenti fitoplanctonici con differenti caratteristiche tassonomiche e dimensionali (nano - microfitoplancton).

Tabella 6.3: Clorofilla a Totale (Somma della Clorofilla a, della Divinil Clorofilla a e della Alloclorofilla a, se presenti)

Profondità [m]	Stazione	Chl a tot [mg m ⁻³]	Stazione	Chl a tot [mg m ⁻³]
0.5	MG9	0.041	MG10	0.089
12.5		0.032		0.091
50		0.083		0.107
70		0.054		0.162
0.5	MG12	0.097	MG6	0.148
12.5		0.079		0.062
50		0.114		0.093
70		0.078		0.261
0.5	MG13	0.097	MG5	0.110
12.5		0.107		0.057
50		0.222		0.073
70		0.264		0.233
0.5	MG7	0.094	MG3	0.136
12.5		0.114		0.055
50		0.119		0.088
70		0.204		0.186

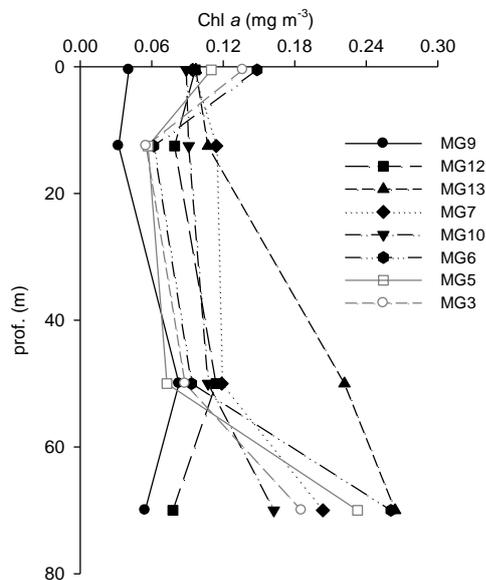


Figura 6.11: Profili della Concentrazione di Clorofilla a Totale, alle Diverse Stazioni (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2013)

6.2.2 Presenza di Mammiferi Marini e Tartarughe Marine

6.2.2.1 Mammiferi Marini

Con riferimento alla presenza di mammiferi marini (caratterizzati prevalentemente dall'ordine dei cetacei), il valore dell'ecosistema del Mar Ligure e del Tirreno Settentrionale è stato riconosciuto fin dagli anni '90 anche grazie all'istituzione nel 1991 di un'Area Naturale Marina Protetta. In quest'area la dinamica della massa d'acqua è di fondamentale importanza in quanto responsabile, oltre che della formazione di correnti profonde che condizionano gli equilibri idrologici del bacino occidentale del Mediterraneo, anche dei fenomeni di trasporto verticale, tra cui l'upwelling dei nutrienti e l'iniezione in profondità di plancton e particolato.

Tutto ciò costituisce un forte richiamo per numerose specie di cetacei, osservate più o meno frequentemente in tale area. Di seguito si riporta un elenco delle specie stanziali più frequenti:

- Balenottera comune – *Balaenoptera physalus*;
- Capodoglio – *Physeter catodon*;
- Delfino comune – *Delphinus delphis*;
- Globicefalo – *Globicephala melas*;
- Grampo – *Grampus griseus*;
- Stenella – *Stenella coeruleoalba*;
- Tursiope – *Tursiops truncatus*;
- Zifio – *Ziphius cavirostris*.

Di seguito si riportano le mappe di distribuzione dei cetacei in Toscana per il 2013 (ARPAT, 2014).

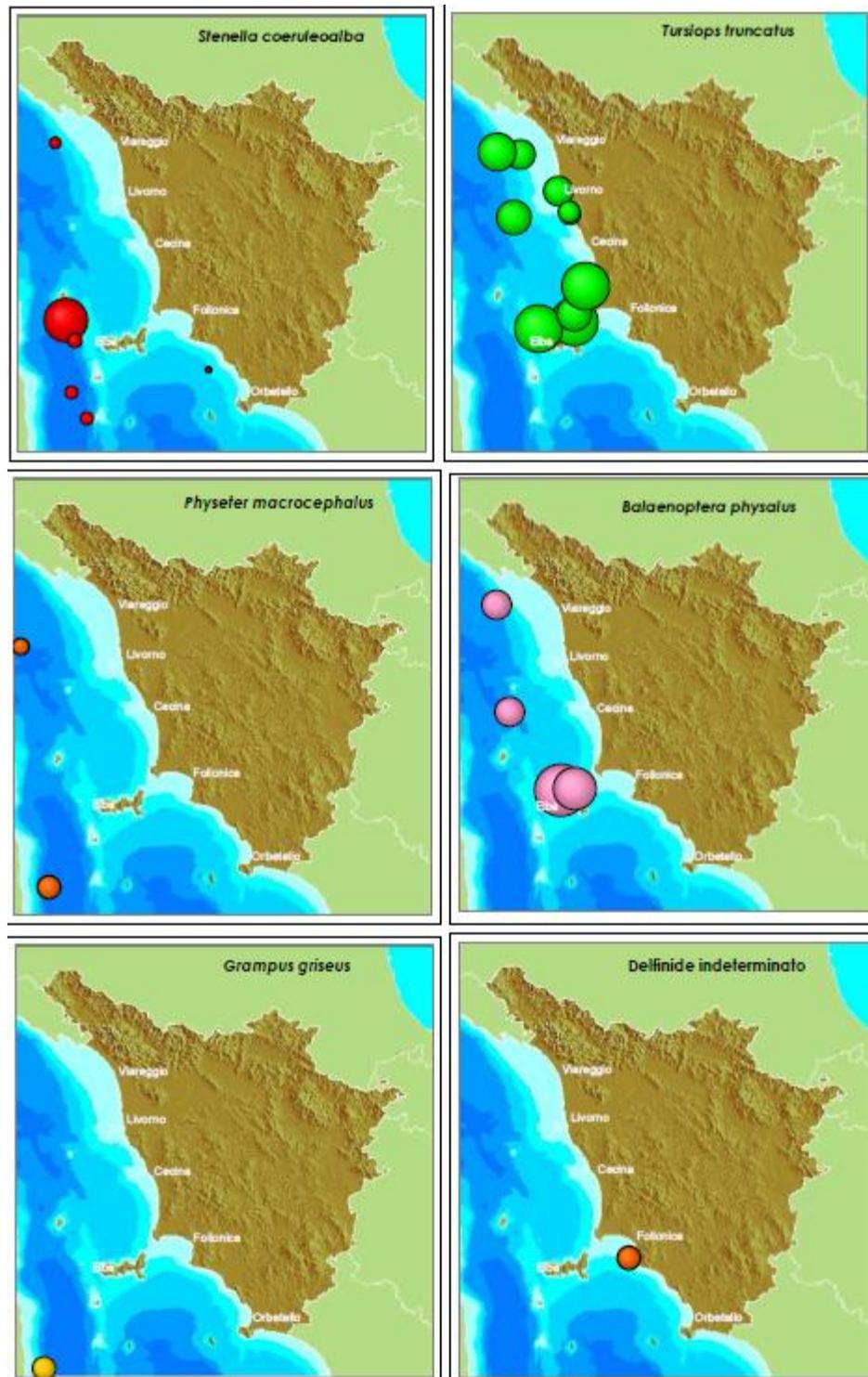


Figura 6.12: Distribuzione Geografica degli Avvistamenti per Specie Anno 2013 (ARPAT, 2014)

Di seguito si riportano inoltre le mappe di distribuzione per le specie di cetacei più abbondanti del Santuario (Balenottera e Stenella), riprese dalla “Valutazione Iniziale delle Specie di Mammiferi Marini” contenuta nel Documento per la Strategia Marina (ISPRA, 2012). Per quanto riguarda la Stenella si riportano anche le mappe degli avvistamenti suddivisi per periodo invernale ed estivo, avvenuti nel 2009.

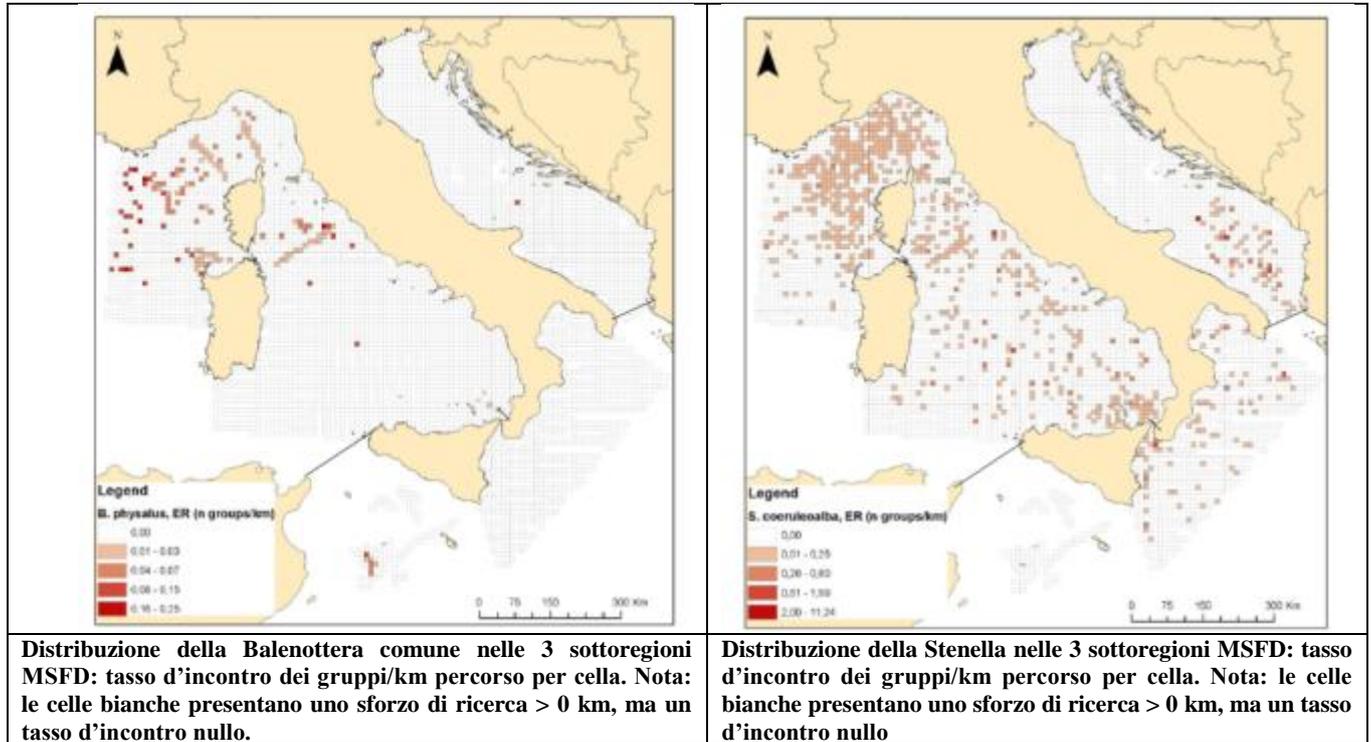


Figura 6.13: Mappa di Distribuzione della Balenottera Comune e della Stenella (ISPRA, 2012)

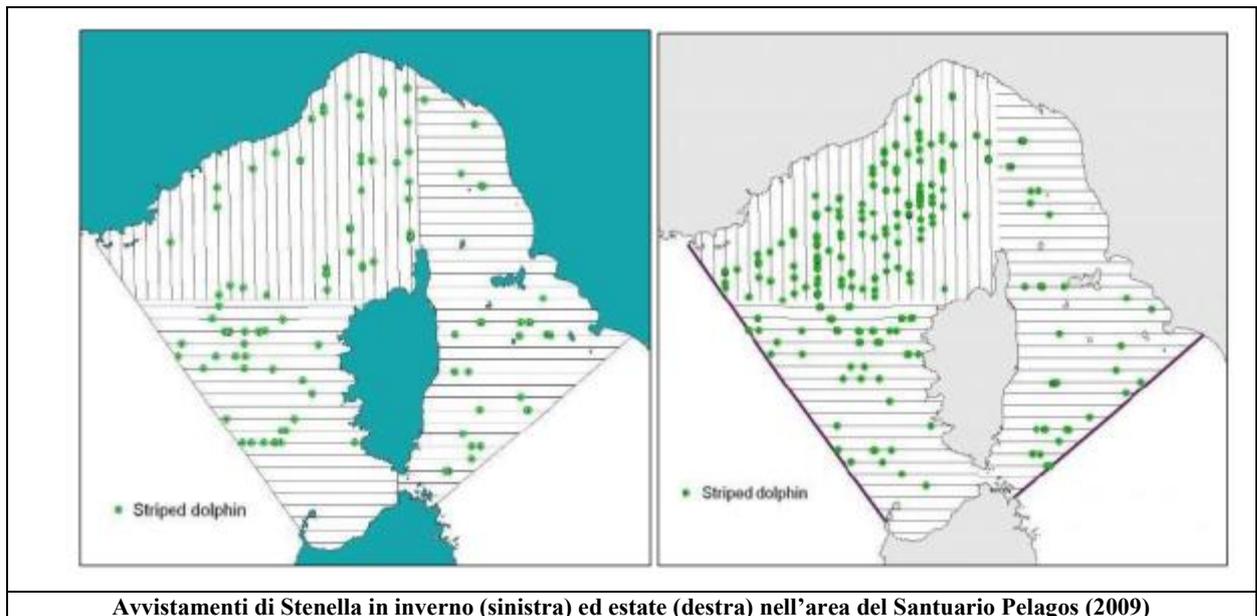


Figura 6.14: Mappa degli Avvistamenti di Stenella nel Santuario Pelagos Anno 2009 (ISPRA, 2012)

Inoltre le campagne di survey effettuate presso l'area del Terminale il 14, 15 e 16 Agosto 2012, confermano la presenza di cetacei in tale area (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2013). In particolare sono stati avvistati diversi gruppi di Tursiopi (per un totale di 39 individui adulti e 3 piccoli in tutti e tre i giorni del rilievo) e di Stenelle (gruppo di oltre 15 individui il 16 Agosto).

Tutti i cetacei che sono stati identificati risultavano già presenti nel catalogo CE.TU.S/CSN (costituito da oltre 150 individui e risultato di oltre 10 anni di ricerche nel Santuario Pelagos area Toscana).

6.2.2.2 Tartarughe Marine

Lungo il litorale toscano, tra il 1990 ed il 2006, sono state recuperate o segnalate 247 tartarughe marine, con prevalenza di tartaruga comune *Caretta caretta* (95%). Di seguito si riporta inoltre la distribuzione geografica georeferenziata delle segnalazioni di tartarughe avvenute in Toscana nel corso del 2013 (avvistamenti, catture accidentali e spiaggiamenti, ARPAT, 2014).



Figura 6.15: Mappa delle Segnalazioni di Tartarughe Marine lungo le Coste della Toscana nel 2013 (ARPAT, 2014)

6.2.3 Caratterizzazione Biocenotica

L'area in cui è ubicato il Terminale di rigassificazione OLT, è caratterizzata da un pianoro omogeneo con profondità intorno ai 120 m. I sedimenti sono costituiti quasi esclusivamente dalle frazioni fini (silt e argilla), mentre la componente sabbiosa rappresenta percentuali trascurabili.

Secondo la suddivisione in piani, proposta da Pérès & Picard (1964), quest'area ricade nel Piano Circalitorale, il quale si estende dal limite inferiore del Piano Infralitorale, fino ai limiti compatibili con la vita vegetale delle alghe sciafile (in alcuni casi fino a 120-140 m circa) (Figura 6.16).

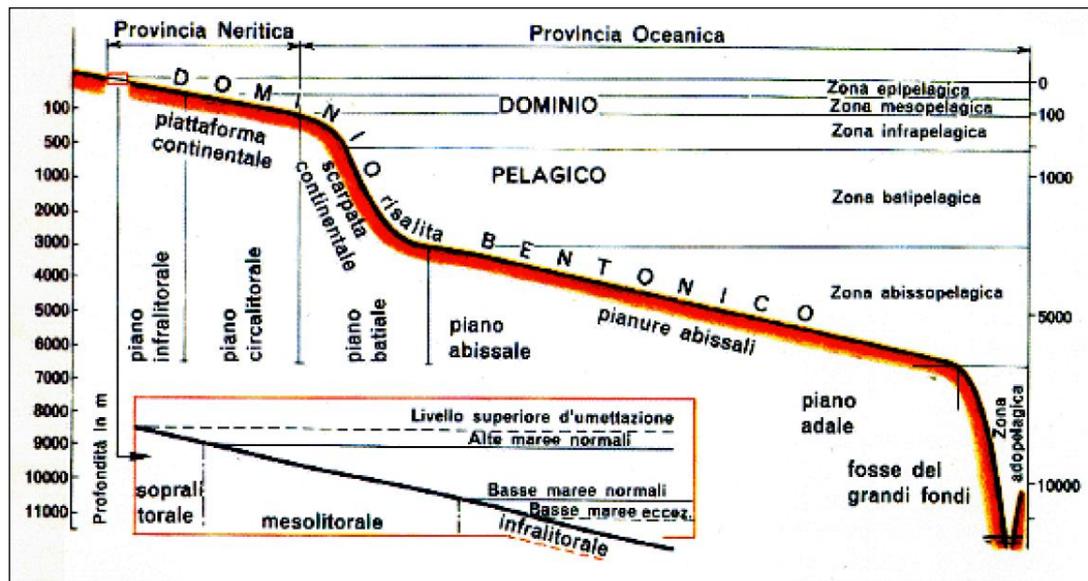


Figura 6.16: Classificazione dei Piani secondo Pérès & Picard, 1964 (Ardizzone, non dato)

In particolare l'area di interesse risulta caratterizzata dalle biocenosi bentoniche definite sempre da Pérès & Picard (1964) come (Figura 6.17):

- Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC), tipicamente caratterizzata dalla presenza di biodetrito vegetale di origine terrigena;
- Biocenosi dei Fondi Detritici del Largo (DL), caratterizzata da fondi a crinoidi costituiti dalla specie *Leptometra phalangium*.

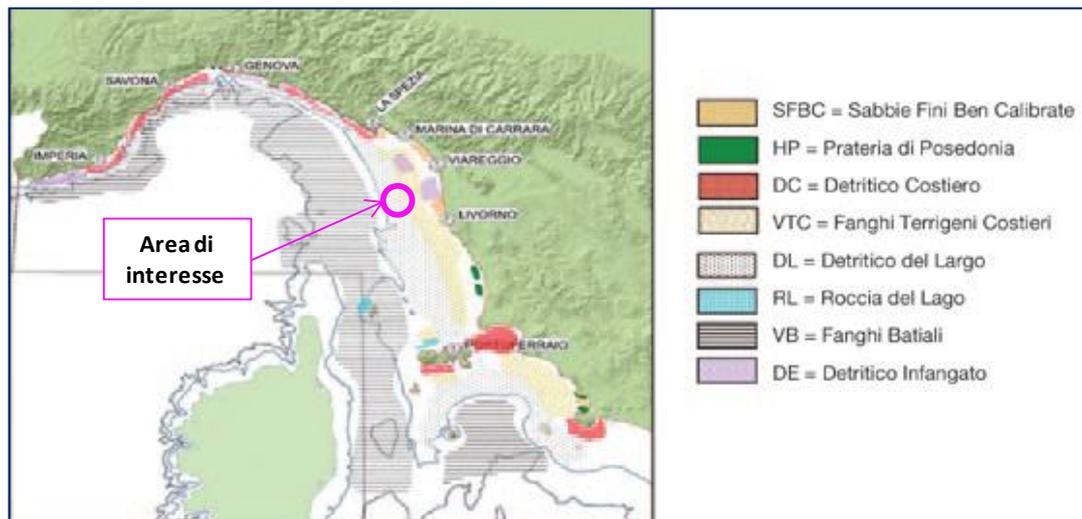


Figura 6.17: Principali Biocenosi Bentoniche della GSA 9 – Mar Ligure e Mar Tirreno Settentrionale (MiPaaf, 2011a)

Tutto ciò è confermato dai risultati dei campionamenti effettuati in sito nel Marzo 2012 (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2012) e nell'Agosto 2012 (OLT Offshore LNG

Toscana S.p.A., 2013). Da questi ultimi in particolare è emerso come i popolamenti bentonectonici risultano in accordo con quelli tipici di una biocenosi del Detritico del Largo caratterizzata da un'importante facies del crinoide *Leptometra phalangium*. Questa, distribuita tra i 120 e 180 m circa su una superficie di circa 1,500 km² (Figura 6.18) costituisce un habitat caratterizzato da elevata diversità biologica e da alti valori di produzione secondaria, con una maggiore abbondanza della comunità ittica rispetto a quella dei fondi adiacenti.

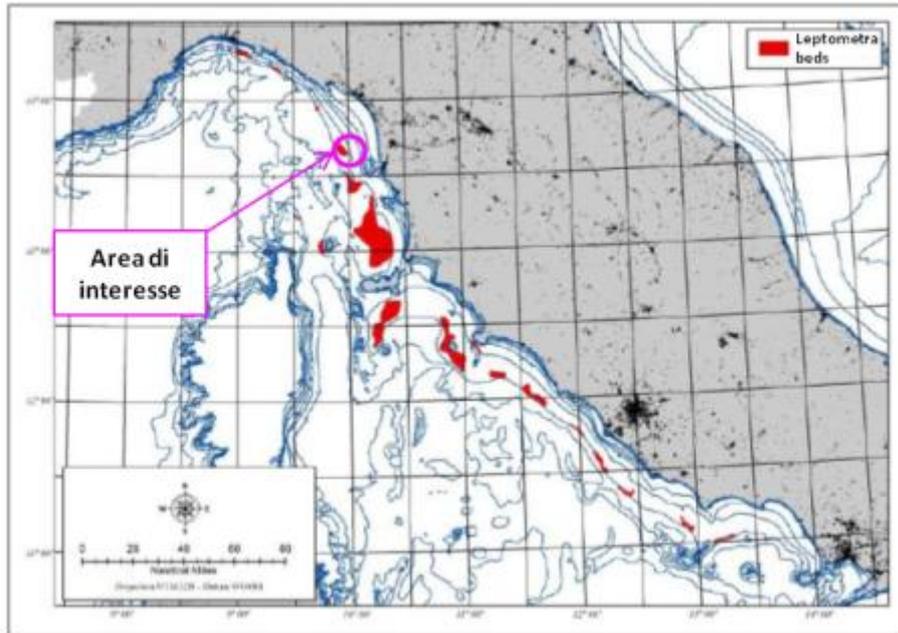


Figura 6.18: Fondali con facies a *L. phalangium* (MiPaaf, 2011b)

Sono infatti state catturate un totale di 83 specie tra osteitti (37 specie con rete a strascico e 19 con rete da posta), condroitti (2 specie con rete a strascico e 4 con rete da posta), crostacei decapodi (5 specie con rete a strascico e 2 con rete da posta) e molluschi cefalopodi (12 specie tutte con rete a strascico).

Per quanto riguarda i risultati dei campionamenti del macrozoobenthos, entrambe le indagini del 2012 mostrano una dominanza della classe dei policheti (oltre l'80% dell'abbondanza totale e circa la metà delle specie rinvenute). I crostacei, circa il 10% dell'abbondanza totale, forniscono circa un terzo delle specie presenti, seguiti dai molluschi (tra il 13 e il 15% delle specie totali) (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2012 e 2013).

Inoltre per tale tipo di fondo (DL con facies a *L. phalangium*) è stato riconosciuto un ruolo di rilievo nel reclutamento di molte specie demersali, diventando quindi degli EFH ("Essential Fish Habitats") per specie come nasello, merluzzetto cappellano, totano e gambero rosa.

A conferma di quanto sopra di seguito si riportano le mappe di distribuzione per il Nasello (*Merluccius merluccius*) ed il Gambero Rosa (*Parapenaeus longirostris*), tratte dal Piano di Gestione (ex art. 24 del Reg. (CE) n.1198/2006) "GSA 9 - Mar Ligure, Mar Tirreno Settentrionale e Centrale - Strascico" (Maggio 2011). In tali mappe sono state riportate le aree a maggiore stabilità, calcolate sull'intera serie di mappe GRUND e MEDITS.

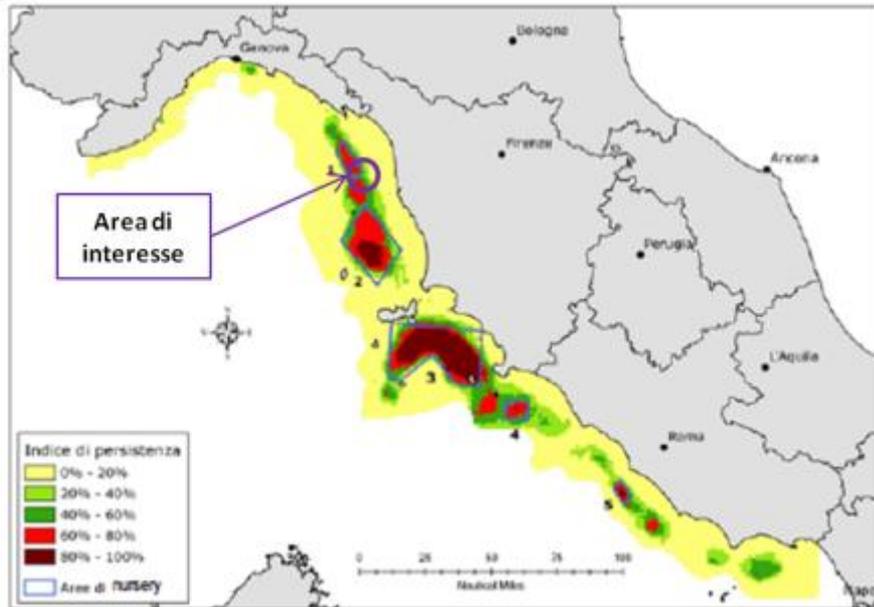


Figura 6.19:Indice di Persistenza Temporale delle Nursery di *M. merluccius* (MiPaaf, 2011b)

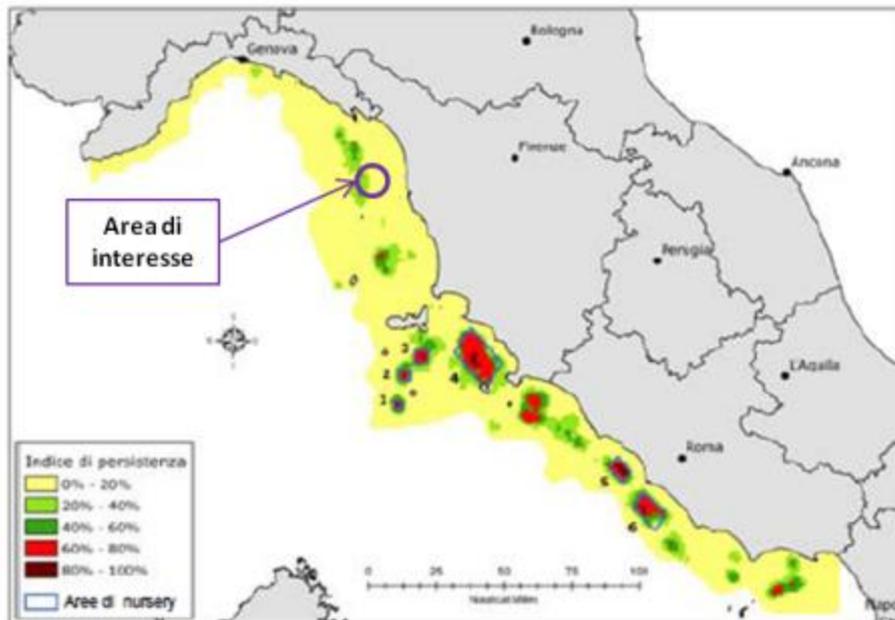


Figura 6.20:Indice di Persistenza Temporale delle Nursery di *P. longirostris* (MiPaaf, 2011b)

Anche la pubblicazione ARPAT “*La pesca professionale, l’acquacoltura e lo stato delle risorse ittiche nel mare toscano*” riporta le mappe di distribuzione delle principali risorse demersali e le aree di nursery. Di seguito si riporta ad esempio quella del Nasello.

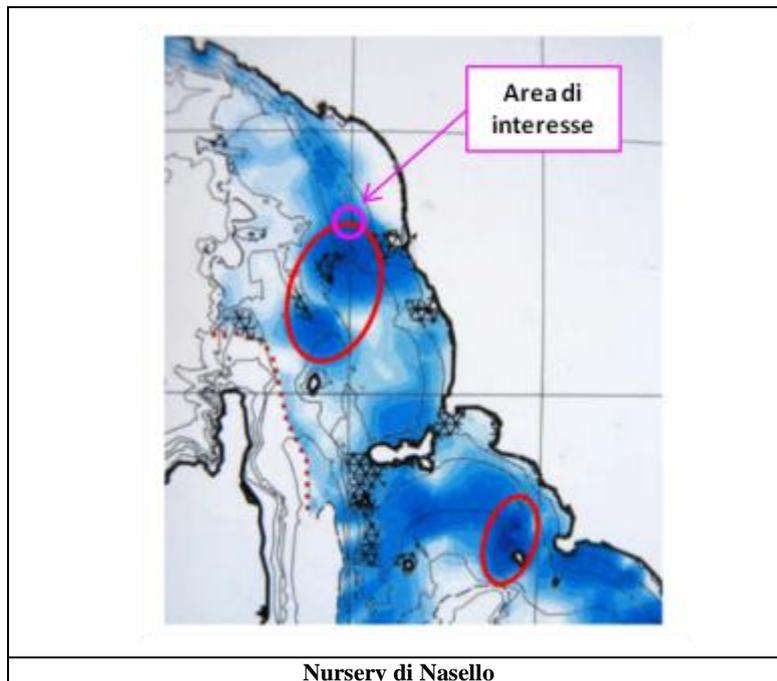


Figura 6.21: Nursery di *M. merluccius* (ARPAT, 2008)

6.3 ECOSISTEMA ANTROPICO

6.3.1 Traffici Marittimi

Si riportano nel seguente paragrafo:

- i dati di traffico marittimo interessanti il Porto di Livorno tratti dalla “Relazione Annuale sull’Attività svolta nell’Anno 2013” dell’Autorità Portuale di Livorno (Paragrafo 6.3.1.1);
- alcune indicazioni sulle rotte e sul traffico navale che interessano l’area del Terminale (Paragrafo 6.3.1.2).

6.3.1.1 Descrizione del Traffico Navale sul Porto di Livorno

Nel seguito sono riportati i dati di traffico marittimo interessanti il Porto di Livorno nel periodo 2012-2013, ed un confronto tra i dati del 2013 ed i livelli post-crisi che furono raggiunti dallo scalo nel 2009 dopo una contrazione significativa che interessò quasi tutte le tipologie di traffico (Autorità Portuale di Livorno, 2014). Tali dati tuttavia, non tengono conto del movimento dei pescherecci e dei natanti da diporto.

Tabella 6.4: Principali Indicatori di Traffico nel Porto di Livorno (2012-2013)

Porto di Livorno – Principali Indicatori di Traffico	Gennaio - Dicembre		
	2013	2012	Var. %
Totale movimentazione del porto (ton)	27,952,887	27,418,023	2.0%
Navi arrivate	6,759	6,539	3.4%
TEUs	559,180	549,047	1.8%
Rotabili (No. mezzi commerciali)	307,936	303,692	1.4%

Porto di Livorno – Principali Indicatori di Traffico	Gennaio - Dicembre		
	2013	2012	Var. %
Passeggeri (unità)	1,821,310	1,768,422	3.0%
Crocieristi (unità)	736,516	1,037,849	-29.0%
Auto nuove (unità)	348,017	356,053	-2.3%

Tabella 6.5: Principali Indicatori di Traffico nel Porto di Livorno (2009/2013)

Porto di Livorno – Principali Indicatori di Traffico	Gennaio - Dicembre		
	2013	2009	Var. %
Totale movimentazione del porto (ton)	27,952,887	26,766,481	4.4%
Navi arrivate	6,759	7,506	-10.0%
TEUs	559,180	592,050	-5.6%
Rotabili (No. mezzi commerciali)	307,936	312,427	-1.4%
Passeggeri (unità)	1,821,310	2,467,976	-26.2%
Crocieristi (unità)	736,516	795,313	-7.4%
Auto nuove (unità)	348,017	463,937	-25.0%

Dal confronto dei risultati conseguiti nel 2013 con quelli del 2009 post-crisi emerge un quadro negativo con variazioni in flessione per tutti gli indicatori di traffico con la sola eccezione della movimentazione complessiva del porto (+ 4.4%). Se confrontati con i risultati del 2012 si riscontra un leggero miglioramento sia per quanto riguarda la movimentazione interna al porto (ton movimentate e rotabili) che per il numero di mezzi navali e passeggeri.

6.3.1.2 Rotte e Traffico Navale nelle Acque Circostanti il Terminale GNL

Nel presente paragrafo sono riportate alcune indicazioni sulle rotte e sul traffico navale che interessa l'area del Terminale, condotte nell'ambito dello Studio di Sicurezza sulla Navigazione (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2007) e le informazioni reperite sul sito web www.marinetraffic.com.

L'area interessata dal Terminale è caratterizzata da un intenso traffico navale (cargo, passeggeri, pescherecci, yacht e imbarcazioni private).

Le navi che transitano da Nord a Sud del Mar Tirreno possono avere diverse direzioni e rotte.

Sono state ipotizzate tre rotte principali, rappresentate nella figura seguente:

- Rotta L-G: che passa tra Livorno e la Gorgona (direzione Liguria);
- Rotta G-C: che passa tra la Gorgona-Capraia e la Corsica;
- Rotta C: rotte che passano ad occidente della Corsica.



Figura 6.22: Ripartizione del Traffico, Corretta Secondo la Rotta più Breve

In pratica soltanto una parte del traffico sopra descritto transita realmente davanti al litorale livornese (rotta che attraversa la parte di mare tra il porto di Livorno e le isole Gorgona-Capraia ossia la rotta L-G).

In particolare i principali Porti di provenienza di questo traffico sono Imperia, Savona e Vado Ligure, Genova e Voltri, La Spezia, Viareggio e Carrara.

In base alle analisi effettuate, in sintesi, si evince che:

- il numero di movimenti delle navi lungo la rotta Liguria-Livorno, interessante l'area di ubicazione del Terminale, rappresenta il 9% rispetto al totale dei movimenti del Porto di Livorno (somma degli arrivi e delle partenze);
- al traffico diretto a Livorno occorre sommare quello dei traffici che, pur non transitando per il porto di Livorno, interessano l'area di ubicazione del Terminale. Di tali traffici, che sono quelli provenienti dai porti liguri e diretti verso Sud e Sud-Est (o viceversa), il più significativo e continuo è quello delle bittoline che riforniscono la Centrale Enel di Piombino, transitanti nella rotta Piombino/La Spezia (circa 450 passaggi/anno);
- gli altri traffici o sono sostanzialmente trascurabili (es. Carrara, il cui traffico risulta prevalentemente rivolto verso l'estero) o si svolgono, normalmente, lungo la rotta indicata come G-C e potrebbero interessare l'area del Terminale solo in particolari condizioni meteo, quando le navi tendono a viaggiare più vicino alla costa.

Di seguito si riporta inoltre una mappa della densità del traffico navale avvenuto nell'ultimo semestre del 2013, dalla quale si riscontra come l'area sia effettivamente interessata da un intenso traffico marittimo, prevalentemente legato alla rotta precedentemente indicata come L-G ed alla rotta Piombino-La Spezia.

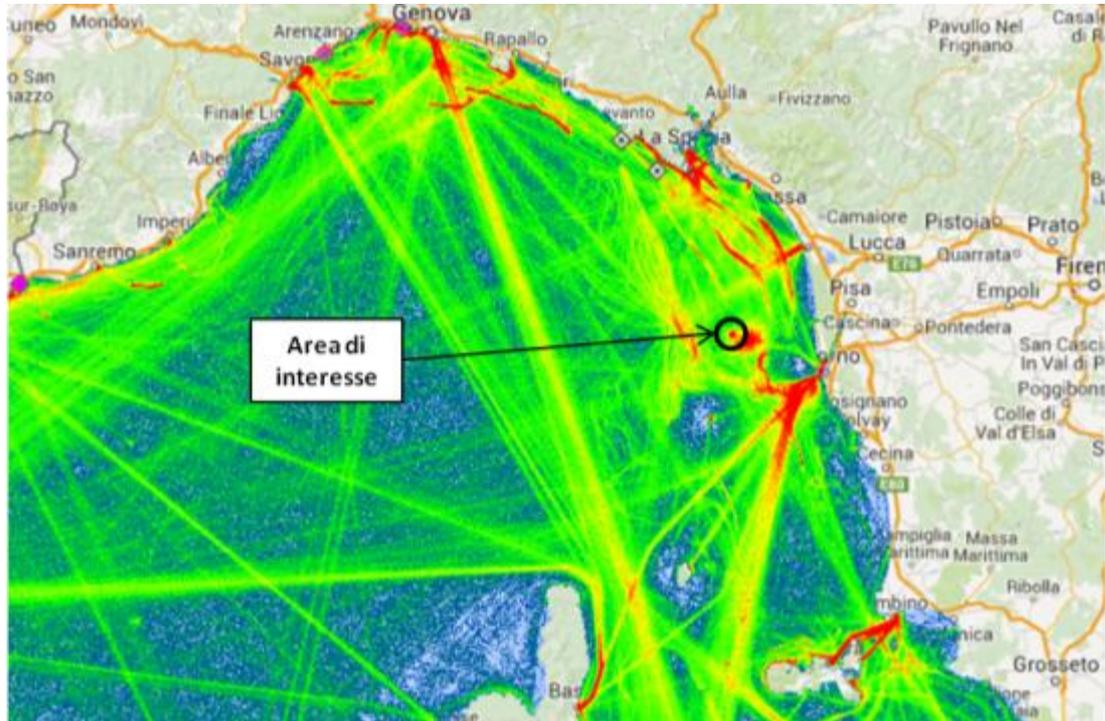


Figura 6.23: Mappa della Densità del Traffico Navale - Ultimo Semestre 2013
(www.marinetraffic.com)

Si sottolinea come il forte traffico evidenziato proprio nell'area interessata dalla presenza del Terminale, sia da attribuirsi proprio ai movimenti del Terminale stesso ed alle rotte della nave guardiana, presente 24/24 h a presidiare l'area di interdizione alla navigazione prevista intorno al terminale (per un raggio di 2 mn).

6.3.2 Popolamenti Ittici e Aree di Pesca

L'area di interesse ricade all'interno della Geographical Sub-Area (GSA) 9 "Mar Ligure e Mar Tirreno Settentrionale" (General Fisheries Commission for the Mediterranean, Res. GFCM/33/2009/2), come evidenziato dalla seguente figura.

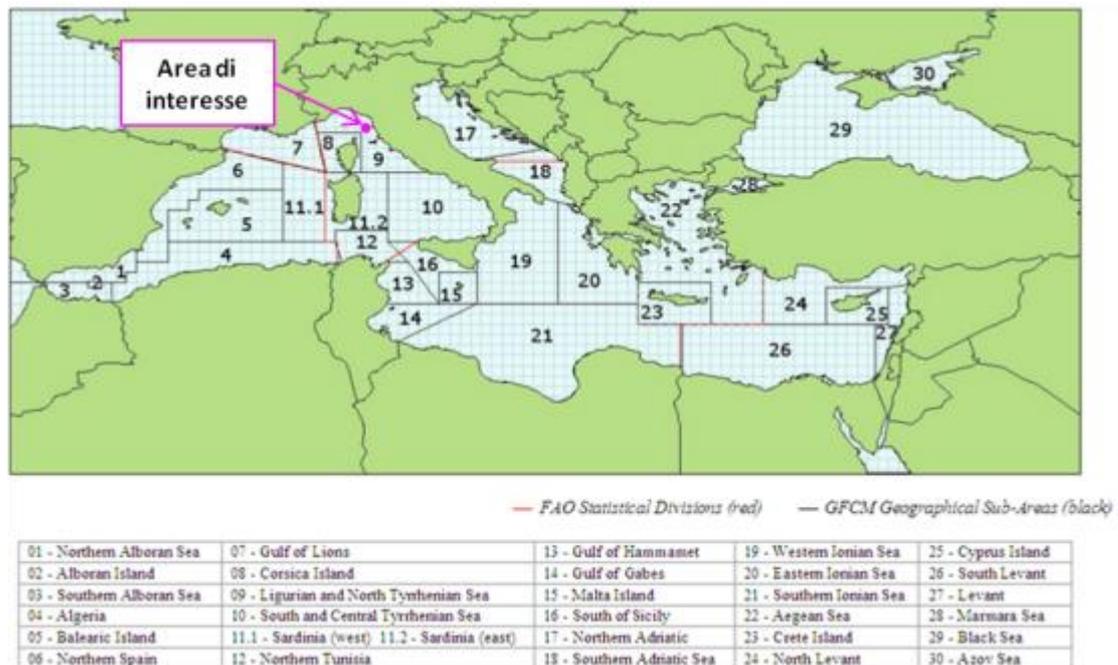


Figura 6.24: GFCM Geographical Sub-Areas (GSAs)
(<http://www.gfcm.org/gfcm/topic/16162/en>)

La flotta peschereccia che opera in tale area è caratterizzata dalla elevata presenza della pesca artigianale (circa 3/4 delle imbarcazioni), tuttavia in quest'area sono i pescherecci armati di reti a strascico che contribuiscono con i più alti livelli di produzione fisica ed economica (MiPaaf, 2011b).

La produzione si caratterizza per l'elevata presenza di pesci (62%), seguiti da molluschi (29%) e crostacei (9%). Le specie più pescate sono i naselli, le triglie di fango e i moscardini bianchi le cui quantità rappresentano una quota pari a circa il 28% delle catture e il 23% dei ricavi complessivi del settore.

Le coste settentrionali della Toscana in particolare (Mar Ligure Sud-Orientale) sono influenzate dagli apporti di acque dolci provenienti dai fiumi Magra, Serchio ed Arno, che arricchiscono di nutrienti l'area costiera. La piattaforma è molto ampia ed è caratterizzata da fondi mobili adatti alla pesca a strascico. Tali condizioni hanno indotto lo sviluppo della flottiglia di Viareggio, che costituisce la più importante flottiglia costiera del Mar Ligure. Nella porzione centrale della sub-area, la piattaforma è relativamente allargata ed è caratterizzata dalla presenza delle isole della porzione settentrionale dell'Arcipelago Toscano. In tale area, l'attività di pesca non è molto importante, con l'eccezione della flottiglia di base nel porto di Livorno.

La vasta area marina che include il Terminale OLT risulta pertanto oggetto di sfruttamento da parte delle imbarcazioni operanti con reti a strascico di fondo appartenenti alla marinerie di Livorno e Viareggio, come è risultato anche dalle attività di monitoraggio dello sforzo di pesca condotta da oltre 25 anni sia da CIBM che dall'Agenzia Regionale per la Protezione della Ambiente Toscana (ARPAT) (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2012).

L'area è sfruttata essenzialmente dalle imbarcazioni a strascico appartenenti alla marineria di Livorno (circa 20 pescherecci). Oltre alla flotta livornese, su questi fondali, possono operare anche le strascicanti afferenti alla marineria di Viareggio.

Nel complesso si tratta di imbarcazioni medio-grandi, con tonnellaggio medio di circa 21 t, potenza motrice media di circa 180 kW, ed una lunghezza media di 14.7 m LFT.

L'areale di pesca dei pescherecci con reti a strascico di Livorno e Viareggio è molto vasto: le imbarcazioni di Livorno operano a Sud, tra l'Isola d'Elba e la Capraia fino, a Nord, al confine con le acque liguri, interessando indistintamente i compartimenti marittimi di Livorno, Portoferraio e Viareggio (Figura 6.25). La maggior parte delle strascicanti di Viareggio esercita la pesca a Nord-Ovest del porto fino a 400-500 m di profondità, con una zona di maggior concentrazione sui bassi fondali della piattaforma continentale, specialmente per quanto riguarda le imbarcazioni di piccole dimensioni, molto numerose nella flottiglia a strascico viareggina. Le barche di maggiori dimensioni si possono spingere anche a considerevole distanza dal porto base, fino ad arrivare a sud all'Isola di Gorgona e in prossimità della Capraia (Figura 6.25).

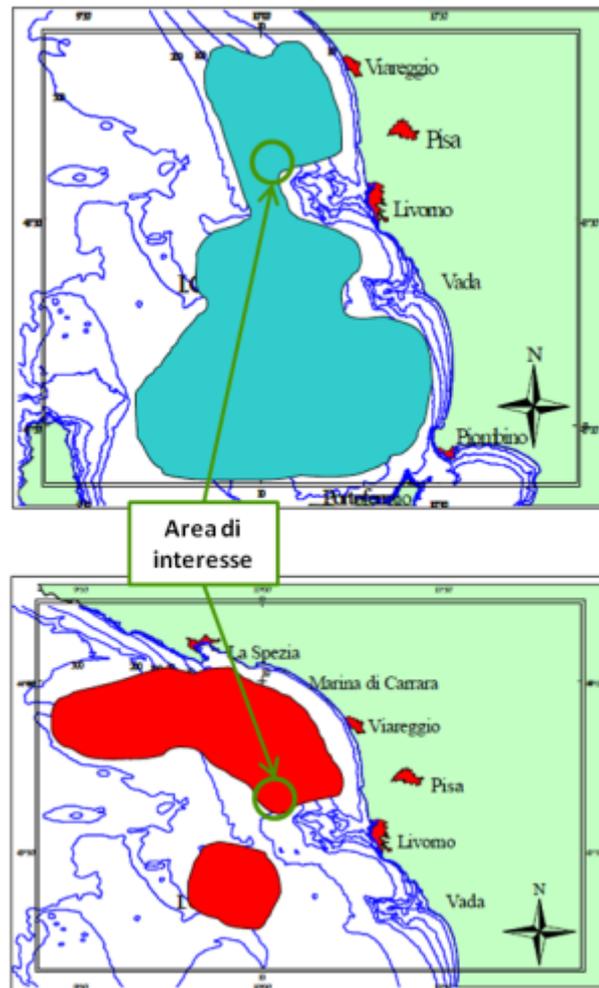


Figura 6.25: Aree di Pesca della Marineria a Strascico di Fondo di Livorno (in Alto) e di Viareggio (in Basso) (OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2012)

Come visto in precedenza (Paragrafo 6.2.3), l'area di interesse risulta caratterizzata da elevata diversità biologica e maggiore abbondanza della comunità ittica rispetto alle aree adiacenti. Tra le specie riscontrate nell'area sono risultate particolarmente abbondanti il triglide *Lepidotriglia cavillone*, il serranide *Serranus hepatus* ed il cefalopode *Eledone cirrosa*, tutte specie tipiche della fascia batimetrica del Terminale (circa 120 m). Sono inoltre presenti, seppur con minore abbondanza, altre specie di notevole importanza commerciale quali il nasello *Merluccius merluccius*, la triglia di fango *Mullus barbatus*, la rana pescatrice *Lophius budegassa* ed il gattuccio *Scyliorhinus canicula*. Tra i crostacei, la specie dominante è rappresentata dal gambero rosa *Parapenaeus longirostris*.

Infine, di seguito si riportano le principali aree di pesca del pesce spada e del tonno nel Santuario dei Cetacei (MATTM, 2008 – Quaderni Habitat).

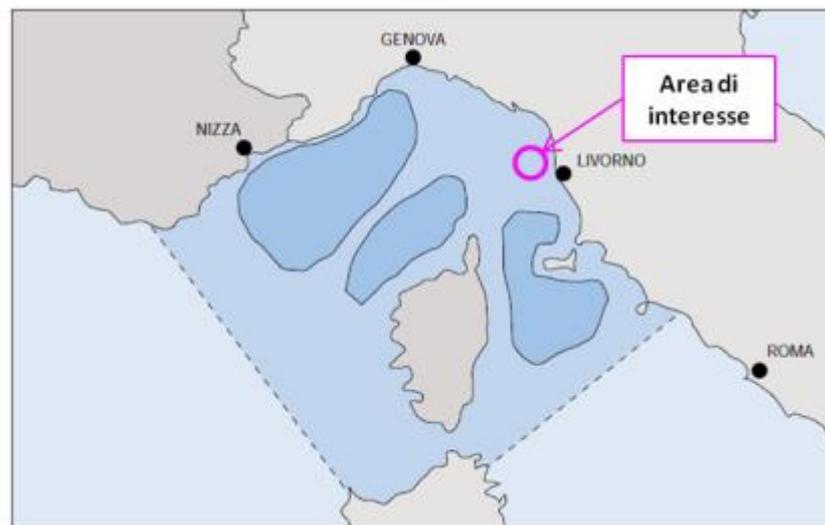


Figura 6.26: Principali Aree di Pesca al Pesce Spada all'Interno dei Confini del Santuario dei Cetacei (MATTM, 2007)

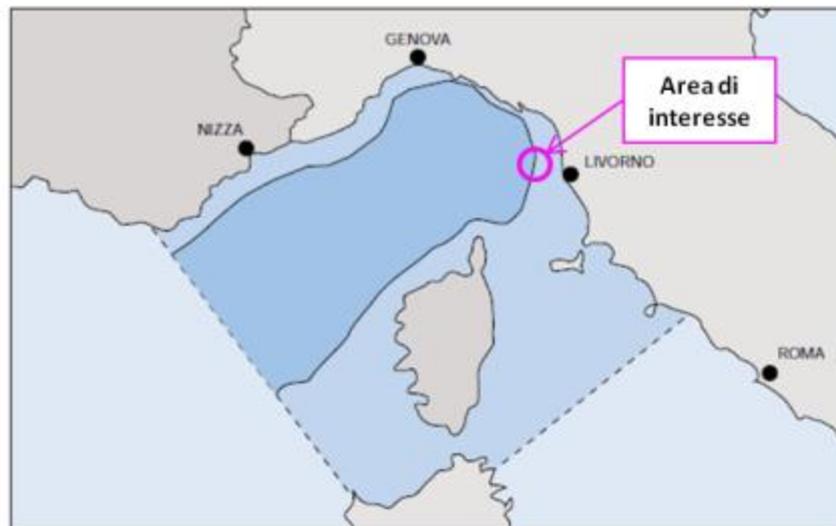


Figura 6.27: Principali Aree di Pesca al Tonno all'Interno dei Confini del Santuario dei Cetacei (MATTM, 2007)

7 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI POTENZIALI

Nel presente capitolo è riportata la valutazione degli impatti potenziali sulle componenti descritte nel precedente Capitolo 6 derivanti dall'aggiornamento proposto.

7.1 ATMOSFERA

7.1.1 Confronto tra lo Scenario Emissivo Autorizzato e lo Scenario Emissivo Proposto

Nella configurazione autorizzata con Provvedimento DVA-2012-0023515 del 1 Ottobre 2012 sono a servizio del Terminale FSRU Toscana le seguenti tipologie di navi e mezzi ausiliari:

- navi metaniere per la fornitura di GNL, con una capacità compresa tra 65,000 m³ e 155,000 m³, per un numero massimo di 59 accosti all'anno;
- No. 2 rimorchiatori, impiegati nel corso di tutte le operazioni di avvicinamento, approdo e disormeggio delle navi metaniere;
- No. 1 nave guardiana ("Guardian Vessel"), con la funzione di pattugliare costantemente (24 ore al giorno, 365 giorni all'anno) la zona di esclusione/monitoraggio/interdizione alla navigazione per evitare che altre imbarcazioni non coinvolte nelle operazioni del Terminale si avvicinino, per ragioni di sicurezza ed in ottemperanza alle disposizioni delle Autorità competenti.

Nella seguente tabella vengono sintetizzati i contributi emissivi delle unità navali sopra elencate, così come autorizzati dal MATTM con Provvedimento DVA-2012-0023515 del 1 Ottobre 2012.

Si evidenzia che la stima delle emissioni in atmosfera è stata focalizzata solo sulle emissioni di NO_x, in quanto sia il Terminale che le navi metaniere sono alimentate a Gas Naturale, utilizzato per la combustione all'interno di caldaie e la produzione di vapore d'acqua da inviare ai turbogeneratori e alle turbine di propulsione. Si evidenzia inoltre che la stima è da considerarsi assolutamente cautelativa in quanto basata sull'ipotesi di un numero massimo di accosti (59 annui) di navi metaniere tutte di capacità pari a 155,000 m³, ormeggiate per il tempo equivalente al trasferimento del carico di GNL necessario al completo riempimento dei serbatoi.

Si evidenzia che un tale scenario, realisticamente non ammissibile in quanto significherebbe eccedere con la capacità massima di rigassificazione autorizzata al Terminale (3.75 miliardi di m³ di gas), ha permesso di valutare la condizione peggiorativa rispetto alle condizioni che durante la normale operatività si potrebbero riscontrare (numero minore di accosti in un anno, navi di capacità inferiori, tempi di ormeggio inferiori).

Tabella 7.1: Emissioni Annue Autorizzate di NO_x (59 accosti)

Tipologia di Nave	Emissioni di NO _x [t/anno]
Metaniera 155,000 m ³	3.5
Rimorchiatori	10
Nave di Sorveglianza	10
Terminale	79.2

Come descritto nei precedenti paragrafi, lo scenario proposto prevede l'impiego di navi metaniere del tipo "New Panamax", mantenendo invariato il numero di accosti annui (pari a 59). Con riferimento ai mezzi di supporto si evidenzia inoltre che è stato prescritto dall'Ordinanza No. 6 del 29 Gennaio 2014 emessa dalla Capitaneria di Porto di Livorno, a differenza di quanto considerato nella configurazione autorizzata e sopra descritta, solo ed esclusivamente per la manovra di ormeggio, l'utilizzo di un terzo rimorchiatore.

Al fine di permettere il confronto tra lo scenario emissivo autorizzato, sopra descritto, e quello proposto, sono state effettuate le seguenti assunzioni:

- il calcolo delle emissioni durante le fasi di avvicinamento, ormeggio, allibo, disormeggio e allontanamento nello scenario proposto è effettuato considerando soltanto i quantitativi di ossidi di azoto (NOx) in quanto si sono ritenute non significative le emissioni in atmosfera di altri inquinanti. Infatti come previsto dall'Ordinanza No. 6 del 29 Gennaio 2014 emessa dalla Capitaneria di Porto di Livorno all'interno dell'area compresa tra le 8 miglia nautiche e il Terminale, la propulsione e la generazione di energia elettrica a bordo della metaniera stessa avverrà utilizzando esclusivamente il gas naturale che durante la combustione non emette altri composti inquinanti in quantità significative. Inoltre come evidenziato in Figura 5.3i sistemi propulsivi delle navi metaniere appartenenti alla classe "New Panamax" garantiscono comunque un ridotto livello di emissioni di CO₂ e l'assenza di emissioni di SO₂;
- le tempistiche di allibo e trasferimento del carico sono indipendenti dalla stazza della nave;
- scaricando un quantitativo uguale o inferiore a quello massimo autorizzato le "New Panamax" impiegano gli stessi tempi, in quanto la maggiore capacità di trasferimento del GNL dovuta ad una portata di trasferimento complessivamente maggiore di questa tipologia di navi non potrà essere sfruttata da parte del Terminale essendo quest'ultimo in grado di gestire portate orarie non superiori ai 12,000 m³;
- per le emissioni di NOx relative ai rimorchiatori, nave guardiana e Terminale possono essere confermati i valori riportati in Tabella 7.1. In particolare con riferimento ai rimorchiatori si evidenzia che pur considerando il terzo mezzo così come previsto dall'Articolo 18 dell'Ordinanza No. 6 del 29 Gennaio 2014 emessa dalla Capitaneria di Porto di Livorno, essendo quest'ultimo impiegato solo ed esclusivamente nella fase di ormeggio ed avendo lo stesso una potenza di tiro inferiore ai due rimorchiatori già considerati, il livello complessivo di emissioni di NOx imputabili ai mezzi di rimorchio subisce un incremento, nel caso di 59 accosti, pari all'1.6% (passando cioè da 10 t/anno a 10.2 t/anno di NOx) e quindi del tutto trascurabile.

Nella seguente tabella si riporta il confronto tra lo scenario emissivo autorizzato con Provvedimento DVA-2012-0023515 del 1 Ottobre 2012 e quello proposto, calcolato sulla base dei valori riportati in Tabella 5.2, considerando un numero di accosti annui pari a 59.

Tabella 7.2: Emissioni Annuie di NOx: Confronto Scenario Emissivo Autorizzato e Scenario Emissivo Proposto

Tipologia di Nave	Metaniera da 155,000 m ³ Emissioni di NOx [t/anno]	“New Panamax” Emissioni di NOx [t/anno]
Metaniera	3.5	3.7
Rimorchiatori	10	10.2
Nave di Sorveglianza	10	10
Terminale	79.2	79.2

Dai valori riportati in tabella emerge come il totale emissivo annuale di NOx legato all'aggiornamento proposto risulti leggermente superiore a 103 t/annue, confermando sostanzialmente il valore calcolato nella configurazione autorizzata (100 t/annue).

7.1.2 Simulazioni Effettuate

Al fine di valutare le ricadute al suolo degli NOx emessi in atmosfera sia dal Terminale che dai relativi mezzi navali (metaniera, rimorchiatori e nave di sorveglianza), nell'ambito della procedura per l'esclusione dalla VIA relativa alla modifica della Prescrizione No. 2 del Decreto VIA (Prot. 1256 del 15 Dicembre 2004) in relazione all'aggiornamento del numero di accosti annui delle navi metaniera nonché della tipologia delle stesse (155,000 m³), sono state effettuate simulazioni con il sistema modellistico CALPUFF. Di seguito è riportata una descrizione del modello utilizzato, dei parametri implementati nello stesso, delle simulazioni effettuate e dei risultati ottenuti.

7.1.2.1 Descrizione del Modello Matematico Utilizzato

Le simulazioni delle emissioni generate dal Terminale FSRU e dai mezzi navali sono state condotte utilizzando il sistema modellistico CALPUFF, sviluppato dalla Sigma Research Corporation per il California Air Resource Board (CARB). La suite modellistica è composta da:

- un modello meteorologico per orografia complessa (CALMET), che può essere utilizzato per la simulazione delle condizioni atmosferiche su scale che vanno dall'ambito locale (qualche km) alla mesoscala (centinaia di km);
- il modello CALPUFF, che utilizza il metodo dei puff gaussiani per la simulazione della dispersione degli inquinanti atmosferici, in condizioni meteorologiche non stazionarie e non omogenee;
- un post processore (CALPOST), che elabora gli output del modello e consente di ottenere le concentrazioni medie ai ricettori su diversi intervalli temporali, selezionabili dall'utente.

Nelle simulazioni in oggetto sono stati utilizzati:

- un dominio del modello meteorologico (CALMET) di estensione pari a 40 km x 40 km e passo 1 km;
- un dominio di simulazione della dispersione di inquinanti (CALPUFF), compreso all'interno del modello meteorologico, con passo 500 metri.

7.1.2.2 Caratterizzazione Meteoclimatica

Al fine di caratterizzare le condizioni meteo-climatiche dell'area in esame è stato acquisito un set di dati relativo al punto di griglia con coordinate WGS84: 43.6° N; 10.0° E più prossimo all'area di interesse (localizzato circa 4 km a Sud della FSRU) del modello WRF-NOAA, sviluppato dalla Fondazione per il Clima e la Sostenibilità. Tale modello simula l'andamento orario di grandezze meteorologiche al suolo quali direzione e velocità del vento, copertura nuvolosa, temperatura, umidità, pressione, precipitazione a partire dai dati meteorologici rilevati dalle stazioni Synop mondiali.

I dati acquisiti fanno riferimento all'intero anno 2011 e permettono di individuare sia le condizioni meteo-climatiche tipiche dell'area, sia gli eventi critici per la dispersione degli inquinanti.

Del suddetto set di dati, nel seguito sono riportate le caratteristiche delle variabili meteorologiche implementate nel modello di simulazione.

La rosa dei venti relativa ai dati al suolo del set meteorologico acquisito è rappresentata nella figura sottostante.

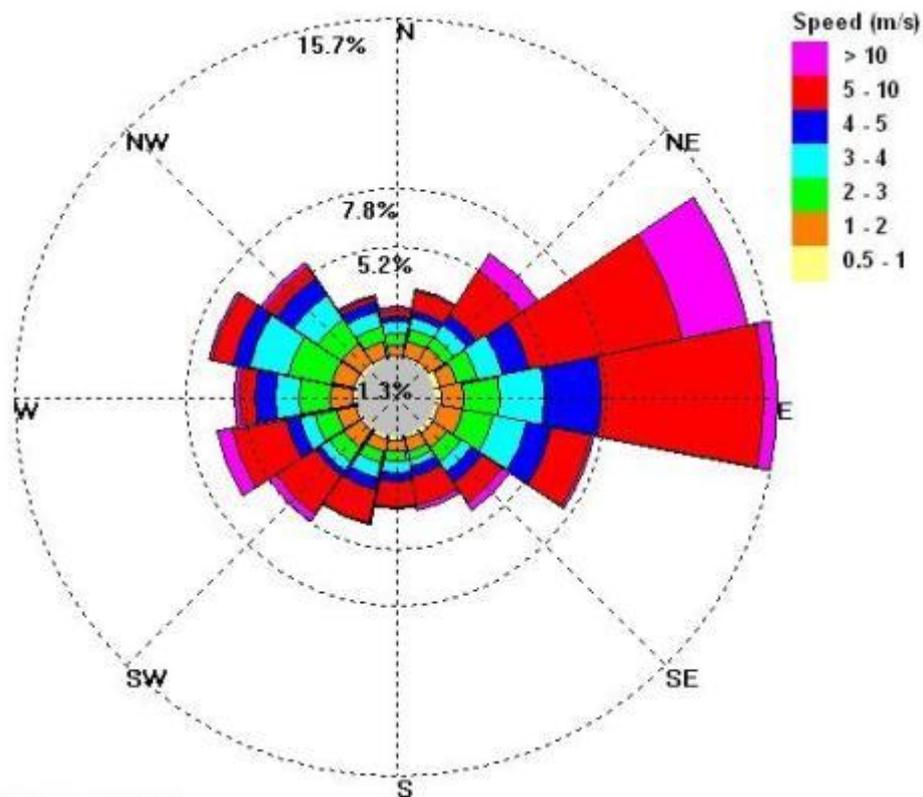


Figura 7.1: Rosa dei Venti, Modello Meteorologico WRF-NOAA, Anno 2011

Dalla figura si rileva che i venti provengono principalmente dal Settore Est e Est-Nord-Est.

L'andamento mensile della temperatura, ricavato dal modello WRF, è riportato nella figura seguente.

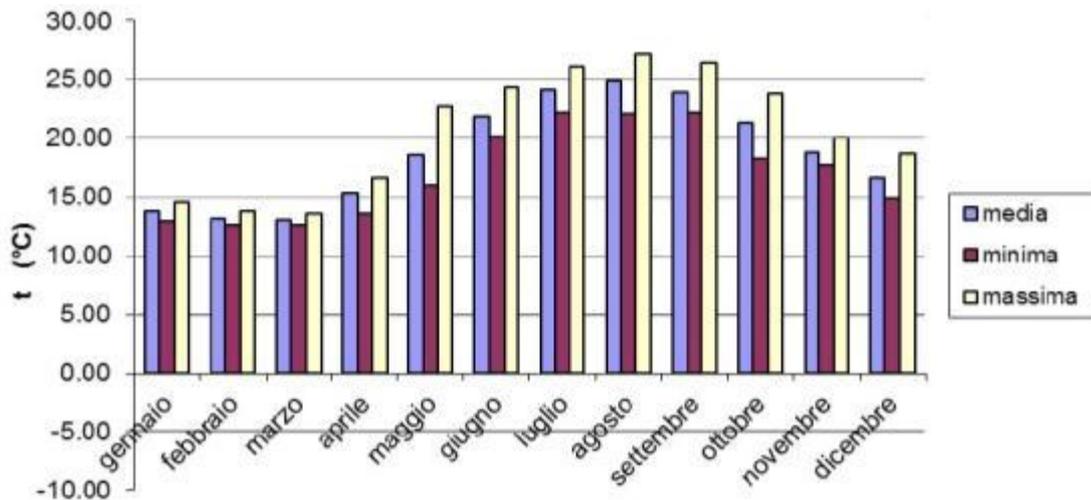


Figura 7.2: Temperature Medie Mensili

A livello generale la temperatura media annuale del 2011 si è attestata sui 18,8°C. La massima e la minima annuale risultano rispettivamente pari a 27,2°C e 12,6°C.

L'andamento medio mensile delle precipitazioni è riportato nella figura seguente.

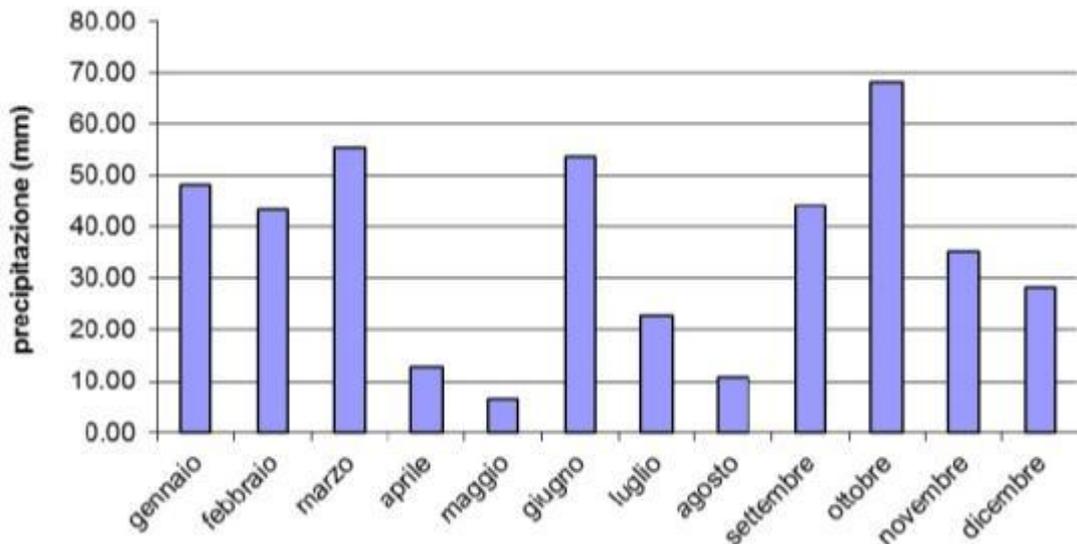


Figura 7.3: Precipitazioni Mensili

Come si nota dalla figura, le maggiori precipitazioni si sono verificate in Ottobre (circa 70 mm), mentre in Maggio sono risultate scarse (circa 7 mm).

I dati di nuvolosità sono stati inseriti nel modello in funzione di un parametro che varia tra 0 (cielo totalmente sgombro da nubi) e 10 (cielo senza alcuna zona di sereno). In base ai dati ricavati dal modello WRF, nel corso dell'anno di riferimento (2011) il cielo è stato sereno per il 62% delle ore e nuvoloso o parzialmente nuvoloso (con maggiore frequenza di cielo completamente coperto di nubi) per il restante 38%.

I valori orari di umidità relativa e quelli di pressione sono stati ricavati dal modello WRF. Essendo il sito in oggetto localizzato in mare aperto, i valori di umidità relativa non sono

caratterizzati da oscillazioni significative durante l'anno e presentano un valore medio di circa 98%.

Per quanto concerne la pressione, la massima e la minima registrate nell'arco dell'anno risultano rispettivamente pari a 1,037.2 mbar e a 991.9 mbar. La pressione media annua risulta di 1,017.1 mbar.

7.1.2.3 Simulazioni Effettuate

Sono state effettuate le seguenti simulazioni per gli Ossidi di Azoto (NO_x) (cautelativamente si è ipotizzato che tutti gli Ossidi di Azoto ricadano sotto forma di NO₂):

- valore medio annuo;
- valore massimo orario.

Per effettuare le simulazioni si evidenzia che:

- per la media annua sono state considerate:
 - le emissioni della FSRU, nell'ipotesi di funzionamento dell'impianto di 8,400 ore,
 - le emissioni totali annuali di metaniere e rimorchiatori, con riferimento all'arrivo di 59 navi e considerando, per ogni arrivo della metaniera, le diverse fasi di avvicinamento, attracco, attracco senza scarico, scarico, disormeggio e uscita dalla zona di esclusione,
 - le emissioni totali annuali della nave di sorveglianza;
- per la stima del massimo orario sono state considerate:
 - le emissioni della FSRU, pari a 2.62 g/s (equivalenti a limite di 150 mg/Nm³),
 - le emissioni dei mezzi navali nella fase più gravosa in termini emissivi (disormeggio e allontanamento),
 - le condizioni meteorologiche più avverse per la dispersione di inquinanti.

7.1.2.4 Analisi dei Risultati

Per quanto concerne la media annua delle ricadute di NO_x si rileva che (si veda la Figura seguente):

- i valori massimi di ricaduta sono localizzati nei pressi dei punti emissivi;
- in corrispondenza delle località costiere le ricadute massime sono minori di 0.021 µg/m³, ossia inferiori di tre ordini di grandezza rispetto al limite normativo stabilito dal D.Lgs No. 155/2010 (si prende a riferimento il valore critico per la protezione della vegetazione di 30 µg/m³), dunque ritenute assolutamente trascurabili.



Figura 7.4: Mappa delle Isoconcentrazioni di NOx, Media Annua

Per quanto riguarda il 99.8° percentile delle concentrazioni orarie di NOx dall'esame della Figura seguente si osserva che:

- i valori massimi sono stimati in prossimità dei punti emissivi;
- in corrispondenza delle località costiere le ricadute massime sono di circa $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dunque di gran lunga inferiori rispetto al limite normativo stabilito dal D.Lgs No. 155/2010 (si prende a riferimento il limite per l'NO₂ di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

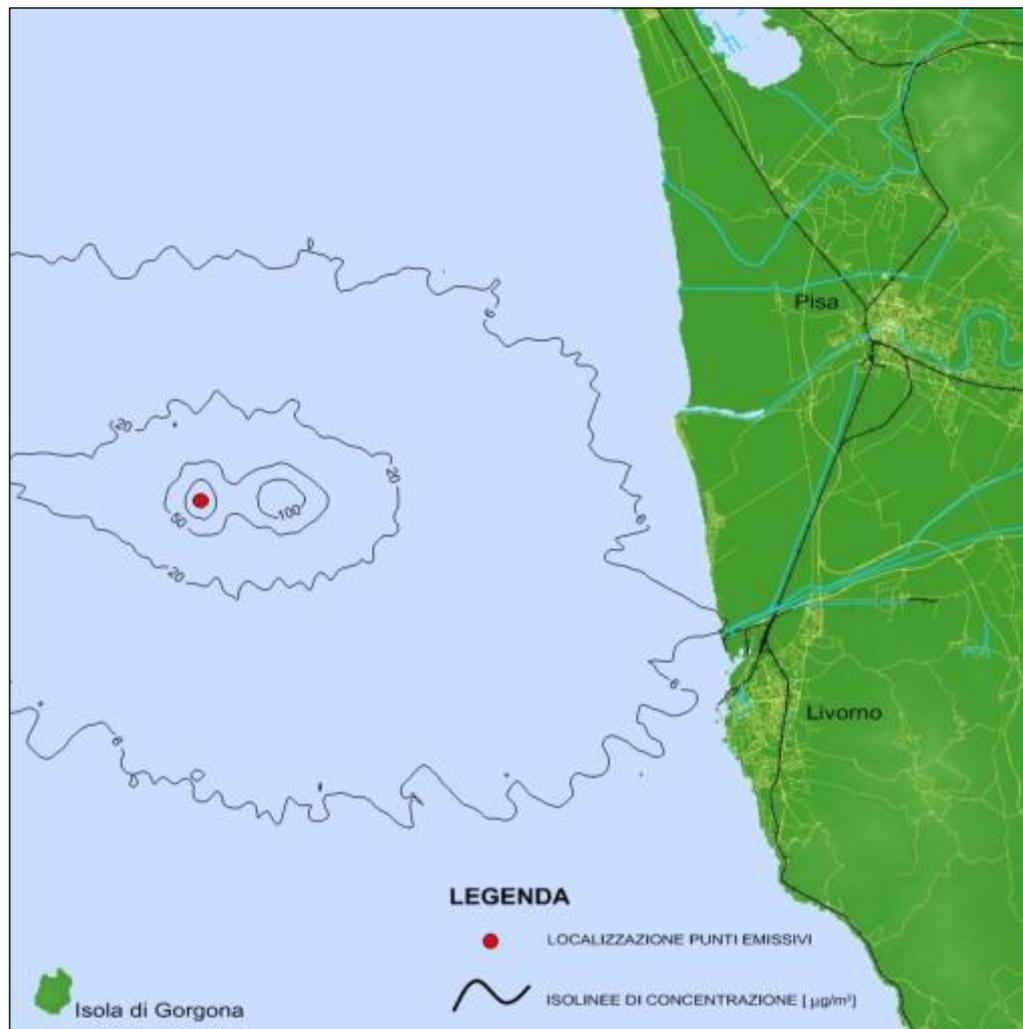


Figura 7.5: Mappa delle Isoconcentrazioni di NOx, Massimo Orario (99.8° percentile)

I risultati delle simulazioni modellistiche hanno evidenziato come le ricadute sulla costa dovute al sistema costituito dal Terminale FSRU e dalle unità navali (metaniere da 155,000 m³, rimorchiatori e nave di sorveglianza) siano inferiori di diversi ordini di grandezza ai limiti normativi di riferimento e determinino un contributo assolutamente trascurabile rispetto ai livelli di qualità dell'aria nelle Province di Pisa e Livorno.

7.1.3 Conclusioni

L'aumento della capacità delle metaniere fino a quella della classe "New Panamax" non comporterà modifiche sostanziali allo scenario emissivo attuale. Il valore totale annuo delle emissioni di NOx calcolato sulla base delle assunzioni descritte nei precedenti paragrafi risulta infatti essere assolutamente confrontabile con quello attuale. Si sottolinea inoltre che tale valore è puramente teorico e non raggiungibile in quanto rappresentativo di un caso limite non attuabile per ragioni legate alla massima capacità di rigassificazione annua autorizzata (3.75 miliardi di m³).

Inoltre, sulla base dei dati relativi alle emissioni di NOx del Terminale sino ad oggi registrati⁵, si può assolutamente garantire il rispetto del limite annuale massimo di emissioni di NOx di 100 t, così come disposto nella Prescrizione 12 del Provvedimento DVA-2012-0023515 che autorizza l'ormeggio di navi metaniere con capacità fino a 155,000 m³.

Infine si evidenzia che le simulazioni condotte con l'ausilio del sistema modellistico CALPUFF per la configurazione autorizzata con Provvedimento DVA-2012-0023515 hanno consentito di valutare come le ricadute degli NOx sulla costa, sia ad opera del Terminale che delle unità navali (metaniere, rimorchiatori e nave di sorveglianza), siano inferiori di diversi ordini di grandezza ai limiti normativi di riferimento e determinino un contributo assolutamente trascurabile rispetto ai livelli di qualità dell'aria nelle Province di Pisa e Livorno.

In considerazione di quanto sopra riportato **l'impatto sulla qualità dell'aria associato alla modifica proposta è ritenuto del tutto trascurabile.**

7.2 AMBIENTE IDRICO

7.2.1 Valutazione dell'Impatto legato alla Variazione del Delta Termico allo Scarico delle Acque necessarie alla Rigassificazione

Nel presente paragrafo è riportata la valutazione dell'impatto legato alla variazione del delta termico allo scarico delle acque necessarie alla rigassificazione (scarico SF15), così come descritta al Paragrafo 5.2. Tale valutazione è stata effettuata tramite l'impiego del modello MIKE 3, descritto nel seguito, per mezzo del quale sono state condotte simulazioni per valutare gli effetti associati alla dispersione del plume termico generato dallo scarico freddo del Terminale sia nello scenario autorizzato che in quello proposto.

7.2.1.1 Descrizione del Modello Matematico Utilizzato

Il software MIKE 3, sviluppato da DHI - Water & Environment, è un modello baroclinico tridimensionale non-idrostatico, applicabile in un'ampia gamma di scenari ambientali, quali aree marine, zone costiere, laghi ed estuari.

Il modello è costituito da un modulo base (Hydrodynamic Module – HD) e da diversi sotto moduli, che possono essere utilizzati in funzione degli obiettivi della simulazione.

Il modulo HD simula il moto variabile tridimensionale, tenendo in conto le variazioni di densità, le batimetriche e le forzanti esterne (condizioni meteorologiche, onde di marea, correnti ed altre caratteristiche idrografiche). Tale modulo è applicabile allo studio di una vasta serie di fenomeni collegati all'idraulica, laddove la struttura del moto tridimensionale è importante, tra cui:

- campi di marea e correnti;
- moti stratificati;
- circolazione oceanica;
- scambi di calore e di salinità.

Il modulo HD si basa sulla soluzione numerica delle equazioni 3D incomprimibili di Navier-Stokes, mediate alla Reynolds, con l'ipotesi di Boussinesq e l'assunzione di una pressione

⁵ I dati delle emissioni di NOx sono riportati nei Report Annuali così come richiesto dal Decreto AIA.

idrostatica. Così facendo, il modello comprende le equazioni di continuità, l'equazione dei momenti e l'equazione di temperatura e densità e viene risolto con uno schema a chiusura turbolenta.

7.2.1.2 Input del Modello

7.2.1.2.1 Dominio di Calcolo del Modello

Il Terminale galleggiante è localizzato a circa 12 miglia nautiche al largo delle coste toscane, tra Livorno e Marina di Pisa, ad una profondità del fondale di circa 120 m.

Il dominio di calcolo utilizzato è un cerchio di raggio pari a 4 km centrato intorno al Terminale (coordinate di localizzazione dell'impianto in WGS 84: Latitudine 43°38'40" Longitudine 9°59'20").

Il dominio di calcolo è stato discretizzato sul piano orizzontale con una griglia triangolare (più fitta in corrispondenza del punto di scarico) e su quello verticale in 18 differenti strati di spessore variabile con la profondità.

Nella figura seguente è rappresentata la griglia di calcolo utilizzata nelle simulazioni numeriche.

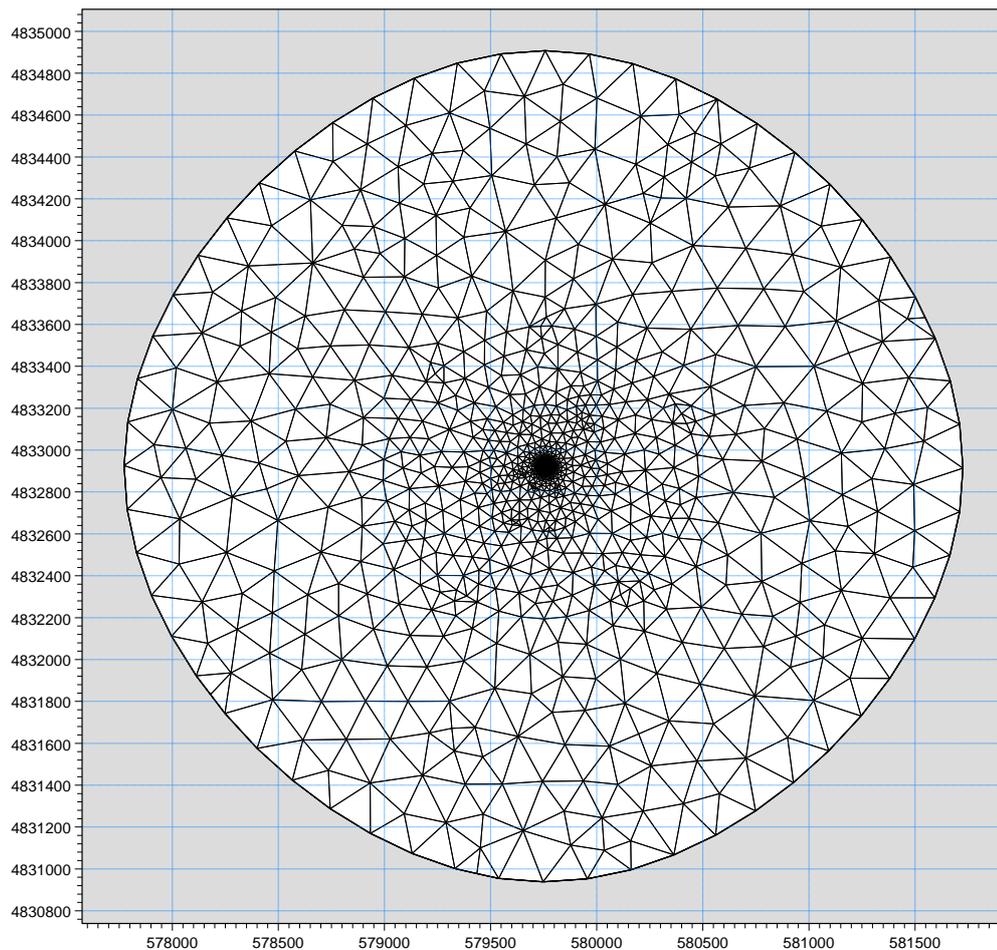


Figura 7.6: Griglia di Calcolo Utilizzata nelle Simulazioni

7.2.1.2.2 Scenari Meteomarini

I profili dei parametri ambientali (temperatura, salinità e corrente) utili alla modellazione sono stati desunti a partire dal modello dispersivo delle acque di scarico, messo a punto da OLT. Tale modello numerico simula la dispersione in due differenti regioni di spazio contigue, la *near field* e la *far field*. La prima (*near field*) è la zona immediatamente prossima allo scarico di dimensioni più ridotte rispetto alla seconda, in cui la dispersione in temperatura è prevalentemente guidata dai moti turbolenti generati dallo scarico sull'ambiente circostante e dipendenti a loro volta dalle caratteristiche dello scarico stesso (dimensione, portata, profondità, etc). Nella seconda invece (*far field*) l'effetto del moto turbolento tende a smorzarsi venendo sopraffatto dal moto delle correnti marine che di fatto in queste regioni condizionano la dispersione termica. I risultati relativi al *near field* servono dunque per modellare correttamente il *far field*, perché rappresenta la condizione “iniziale” dello scarico per il *far field* stesso.

Il modello riceve in input i seguenti parametri che l'utente può variare in base alle caratteristiche dell'impianto di scarico che intende simulare:

- ΔT_{in} (°C), differenza iniziale di temperatura tra l'acqua in uscita dallo scarico e quella del mare in superficie, che coincide con il livello di prelievo;
- Profondità dello scarico (m);
- Portata dello scarico (m^3/s);
- Diametro dello scarico (m).

Nel caso specifico del Terminale FSRU Toscana, i parametri sopra descritti sono stati posti uguali a:

- Profondità dello scarico = -12 m;
- Portata dello scarico = $3 m^3/s$ (= $10800 m^3/h$);
- Diametro dello scarico = 1.93 m;
- ΔT_{in} = variabile nel range di esercizio.

Gli scenari ambientali simulati coincidono con una tipica situazione invernale (Figura 7.7) ed una estiva (Figura 7.8) misurati nell'area in oggetto mediante sonda multiparametrica CTD (Conductivity, Temperature and Depth) e profilatore verticale di corrente del tipo ADCP (Acoustic Doppler Current Profile) che misurano, lungo tutta la colonna d'acqua, rispettivamente i valori di salinità e temperatura il primo e di corrente con le direzioni di propagazione relative alle diverse profondità, il secondo.

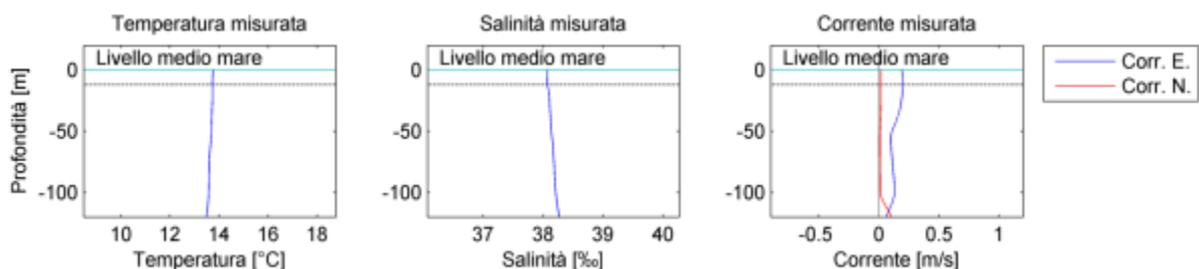


Figura 7.7: Condizioni Ambientali Tipiche della Stagione Invernale

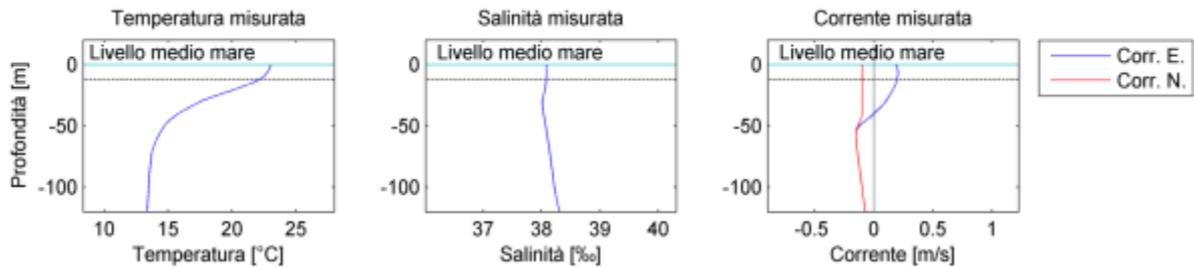


Figura 7.8: Condizioni Ambientali Tipiche della Stagione Estiva

Quello che si nota abbastanza indistintamente mettendo a confronto i profili di temperatura relativi ai due scenari stagionali è la presenza di un marcato “termoclino” in estate situato tra i -20 m e i -50 m di profondità. Per termoclino si intende uno strato della colonna in cui la temperatura cambia sensibilmente diminuendo per effetto della progressiva diminuzione dell’irraggiamento solare esplorando gli strati più profondi della colonna d’acqua. La presenza del termoclino è ben evidente nel periodo estivo, ed è visibile anche nelle misure effettuate nel primo anno di esercizio del Terminale.

Le simulazioni oggetto del presente documento sono state pertanto effettuate esaminando i seguenti due scenari:

- scenario invernale, caratterizzato da:
 - temperatura dell’acqua di mare: 13.5°C,
 - salinità: circa 38 ‰,
 - corrente con velocità pari a 14 cm/s in direzione Sud-Est (valore medio invernale nello strato di colonna d’acqua interessato dalla dispersione termica);
- scenario estivo, caratterizzato da:
 - profilo di temperatura dell’acqua di mare variabile con la profondità, da 23°C in superficie a 14°C sul fondo,
 - salinità: circa 38 ‰,
 - corrente con velocità pari a 15 cm/s in direzione Sud-Est (valore medio estivo nello strato di colonna d’acqua interessato dalla dispersione termica).

7.2.1.2.3 Configurazione Autorizzata e Nuova Configurazione Proposta

Le simulazioni sono state condotte con riferimento a due configurazioni di esercizio del Terminale, relative entrambe all’utilizzo di tre vaporizzatori:

- configurazione autorizzata: ΔT tra presa e scarico pari a -4.6°C (inteso come massimo valore della media oraria);
- nuova configurazione proposta: ΔT tra presa e scarico pari a -6.0°C (inteso come massimo valore della media oraria).

I parametri di scarico associati a tali configurazioni sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 7.3: Parametri di Scarico

Configurazione	Profondità scarico [m]	Portata scarico [m ³ /s]	Diametro scarico [m]	ΔT [°C]
Configurazione Autorizzata	12	3	1.93	- 4.6
Nuova Configurazione Proposta	12	3	1.93	- 6.0

In sintesi, combinando gli scenari meteomarinari con le configurazioni di esercizio sopra indicate, sono state condotte complessivamente quattro simulazioni, come riportato nella seguente tabella.

Tabella 7.4: Riepilogo Scenari Analizzati

Configurazione	Inverno	Estate
Configurazione Autorizzata	Scenario I1	Scenario E1
Nuova Configurazione Proposta	Scenario I2	Scenario E2

7.2.1.2.4 Approccio Modellistico

Le simulazioni in oggetto sono finalizzate a valutare gli effetti associati alla dispersione del plume termico generato dallo scarico freddo del Terminale.

A tal fine l'impostazione del modello è stata curata in modo da considerare:

- sia gli effetti del getto nelle vicinanze dello scarico (*near field*), dove la dispersione di temperatura è prevalentemente guidata dai moti turbolenti generati dallo scarico sull'ambiente circostante e dipendenti a loro volta dalle caratteristiche dello scarico stesso (dimensione, portata, profondità, etc.);
- sia della dispersione del plume termico lontano dallo scarico (*far field*), dove l'effetto del moto turbolento tende a smorzarsi, venendo sopraffatto dal moto delle correnti marine che di fatto in queste regioni condizionano la dispersione termica.

In particolare sono state condotte alcune *run* con il modulo *near field* del modello OLT al fine di individuare, nelle condizioni estive ed invernali, le temperature e i parametri del getto nelle vicinanze dello scarico.

Tali parametri sono stati inseriti in input nel modello MIKE (nelle celle corrispondenti alla zona di influenza del getto), che a sua volta simula la dispersione termica laddove sono predominanti gli effetti della corrente marina (*far field*).

7.2.1.3 Risultati delle Simulazioni

Le simulazioni condotte con il modello OLT hanno messo in evidenza che gli effetti del getto (*near field*) sono predominanti fino ad una distanza di circa 15-20 m dallo scarico sulla verticale e di circa 20 m sul piano orizzontale (nel verso della corrente).

In tale zona, a seguito dei moti turbolenti generati, gli effetti dello scarico tendono ad esaurirsi significativamente, portando a ridotte differenze di temperatura (DT) del getto rispetto all'acqua mare.

In inverno il ΔT massimo rilevato laddove si esauriscono i moti turbolenti (limite del *near field*) è pari a -0.2°C . Considerando un valore soglia di -0.05°C il plume si esaurisce a circa 35 m dallo scarico nella configurazione autorizzata (ΔT tra presa e scarico pari a -4.6°C) e a circa 45 m dallo scarico nella nuova configurazione proposta (ΔT tra presa e scarico pari a -6.0°C).

Nelle figure seguenti sono riportate la sezione orizzontale del plume a una profondità di -25 m e la sezione verticale nel verso della corrente per le due configurazioni analizzate (scenario invernale).

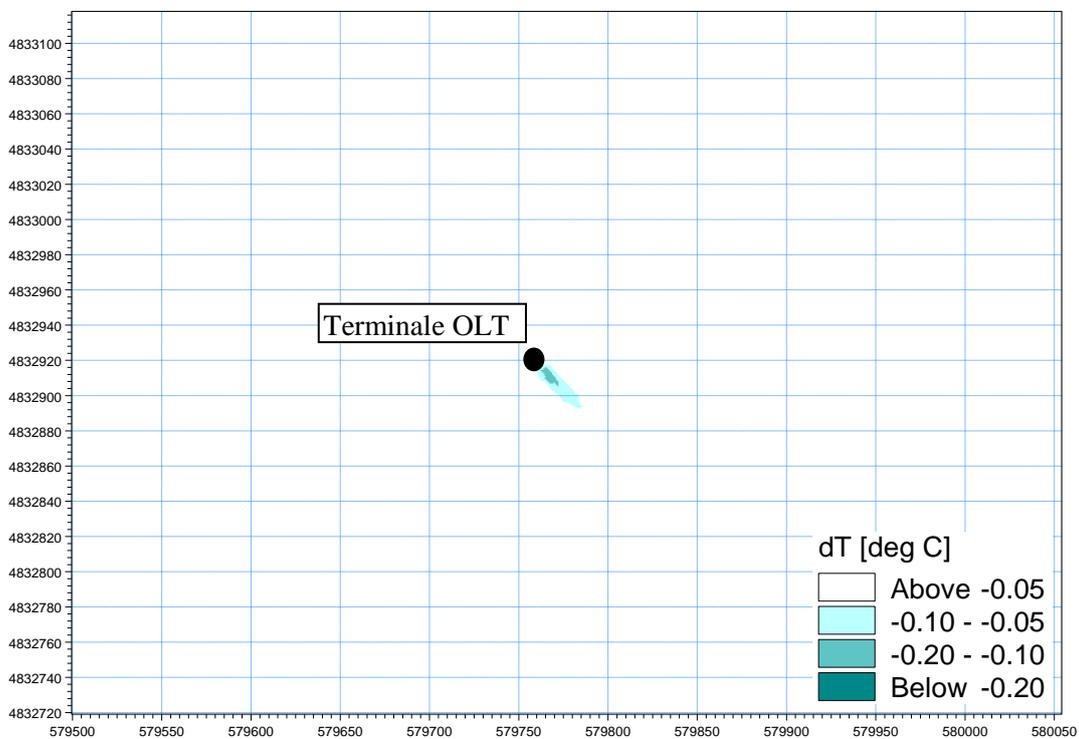


Figura 7.9: Scenario Invernale, Sezione Orizzontale a -25 m, $dT = -4.6^{\circ}\text{C}$

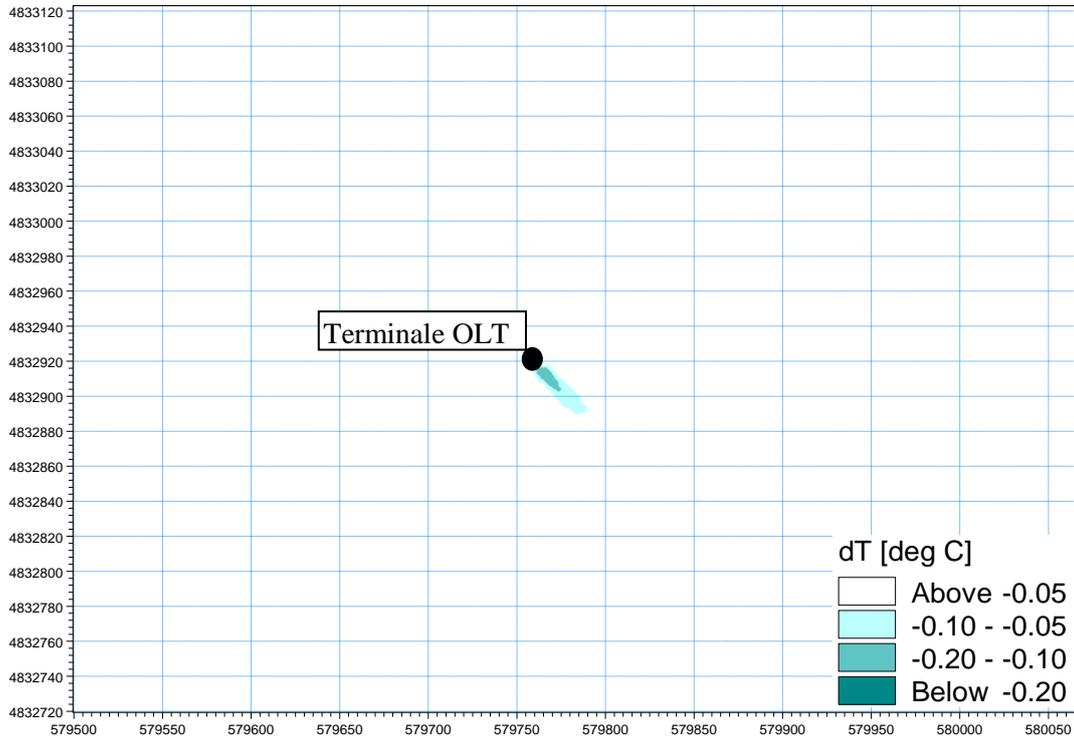


Figura 7.10: Scenario Invernale, Sezione Orizzontale a - 25 m, dT = - 6.0 °C

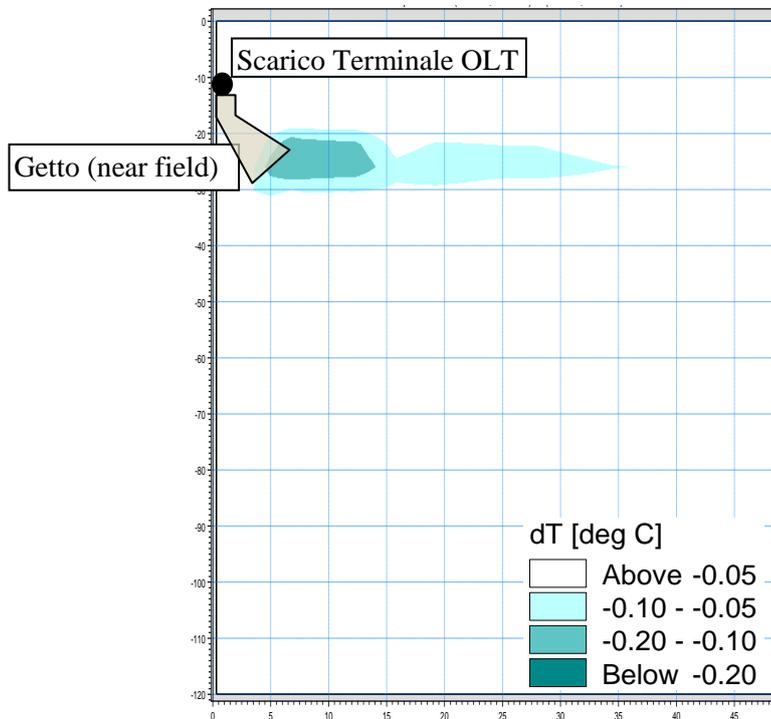


Figura 7.11: Scenario Invernale, Sez. Verticale nel Verso della Corrente, dT=-4.6°C

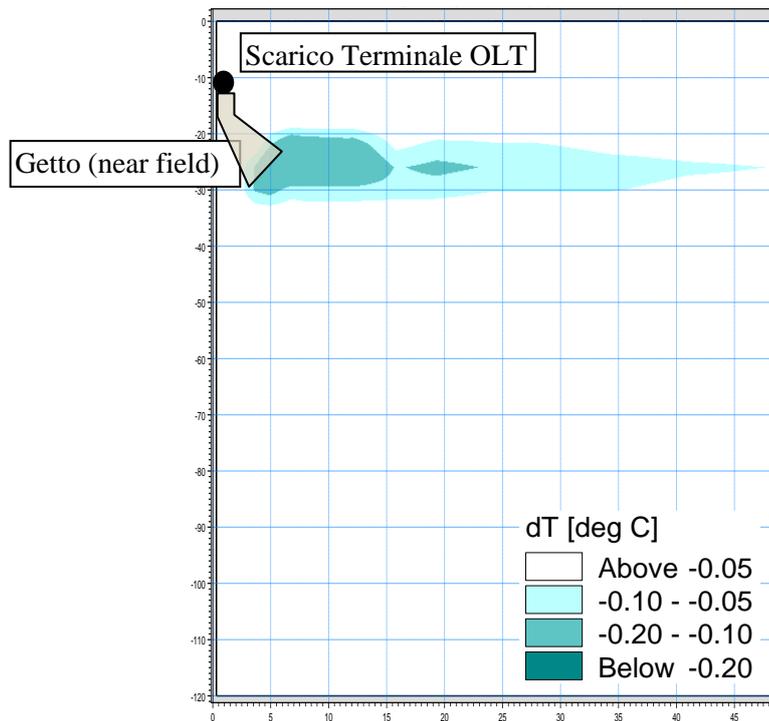


Figura 7.12: Scenario Invernale, Sez. Verticale nel Verso della Corrente, $dT=-6.0^{\circ}\text{C}$

In estate il getto tende a spingere l'acqua superficiale più calda negli strati inferiori della colonna d'acqua, dove le temperature sono più fredde in virtù della forte stratificazione. Ne consegue che, nonostante lo scarico sia freddo, l'effetto principale dello stesso sia un aumento della temperatura nello strato di colonna d'acqua compreso tra -25 e -35 m. In tale area il massimo DT rilevato è pari a circa 2.5°C . Considerando un valore soglia di 0.1°C , il plume caldo si esaurisce a circa 140 m dallo scarico. Un plume freddo di modeste dimensioni è comunque riscontrabile nello strato di colonna d'acqua compreso tra -10 e -20 m (estensione massima di circa 60 m).

Nelle condizioni estive la nuova configurazione proposta (ΔT tra presa e scarico pari a -6.0°C) comporta addirittura effetti minori rispetto alla configurazione autorizzata (ΔT tra presa e scarico pari a -4.6°C), in quanto il suddetto plume caldo assume valori e dimensioni leggermente inferiori.

Nelle figure seguenti sono riportate, per le due configurazioni analizzate (scenario estivo), le sezioni orizzontali del plume a una profondità di -20 m (profondità a cui il plume freddo ha la massima estensione) e a -30 m (profondità a cui il plume caldo ha la massima estensione) e la sezione verticale nel verso della corrente.

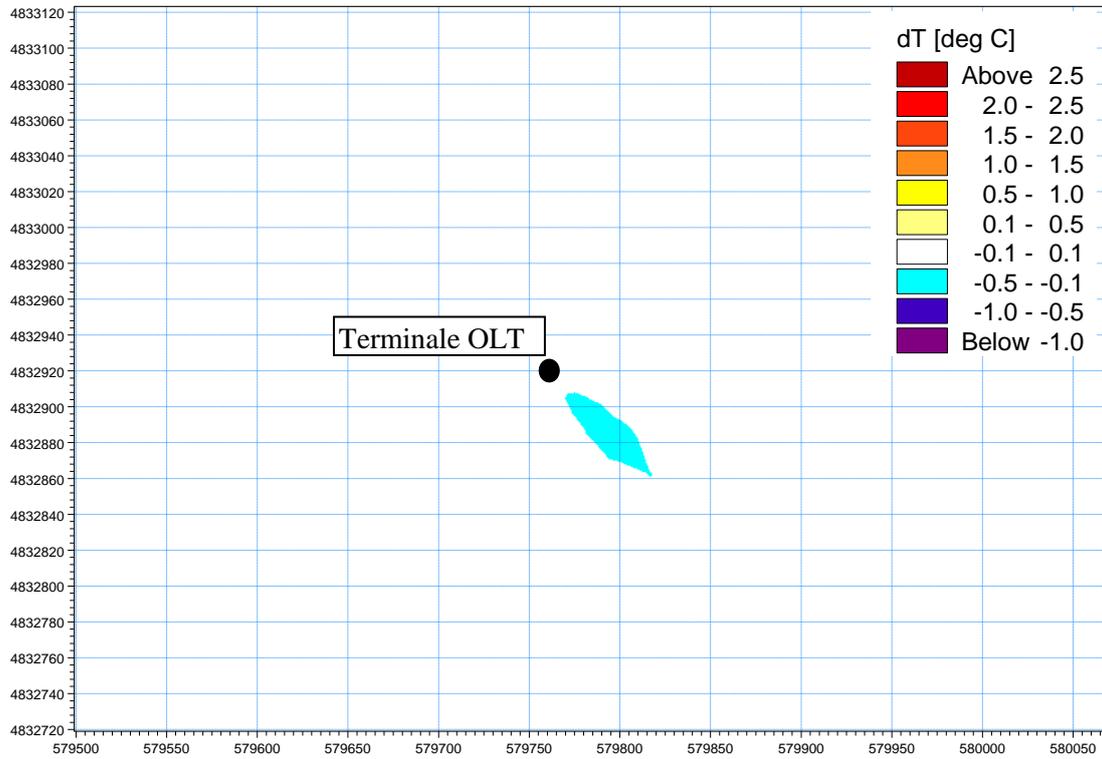


Figura 7.13: Scenario Estivo, Sezione Orizzontale a - 20 m, dT = - 4.6 °C

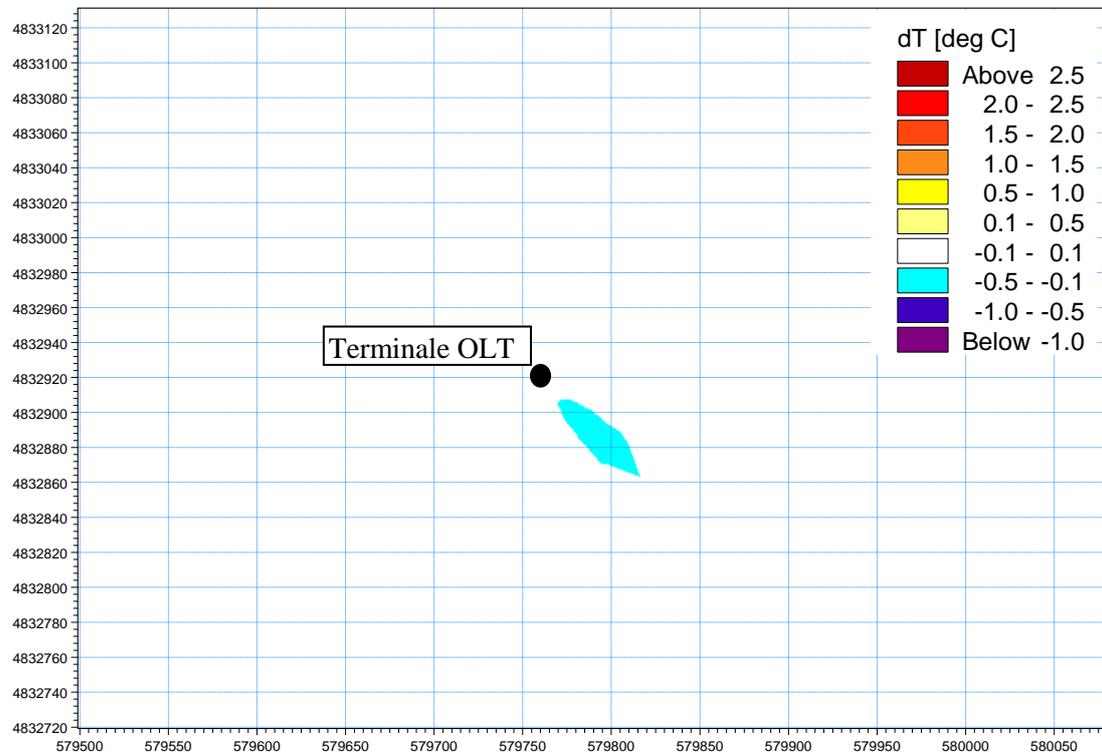


Figura 7.14: Scenario Estivo, Sezione Orizzontale a - 20 m, dT = - 6.0 °C

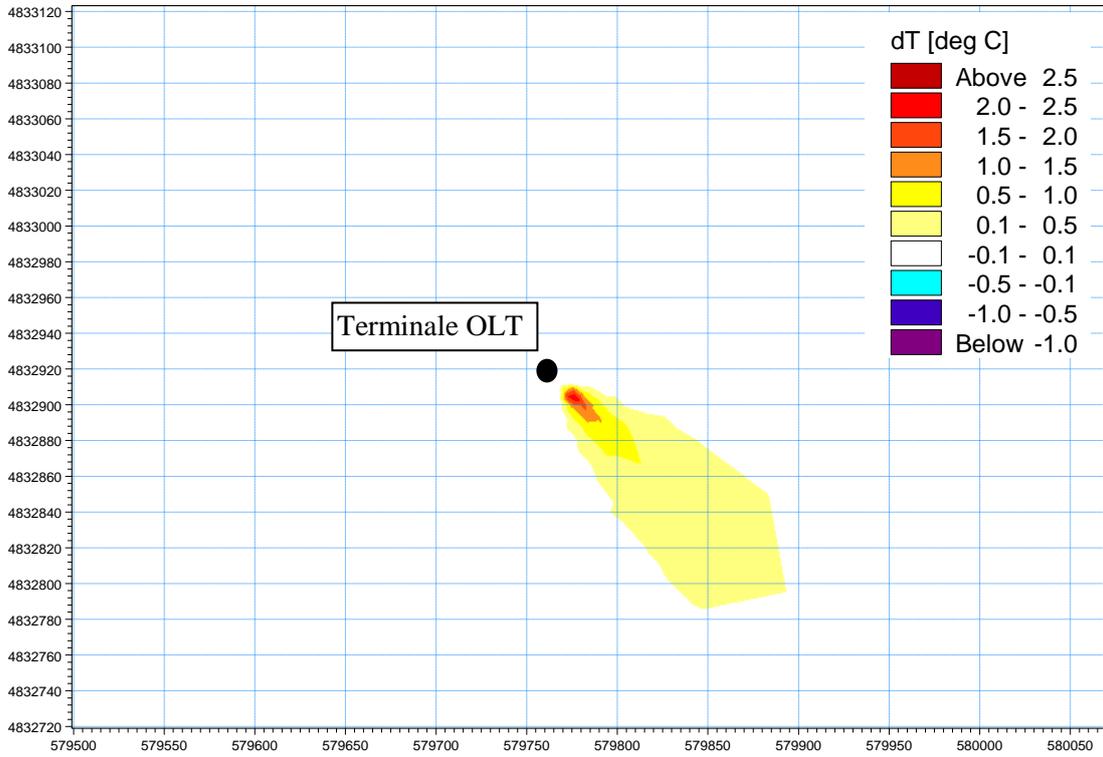


Figura 7.15: Scenario Estivo, Sezione Orizzontale a - 30 m, dT = - 4.6 °C

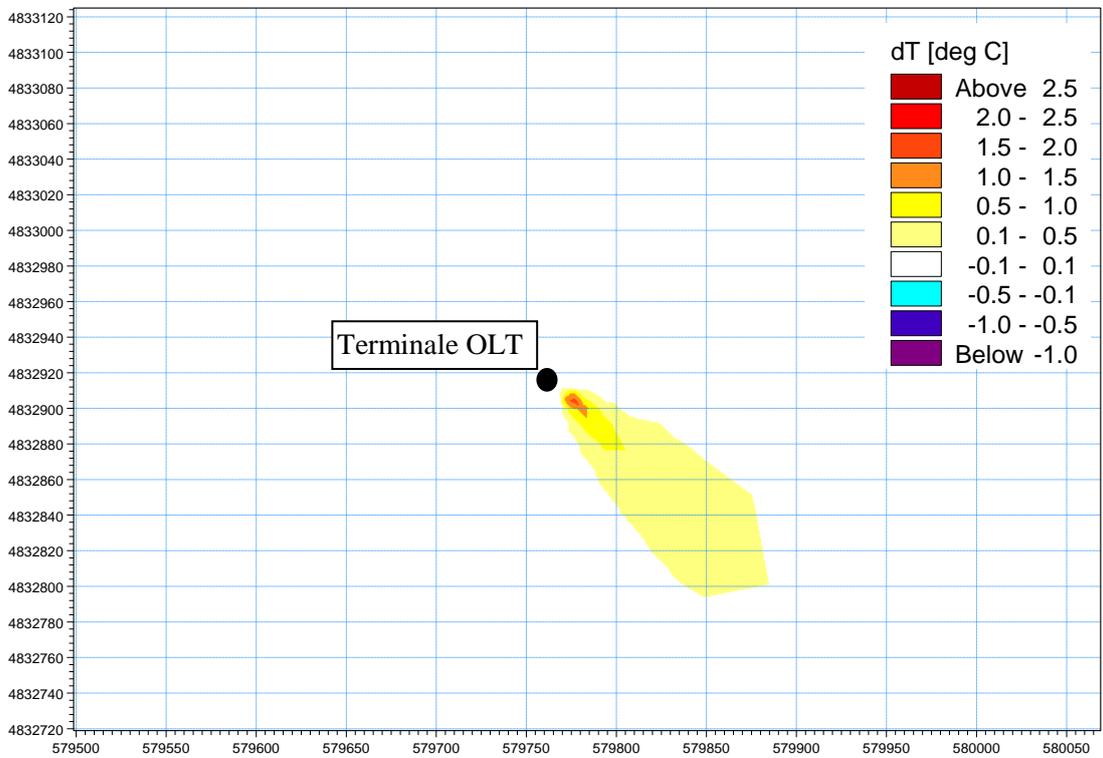


Figura 7.16: Scenario Estivo, Sezione Orizzontale a - 30 m, dT = - 6.0 °C

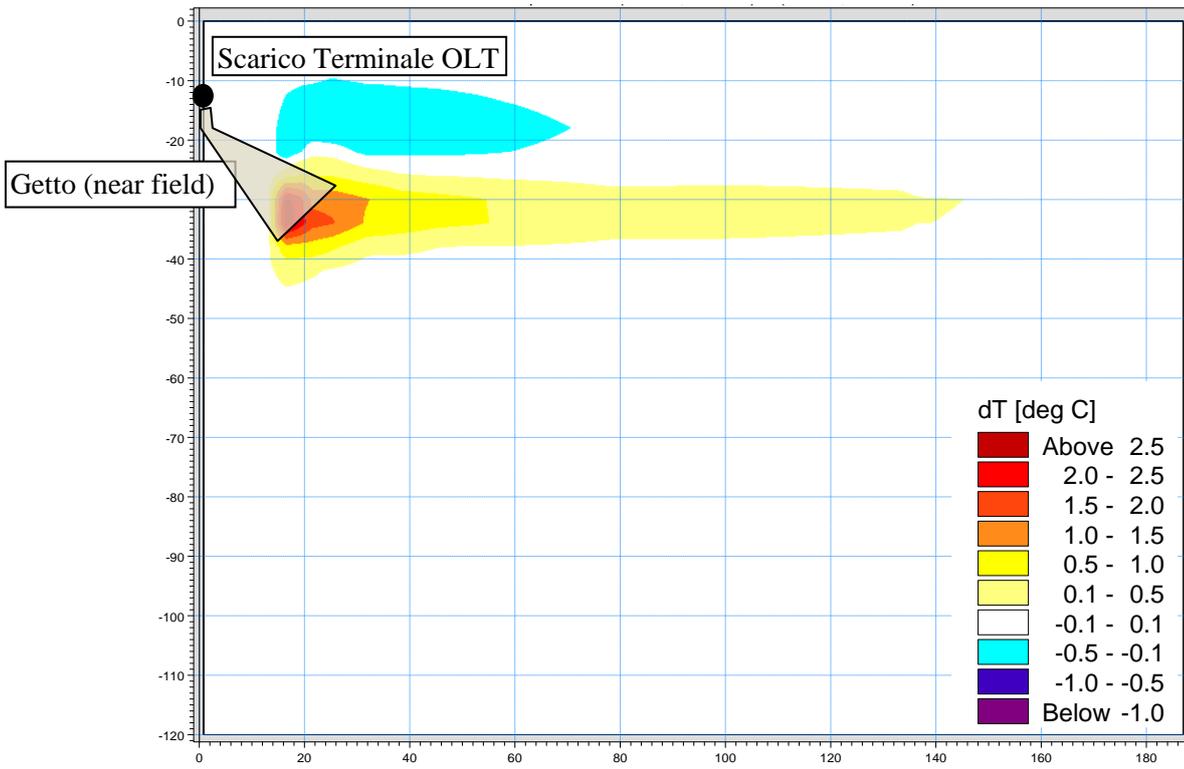


Figura 7.17: Scenario Estivo, Sez. Verticale Verso Corrente, $dT = -4.6^{\circ}\text{C}$

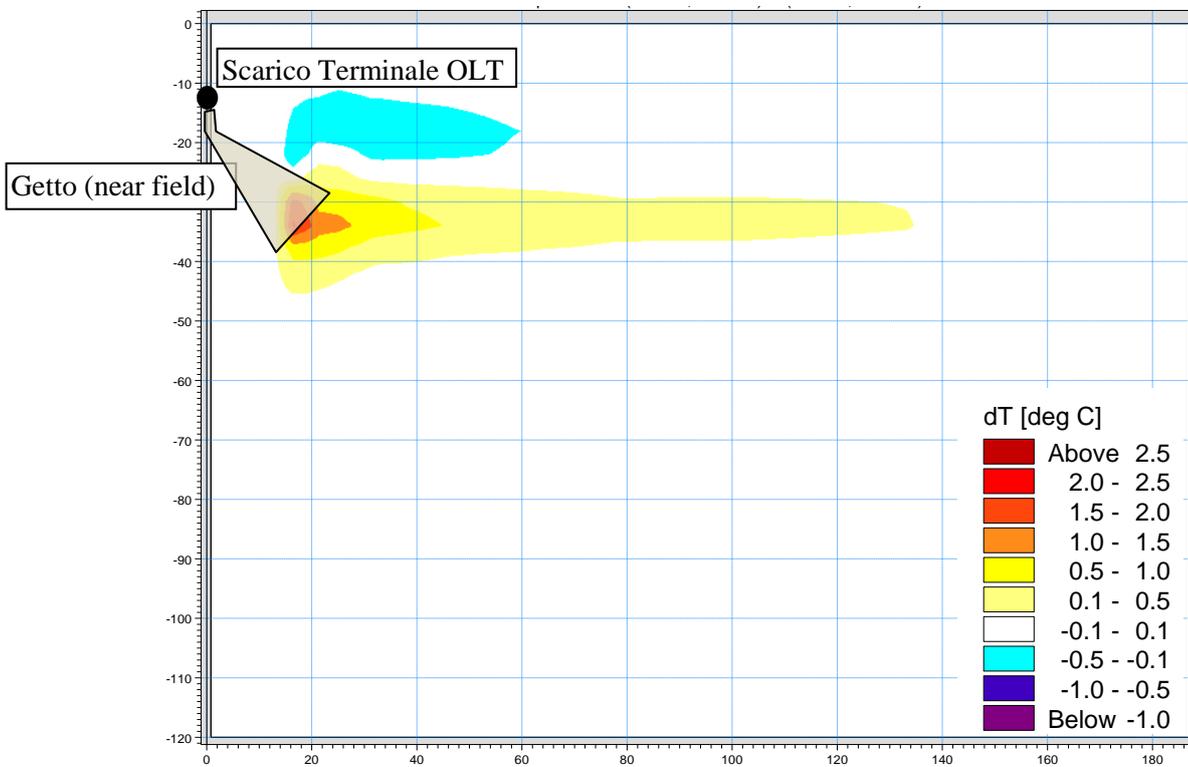


Figura 7.18: Scenario Estivo, Sez. Verticale Verso Corrente, $dT = -6.0^{\circ}\text{C}$

I risultati delle simulazioni condotte non evidenziano sostanziali differenze negli scenari simulati per le due configurazioni messe a confronto. **L'impatto sull'ambiente idrico associato alla modifica proposta è pertanto ritenuto del tutto trascurabile.**

Si evidenzia infine che, in conformità a quanto prescritto dal Decreto VIA (Prot. No. 1256 del 15 Dicembre 2004) è previsto il monitoraggio in continuo della temperatura alla presa e allo scarico dell'acqua di mare necessaria alla rigassificazione al fine di garantire il rispetto del valore proposto per il delta termico.

7.2.2 Valutazione dell'Impatto legato all'Utilizzo dello Scarico SF3

L'impiego dello scarico SF3 in luogo dello scarico SF15 nel caso in cui i vaporizzatori non siano in funzione (Zero Send Out) consentirebbe di ottenere i seguenti benefici:

- risparmio energetico, grazie all'utilizzo della pompa di minore potenza Main Circulating Pump al posto delle 3 pompe di processo;
- minore quantitativo di acqua prelevato (da 10,800 m³ a 9,000 m³).

L'utilizzo dello scarico SF3 in caso di Zero Send Out non determina mediamente nessuna variazione rispetto all'utilizzo dello scarico SF15. Si evidenzia che la temperatura di ingresso e uscita dell'acqua di mare è sottoposta a monitoraggio in continuo.

Con riferimento al quantitativo di Cloro attivo libero scaricato, si garantisce il rispetto del limite di normativa pari a 0.2 mg/l. L'applicazione dell'attuale limite previsto allo scarico SF15, pari a 0.05 mg/l, non risulta infatti fattibile per lo scarico SF3 a causa della breve distanza che lo separa dal punto di prelievo dell'acqua di mare (PA1) ove viene iniettato l'ipoclorito necessario alla prevenzione della crescita e proliferazione dei microrganismi marini incrostanti.

Si prevede la misura del contenuto di Cloro libero attivo in manuale 2 volte al giorno, da parte di operatori specializzati, come già fatto nel corso del 2014 a seguito della chiusura per manutenzione dello scarico SF15⁶, al fine di garantire il rispetto del limite di normativa.

7.3 ECOSISTEMA MARINO

L'aggiornamento proposto, in termini di modifica del delta termico associato all'acqua di mare utilizzata per il processo di rigassificazione, non comporta variazioni sostanziali delle caratteristiche e dell'andamento del plume associato allo scarico, come descritto nel precedente Paragrafo 7.2. Si evidenzia inoltre, come descritto al Paragrafo 5.2, che non è previsto alcun aumento delle frigorie immesse nel corpo ricettore.

Con riferimento all'utilizzo dello scarico SF3 in luogo dello scarico autorizzato SF15 durante la fase di Zero Send Out, si evidenzia che non sono prevedibili impatti significativi associati. Il delta termico rimarrà infatti sostanzialmente invariato ed il limite di concentrazione di Cloro attivo libero previsto dalla normativa vigente verrà rispettato.

L'analisi dello stato attuale della componente, condotta nel precedente Capitolo 8, non ha evidenziato particolari criticità.

⁶ Ai sensi del Decreto AIA, in caso di manutenzione dello scarico SF15 o in caso di anomalia di impianto acqua mare si è provveduto a utilizzare lo scarico SF3 con 2 misure manuali al giorno, comunicandolo opportunamente all'autorità competente.

In virtù di quanto sopra esposto **non sono prevedibili impatti sull'ecosistema marino.**

7.4 ECOSISTEMA ANTROPICO

7.4.1 Impatto sui Traffici Marittimi

L'aggiornamento proposto, in termini di aumento della capacità delle navi metaniere a servizio del Terminale, non comporta alcuna variazione dei traffici marittimi attuali. Il numero di accosti annui delle metaniere, pari a 59, rimarrà infatti analogo a quello autorizzato con Provvedimento DVA-2012-0023515 del 1 Ottobre 2012.

La modifica proposta non comporta pertanto impatti sui traffici marittimi.

7.4.2 Impatto sulla Pesca

L'aggiornamento proposto, in termini di modifica della capacità delle navi metaniere a servizio del Terminale, non comporta alcun impatto sulla pesca.

Con riferimento alla modifica del delta termico associato all'acqua di mare utilizzata per il processo di rigassificazione, le analisi effettuate hanno permesso di verificare che l'estensione del plume risulta sempre circoscritta ad un'area di estensione massima pari a 140 m dal punto di scarico e pertanto all'interno delle 2 miglia nautiche, corrispondenti all'area già interdetta alla navigazione ed alla pesca (Ordinanza No. 137/2013 della Capitaneria di Porto di Livorno).

Infine non sono prevedibili impatti sulla pesca associati all'utilizzo dello scarico SF3 in luogo dello scarico SF15 durante la fase di Zero Send Out: il delta termico rimarrà infatti sostanzialmente invariato ed il limite di concentrazione di Cloro attivo libero previsto dalla normativa vigente verrà rispettato.

In virtù di quanto sopra esposto per la modifica richiesta **non sono prevedibili nel complesso impatti sulle attività di pesca.**

8 CONCLUSIONI

Nel presente documento sono stati valutati gli aspetti ambientali connessi agli aggiornamenti proposti da OLT e descritti nel dettaglio nella Relazione Tecnica, in merito a:

- **autorizzazione all'allibito al Terminale di navi metaniere appartenenti alla classe "New Panamax"**, fermo restando il numero annuo di accosti (pari a 59), autorizzati con Decreto Prot. DVA-2012-0023515 del 1 Ottobre 2012, e fatto salvo il processo di compatibilità Nave-Terminale descritto al Paragrafo 2.2.7. Tale autorizzazione consentirebbe in sintesi di:
 - aumentare la flessibilità nella scelta delle navi utilizzabili per il trasferimento del carico presso il Terminale consentendo un'elevata ottimizzazione della logistica nelle consegne dei carichi di GNL,
 - non precludere l'arrivo di navi metaniere provenienti dagli impianti di rigassificazione attualmente in fase di sviluppo nel Nord America e mantenere conseguentemente un'elevata appetibilità commerciale dell'infrastruttura,
 - contribuire al rafforzamento della sicurezza degli approvvigionamenti del sistema gas Italia ed Europa aumentandone, nell'attuale contesto di mercato, il grado di diversificazione delle fonti di approvvigionamento;
- **innalzamento del delta termico dell'acqua di mare necessaria alla rigassificazione**, resosi necessario a seguito della conclusione della fase di collaudo ed esercizio provvisorio del Terminale, al fine di poter garantire il rispetto del limite proposto in qualsiasi condizione operativa. In particolare si richiede di innalzare il limite pari a -4.6°C , autorizzato con Decreto Prot. DVA-2011-0024915 del 4 Ottobre 2011, fino ad un valore medio orario pari a -6.0°C , indipendentemente dal numero di vaporizzatori in funzione, mantenendo comunque inalterate:
 - la portata massima dell'acqua di mare ($10,800\text{ m}^3/\text{h}$),
 - la concentrazione del Cloro attivo libero in uscita dal Terminale ($< 0.05\text{ mg/l}$), la massa totale immessa nel mare ($< 10\text{ kg/giorno}$) ed il totale annuo di Cloro attivo libero immesso in mare per la rigassificazione ($< 3.6\text{ t}$),
 - la quantità di frigoriferie immesse ($312 \cdot 10^9\text{ kcal/anno}$);
- **utilizzo dello scarico SF3 durante la fase di Zero Send Out**, in assenza di rigassificazione dovuta alle condizioni di mercato (scarsa domanda di gas naturale) oltre che alle manutenzioni di impianto, quindi oltre i 15 giorni/anno previsti ed autorizzati con Decreto Prot. DVA-2010-25280 del 20 Ottobre 2010 e Decreto AIA Prot. 93 del 15 Marzo 2013, con i seguenti benefici:
 - risparmio energetico grazie all'utilizzo della pompa di minore potenza denominata Main Circulating Pump al posto delle 3 pompe di processo,
 - minore quantitativo di acqua prelevato (da $10,800\text{ m}^3$ a $9,000\text{ m}^3$),mantenendo lo stesso delta termico (media 2.8°C^7) e l'attuale limite sullo scarico SF3 pari a 0.2 mg/l di Cloro attivo libero.

⁷ il Delta T rilevato dai misuratori di temperatura allo scarico SF3 è mediamente inferiore a $+2.8^{\circ}\text{C}$, con possibili picchi di $5-6^{\circ}\text{C}$. La variazione della temperatura out-in dal condensatore è dipendente dall'operatività del Terminale e conseguentemente delle caldaie al quale il condensatore è asservito, oltre che dalla temperatura in ingresso dell'acqua di mare.

Le analisi condotte sulle componenti ambientali di interesse hanno consentito di valutare complessivamente che gli aggiornamenti proposti non comportano un aggravio degli impatti ambientali ad essi connessi.

Con riferimento all'aggiornamento della tipologia di navi metaniere la richiesta non determina alcuna modifica alle operazioni marittime connesse alla consegna di GNL, mantenendo il pieno rispetto della sicurezza alla navigazione e delle normative marittime nazionali e internazionali, e non comporta complessivamente incrementi emissivi rispetto a quanto già previsto ed autorizzato dal Provvedimento DVA-2012-0023515.

Allo stesso modo i risultati delle simulazioni condotte per valutare gli effetti associati alla dispersione del plume termico generato dallo scarico freddo del Terminale non evidenziano sostanziali differenze negli scenari simulati per le due configurazioni messe a confronto (attuale e proposta). Si evidenzia inoltre che, in conformità a quanto prescritto dal Decreto VIA (Prot. No. 1256 del 15 Dicembre 2004) è previsto il monitoraggio in continuo della temperatura alla presa e allo scarico dell'acqua di mare necessaria alla rigassificazione al fine di garantire il rispetto del valore proposto per il delta termico.

Infine, con riferimento all'utilizzo dello scarico SF3 in luogo dello scarico autorizzato SF15 durante la fase di Zero Send Out, si evidenzia che non sono prevedibili impatti significativi associati. Il delta termico rimarrà infatti sostanzialmente invariato ed il limite di concentrazione di Cloro attivo libero previsto dalla normativa vigente verrà rispettato.

AC/LV/PAR:ip

RIFERIMENTI

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT), 2014, L'Attività di ARPAT nel Monitoraggio dei Cetacei e delle Tartarughe in Toscana – Anno 2013, ARPAT 2014.

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT), 2008, La pesca professionale, l'acquacoltura e lo stato delle risorse ittiche nel mare toscano (1), Rapporto finale relativo al Programma Annuale Pesca Professionale e Acquacoltura. Livorno – Gennaio 2008.

Ardizzone G.D., non datato, Introduzione alle Biocenosi Bentoniche – Insegnamento di Ecologia Marina 2010-2011, Università di Roma “La Sapienza”.

Astraldi M., Borghini C., Galli C., Gasparini P., Lazzoni E., 1993, Caratteristiche della Circolazione nell'Arcipelago Toscano, Regione Toscana

Autorità per l'Energia Elettrica il Gas ed il Sistema Idrico (AEEGSI), 2014, Relazione Annuale sullo Stato dei Servizi e sull'Attività Svolta.

Autorità Portuale di Livorno, 2014, Relazione Annuale sull'Attività svolta nell'Anno 2013.

D'Appolonia S.p.A., 2013. OLT Offshore LNG - FSRU Livorno, Analisi dei Dati Correntometrici Misurati nell'Area di Installazione del Terminale (Misure Maggio-Ottobre 2012), Febbraio 2013 (Rif. D'Appolonia Doc. No. 12-982-H2 Rev. 1).

Elliot A.J., 1979, Low-frequency sea level and current fluctuation along the coast of Northwest Italy, *J. Geophys. Res.*, 84: 3752-3760.

ISPRA, 2012, Strategia per l'Ambiente Marino – Mammiferi Marini, Bozza 10 Maggio 2012.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), Museo Friulano di Storia Naturale – Comune di Udine, 2007. Quaderni Habitat. Dominio Pelagico – Il Santuario dei Cetacei “Pelagos”, 2007

Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, 2011a, Lo Stato della Pesca e dell'Acquacoltura nei Mari Italiani, a cura di S. Cataudella e M. Spagnolo.

Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, 2011b, Piano di Gestione (ex Art. 24 del Reg. (CE) No. 1198/2006) GSA 9 – Mar Ligure, Mar Tirreno Settentrionale e Centrale. Strascico – Allegato 1.

OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2013, Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino. Verifica di Ottemperanza – Determinazione prot. DVA – 2012-001592 del 15/05/2012. Fase di Bianco – Report, Febbraio 2013, Redatto da CIBM. Rev. 0 del 13 Febbraio 2013.

OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2012, Caratterizzazione Fisica, Chimica, Ecotossicologica e Microbiologica dei Sedimenti Marini e Descrizione dei Popolamenti Bentonici e Ittici dell'Area circostante il Terminale di Rigassificazione FSRU Toscana, Redatto da CIBM. Giugno 2012.

OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., 2007, Terminale Offshore di Rigassificazione GNL di Livorno, Studio sulla Sicurezza della Navigazione in prossimità del Terminale.

Pérès J.M., Picard J., 1964, Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée, Recl. Trav. Stn. Mar. End. Bull. 31: 1-137.

Salot A., 2007, The Mediterranean Sea, Handbook of Environmental Chemistry. Springer-Verlag, Berlin.