



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

## Terminale Galleggiante di Stoccaggio e Rigassificazione GNL – Implementazione del Servizio SSLNG

### Studio Preliminare Ambientale

Doc. No. P0009025-1-H1 Rev. 0 - Dicembre 2018

Rev.	0
Descrizione	Emissione Finale
Preparato da	F. Di Rosario, C. Serafini
Controllato da	L. Volpi
Approvato da	M. Compagnino
Data	Dicembre 2018

**Terminale Galleggiante di Stoccaggio e Rigassificazione GNL –  
Implementazione del Servizio SSLNG  
Studio Preliminare Ambientale**



Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
0	Emissione Finale	 F. Di Rosario  C. Serafini	 L. Volpi	 M. Compagnino	Dicembre 2018

Tutti i diritti, traduzione inclusa, sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto di RINA Consulting S.p.A.

## INDICE

	Pag.
<b>LISTA DELLE TABELLE</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DELLE FIGURE</b>	<b>4</b>
<b>ABBREVIAZIONI E ACRONIMI</b>	<b>6</b>
<b>1 INTRODUZIONE</b>	<b>7</b>
<b>2 PRESENTAZIONE DELL'INIZIATIVA</b>	<b>9</b>
2.1 PRESENTAZIONE DEL PROPONENTE	9
2.2 DESCRIZIONE DELL'INIZIATIVA	9
2.3 MOTIVAZIONI DEL PROGETTO	10
2.4 STORICO AUTORIZZATIVO DEL TERMINALE "FSRU TOSCANA"	11
<b>3 DESCRIZIONE DEL TERMINALE "FSRU TOSCANA"</b>	<b>13</b>
3.1 DESCRIZIONE GENERALE	13
3.2 COMPONENTI E SISTEMI PRINCIPALI DEL TERMINALE	14
3.2.1 Sistema di Ricevimento del GNL	15
3.2.2 Sistema di Rigassificazione	15
3.2.3 Impianto dell'Azoto per il Controllo dell'Indice di Wobbe	17
3.2.4 Sistema di Produzione di Energia	17
3.2.5 Sistema Acqua Mare	18
3.2.6 Sistema di Trasporto del Gas	18
3.3 MODALITA' OPERATIVE DEL TERMINALE	18
3.4 MEZZI NAVALI DI SUPPORTO AL TERMINALE	19
3.5 AREE DI INTERDIZIONE E MONITORAGGIO	19
<b>4 EVOLUZIONE DEL MERCATO DEL GNL</b>	<b>20</b>
4.1 CONTESTO INTERNAZIONALE	20
4.2 SMALL SCALE LNG IN EUROPA	21
4.3 IL QUADRO STRATEGICO NAZIONALE	23
<b>5 DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI SSLNG</b>	<b>25</b>
5.1 INTERVENTI PREVISTI	25
5.1.1 Sistema di Ormeaggio	25
5.1.2 Sistema di Trasferimento del GNL	27
5.2 SMALL SCALE LNG CARRIERS	30
5.3 FASI OPERATIVE DI ESERCIZIO	31
5.4 INTERAZIONI CON L'AMBIENTE	31
5.4.1 Emissioni in Atmosfera	32
5.4.2 Prelievi e Scarichi Idrici	33
<b>6 CARATTERIZZAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI DI INTERESSE</b>	<b>34</b>
6.1 CARATTERIZZAZIONE METEOMARINA	34
6.1.1 Regime Anemologico	34
6.1.2 Regime Correntometrico	35
6.1.3 Moto Ondoso	36
6.2 ECOSISTEMA MARINO	40
6.2.1 Acque Marine	42
6.2.2 Sedimenti	54
6.2.3 Presenza di Mammiferi Marini e Tartarughe Marine	59
6.2.4 Caratterizzazione Biocenotica	68

---

6.3	ECOSISTEMA ANTROPICO	70
6.3.1	Traffici Marittimi	70
6.3.2	Popolamenti Ittici e Aree di Pesca	75
<b>7</b>	<b>VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI POTENZIALI</b>	<b>80</b>
7.1	ATMOSFERA	80
7.1.1	Impatto dovuto alle Emissioni del Terminale e delle Unità Navali	80
7.2	AMBIENTE IDRICO	91
7.3	ECOSISTEMA MARINO	91
7.4	ECOSISTEMA ANTROPICO	91
7.4.1	Impatto sui Traffici Marittimi	91
7.4.2	Impatto sulle Attività di Pesca	92
<b>8</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO</b>	<b>93</b>
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE/GESTIONE RISCHI</b>	<b>94</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>95</b>
	<b>REFERENZE</b>	<b>96</b>

## LISTA DELLE TABELLE

Tabella 3.1:	Caratteristiche Dimensionali del Terminale	13
Tabella 3.2:	Caratteristiche Emissive del Terminale	17
Tabella 3.3:	Caratteristiche del Punto di Scarico SF15	18
Tabella 4.1:	Numero di Installazioni Small Scale LNG per Tipologia di Servizio (Escluse le Autobotti) in Europa (GIE, 2018)	22
Tabella 4.2:	Numero di Installazioni Small Scale LNG per Paese (Escluse le Autobotti) in Europa (GIE, 2018)	22
Tabella 5.1:	Identificazione delle Interazioni con l'Ambiente dovute alla Realizzazione dell'intervento	31
Tabella 5.2:	Caratteristiche Tecniche ed Emissive Unità SSLNGC	33
Tabella 5.3:	Caratteristiche Tecniche ed Emissive del Rimorchiatore	33
Tabella 6.1:	Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2014 (OLT, 2018)	37
Tabella 6.2:	Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2015 (OLT, 2018)	38
Tabella 6.3:	Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2016 (OLT, 2018)	39
Tabella 6.4:	Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2017 (OLT, 2018)	40
Tabella 6.5:	Coordinate Teoriche (WGS 84) dei Punti di Campionamento (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	41
Tabella 6.6:	Ripartizione delle Principali Classi Granulometriche e relativa Classificazione dei Sedimenti (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	54
Tabella 6.7:	Campagna Estate 2017: Concentrazione dei Metalli (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	56
Tabella 6.8:	Concentrazione dei Contaminanti Organici nei Sedimenti Campionati nell'Estate 2017 [mg/kg] (IV Rapporto annuale CIBM, 2016-2017)	57
Tabella 6.9:	Concentrazione dei Composti Cloro derivati nei Sedimenti Campionati nell'Estate 2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	58
Tabella 6.10:	Risultati delle Analisi Microbiologiche condotte nei Sedimenti nella Stagione Estiva 2017 [MPN/g] (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	58
Tabella 6.11:	Risultati Complessivi dei Test Ecotossicologici Condotti dalla Campagna Ante Operam all'Estate 2017. A = tossicità Assente; B = tossicità Bassa; M = tossicità Media (OLT, 2018). (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	59
Tabella 6.12:	Numero di Spiaggiamenti dal 1987 al 2018	62
Tabella 6.13:	Riepilogo dei Livelli Calcolati alla Sorgente delle Emissioni Acustiche del Terminale (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	66
Tabella 6.14:	Bioaccumulo; Siti e Date di Monitoraggio (IV Rapporto annuale CIBM, 2016-2017)	69
Tabella 6.15:	Principali Indicatori di Traffico nel Porto di Livorno (2015-2016)	70
Tabella 7.1:	Direzione e Velocità del Vento (Anno 2017)	81
Tabella 7.2:	Caratteristiche Tecniche ed Emissive del Terminale	82
Tabella 7.3:	Caratteristiche Tecniche ed Emissive delle Navi Metaniere	82
Tabella 7.4:	Caratteristiche Emissive per Fasi di Allibo delle Navi Metaniere	83
Tabella 7.5:	Caratteristiche Tecniche ed Emissive dei Rimorchiatori	83
Tabella 7.6:	Caratteristiche Emissive per Fasi di Allibo dei Rimorchiatori	83
Tabella 7.7:	Caratteristiche Tecniche ed Emissive della Nave di Sorveglianza	83
Tabella 7.8:	Caratteristiche Emissive per Fasi Operative della Nave di Sorveglianza	83
Tabella 7.9:	Caratteristiche Tecniche ed Emissive unità SSLNGC	84
Tabella 7.10:	Caratteristiche Emissive per Fasi di Allibo delle unità SSLNGC	84
Tabella 7.11:	Caratteristiche Tecniche ed Emissive del Rimorchiatore	84
Tabella 7.12:	Caratteristiche Emissive per Fasi di Allibo	84
Tabella 7.13:	Limiti Normativi (D.Lgs. 155/2010)	86

## LISTA DELLE FIGURE

Figura 2.1:	Assetto Societario di OLT	9
Figura 2.2:	Ubicazione del Terminale "FSRU Toscana"	10
Figura 3.1:	Terminale "FSRU Toscana"	13
Figura 3.2:	Layout del Terminale "FSRU Toscana"	14
Figura 3.3:	Schema dei Flussi di Processo del Terminale	15
Figura 3.4:	Schema del Sistema di Vaporizzazione	16
Figura 4.1:	Andamento del Mercato Globale del GNL	20
Figura 4.2:	Schema di Filiera	21
Figura 4.3:	Numero di Installazioni per Tipologia di Servizio in Italia (GIE, 2018)	23
Figura 5.1:	Parabordi (Tipo Yokohama) (Fonte: www.nauticexpo.es)	26
Figura 5.2:	Layout del Sistema di Ormeaggio	26
Figura 5.3:	Schema di Processo del Sistema di Trasferimento GNL dalla FSRU alle SSLNGC	27
Figura 5.4:	Schema di Processo del Sistema di Trasferimento dalle SSLNGC alla FSRU	28
Figura 5.5:	Esempio di Riduttori per Tubazioni Criogeniche	28
Figura 5.6:	Esempio di Sella di Supporto per Tubazioni Criogeniche	29
Figura 5.7:	Esempi di Sistemi di Rilascio di Emergenza	30
Figura 5.8:	Pioneer Knutsen	30
Figura 5.9:	Coral Methane	31
Figura 5.10:	Ubicazione Scarico Acque di Cortina SF31	33
Figura 6.1:	Rosa dei Venti, Anni 2014 – 2017 (OLT)	35
Figura 6.2:	Circolazione delle Correnti Superficiali e Intermedie (MiPaaf, 2011)	36
Figura 6.3:	Disposizione dei Punti di Campionamento (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	41
Figura 6.4:	Confronto tra i Dati di Temperatura del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	42
Figura 6.5:	Confronto tra i Dati di Salinità del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	43
Figura 6.6:	Confronto tra i Dati di pH del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	44
Figura 6.7:	Confronto tra i Dati di Torbidità del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	45
Figura 6.8:	Confronto tra i Dati di Percentuale di Ossigeno Disciolto (DO%) del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	46
Figura 6.9:	Confronto tra i Dati di Clorofilla a del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	47
Figura 6.10:	Confronto tra i Dati di Potenziale Redox (ORP) e delle Campagne Estive 2014-2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	48
Figura 6.11:	Variazione della Profondità (m) della Zona Eufotica (Zeu) nelle Due Stazioni Rappresentative, per Tutte le Campagne Effettuate (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	49
Figura 6.12:	Profili delle Concentrazioni dei Nutrienti Inorganici Disciolti: NO <sub>2</sub> (Nitriti), NO <sub>3</sub> (Nitrati), PO <sub>4</sub> (Fosfati), SiO <sub>2</sub> (Silicati) relativi alla Campagna dell'Inverno 2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	50
Figura 6.13:	Profili delle Concentrazioni dei Solidi Sospesi (TSM) relativa alla Campagna d'Inverno 2017 (IV Rapporto annuale CIBM, 2016-2017)	51
Figura 6.14:	Profili delle Concentrazioni Sostanza Organica Disciolta Cromoforica (CDOM)relativi alla Campagna d'Inverno 2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	51
Figura 6.15:	Andamenti Temporali delle Concentrazioni della chl-a Medie, per Campagna relative alle 4 Stazioni (MG6, MG7, MG12, MG13) più vicine al Terminale (100m) e alla Stazione a 2000 m (MG10); a) Strato 0-12,5 m; b) 50-70 m (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	52

Figura 6.16:	Variazione Stagionale delle Densità Cellulari Medie Totali per Campagna e dei Diversi Gruppi Fitoplanctonici (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	53
Figura 6.17:	Principali Classi Granulometriche nei Sedimenti (Ghiaia- Sabbia, Silt, Argilla) Campionati durante la Campagna di Bianco (E12) e nelle Successive Campagne Estive (E14, E15, E16, E17) (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	55
Figura 6.18:	Santuario dei Cetacei ( <a href="http://www.sanctuaire-pelagos.org">www.sanctuaire-pelagos.org</a> )	60
Figura 6.19:	Distribuzione Geografica degli Avvistamenti per Specie nell'Anno 2017 (ARPAT, 2018)	61
Figura 6.20:	Distribuzione Geografica degli Avvistamenti di Tartarughe Marine nell'Anno 2017 (ARPAT, 2018) 62	62
Figura 6.21:	Area di Monitoraggio Cetacei (IV Rapporto annuale CIBM, 2016-2017)	63
Figura 6.22:	Avvistamenti di cetacei Antecedenti la Fase di Bianco (Tt: <i>Tursiops truncatus</i> , ST: <i>Stenella coeruleoalba</i> , Ba: <i>Balaenoptera Physalups</i> ) (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	63
Figura 6.23:	Avvistamenti nella Campagna di Bianco E12 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	64
Figura 6.24:	Avvistamenti 3° Anno (Campagne di Monitoraggio: A15-I16-P16-E16) (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	64
Figura 6.25:	Avvistamenti 4° Anno (A15-I16-P16-E16) (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	65
Figura 6.26:	Posizione delle Stazioni di Campionamento Acustico (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	66
Figura 6.27:	Confronto fra i Livelli PSDf in terze d'Ottava del Bianco (B) e delle Campagne A13 ed E17 (escluso A15) e nella Stazione E100 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	67
Figura 6.28:	Rappresentazione delle Rotte per l'ATTIVITÀ di Pesca	71
Figura 6.29:	Rappresentazione delle Rotte in Classe GRT 0 (Attività di Pesca Esclusa)	72
Figura 6.30:	Rappresentazione delle Rotte in Classe GRT 1 (Attività di Pesca Esclusa)	72
Figura 6.31:	Rappresentazione delle Rotte in Classe GRT 2 Rosso, GRT 3 Verde, GRT 4 Viola, GRT 5 Azzurro, GRT 6 Arancione (Attività di Pesca Esclusa)	73
Figura 6.32:	Identificazione Corridoi di Traffico Marittimo (GRT 2 Rosso, GRT 3 Verde, GRT 4 Viola, GRT 5 Azzurro, GRT 6 Arancione)	74
Figura 6.33:	GFCM Geographical Sub-Areas (GSAs)	75
Figura 6.34:	Reti da Posta: Composizione Percentuale delle Catture, espressa come N. Individui/1000m/24h e kg/1000m/24h, dei Principali Gruppi Tassonomici Campionati nelle Stazioni P1-P4 e PC nell'Inverno del 2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	76
Figura 6.35:	Reti da Posta: Composizione Percentuale delle Catture, Espressa come N. Individui/1000m/24h (Densità) e kg/1000m/24h (Biomassa), dei Principali Gruppi Tassonomici Campionati nelle Stazioni E17 P1-P4 e E17 PC (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	77
Figura 6.36:	Reti a Strascico: Composizione Percentuale delle Catture, Espressa come N. Individui/1000m/24h e kg/1000m/24h, dei Principali Gruppi Tassonomici Campionati nelle Stazioni P1-P4 e PC nell'Inverno del 2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	78
Figura 6.37:	Rete a Strascico: Distribuzione Taglia-Frequenza del Gattuccio ( <i>Scyliorhinus Canicula</i> ). Num. Individui: 252 (I17 S1-S4), 52 (I17 SC) (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)	79
Figura 7.1:	Domini di Calcolo per CALMET e CALPUFF	80
Figura 7.2:	Rosa dei Venti da Modello WRF (Anno 2017)	82
Figura 7.3:	Assetto Autorizzato – Mappa delle Isoconcentrazioni di NO <sub>x</sub> Media Annua	87
Figura 7.4:	Assetto Autorizzato – Mappa delle Isoconcentrazioni di NO <sub>x</sub> Massimo Orario (99.8° Percentile)	88
Figura 7.5:	Assetto Futuro – Mappa delle Isoconcentrazioni di NO <sub>x</sub> Media Annua	89
Figura 7.6:	Assetto Futuro – Mappa delle Isoconcentrazioni di NO <sub>x</sub> Massimo Orario (99.8° Percentile)	90

## ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

<b>AIA</b>	<i>Autorizzazione Integrata Ambientale</i>
<b>APAT</b>	<i>Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per i Servizi Tecnici</i>
<b>BOG</b>	<i>Boil Off Gas</i>
<b>GNC</b>	<i>Gas Naturale Compresso</i>
<b>CTS</b>	<i>Custody Transfer System</i>
<b>DAFI</b>	<i>Deployment of Alternative Fuels Infrastructure</i>
<b>ESD</b>	<i>Emergency Shutdown</i>
<b>FSRU</b>	<i>Floating Storage Regasification Unit</i>
<b>GIE</b>	<i>Gas Infrastructure Europe</i>
<b>GNL</b>	<i>Gas Naturale Liquefatto</i>
<b>HP</b>	<i>High Pressure</i>
<b>ICRAM</b>	<i>Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare</i>
<b>IFV</b>	<i>Intermediate Fluid Vaporizer</i>
<b>IMO</b>	<i>International Maritime Organization</i>
<b>ISPRA</b>	<i>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</i>
<b>LD</b>	<i>Low Duty</i>
<b>MATTM</b>	<i>Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare</i>
<b>MBL</b>	<i>Minimum Breaking Load</i>
<b>MGO</b>	<i>Marine Gas Oil</i>
<b>MIT</b>	<i>Ministero dei Trasporti</i>
<b>MISE</b>	<i>Ministero dello Sviluppo Economico</i>
<b>NTU</b>	<i>Nephelometric Turbidity Units</i>
<b>OCIMF</b>	<i>Oil Companies International Marine Forum</i>
<b>OLT</b>	<i>OLT Offshore LNG Toscana S.p.A.</i>
<b>ORP</b>	<i>Oxidation Reduction Potential</i>
<b>PMC</b>	<i>Piano di Monitoraggio e Controllo</i>
<b>PMS</b>	<i>Position Monitoring System</i>
<b>RNG</b>	<i>Rete Nazionale Gasdotti</i>
<b>SIGGTO</b>	<i>Society of International Gas Tanker and Terminal Operators</i>
<b>SPA</b>	<i>Studio Preliminare Ambientale</i>
<b>SRG</b>	<i>Snam Rete Gas</i>
<b>SSLNG</b>	<i>Small Scale Liquefied Natural Gas</i>
<b>SSLNGC</b>	<i>Small Scale Liquefied Natural Gas Carriers</i>

## 1 INTRODUZIONE

Il Terminale di rigassificazione "FSRU Toscana" della Società OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. (di seguito OLT), costituisce una delle principali infrastrutture nazionali per l'importazione del GNL, contribuendo alla diversificazione ed alla sicurezza delle fonti di approvvigionamento del sistema energetico italiano.

Il Terminale è stato realizzato tramite la conversione a FSRU (*Floating Storage Regasification Unit*) della nave metaniera "Golar Frost", effettuata presso i cantieri navali "Dry Docks Word" di Dubai, ed è arrivato presso il sito individuato per il suo ancoraggio, situato a circa 12 miglia nautiche dalla costa Toscana, il 30 Luglio 2013.

A bordo del Terminale, il gas liquefatto, approvvigionato da navi metaniere, viene stoccato nelle cisterne, rigassificato e quindi inviato a terra tramite una condotta sottomarina che giunge al punto di approdo situato sulla riva del Canale Scolmatore, per poi collegarsi alla Rete Nazionale Gasdotti nel territorio comunale di Collesalveti, in Provincia di Livorno.

A regime, il Terminale si caratterizza per una capacità massima di rigassificazione di 3.75 miliardi di Sm<sup>3</sup> annui, una capacità massima di rigassificazione di 15 milioni di Sm<sup>3</sup> al giorno ed una capacità nominale di stoccaggio di 137,100 metri cubi di GNL.

Nel 2015 uno Studio di Fattibilità, co-finanziato dal Programma EU TEN-T denominato "*Sea Terminals Project*", svolto in cooperazione con la Fondazione Valenciaport e l'Autorità Portuale di Livorno, sotto la supervisione del Ministero dei Trasporti (MIT), ha valutato e confermato l'idoneità del Terminale "FSRU Toscana", attraverso l'introduzione di minime modifiche progettuali, alla fornitura di servizi SSLNG, ossia alla distribuzione di GNL tramite metaniere di piccola taglia verso i maggiori porti del Mar Tirreno.

Il Quadro Strategico Nazionale sull'uso dei combustibili alternativi, approvato con D.Lgs 257/2016 in recepimento della Direttiva DAFI, ha ulteriormente rafforzato le potenzialità del Terminale nell'ambito della distribuzione di GNL, citandolo come una delle possibili fonti di rifornimento per i maggiori porti del Tirreno Settentrionale, ossia Genova, Livorno e La Spezia.

Inoltre, la Proposta di Piano Nazionale per l'Energia e il Clima (PNIEC), redatta dal Governo italiano alla fine del 2018, come previsto dal Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio 2016/0375 sulla Governance dell'Unione dell'energia, ribadisce il ruolo essenziale del GNL nella transizione energetica; il GNL, infatti, risulta essere un combustibile alternativo chiave per garantire la sicurezza e la diversificazione degli approvvigionamenti energetici. Nella Proposta di Piano vengono sottolineate le performance ambientali del GNL ed i suoi possibili utilizzi per il trasporto marittimo e terrestre.

In questo contesto ed a seguito dei risultati positivi dello Studio di Fattibilità già realizzato, OLT ha intrapreso un percorso di verifiche per offrire, oltre al servizio di rigassificazione, anche un servizio *Small Scale LNG* (SSLNG) attraverso l'introduzione di alcune modifiche impiantistiche e funzionali al Terminale incrementandone la flessibilità e la capacità di distribuzione.

Per sviluppare le attività di SSLNG del Terminale, OLT ha quindi definito una serie di interventi che riguardano nello specifico:

- ✓ la definizione del sistema di ormeggio per consentire l'accosto in sicurezza delle *Small Scale LNG Carriers* (SSLNGC) adibite alla distribuzione via mare del GNL;
- ✓ la realizzazione di un sistema di trasferimento GNL dal Terminale alle SSLNGC.

Pertanto, il progetto in esame prevede, in aggiunta alle attività svolte dal Terminale, l'implementazione del servizio di SSLNG per la distribuzione del GNL come combustibile, tramite la scarica di 41 metaniere di piccola-media taglia (SSLNGC) all'anno. Questo nuovo servizio verrebbe alimentato da una capacità di GNL dedicata al servizio stesso pari ad un quantitativo di circa 310.000 mcliq/anno, lasciando invariata la capacità di rigassificazione massima autorizzata pari a 3.75 Mld m<sup>3</sup>/anno.

Il presente documento costituisce lo Studio Preliminare Ambientale (SPA) del progetto di implementazione del servizio SSLNG per il Terminale "FSRU Toscana". Lo studio è stato predisposto in relazione agli interventi previsti dal progetto con lo scopo di delineare il contesto in cui essi si configurano e di fornire una valutazione dei potenziali impatti ad essi associati, in linea con le indicazioni della normativa nazionale vigente (Allegato IV-bis del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.).

Il presente documento è strutturato come segue:

- ✓ nel Capitolo 2 si presenta l'iniziativa proposta;
- ✓ nel Capitolo 3 si descrivono le principali caratteristiche tecniche ed operative del Terminale;

- ✓ nel Capitolo 4 è riportata l'analisi del mercato internazionale e nazionale delle attività di SSLNG;
- ✓ nel Capitolo 5 sono descritti gli interventi progettuali;
- ✓ nel Capitolo 6 è riportata la caratterizzazione delle componenti ambientali di interesse;
- ✓ nel Capitolo 7 è riportata la valutazione degli impatti potenziali associati al progetto proposto;
- ✓ nel Capitolo 8 è riportata una sintesi del Piano di Monitoraggio;
- ✓ nel Capitolo 9 sono evidenziati gli aspetti legati alla valutazione/gestione dei rischi del progetto proposto;
- ✓ nel Capitolo 10 sono riportate le conclusioni.

## 2 PRESENTAZIONE DELL'INIZIATIVA

### 2.1 PRESENTAZIONE DEL PROPONENTE

OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. (OLT) è la Società che detiene la proprietà del Terminale galleggiante di rigassificazione "FSRU Toscana" che dapprima ne ha sviluppato il progetto ed attualmente si occupa della gestione dell'infrastruttura.

La Società OLT è nata nel 2002 dall'unione tra alcune delle principali società industriali attive nel settore energetico a livello nazionale ed internazionale, con l'obiettivo di progettare e realizzare il Terminale "FSRU Toscana".

Le quote azionarie della società sono divise come segue:

- ✓ Gruppo IREN (49.07 %);
- ✓ Uniper Global Commodities (48.24 %);
- ✓ Golar LNG (2.69 %).

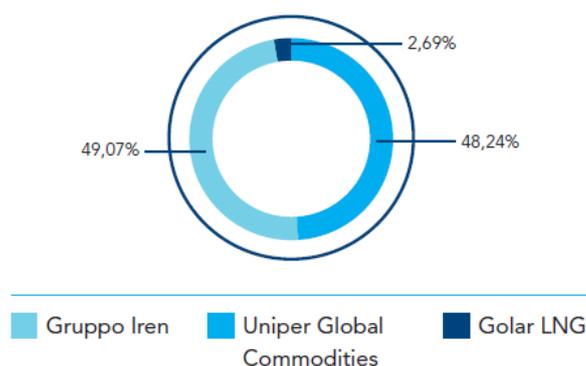


Figura 2.1: Assetto Societario di OLT

Il Gruppo IREN, anche attraverso la partecipata ASA, e Uniper detengono complessivamente circa il 97,31% del capitale. La governance è paritetica fra i due soci di maggioranza.

L'attività di OLT consiste nella fornitura del servizio di rigassificazione; l'impianto è stato definito "strategico" con Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico, e come tale fornisce un contributo alla sicurezza degli approvvigionamenti energetici del Paese.

### 2.2 DESCRIZIONE DELL'INIZIATIVA

L'intervento proposto consiste nell'implementazione del servizio SSLNG sul Terminale "FSRU Toscana" per la distribuzione di GNL tramite metaniere di piccola taglia (SSLNGC) verso i maggiori porti del Tirreno.

Per sviluppare le attività di SSLNG, OLT propone di realizzare alcune minime modifiche funzionali ed impiantistiche al Terminale che riguarderanno nello specifico:

- ✓ il sistema di ormeggio sul lato sinistro per consentire l'accosto in sicurezza delle SSLNGC adibite alla distribuzione via mare del GNL;
- ✓ la modifica dell'impianto di trasferimento GNL sul lato sinistro della FSRU per consentire le operazioni di carico e scarico delle SSLNGC.

Il Terminale "FSRU Toscana" è una struttura offshore galleggiante permanentemente ancorata al fondo marino, ad una profondità di circa 120 metri, ubicata ad una distanza di circa 12 miglia nautiche dalla costa Toscana (Livorno), alle coordinate geografiche 43°38'40" N e 09°59'20" E.

Nella seguente figura è illustrata l'ubicazione del Terminale.

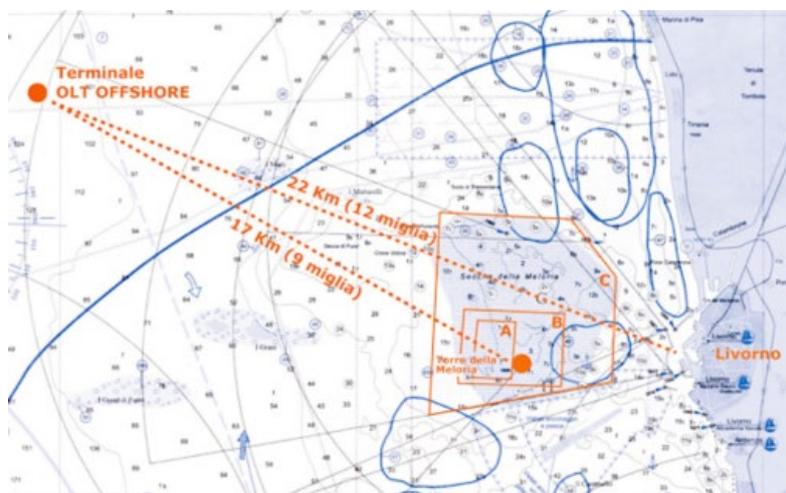


Figura 2.2: Ubicazione del Terminale “FSRU Toscana”

## 2.3 MOTIVAZIONI DEL PROGETTO

L’iniziativa proposta costituisce un’importante opportunità in favore della distribuzione di un combustibile alternativo, come il GNL, in grado di contribuire, se impiegato su vasta scala in luogo dei combustibili fossili tradizionali, alla diminuzione delle emissioni di polveri e zolfo in atmosfera e allo stesso tempo alla riduzione degli impatti del settore dei trasporti sul clima.

Il progetto inoltre è in linea con gli obiettivi legati alla necessità di incrementare la sicurezza degli approvvigionamenti energetici, nonché di assicurare un sistema gas maggiormente diversificato, flessibile, sicuro e competitivo.

Le motivazioni del progetto sono da ricercare tanto nelle linee strategiche dettate a livello europeo con la Direttiva DAFI sull’utilizzo dei combustibili alternativi e la realizzazione della relativa infrastruttura, quanto nel Piano Nazionale per l’utilizzo del GNL contenuto nel Quadro Strategico Nazionale (D.Lgs 257/2016). La prima promuove l’impiego del GNL nel settore dei trasporti per via del suo ridotto impatto ambientale e lo sviluppo di una logistica sul GNL a livello europeo, sottolineando inoltre la necessità di ridurre la dipendenza dai Paesi produttori ai quali i Paesi europei sono legati tramite infrastrutture lineari (gasdotti). Il secondo, che recepisce i requisiti della Direttiva DAFI, promuove il Terminale “FSRU Toscana” come una delle possibili fonti di rifornimento nell’ambito della distribuzione di GNL per i maggiori porti del Tirreno Settentrionale ove è prevista la realizzazione di impianti di stoccaggio presso i quali sarà possibile il successivo rifornimento di imbarcazioni ed automezzi.

Anche la Proposta di Piano Nazionale per l’Energia e il Clima (PNIEC), redatta dal Governo italiano alla fine del 2018, come previsto dal Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio 2016/0375 sulla Governance dell’Unione dell’energia, ribadisce il ruolo essenziale del GNL nella transizione energetica. Il GNL, infatti, risulta essere un combustibile alternativo chiave per garantire la sicurezza e la diversificazione degli approvvigionamenti energetici. Nella Proposta di Piano vengono sottolineate le performance ambientali del GNL ed i suoi possibili utilizzi per il trasporto marittimo e terrestre.

Inoltre, dal 1° Gennaio 2020, l’IMO (International Maritime Organization) ha stabilito a livello mondiale che tutti i combustibili impiegati nelle navi, oggi costituito essenzialmente da olio combustibile con tenore di zolfo al 3,5%, dovranno essere obbligatoriamente con un contenuto di zolfo allo 0,5%, rendendo il GNL un combustibile ancor più utilizzato su scala globale.

In questo contesto, OLT ha condotto uno Studio di Fattibilità, co-finanziato dai fondi erogati dalla Commissione Europea nell’ambito del programma di finanziamento TEN-T, per il tramite del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) e con il coordinamento dell’Autorità Portuale di Livorno, finalizzato alla verifica dell’idoneità del Terminale all’erogazione di un servizio di distribuzione GNL (Servizio SSLNG) in aggiunta al servizio di rigassificazione in essere. Lo Studio di Fattibilità ha confermato che, attraverso minime modifiche funzionali e impiantistiche, il Terminale è idoneo alla distribuzione di GNL su navi di piccola taglia adibite a loro volta al rifornimento dei depositi situati nei principali porti del Mar Mediterraneo.

Il progetto proposto si basa pertanto sugli indirizzi di strategia energetica europea e nazionale e colloca il Terminale "FSRU Toscana" come elemento fondamentale all'interno della filiera per l'approvvigionamento e la distribuzione del GNL.

## **2.4 STORICO AUTORIZZATIVO DEL TERMINALE "FSRU TOSCANA"**

Il progetto è stato avviato nel 2002 ed è stato sottoposto ad un lungo e complesso iter 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 (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 m<sup>3</sup> e fino a 155,000 m<sup>3</sup>. 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 m<sup>3</sup> mantenendo la capacità massima di rigassificazione autorizzata pari a 3.75 miliardi di m<sup>3</sup>/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;
- ✓ Ordinanza No. 6 emessa dalla Capitaneria di Porto di Livorno il 6 Febbraio 2014 con la quale è stato approvato e reso esecutivo il Regolamento delle attività del Terminale;
- ✓ Autorizzazione all'esercizio definitivo dell'impianto, ai sensi dell'art. 48 del Regolamento Codice Navigazione rilasciata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con nota Prot. 2858 del 17 Marzo 2015;
- ✓ Provvedimento di esclusione dalla procedura di VIA Prot. No. 0398 del 9 Novembre 2015 con il quale il MATTM ha autorizzato l'incremento del limite di capacità delle navi che possono accostare il Terminale fino a 180.000 m<sup>3</sup> circa, ferma restando la capacità annua di rigassificazione massima autorizzata, pari a 3,75 miliardi di m<sup>3</sup> di gas, nonché l'incremento del Delta Termico dell'acqua di mare necessaria alla rigassificazione, ora pari ad un valore medio orario pari a -6,0 °C;
- ✓ Autorizzazione della Capitaneria di Porto di Livorno per l'attracco delle Navi "New Panamax" prot. U.0015748 del 14 Aprile 2016;
- ✓ Autorizzazione all'esercizio definitivo dell'impianto e del relativo gasdotto sottomarino di collegamento a terra, ai sensi dell'art. 5 comma 2 del Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 23 Febbraio 2006, rilasciato dal MiSE con Decreto del 25 Luglio 2016.

### 3 DESCRIZIONE DEL TERMINALE “FSRU TOSCANA”

#### 3.1 DESCRIZIONE GENERALE

Il Terminale “FSRU Toscana” ha la funzione di stoccare, all’interno di serbatoi criogenici, il GNL trasportato da navi metaniere per poi rigassificarlo ed inviare il gas naturale alla Rete Nazionale Gasdotti tramite una condotta sottomarina.



Figura 3.1: Terminale “FSRU Toscana”

Il Terminale è stato realizzato tramite la conversione in FSRU della metaniera “Golar Frost” avvenuta presso i cantieri navali “Drydocks World” di Dubai . I lavori si sono conclusi nel Giugno 2013, quando il Terminale ha preso il largo per raggiungere le coste italiane, arrivando a Livorno il 30 Luglio 2013.

In data 17 Marzo 2015 il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha autorizzato l’Esercizio Definitivo dell’impianto, a conclusione del collaudo effettuato dalla Commissione Interministeriale istituita ai sensi dell’art. 48 RCN. Inoltre, con Decreto MISE del 25 Luglio 2016 ai sensi dell’art. 5 comma 2 del Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 23 Febbraio 2006 è stato autorizzato all’esercizio definitivo sia l’impianto che il relativo gasdotto sottomarino di collegamento a terra (Snam Rete Gas).

Nella seguente tabella sono riportati i principali dati dimensionali del Terminale.

Tabella 3.1: Caratteristiche Dimensionali del Terminale

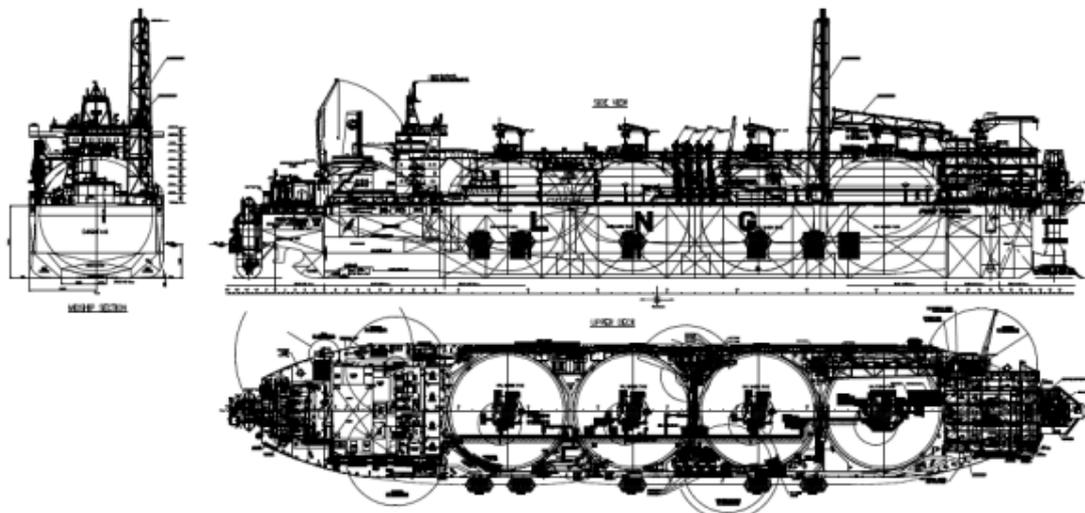
Dato	Unità di Misura	Valore
Lunghezza (fuori tutto)	m	306.5
Lunghezza (tra le perpendicolari)	m	274
Larghezza	m	48
Altezza di costruzione	m	26.5

La capacità nominale di stoccaggio del Terminale è di circa 137,100 m<sup>3</sup> di GNL e la capacità annua di rigassificazione massima autorizzata è pari a 3.75 miliardi di Sm<sup>3</sup> di gas.

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 stato progettato per resistere alle condizioni locali di vento e di onda estreme con ricorrenza di cento anni.

Il Terminale FSRU è dotato di No. 4 serbatoi di stoccaggio GNL di tipo Moss, disposti nella parte centrale. L’impianto di rigassificazione è ubicato a prua, mentre le sistemazioni per gli alloggi dell’equipaggio, la sala di controllo centralizzata e i macchinari di servizio sono a poppa.

La seguente figura mostra il layout del Terminale.



**Figura 3.2: Layout del Terminale "FSRU Toscana"**

Le metaniere in arrivo al Terminale attraccano affiancandosi al lato di dritta (destra) per scaricare il GNL mediante No. 4 bracci di carico di cui No. 3 dedicati all'operazione di trasferimento del GNL e No. 1 per il ritorno del *Boil Off Gas* (BOG) alla nave gasiera.

Poiché il BOG 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 viene mandato al sistema BOG Compressor, dove viene ricondensato.

Il GNL, una volta rigassificato, viene inviato a terra tramite un gasdotto di 36.5 km totali (gestito da Snam Rete Gas), di cui 29.5 km in mare, 5 km nel Canale Scolmatore e i restanti 2 km sulla terraferma, completamente interrati e direttamente connessi alla Rete Nazionale dei Gasdotti (stazione di regolazione di Suese, nel Comune di Collesalveti).

### 3.2 COMPONENTI E SISTEMI PRINCIPALI DEL TERMINALE

Il Terminale è dotato dei seguenti sistemi e componenti principali:

- ✓ Sistema di Ricevimento del GNL;
- ✓ Sistema di Rigassificazione;
- ✓ Impianto dell'Azoto per il Controllo dell'Indice di Wobbe;
- ✓ Sistema di Produzione di Energia;
- ✓ Sistema Acqua Mare;
- ✓ Sistema di Trasporto del Gas.

Nella figura successiva è presentato uno schema semplificato dei flussi di processo del Terminale.

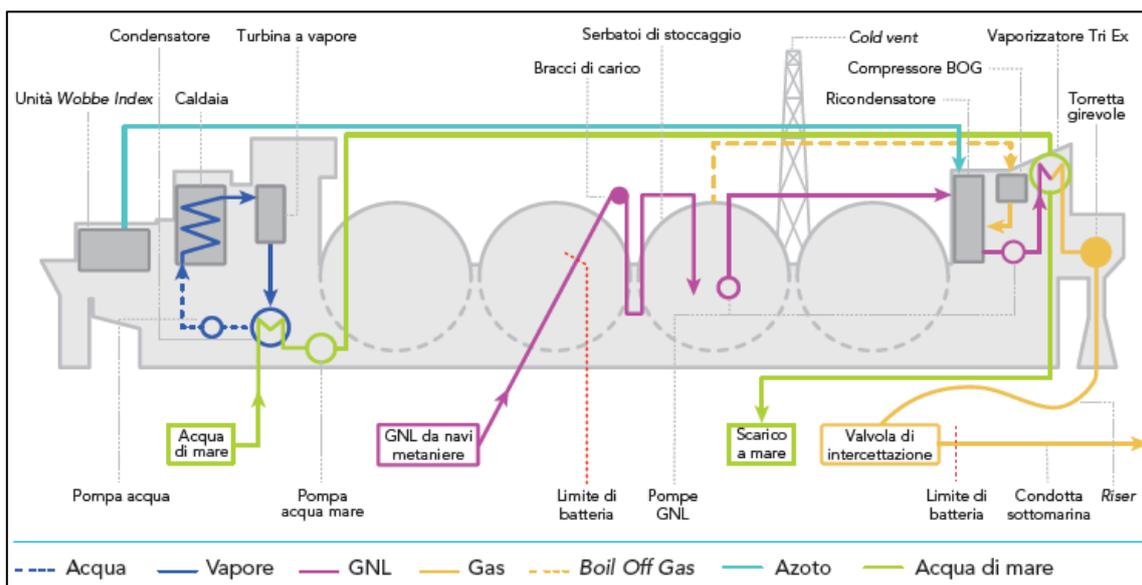


Figura 3.3: Schema dei Flussi di Processo del Terminale

### 3.2.1 Sistema di Ricevimento del GNL

Il Terminale, tramite il sistema di carico, può essere approvvigionato da navi metaniere di capacità variabile. Allo stato attuale la capacità massima autorizzata per le navi metaniere è pari a 180,000 m<sup>3</sup> (capacità associata alle metaniere della classe New Panamax).

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 o *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.

### 3.2.2 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 o *In-Tank Pumps*;

- ✓ sistema di pompaggio del GNL tramite pompe di rilancio o *Booster*;
- ✓ vaporizzatori GNL;
- ✓ impianto dell'azoto per il controllo dell'Indice di Wobbe;
- ✓ sistema di trasporto del gas.

### 3.2.2.1 Serbatoi di Stoccaggio del GNL

Il Terminale possiede No. 4 serbatoi di contenimento di GNL del tipo Moss, sferici, del diametro di 40.5 m ognuno, per una capacità netta di stoccaggio pari a 135,000 m<sup>3</sup> di GNL. I serbatoi sono resistenti al fenomeno dello *sloshing* del gas liquido causato dai movimenti dovuti al galleggiamento del Terminale.

### 3.2.2.2 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.

### 3.2.2.3 Pompaggio del GNL (Pompe di Rilancio o 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.

### 3.2.2.4 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.

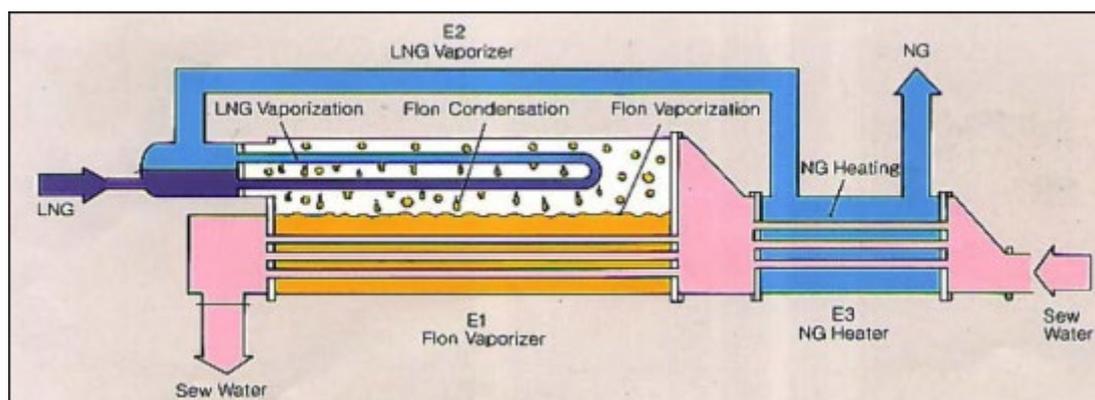


Figura 3.4: Schema del Sistema di Vaporizzazione

Al fine di migliorare l'efficienza termica globale del Terminale, 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.

### 3.2.3 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.

### 3.2.4 Sistema di Produzione di Energia

Il Terminale di rigassificazione risulta in grado di autosostenersi in quanto la produzione di energia elettrica è assicurata dai seguenti generatori:

- ✓ No. 2 turbogeneratori a vapore da 10 MW ciascuno;
- ✓ No. 2 turbogeneratori a vapore da 3.35 MW ciascuno;
- ✓ No. 1 generatore diesel da 3.35 MWth (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 No. 2 caldaie da circa 40 MWth ciascuna .

Durante le normali condizioni operative, le caldaie utilizzano come combustibile il BOG 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 BOG 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.

#### 3.2.4.1 Emissioni in Atmosfera

Il Terminale presenta No. 2 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 3.2: Caratteristiche Emissive del Terminale

Dato	Unità di Misura	Valore
Altezza camino s.l.m.	m	50
Diametro camino	m	1.6
Sezione singolo camino	m <sup>2</sup>	1.0
Temperatura dei fumi	°K	476
Concentrazione limite di NOx	mg/Nm <sup>3</sup>	100

Note:

- 1) In accordo a quanto prescritto dal Decreto AIA No.93 del 15/03/2013 (Paragrafo 9.3) e in linea con la Decisione della Commissione Europea No. 1442 del 31/07/2017 che ha stabilito le conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT), a norma della Direttiva 2010/75/UE, per i grandi impianti di combustione, con particolare riferimento alla combustione di gas naturale in caldaie e motori (Tabella 25), il limite di concentrazione di NO<sub>x</sub> allo scarico del camino della FSRU, a partire dal 59esimo mese di operatività del Terminale (ossia da fine Giugno 2018), è stato ridotto da 150 a 100 mg/Nm<sup>3</sup>.

Con Provvedimento DVA-2012-0023515 del 1 Ottobre 2012 è inoltre prescritto che l'esercizio del Terminale, comprensivo degli accosti delle navi metaniere e dei mezzi navali ausiliari (rimorchiatori e navi di sorveglianza) non superi un limite annuale massimo di emissioni di NOx di 100 t/anno.

### 3.2.5 Sistema Acqua Mare

L'acqua di mare viene aspirata mediante pompe dedicate e 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 di 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 (portata pari a 10,800 m<sup>3</sup>/h), proveniente dai vaporizzatori viene raccolta in un collettore comune e scaricata in mare a prua del Terminale FSRU, tramite lo scarico denominato SF15. Solo in caso di malfunzionamenti o manutenzioni delle pompe acqua mare (coincidenti con un periodo di Zero send out) l'acqua di mare a valle del condensatore può essere scaricata tramite lo scarico denominato SF3 (portata 9,000 m<sup>3</sup>/h). In questa ultima configurazione non vengono utilizzate le pompe acqua mare principali ma una pompa, di portata minore, denominata *Main Circulating Pump*.

#### 3.2.5.1 Emissioni in corpo idrico

Le caratteristiche dello scarico SF15, così come autorizzate dal Decreto di Esclusione dalla VIA No. DVA-2010-0025280 del 20 Ottobre 2010 e dal Decreto AIA Prot. No. 00093 del 15 Marzo 2013, sono riportate nella tabella seguente:

Tabella 3.3: Caratteristiche del Punto di Scarico SF15

Dato	Origine	Modalità di Scarico	Portata	Delta T Processo
SF15	Vaporizzatori	Continuo	10,800 m <sup>3</sup> /h	- 6.0 °C <sup>(1)</sup>

Note:

- 1) OLT, in data 13 Agosto 2015, con Nota Prot. 2015/B/319, ha inoltrato istanza di modifica non sostanziale per l'incremento del delta termico dell'acqua di mare necessaria alla rigassificazione (allora autorizzato ad un massimo di -4,6°C). In data 9 Novembre 2015, il MATTM ha emesso il Provvedimento di esclusione dalla procedura di VIA Prot. No. 0398 con il quale si autorizza l'incremento del Delta Termico richiesto, mantenendo comunque un medesimo quantitativo di frigorifici annuali.

### 3.2.6 Sistema di Trasporto del Gas

La condotta sottomarina realizzata da SNAM Rete Gas (SRG) trasporta il gas dal Terminale alla Rete Nazionale dei Gasdotti (RNG). 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 la FSRU (*Entry Point*).

## 3.3 MODALITA' OPERATIVE DEL TERMINALE

Il Terminale può esercire con le seguenti modalità operative:

#### ✓ **Modalità Send Out – Holding**

Tale modalità contempla la normale attività di rigassificazione del Terminale in assenza di scarico di GNL dalla 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 Sm<sup>3</sup>.

Nello specifico, 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;

✓ **Modalità Zero Send Out**

Tale modalità considera i periodi in cui non si svolge l'attività di rigassificazione all'interno del Terminale.

In questo assetto, onde consentire il mantenimento a temperatura criogenica di alcune parti dell'impianto (cisterne, ricondensatore, ecc.), 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 m<sup>3</sup>/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.

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).

### 3.4 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.

### 3.5 AREE DI INTERDIZIONE E MONITORAGGIO

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

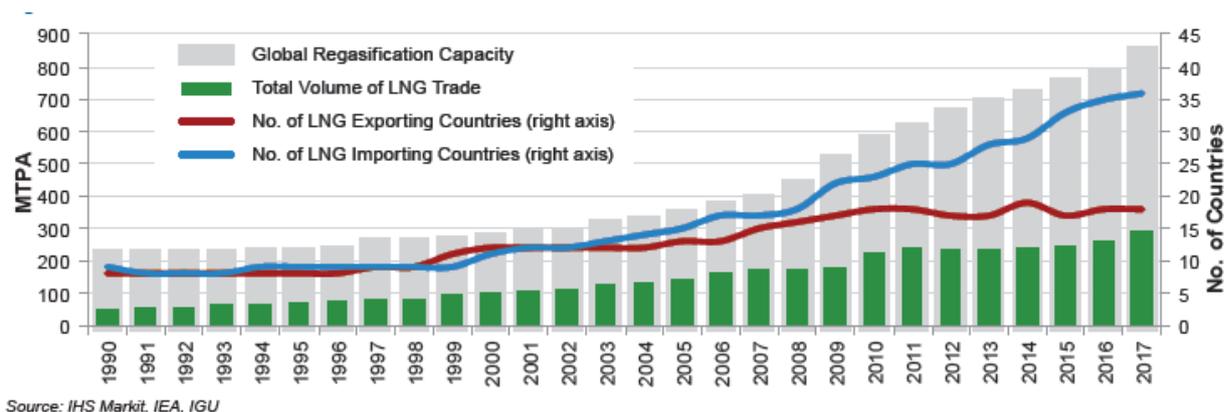
- ✓ un'area di interdizione alla navigazione, con raggio pari a 2 miglia nautiche, dove è vietata la navigazione, la sosta, l'ancoraggio, la pesca nonché qualunque altra attività di superficie o subacquea;
- ✓ un'area di limitazione, a traffico disciplinato, contigua alla precedente e compresa tra 2 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.

## 4 EVOLUZIONE DEL MERCATO DEL GNL

### 4.1 CONTESTO INTERNAZIONALE

La pubblicazione “*International Gas Union – 2018 World LNG Report*”, delinea una panoramica a livello mondiale sull'industria del GNL aggiornata al 2017.

Come evidente dal trend riportato nella Figura seguente, per il terzo anno consecutivo, il mercato globale del GNL ha mostrato un aumento record raggiungendo i 293.1 milioni di tonnellate (mln ton), il 12% in più rispetto al 2016 e triplicando rispetto ai livelli del 2000.



Source: IHS Markit, IEA, IGU

Figura 4.1: Andamento del Mercato Globale del GNL

Nello stesso anno, le importazioni di GNL sono cresciute di 29 mln ton, il 30% in più rispetto alle previsioni, dopo che la Cina, come in molti altri settori energetici, ha superato la Corea del Sud divenendo il secondo importatore di GNL al mondo dopo il Giappone. Asia (+17 mln ton) ed Europa (+ 10 mln ton) si confermano i principali mercati del GNL con una dinamica delle importazioni crescente, che per l'Europa è stata doppia rispetto alle previsioni 2017.

Dal lato dell'offerta tra il 2000 e il 2017, il numero dei paesi produttori è passato da 12 a 19, mentre nello stesso periodo il numero dei paesi importatori si è quasi quadruplicato. Australia, Stati Uniti ed Africa hanno guidato l'aumento delle esportazioni mondiali di GNL degli ultimi anni e il trend positivo delle decisioni finali di investimento prese in queste aree porterà al completamento di nuova capacità produttiva di GNL tra il 2017 e il 2020 per un totale di 120 mln ton all'anno.

In base agli scenari elaborati dalle principali organizzazioni internazionali, nei prossimi anni si prevede che l'offerta di GNL crescerà ad un tasso superiore a quello dell'offerta di gas naturale. Mentre infatti per il gas naturale è previsto un tasso medio di crescita del 2% all'anno nel prossimo quindicennio (circa il doppio del tasso di crescita della domanda totale di energia), la domanda di GNL è destinata ad aumentare in media del 4% all'anno.

Inoltre, i nuovi limiti di zolfo dello 0,5% nei combustibili marini, in vigore dal 1° Gennaio 2020 come disposto dalla International Maritime Organization (IMO), rappresenteranno un ulteriore impulso all'utilizzo del GNL come combustibile grazie al fatto che esso risponde a tale esigenza.

Una tale evoluzione dell'offerta di GNL è certamente sinergica con lo sviluppo delle infrastrutture Small Scale LNG (SSLNG), ovvero impianti di stoccaggio e soluzioni per la distribuzione e rifornimento di “piccola taglia” del metano liquido che stanno supportando la diffusione degli utilizzi del gas naturale anche in settori non tradizionali, quali trasporti terrestri pesanti su lunga distanza, trasporti marittimi, impianti industriali *off grid*, reti isolate. Queste infrastrutture richiedono infatti rifornimenti di dimensioni minori e più flessibili rispetto ai grandi impianti di stoccaggio e rigassificazione.

Lo SSLNG si definisce come la modalità attraverso la quale il GNL viene gestito in piccole/medie quantità direttamente in forma liquida. In tale ambito i servizi relativi allo SSLNG includono diversi segmenti di una filiera che coinvolge vari soggetti/operatori.

I servizi di tipo SSLNG già in essere o in fase di studio possono essere forniti mediante le seguenti infrastrutture (o installazioni):

- ✓ Terminali di rigassificazione, che offrono prevalentemente i seguenti servizi:
  - Re-loading, ossia trasferimento di GNL dai serbatoi del terminale a navi metaniere,
  - caricamento di GNL su navi bunker (bettoline/shuttle),
  - caricamento di GNL su autobotti (o ISO container),
  - caricamento di GNL su vagoni-cisterna ferroviari;
- ✓ SSLNG carriers, che a loro volta riforniscono navi alimentate a GNL (bunkeraggio) o stoccaggi locali costieri;
- ✓ mini impianti di liquefazione per la trasformazione in GNL del gas naturale proveniente dalla rete, utilizzati per rifornire autobotti (o ISO container) e/o bettoline/navi shuttle per impianti costieri;
- ✓ autobotti (o ISO container), che a loro volta riforniscono navi alimentate a GNL (bunkeraggio) o stoccaggi locali;
- ✓ stoccaggi locali, riforniti da autobotti (o ISO-container) e/o bettoline/shuttle (se stoccaggi costieri) e utilizzati per:
  - caricamento di autobotti (o ISO-container) e/o di bettoline,
  - impianti di rifornimento costieri per navi alimentate a GNL (bunkeraggio),
  - impianti di rifornimento di autoveicoli alimentati a GNL o a GNC,
  - depositi satellite di stoccaggio per usi industriali o civili.

Qui di seguito viene schematizzata la filiera con il dettaglio delle attività sopra elencate. Lo schema riporta anche il rifornimento di treni alimentati a GNL, tipologia di rifornimento ad oggi non esistente in nessuna delle realtà europee analizzate.

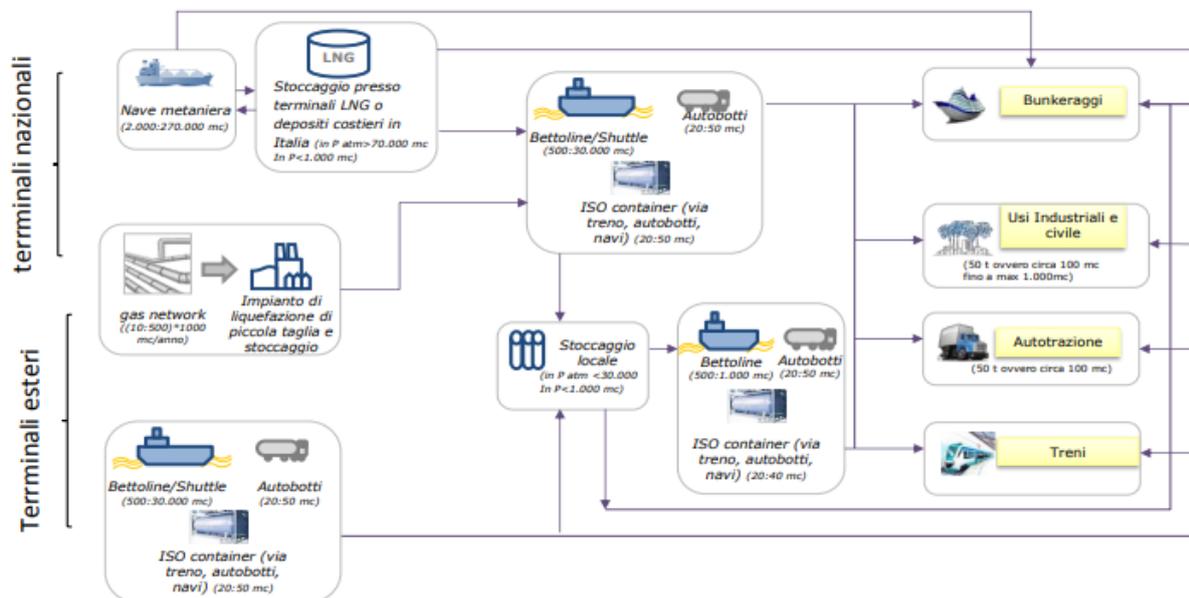


Figura 4.2: Schema di Filiera

## 4.2 SMALL SCALE LNG IN EUROPA

Lo SSLNG si sta sviluppando sempre più in Europa, insieme allo sviluppo di soluzioni tecnologiche che stanno consentendo anche riduzioni dei costi di realizzazione ed una sempre maggiore sicurezza.

Nella Direttiva 2012/33/UE sull'utilizzo di carburanti alternativi per ridurre le emissioni inquinanti nel settore dei trasporti, il GNL è stato considerato uno dei potenziali combustibili da utilizzare.

La strategia energetica dell'Unione Europea, come espresso dalla Commissione nella Comunicazione No. 49 del 16 Febbraio 2016, propone di sfruttare il potenziale del GNL e del relativo stoccaggio per rendere il sistema europeo del gas maggiormente diversificato e flessibile, contribuendo in tal modo al raggiungimento dell'obiettivo chiave di forniture di gas sicure e competitive.

Il monitoraggio effettuato dal *Gas Infrastructure Europe* (GIE), organizzazione che raccoglie in circa 25 Paesi europei più di 60 operatori del settore sui progetti avviati in ambito europeo nel settore dello SSLNG, mette in luce un incremento significativo, avvenuto tra Giugno e Novembre del 2017, delle infrastrutture di SSLNG sia a supporto dei trasporti pesanti terrestri (+139%) sia dei trasporti marittimi (+170%).

La Tabella seguente riassume i risultati di uno studio svolto dal GIE sullo stato dell'arte dei servizi SSLNG in Europa nel 2018.

**Tabella 4.1: Numero di Installazioni Small Scale LNG per Tipologia di Servizio (Escluse le Autobotti) in Europa (GIE, 2018)**

Small Scale LNG per tipo di installazione	Status al Giugno 2018 (escluse le autobotti)		
	In esercizio	In costruzione	Annunciati o in studio
Terminali di rigassificazione (grandi e piccoli)			
<i>Reloading large scale GNL</i>	19	6	12
<i>Transhipment</i>	7	-	4
<i>Reloading small scale GNL</i>	15	10	12
<i>Truck loading</i>	25	7	7
<i>Rail loading</i>	-	-	5
Piccoli impianti di liquefazione	21	n.a	4
Impianti di rifornimento costieri per navi	39	12	12
Navi bunker	11	1	6
Impianti di rifornimento GNL per veicoli	167	8	63
Impianti satellite (per usi industriali, ecc.)	>1,000	n.a	n.a

*Reloading large scale, transhipment, reloading small scale LNG, truck loading e rail loading*, sono i cinque nuovi servizi offerti dai terminali di rigassificazione GNL europei.

Negli ultimi 6 anni, il numero di installazioni europee per il *reloading*, che consiste nel trasferimento del GNL dal deposito di un terminale a una metaniera (*large o small scale*), è triplicato ed è in continuo sviluppo considerando il numero di unità operative in costruzione e in previsione.

La tabella seguente mostra i principali attori europei nell'ambito dello sviluppo dello SSLNG.

**Tabella 4.2: Numero di Installazioni Small Scale LNG per Paese (Escluse le Autobotti) in Europa (GIE, 2018)**

Istallazioni per Paese (Top.10)	Numero di installazioni al Giugno 2018 (esclusi impianti satellite)		
	In esercizio	In costruzione	Annunciati o in studio
Spagna	43	1	4
Regno Unito	40	-	8
Norvegia	32	-	-

Istallazioni per Paese (Top.10)	Numero di installazioni al Giugno 2018 (esclusi impianti satellite)		
	In esercizio	In costruzione	Annunciati o in studio
Paesi Bassi	31	-	17
Francia	17	-	29
Italia	14	2	2
Svezia	13	2	3
Germania	10	5	6
Portogallo	9	-	3
Belgio	6	3	1

I primi 3 paesi, in cui si registra il maggior numero di installazioni in esercizio, sono la Spagna, il Regno Unito e la Norvegia. L'Italia al momento si trova al sesto posto.

La seguente tabella contiene degli approfondimenti relativi al numero di installazioni, per tipologia di servizio in Italia, in servizio, in studio e in costruzione.

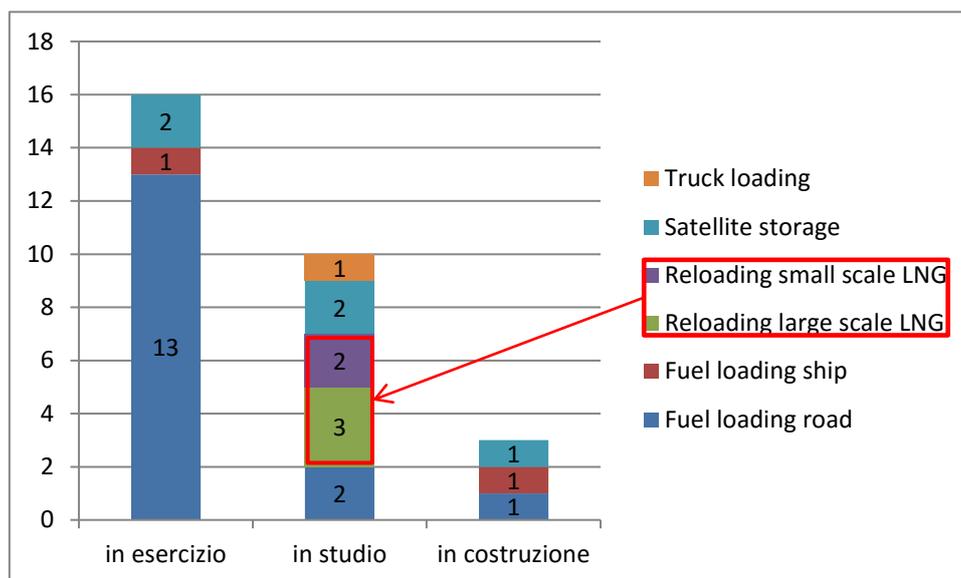


Figura 4.3: Numero di Installazioni per Tipologia di Servizio in Italia (GIE, 2018)

Le installazioni previste destinate al *reloading* sono in tutto 5, tra queste, come sarà descritto nel paragrafo seguente in merito al Quadro Strategico Nazionale, c'è anche il Terminale di rigassificazione offshore "FSRU Toscana".

### 4.3 IL QUADRO STRATEGICO NAZIONALE

In Italia il mercato del gas è stato teatro di profondi cambiamenti negli ultimi anni.

A seguito della crisi economica del 2009 si è registrato, infatti, un calo significativo della domanda di gas sia in Europa che in Italia. Si è passati da un mercato con una prevalenza di contratti di approvvigionamento e rigassificazione di lungo periodo ad un aumento di transazioni di breve periodo di tipo "spot" e "short-term", nella direzione di un mercato flessibile e dinamico.

La Direttiva 2014/94/UE (DAFI - *Deployment of alternative fuels infrastructure*) ha previsto, per ogni Stato membro, l'adozione di un quadro strategico nazionale per lo sviluppo del mercato per quanto riguarda i combustibili alternativi, tra cui il GNL, nel settore dei trasporti e la realizzazione della relativa infrastruttura.

Con il Decreto Legislativo No. 257 del 16 Dicembre 2016, l'Italia ha recepito la Direttiva DAFI e ha adottato il Quadro Strategico Nazionale; la norma prevede che il QSN sia aggiornato con cadenza triennale.

L'Allegato III – Sezione C del Decreto contiene il “*Quadro Strategico Nazionale per lo sviluppo del mercato, per quanto riguarda i combustibili alternativi nel settore dei trasporti marittimi e interni e la realizzazione della relativa infrastruttura*”.

Il Piano evidenzia che la distribuzione di GNL in Italia rappresenta un'attività strategica per il raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione e per la riduzione delle emissioni di sostanze pericolose per l'ambiente e per la salute dei cittadini.

La Strategia Energetica Nazionale ha evidenziato inoltre come il GNL rappresenti il combustibile su cui puntare ed ha sancito l'importanza strategica di avere un numero di terminali di rigassificazione con una capacità tale da permettere di ridurre la dipendenza dai Paesi Produttori ai quali l'Italia è legata tramite gasdotti; ciò permetterebbe una flessibilità maggiore di approvvigionamento da diverse fonti per ottenere prezzi più vantaggiosi.

La Strategia mette inoltre in evidenza come il raggiungimento di una distribuzione efficiente ed efficace di GNL passi necessariamente per la realizzazione di infrastrutture, opportunamente dislocate sul territorio nazionale, capaci di rendere disponibile il caricamento delle autobotti con il prodotto in forma liquida.

Il Piano ha valutato la necessità di installare punti di rifornimento per il GNL nei porti anche all'esterno della rete centrale della TEN-T e ha contemplato la necessità di individuare 2 o 3 siti portuali idonei per la realizzazione di depositi e rigassificatori, al fine di creare, in previsione di un utilizzo importante e diffuso del GNL, strutture di distribuzione per i corridoi Tirrenico ed Adriatico nonché per la rotta da Suez a Gibilterra.

La valutazione dell'opportunità di inserire i porti nella rete di distribuzione del GNL è stata fatta sulla base:

- ✓ della presenza o meno nel porto di servizi di stoccaggio e distribuzione di combustibili tradizionali siano essi finalizzati ai mezzi di trasporto o ad altro utilizzo;
- ✓ della sostenibilità dello sviluppo delle necessarie infrastrutture per il GNL in termini di investimento economico, domanda prevista e prospettica, accessibilità per i mezzi di trasporto che fruirebbero e disponibilità di spazi atti alle operazioni di buncheraggio.

I porti “Core” individuati dal Piano, sulla base dei punti sopra esposti, sono stati divisi in tre gruppi, a seconda della posizione ed in base alla possibilità di rifornimento da terminali esistenti o previsti:

- ✓ Tirreno Settentrionale (rifornimento dal Terminale di Rigassificazione offshore OLT “FSRU Toscana” e dal Terminale di GNL Italia di Panigaglia): Genova, Livorno, La Spezia;
- ✓ Nord Adriatico (rifornimento dal Terminale di Rovigo): Venezia, Ravenna, Ancona, Trieste;
- ✓ Mari del Sud Italia (rifornimento di combustibile da un terminale presunto nel Sud Italia): Napoli, Palermo, Bari, Gioia Tauro, Taranto.

L'opportunità di utilizzare i serbatoi dei terminali di rigassificazione, o in senso lato i terminali di rigassificazione, per effettuare, insieme al servizio base, anche le attività di stoccaggio e di rifornimento del GNL dipende fortemente dalla tipologia di servizio che si vuole fornire e dalle caratteristiche dei terminali stessi.

Nel 2020 il Piano prevede che siano operativi i seguenti depositi relativi al:

- ✓ Terminale di rigassificazione Livorno (OLT) (oggetto del presente Studio);
- ✓ Terminale di rigassificazione di Panigaglia;
- ✓ Terminale di rigassificazione Rovigo.

Nel 2025 potrebbe entrare in esercizio un terminale di rigassificazione, nel Sud Italia, oppure potrebbe essere realizzato un terminale di ricezione. Al 2030, se le condizioni riguardanti il quadro regolatorio e quello fiscale saranno favorevoli, è auspicabile la realizzazione sul territorio nazionale di un'infrastruttura per la ricezione e utilizzazione del GNL, con installazione di apparecchiature sufficienti a coprire un volume globale di mercato di 3.2 Mton (4 Mtep). Un'ipotesi abbastanza verosimile potrebbe prevedere: No.5 depositi costieri di GNL da 30,000 – 50,000 m<sup>3</sup>; No.3 navi di cabotaggio da 25,000 – 30,000 m<sup>3</sup>; No.4 bettoline; circa 800 stazioni di servizio GNL, anche con L-CNG (come riportato nel Quadro Strategico Nazionale- Allegato III al Decreto Legislativo No. 257 del 16 Dicembre 2016).

**In questo scenario, il Terminale “FSRU Toscana” potrà svolgere un ruolo decisivo nel mercato dello SSLNG per la versatilità e la posizione strategica dell'impianto.**

## 5 DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI SSLNG

### 5.1 INTERVENTI PREVISTI

Il Terminale, come descritto nel precedente Capitolo 2, è attualmente dotato delle attrezzature impiantistiche necessarie per ricevere, stoccare e rigassificare il GNL trasportato dalle navi metaniere, per poi inviarlo in forma gassosa verso terra, nella Rete Nazionale Gasdotti, tramite una condotta sottomarina.

Il progetto in esame prevede, in aggiunta alle attività svolte dal Terminale, l'implementazione di un servizio SSLNG per la distribuzione via mare di GNL, tramite metaniere di piccola-media taglia (SSLNGC) attraverso la realizzazione di una serie di interventi funzionali e impiantistici che riguarderanno nello specifico:

- ✓ il sistema di ormeggio per l'accosto in sicurezza delle Small Scale LNG Carrier sul fianco sinistro (*port side*) della FSRU;
- ✓ modifica del sistema esistente di trasferimento (fianco sinistro) del GNL dalla FSRU alle SSLNGC.

Nell'ambito del progetto è previsto inoltre che la modifica al sistema di trasferimento consenta anche lo scarico di GNL dalle SSLNGC alla FSRU, al fine di garantire le attività di mantenimento in funzione del Terminale, nel caso lo stesso non abbia utenti per lunghi periodi.

I sistemi di sicurezza relativi alle operazioni di trasferimento GNL saranno integrati nel sistema di *Emergency Shutdown* (ESD) installato a bordo del Terminale. Per la misura commerciale del GNL trasferito alle SSLNGC verrà installato un *Custody Transfer System* (CTS) dedicato.

Il progetto in esame è stato sottoposto ad uno Studio di Fattibilità condotto nell'ambito del Programma EU TEN-T denominato "Sea Terminal Project", svolto in cooperazione con la Fondazione Valenciaport e l'Autorità Portuale di Livorno, sotto la supervisione del Ministero dei Trasporti (MIT), al fine di valutare e confermare l'idoneità del Terminale "FSRU Toscana", attraverso l'introduzione minime modifiche progettuali, alla fornitura di servizi SSLNG, ossia alla distribuzione di GNL tramite metaniere di piccola taglia verso i maggiori porti del Mar Tirreno.

Lo Studio di Fattibilità ha analizzato, tra l'altro, una serie di alternative per la definizione delle caratteristiche principali del progetto, con particolare riferimento ai seguenti aspetti:

- ✓ identificazione delle SSLNGC di riferimento per il servizio di distribuzione del GNL;
- ✓ analisi delle modalità di ormeggio delle SSLNGC al Terminale.

Le analisi effettuate hanno portato alla definizione attuale del progetto che è riportata nel dettaglio all'interno del documento "*Small Scale LNG Transfer System Design Basis*", le cui caratteristiche principali sono riportate nei seguenti paragrafi.

Si evidenzia che il progetto in esame prevede, in aggiunta alle attività svolte dal Terminale, l'implementazione del servizio di SSLNG per la distribuzione del GNL come combustibile, tramite la scarica di 41 metaniere di piccola-media taglia (SSLNGC) all'anno. Questo nuovo servizio verrebbe alimentato da una capacità di GNL dedicata al servizio stesso pari ad un quantitativo di circa 310,000 mcliq/anno, lasciando invariata la capacità di rigassificazione massima autorizzata pari a 3.75 Mld mc/anno.

#### 5.1.1 Sistema di Ormeggio

Le SSLNGC adibite alla distribuzione del GNL accosteranno e ormeggeranno sul fianco sinistro (*port side*) della FSRU, ed allineate sulla linea vapore del *manifold* esistente.

Il sistema di ormeggio per l'accosto delle SSLNGC sarà principalmente costituito da:

- ✓ punti di ormeggio della FSRU;
- ✓ linee di ormeggio passate dalla SSLNGC al Terminale (cavi);
- ✓ parabordi (*fender*).

Le SSLNGC saranno a loro volta dotate dei propri accessori di ormeggio (bitte, vericelli, ecc.) che varieranno a seconda della tipologia costruttiva.

I parabordi, che avranno il compito di evitare i possibili contatti tra gli scafi delle SSLNGC e della FSRU, di mantenere l'opportuna curvatura delle manichette durante le operazioni di accosto e ormeggio e dunque assicurare che le operazioni di trasferimento GNL si svolgano in sicurezza, saranno del tipo galleggiante (Yokohama), come mostrato nella figura seguente.

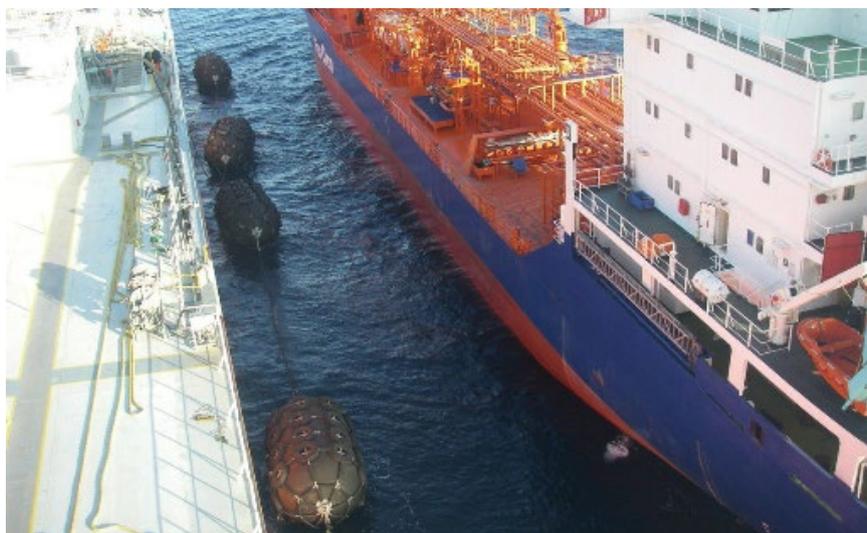


Figura 5.1: Parabordi (Tipo Yokohama) (Fonte: [www.nauticexpo.es](http://www.nauticexpo.es))

Il layout di ormeggio, progettato sulla base dei principi delle linee guida OCIMF (*Mooring Equipment Guidelines*) e delle specifiche RINA (*Rules for the Classification of Floating Offshore Units Intended at Fixed Locations and Mobile Offshore Drilling Units*), è stato definito nell'ottica di minimizzare gli impatti sul sistema di ormeggio esistente (*port side*) della FSRU.

La soluzione identificata deriva da uno studio condotto da Oceanira che ha effettuato le seguenti attività:

- ✓ sviluppo del modello idrodinamico multibody numerico in HydroSTAR;
- ✓ sviluppo dei modelli di simulazione numerica di seakeeping/ormeggio accoppiati multibody in DeepLines™;
- ✓ individuazione degli scenari di carico ambientale;
- ✓ esecuzione delle simulazioni;
- ✓ analisi dei risultati con particolare riferimento a:
  - movimenti tra FSRU e SSLNGC,
  - carichi sulle linee di ormeggio,
  - compressione sui parabordi,
  - movimenti e velocità relative tra le connessioni flangiate delle manichette del GNL,
  - accelerazioni assolute tra le connessioni flangiate delle manichette del GNL,
  - verifica dello scontro tra le strutture FSRU e SSLNGC.

Di seguito si riporta il layout del sistema di ormeggio previsto.

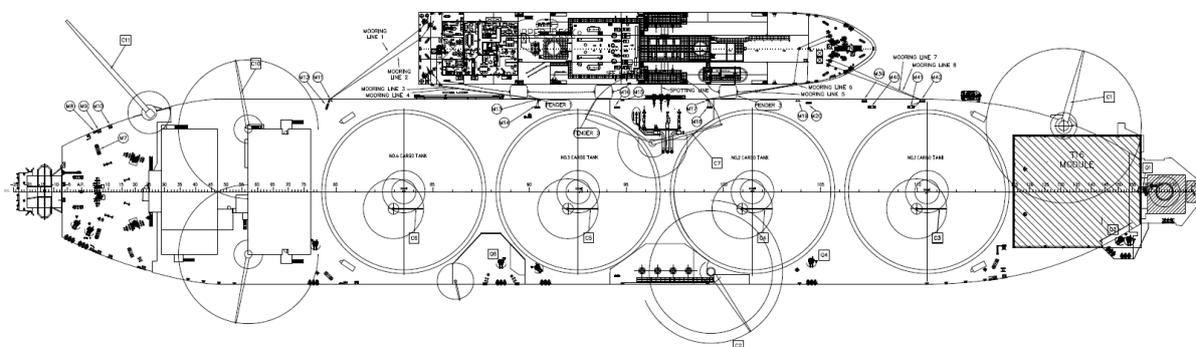


Figura 5.2: Layout del Sistema di Ormeggio

### 5.1.2 Sistema di Trasferimento del GNL

Il sistema di trasferimento del GNL sul fianco sinistro della FSRU sarà modificato al fine di consentire sia il caricamento (*loading*) delle SSLNGC per la successiva distribuzione via mare, che lo scarico (*unloading*) delle stesse qualora vi sia la necessità di rifornire il Terminale del GNL necessario alla produzione di energia elettrica nel caso di assenza di utenti per lunghi periodi.

Per le operazioni di loading delle SSLNG, il GNL stoccato nei serbatoi del Terminale sarà inviato, tramite il sistema di pompaggio esistente (*cargo pumps*), al collettore (*manifold*) ubicato sul fianco sinistro (*port side*) della FSRU e successivamente ai serbatoi delle SSLNGC mediante tubazioni criogeniche (*cryogenic hoses*). In particolare è prevista la predisposizione per il collegamento di No.3 manichette (No.2 per il Gas Naturale Liquefatto e No.1 per il vapore di ritorno) in configurazione Liquido Vapore Liquido in accordo alla "SIGTTO - Recommendations for Liquefied Gas Carrier Manifolds - 2018".

Il Gas Naturale Liquefatto verrà pompato dai Cargo Tanks" mediante le "Cargo Pumps" della FSRU verso la SSLNGC ricevendo, dallo spazio di testa dei serbatoi di quest'ultima nave, GN allo stato gassoso (Boil Off Gas – BOG) che verrà immesso nel sistema di fuel gas del Terminale.

Il BOG generato durante le operazioni di trasferimento all'interno dei serbatoi della SSLNGC sarà inviato, tramite un sistema di controllo della pressione (*pressure control*), alla linea vapore (*vapour header*) della FSRU e sarà mandato al sistema *fuel gas* della FSRU.

Nel caso di offloading delle SSLNGC, si avrà l'operazione inversa ovvero il GNL sarà trasferito tramite le pompe delle SSLNGC verso i serbatoi della FSRU tramite il collettore (*manifold*) ubicato sul fianco sinistro (*port side*) e le tubazioni criogeniche. Il BOG generato durante le operazioni di trasferimento sarà inviato dai serbatoi della FSRU al sistema *fuel gas*, mentre i quantitativi in eccesso saranno inviati ai serbatoi della SSLNGC per compensarne le variazioni di volume

Il sistema di trasferimento del GNL sarà progettato per un flusso di 900 m<sup>3</sup>/h di GNL.

Nel seguito si illustrano gli schemi di processo del sistema di trasferimento del GNL dalla FSRU alla SSLNGC e viceversa.

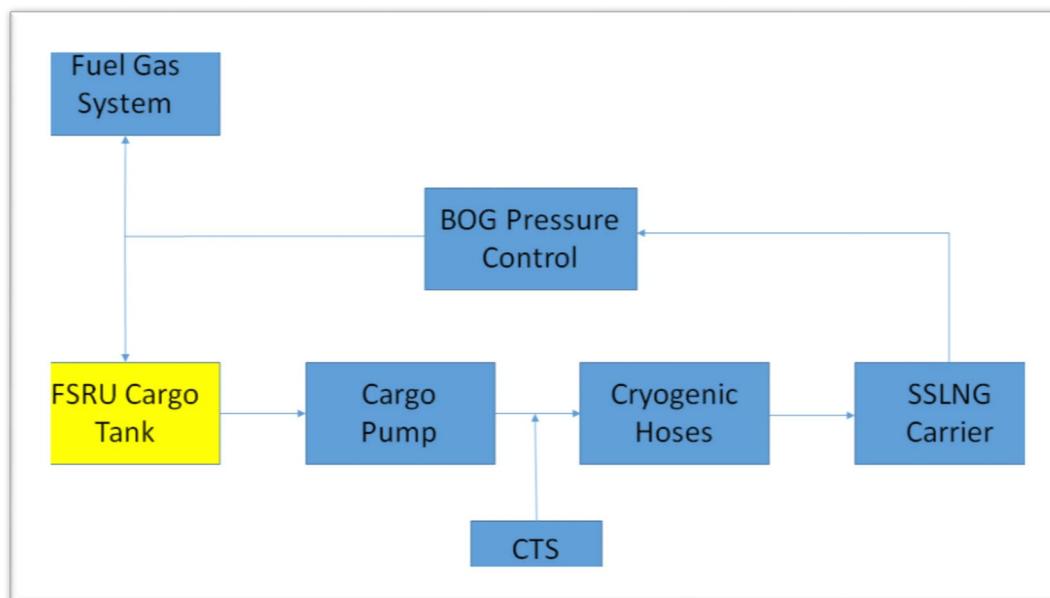


Figura 5.3: Schema di Processo del Sistema di Trasferimento GNL dalla FSRU alle SSLNGC

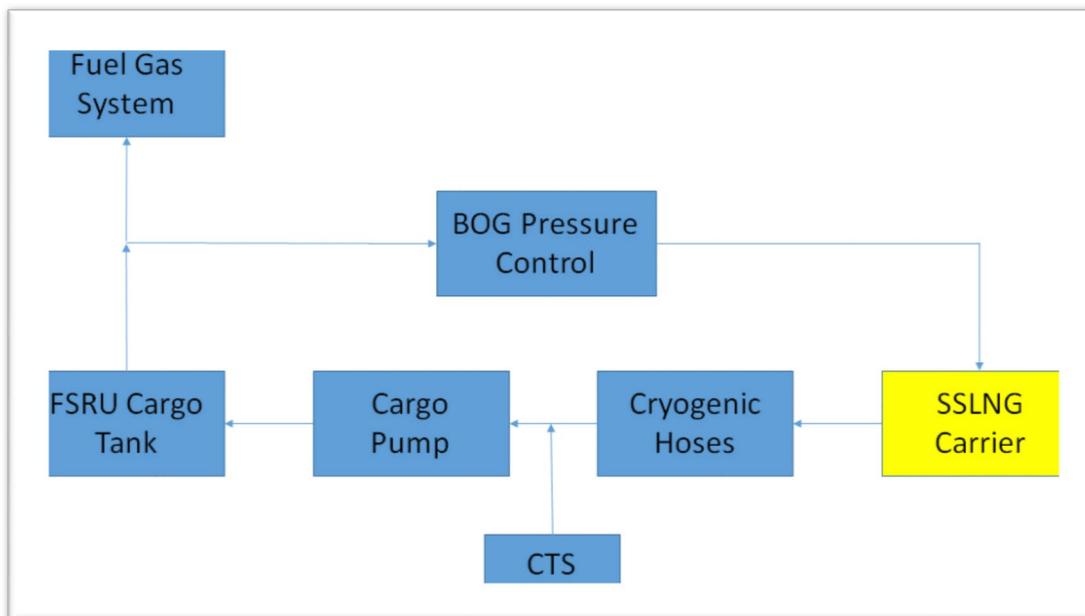


Figura 5.4: Schema di Processo del Sistema di Trasferimento dalle SSLNGC alla FSRU

Nel seguito si descrivono i vari componenti impiantistici e strutturali del nuovo sistema di trasferimento GNL da realizzarsi sulla FSRU.

#### 5.1.2.1 Tubazioni Criogeniche

Per il trasferimento del GNL dalla FSRU alle bettoline e del BOG di ritorno si prevede l'installazione di No.3 tubazioni criogeniche flessibili:

- ✓ No. 2 da 6" ANSI 300 RF per il GNL;
- ✓ No.1 da 6" ANSI 300 RF per il BOG.

Per il collegamento delle tubazioni criogeniche con il collettore (*manifold*) esistente, caratterizzato da un diametro di 6", si prevede l'impiego di elementi riduttori.



Figura 5.5: Esempio di Riduttori per Tubazioni Criogeniche

#### 5.1.2.2 Sistema di Drenaggio e Pulizia delle Tubazioni Criogeniche

L'inertizzazione delle linee consiste nel drenaggio e pulizia delle tubazioni criogeniche prima della loro disconnessione in modo da evitare rischi di rilascio GNL e vapori e sarà effettuata tramite flusso di azoto fornito dal sistema della FSRU.

Il processo di inertizzazione previsto sarà costituito dai seguenti passaggi:

- ✓ allineamento del sistema di drenaggio dal collettore verso la bettolina;
- ✓ spiazzamento GNL dalle linee e tubazioni di trasferimento tramite azoto;
- ✓ rimozione dei vapori attraverso cicli di pressurizzazione e depressurizzazione al fine di ridurre la percentuale di gas al di sotto del 2%;
- ✓ verifica che non vi sia pressione nella tubazione;
- ✓ verifica che tutte le condizioni di sicurezza sono state raggiunte;
- ✓ disconnessione tubazione e chiusura flange.

#### 5.1.2.3 Sistema di Gestione del BOG

Durante le operazioni di trasferimento GNL dalla FSRU alla SSLNGC, il livello di GNL nei serbatoi di stoccaggio della bettolina cresce causando la riduzione del volume disponibile per i vapori (BOG).

Al fine di evitare la sovrappressione nei serbatoi delle bettoline con conseguenti problematiche al sistema di trasferimento GNL, il BOG viene indirizzato, tramite la linea di ritorno verso, i serbatoi della FSRU mantenendo la pressione dell'intero sistema costante. Eventuale BOG in eccesso sarà inviato nel sistema di *fuel gas* che alimenta le caldaie del Terminale.

#### 5.1.2.4 Custody Transfer System

Durante le operazioni di trasferimento, sarà necessario effettuare la misura fiscale del flusso e della qualità del GNL trasferito dalla FSRU alle SSLNGC, ed in particolare:

- ✓ i quantitativi di GNL potranno essere misurati tramite un flussimetro fiscalizzabile installato sulla linea di trasferimento del GNL;
- ✓ la qualità del GNL sarà verificata tramite un sistema di misura della qualità che analizzerà il GNL in trasferimento al fine di ottenere la composizione, la densità, il potere calorifico e tutte le proprietà fisiche necessarie alla determinazione della quantità di energia trasferita.

In aggiunta, a valle del collettore (*manifold*) della FSRU, sarà installata la strumentazione di misura per la misura non fiscale della pressione, della temperatura e del flusso di GNL e BOG.

#### 5.1.2.5 Strutture di Supporto

A supporto del sistema impiantistico per il trasferimento del GNL si prevede la realizzazione di alcuni interventi strutturali a bordo della FSRU che includeranno:

- ✓ una struttura dedicata allo stoccaggio, movimentazione e manutenzione delle tubazioni criogeniche da ubicarsi sul lato sinistro (*port side*) della FSRU;
- ✓ strutture per consentire l'accesso, le operazioni di connessione/disconnessione e il controllo delle tubazioni criogeniche;
- ✓ sistemi di supporto (selle regolabili) delle tubazioni che hanno il compito di evitare il superamento dei limiti di curvatura ammissibili soprattutto in prossimità delle flange del collettore (*manifold*) della FSRU (si veda figura seguente);
- ✓ dispositivi di sollevamento per la movimentazione delle tubazioni criogeniche (gru, argani, verricelli).



Figura 5.6: Esempio di Sella di Supporto per Tubazioni Criogeniche

#### 5.1.2.6 Sistema di Arresto di Emergenza

Il sistema di arresto di emergenza (ESD) sarà integrato nel sistema ESD della FSRU e sarà costituito da due livelli per le operazioni di trasferimento del GNL:

- ✓ il primo livello ferma le operazioni di carico e isola la FSRU e la SSLNGC (ESD1);
- ✓ il secondo livello ferma le operazioni di carico, isola la FSRU e la SSLNGC, ed attiva lo sgancio rapido delle tubazioni criogeniche e le relative valvole di sicurezza (ESD2).

Esempi di sistemi di rilascio di emergenza che si attiverrebbero in caso di livello ESD2 sono riportati nella seguente figura.



Figura 5.7: Esempi di Sistemi di Rilascio di Emergenza

## 5.2 SMALL SCALE LNG CARRIERS

Le SSLNGC previste per la distribuzione via mare del GNL, considerate rappresentative ai fini del progetto, avranno caratteristiche dimensionali compatibili con il Terminale.

Nel seguito si riportano le immagini di due SSLNGC tipo considerate rappresentative per il progetto proposto, ossia:

- ✓ Pioneer Knutsen;
- ✓ Coral Methane.



Figura 5.8: Pioneer Knutsen



Figura 5.9: Coral Methane

### 5.3 FASI OPERATIVE DI ESERCIZIO

Nella fase di esercizio è previsto il rifornimento, e quindi l'arrivo, di massimo No. 41 SSLNG all'anno. Le operazioni di accosto/ormeggio, caricamento e disormeggio/allontanamento delle SSLNGC si svolgeranno secondo le seguenti fasi e tempistiche:

- ✓ manovra (1 ora);
- ✓ ormeggio (1 ora);
- ✓ connessione manichette e test ESD a caldo (2 ore);
- ✓ raffreddamento e test ESD a freddo (1 ora);
- ✓ carico/scarico GNL, variabile a seconda della taglia e del *loading/unloading rate* della SSLNGC (8-10 ore);
- ✓ riscaldamento e spurgo manichette (1 ora);
- ✓ disconnessione manichette (1 ora);
- ✓ disormeggio e allontanamento (1 ora).

### 5.4 INTERAZIONI CON L'AMBIENTE

Il presente paragrafo descrive le interazioni con l'ambiente associate alle variazioni apportate dall'intervento proposto.

Nella seguente tabella sono identificate le interazioni con l'ambiente associate al progetto rispetto all'assetto attuale di esercizio del Terminale.

Tabella 5.1: Identificazione delle Interazioni con l'Ambiente dovute alla Realizzazione dell'intervento

Tipo di Interazione	Assetto Attuale	Variazioni dovute alla Realizzazione dell'intervento
Emissioni in atmosfera	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Emissione convogliata dal camino del Terminale proveniente dalle caldaie;</li> <li>✓ sistemi di sfiato del Terminale;</li> <li>✓ emissioni delle navi metaniere;</li> <li>✓ emissioni dei rimorchiatori per assistenza e allibio delle metaniere;</li> <li>✓ emissioni della nave guardiana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Emissioni dalle SSLNGC;</li> <li>✓ emissioni dal rimorchiatore per assistenza alle SSLNGC.</li> </ul>

Tipo di Interazione	Assetto Attuale	Variazioni dovute alla Realizzazione dell'intervento
Scarichi idrici	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Scarichi dal sistema di vaporizzazione e dal condensatore principale;</li> <li>✓ scarichi dai sistemi di raffreddamento;</li> <li>✓ acque di zavorra;</li> <li>✓ altri scarichi del Terminale (cortina bracci di carico, sistema gas inerte, unità potabilizzazione, acque reflue, ecc.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Attivazione della acqua di cortina lato sinistro (l'impianto già presente sul Terminale) per la protezione dello scafo in caso di rilascio da manichette sul lato sinistro (SF31).</li> </ul>
Prelievi idrici	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Prelievo di acqua di mare per il funzionamento del Terminale (acqua di processo, raffreddamento, usi igienico-sanitari).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Non sono previste variazioni.</li> </ul>
Emissioni di rumore	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rumore da componenti di impianto (pompe, compressori, ecc.);</li> <li>✓ rumore sottomarino da mezzi navali.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rumore da nuovi componenti di impianto;</li> <li>✓ rumore sottomarino da mezzi navali.</li> </ul>
Consumo di materie prime	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Consumo di sostanze ausiliarie al processo e per la manutenzione delle apparecchiature (grassi, lubrificanti, pitture, antischiuma, MGO, ecc.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Non sono previste variazioni.</li> </ul>
Gestione dei rifiuti	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Produzione di rifiuti pericolosi e non pericolosi associati al funzionamento e alla manutenzione del Terminale;</li> <li>✓ produzione di rifiuti di origine civile.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Non sono previste variazioni.</li> </ul>
Traffici navali	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Traffico di metaniere (massimo No.59 arrivi annui);</li> <li>✓ presenza di No.3 rimorchiatori durante l'ormeggio e No.2 rimorchiatori durante il disormeggio delle metaniere;</li> <li>✓ presenza di nave guardiana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Traffico di SSLNGC (massimo No.41 arrivi annui);</li> <li>✓ presenza di un rimorchiatore durante le operazioni con le SSLNGC.</li> </ul>

Nel seguito si riporta una descrizione delle interazioni con l'ambiente associate all'intervento proposto, come individuate nella tabella sopra riportata.

#### 5.4.1 Emissioni in Atmosfera

L'implementazione del servizio SSLNG in progetto per la distribuzione del GNL via mare tramite navi metaniere di piccola taglia (Small Scale LNG Carriers) comporta una modifica dello scenario emissivo rispetto alla configurazione attualmente autorizzata costituita da:

- ✓ emissioni dal sistema di produzione di energia del Terminale (costituito da due linee di scarico fumi separate, una per ogni caldaia);
- ✓ navi metaniere per l'approvvigionamento del GNL per un massimo di No.59 all'anno;
- ✓ mezzi di supporto al Terminale (No.3 rimorchiatori utilizzati in fase di manovra per ormeggio, No.2 rimorchiatori utilizzati in fase di disormeggio e No.1 nave guardiana).

In relazione alla presenza di mezzi navali aggiuntivi, legati al servizio SSLNG, nella configurazione futura di esercizio del Terminale “FSRU Toscana” saranno presenti le seguenti ulteriori sorgenti:

- ✓ navi metaniere di piccola taglia SSLNGC (Small Scale Liquefied Natural Gas Carriers), per un massimo di No.41 all'ibi annui;
- ✓ un rimorchiatore di supporto (stand by) per le attività di manovra delle SSLNGC.

**Tabella 5.2: Caratteristiche Tecniche ed Emissive Unità SSLNGC**

Caratteristica	Unità di Misura	Valore
Altezza Camino	m	20
Diametro Camino	m	0.7
Sezione Camino	m <sup>2</sup>	0.38
Temperatura Fumi	°K	476

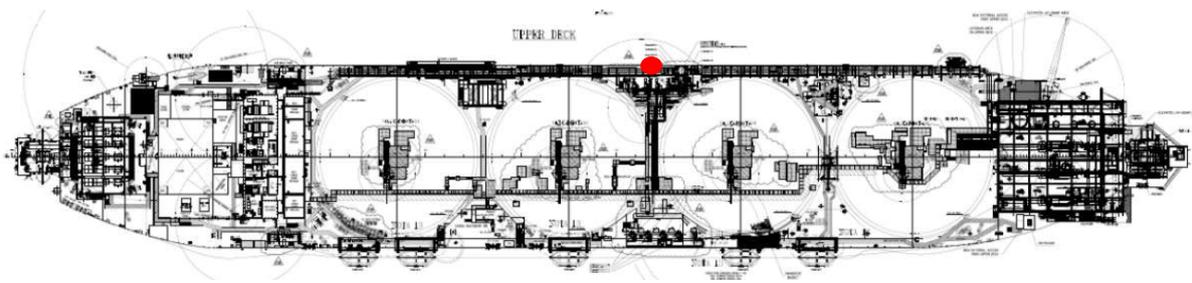
**Tabella 5.3: Caratteristiche Tecniche ed Emissive del Rimorchiatore**

Caratteristica	Unità di Misura	Valore
Altezza Camino	m	8
Diametro Camino	m	0.4
Sezione Camino	m <sup>2</sup>	0.13
Temperatura Fumi	°K	673

#### 5.4.2 Prelievi e Scarichi Idrici

L'implementazione del servizio SSLNG in progetto non prevede prelievi idrici aggiuntivi rispetto a quelli attualmente effettuati per il funzionamento del Terminale e connessi alla rigassificazione del GNL.

Per quanto riguarda gli scarichi, in aggiunta a quelli attualmente autorizzati, è prevista la riattivazione dell'impianto esistente dell'acqua di cortina (scarico SF31) sul fianco sinistro (port side) del Terminale per la protezione dello scafo in caso di rilascio di gas durante le fasi di scarico del GNL.



**Figura 5.10: Ubicazione Scarico Acque di Cortina SF31**

Tale impianto, costituito da ugelli con portata complessiva prevista pari a circa 54 m<sup>3</sup>/h, sarà attivo nelle sole fasi di scarico del GNL dal Terminale alla SSLNGC.

## 6 CARATTERIZZAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI DI INTERESSE

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

- ✓ la caratterizzazione meteomarina (regime anemologico, regime correntometrico e moto ondoso);
- ✓ la caratterizzazione dell'ecosistema marino (caratteristiche chimico-fisiche delle acque marine e dei sedimenti, presenza di cetacei e rettili marini e popolamenti bentonici dei fondali);
- ✓ la caratterizzazione dell'ecosistema antropico (traffici marittimi e attività di pesca).

### 6.1 CARATTERIZZAZIONE METEOMARINA

Il Terminale "FSRU Toscana" 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 meteomarinari.

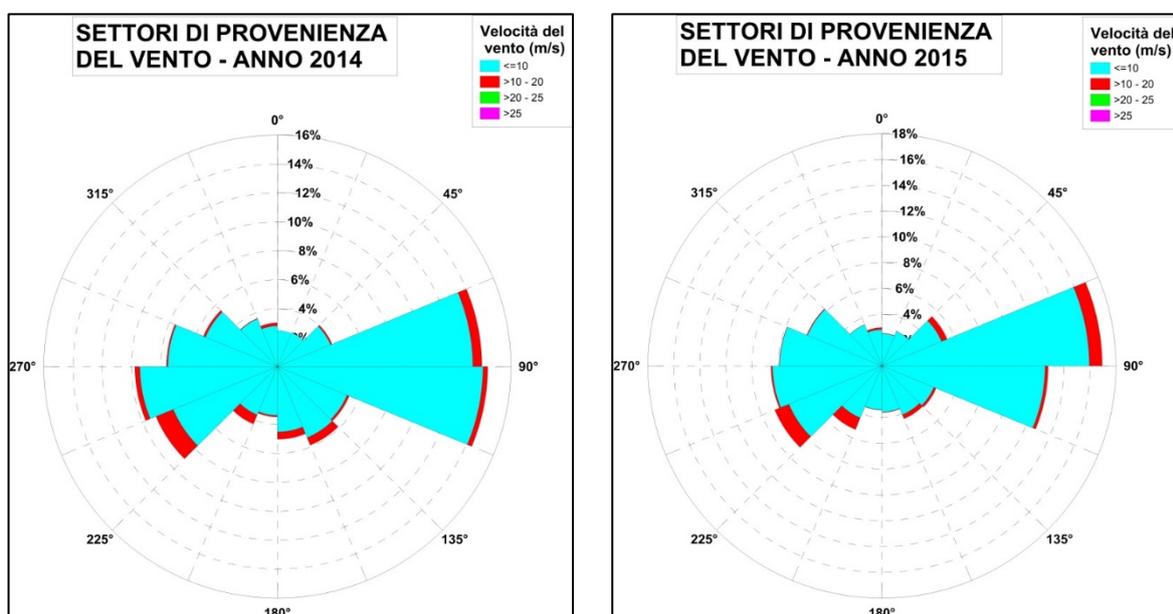
Tale variabilità è dominata dalla presenza di una delle regioni di maggiore ciclogenese del Mediterraneo, che ha sede nel Golfo di Genova. La ciclogenese del golfo ligure raggiunge la sua massima frequenza nei mesi invernali, quando l'anticiclone delle Azzorre tende a muoversi verso Nord, lasciando il 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 dati di intensità e direzione del vento che caratterizzano il sito di interesse sono stati rilevati tramite due anemometri ultrasonici installati a circa 69 metri dalla chiglia del Terminale, dotati entrambi di 4 sensori.

Le rose dei venti per gli anni dal 2014 al 2017 sono di seguito riportate.



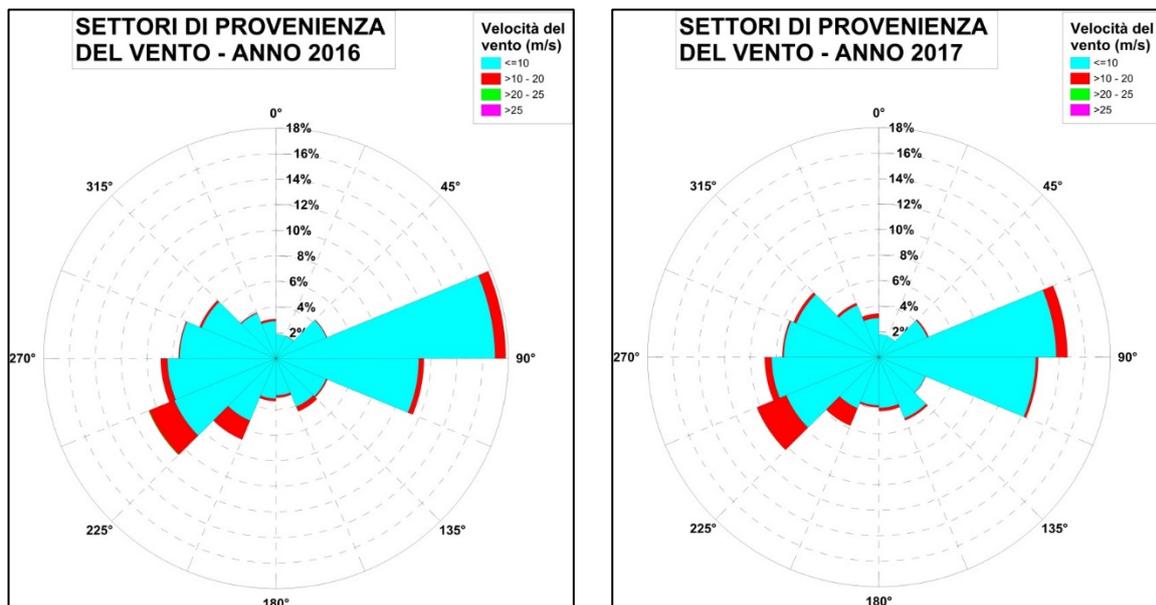


Figura 6.1: Rosa dei Venti, Anni 2014 – 2017 (OLT)

Dalle Figure sopra riportate si evince che, negli anni di riferimento, i venti provenienti da Est (tra 67° e 112°) hanno raggiunto una velocità compresa tra i 10 e i 20 m/s per una percentuale massima di osservazioni pari al 14 – 18%.

I venti provenienti da Ovest (tra 315° e 225°) risultano più deboli e hanno raggiunto una massimo di intensità, negli anni 2016 e 2017, compresa tra i 10 e i 20 m/s per una percentuale massima di osservazioni pari a circa il 10%.

### 6.1.2 Regime Correntometrico

Nell' ambito della GSA 9 - Mar Ligure e Tirreno settentrionale, la circolazione delle acque è caratterizzata da una serie di vortici originati dal vento, caratterizzati dalla presenza di acqua fredda al loro interno, che subiscono rilevanti cambiamenti stagionali. In inverno aumenta la corrente nella regione frontale dei vortici e l'upwelling (risalita in superficie di acque profonde ricche di nutrienti), a essa associato, si sposta verso occidente e si rafforza. In Inverno è massimo il flusso tra il Mar Tirreno e il Mar Ligure, attraverso il canale di Corsica. L'upwelling provoca il mescolamento delle acque di origine atlantica (AW) con le acque levantine (LIW) sottostanti, modificandone le proprietà fisiche e chimiche.

A Nord di Capraia la Corrente della Corsica orientale si fonde con la più fredda Corrente della Corsica occidentale, formando la Corrente Ligure. Questa sostiene in tutto il Mar Ligure una circolazione ciclonica che coinvolge le acque di origine atlantica (AW) in superficie e quelle levantine (LIW) in profondità. È una delle zone più importanti di upwelling del Mediterraneo. La portata della Corrente Ligure è imponente: può arrivare a circa 1.6 milioni di m<sup>3</sup>/sec, lo stesso ordine di grandezza della corrente Atlantica che imbocca lo Stretto di Gibilterra. È un fiume d'acqua largo circa 20 km e profondo circa 150 m presente tutto l'anno, sia pure con variazioni di intensità.

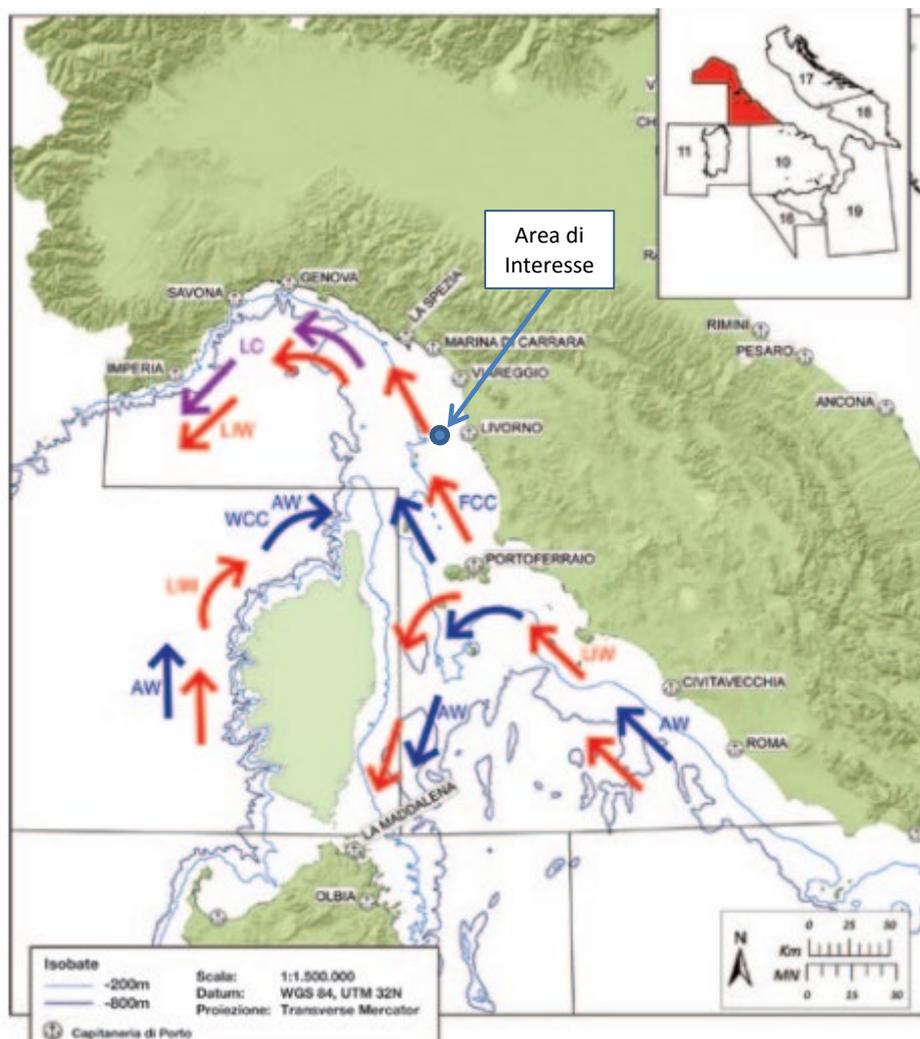


Figura 6.2: Circolazione delle Correnti Superficiali e Intermedie (MiPaaf, 2011)

Nella Figura sopra riportata si distinguono:

- ✓ le acque di origine atlantica (AW) e i suoi rami ossia le correnti occidentali (WCC) e orientali della Corsica (FCC), rappresentate dalle frecce blu;
- ✓ le acque di origine levantina (LIW) rappresentate dalle frecce in rosso;
- ✓ la corrente ligure (LC) in viola;

Relativamente all'Arcipelago Toscano, il settore settentrionale è interessato da un ramo della corrente atlantica superficiale che arriva dal Nord. Il settore meridionale è invece interessato da un altro ramo della corrente atlantica superficiale che risale lungo il meridione d'Italia e, giunto al di sotto della costa elbana, piega a Sud verso la Corsica.

La batimetria dell'Argipelago Toscano determina l'interazione tra le condizioni fisiche della circolazione generale e i fenomeni locali, soggetti alla variabilità delle condizioni meteorologiche stagionali.

Per ciò che riguarda invece la situazione lungo le coste continentali della provincia di Livorno, le correnti sono prevalentemente indirizzate verso Nord, la presenza delle Secche di Vada e della Meloria determina una situazione di ristagno ciclonico delle masse d'acqua che si evidenzia soprattutto in estate.

### 6.1.3 Moto Ondoso

Nel presente paragrafo è riportata una descrizione del moto ondoso per l'area d'interesse.

Sono stati elaborati i dati relativi agli anni 2014, 2015, 2016 e 2017 rilevati presso:

- ✓ la boa OLT (ormeggiata a circa 1 miglio nautico dal Terminale, con envelope dinamico pari a circa 150/200 m e centro alle coordinate 43.6125°N e 9.994°E);
- ✓ il Wave Radar, installato sul lato sinistro del Terminale, dotato di No.6 sensori con copertura di circa 180°, che inviano e ricevono continuamente onde elettromagnetiche nella banda delle microonde (frequenza 5.8 GHz).

Nel caso di indisponibilità di dati dalla boa OLT, sono stati utilizzate le informazioni provenienti dalla boa di Gorgogna, distante circa 7-8 km dal Terminale.

I dati acquisiti contengono i seguenti parametri:

- ✓ Hs: altezza d'onda significativa misurata in metri;
- ✓ Dir: direzione di provenienza dell'onda rispetto al Nord geografico.

I dati sono stati sottoposti ad un adeguato processo di validazione (controllo del calendario, trattamento dei dati ripetuti, dei picchi anomali, controllo delle direzioni di provenienza), fino ad ottenere serie temporali omogenee.

I risultati delle rielaborazioni sono riportati nelle seguenti tabelle per ogni anno di riferimento.

**Tabella 6.1: Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2014 (OLT, 2018)**

Hs (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	TOT (%)
Dir (°N)															
0	0.11	0.01	0.05												0.17
30	0.08	0.10													0.18
60	0.55	0.46	0.15	0.02											1.18
90	2.98	4.25	0.68	0.07											7.97
120	0.74	1.26	0.19	0.02											2.22
150	0.95	1.83	0.92	0.41	0.05	0.01									4.17
180	3.69	5.68	3.18	0.65	0.31	0.25	0.02	0.01							13.80
210	3.33	2.22	0.96	0.42	0.37	0.15	0.02	0.05							7.53
240	12.52	18.05	10.02	5.22	2.69	1.08	0.77	0.26	0.15	0.03					50.81
270	3.04	3.18	0.64	0.21	0.06	0.02	0.01								7.16
300	2.23	1.17	0.14	0.13	0.02			0.01							3.70
330	1.00	0.07	0.01	0.01			0.01								1.10
TOT (%)	<b>31.23</b>	<b>38.30</b>	<b>16.94</b>	<b>7.17</b>	<b>3.49</b>	<b>1.51</b>	<b>0.84</b>	<b>0.33</b>	<b>0.15</b>	<b>0.03</b>					<b>100.00</b>

Dalla Tabella sopra riportata si nota che nell'anno 2014, le onde sono comprese nei settori direzionali che vanno da 0 a 330° N; il 70% circa di queste onde presenta altezze minori o uguali a 1.0 m, l'1% circa delle onde ha un'altezza maggiore di 3.5 m e le onde più alte, appartenenti alla classe di 5.0 m e provenienti dalla direzione 240°N, si presentano con una frequenza di accadimento molto bassa, di circa lo 0.03%.

**Tabella 6.2: Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2015 (OLT, 2018)**

Hs (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	TOT (%)
Dir (°N)															
0	1.08	0.45	0.17												1.70
30	1.08	0.36	0.02												1.46
60	1.78	0.77	0.38	0.15	0.01										3.09
90	3.13	2.40	1.06	0.21	0.01										6.81
120	1.64	0.56	0.20	0.05											2.45
150	2.64	1.68	0.63	0.16	0.17	0.01									5.30
180	5.22	3.00	1.31	0.41	0.08	0.02									10.05
210	5.49	2.55	0.77	0.29	0.07	0.01									9.18
240	12.60	12.31	7.02	4.07	2.85	1.36	0.89	0.51	0.24	0.13	0.05	0.03	0.03		42.09
270	5.18	3.26	1.38	0.22	0.10	0.07			0.02	0.01					10.25
300	2.68	1.69	0.74	0.06	0.03										5.20
330	1.67	0.60	0.15	0.01											2.43
TOT (%)	44.20	29.64	13.83	5.62	3.33	1.47	0.89	0.51	0.26	0.14	0.05	0.03	0.03		100.00

Dalla Tabella sopra riportata si nota che nell'anno 2015, le onde sono comprese nei settori direzionali che vanno da 0 a 330°N; il 74% circa di queste onde presenta altezze minori o uguali a 1.0 m, il 2% circa delle onde ha un'altezza maggiore di 3.5 m e le onde più alte, appartenenti alla classe di 6.5 m e provenienti dalla direzione 240°N, si presentano con una frequenza di accadimento molto bassa, di circa lo 0.03%.

**Tabella 6.3: Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell’Altezza d’Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2016 (OLT, 2018)**

Hs (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	TOT(%)
Dir (°N)															
0	0.23	0.09		0.01											0.33
30	0.11	0.10													0.22
60	0.76	0.47	0.14	0.07											1.44
90	2.77	6.62	1.10	0.08											10.57
120	0.69	1.05	0.10		0.01										1.85
150	1.15	1.70	0.66	0.15	0.03	0.14	0.01								3.84
180	5.70	3.74	2.09	0.54	0.29	0.07	0.05	0.05							12.52
210	4.19	1.60	0.47	0.22	0.26	0.05	0.02	0.01	0.01						6.84
240	12.22	12.64	8.19	5.65	4.28	2.13	1.03	0.74	0.48	0.17	0.10	0.05	0.07	0.01	47.76
270	4.33	2.08	0.80	0.41	0.13	0.02		0.01							7.79
300	3.24	1.70	0.39	0.15	0.03										5.52
330	1.01	0.17	0.11	0.02											1.32
TOT (%)	<b>36.41</b>	<b>31.96</b>	<b>14.07</b>	<b>7.31</b>	<b>5.03</b>	<b>2.40</b>	<b>1.11</b>	<b>0.80</b>	<b>0.49</b>	<b>0.17</b>	<b>0.10</b>	<b>0.05</b>	<b>0.07</b>	<b>0.01</b>	<b>100.00</b>

Dalla Tabella sopra riportata si nota che nell’anno 2016, le onde sono comprese nei settori direzionali che vanno da 0 a 330°N; il 68% circa di queste onde presenta altezze minori o uguali a 1.0 m, il 3% circa delle onde ha un’altezza maggiore di 3.5 m e le onde più alte, appartenenti alla classe di 7.0 m e provenienti dalla direzione 240°N, si presentano con una frequenza di accadimento molto bassa, di circa lo 0.01%.

**Tabella 6.4: Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell’Altezza d’Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2017 (OLT, 2018)**

Hs (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	TOT (%)
Dir (°N)															
0	0.13	0.02	0.01	0.01											0.17
30	0.15	0.31	0.06												0.52
60	0.53	0.54	0.29												1.36
90	3.46	4.02	1.52	0.07											9.07
120	0.96	0.83	0.09												1.88
150	2.25	1.35	0.43	0.15											4.18
180	7.49	4.06	1.29	0.51	0.06	0.01		0.01	0.02	0.01					13.47
210	4.31	1.75	0.48	0.27	0.12	0.15	0.08	0.06	0.01						7.23
240	12.36	16.60	8.30	5.21	2.67	2.05	1.58	0.99	0.60	0.13	0.02				50.51
270	3.12	1.88	0.53	0.22	0.18	0.05	0.02	0.01	0.01						6.02
300	2.56	1.26	0.07	0.07	0.03										3.99
330	1.23	0.17	0.08	0.09	0.01										1.59
<b>TOT (%)</b>	<b>38.55</b>	<b>32.80</b>	<b>13.16</b>	<b>6.59</b>	<b>3.07</b>	<b>2.26</b>	<b>1.69</b>	<b>1.07</b>	<b>0.65</b>	<b>0.14</b>	<b>0.02</b>				<b>100.00</b>

Dalla Tabella sopra riportata si nota che nell’anno 2017, le onde sono comprese nei settori direzionali che vanno da 0 a 330°N; il 71% circa di queste onde presenta altezze minori o uguali a 1.0 m, il 3.6% delle onde ha un’altezza maggiore di 3.5 m e le onde più alte, appartenenti alla classe di 5.5 m e provenienti dalla direzione 240°N, si presentano con una frequenza di accadimento molto bassa, di circa lo 0.02%.

## 6.2 ECOSISTEMA MARINO

Il presente capitolo, tratto dal IV Rapporto Annuale (campagne 2016-2017) del “Piano di Monitoraggio dell’Ambiente Marino circostante il Terminale”, riporta i risultati delle attività di monitoraggio svolte dal CIBM (Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata “G. Bacci” di Livorno), commissionate da OLT:

- ✓ prima della realizzazione del Terminale;
- ✓ durante l’esercizio del Terminale.

La campagna ante operam (Bianco) è stata condotta tra l’Agosto e il Settembre dell’anno 2012 e tra il 21 e il 28 Settembre dell’anno 2013, periodo coincidente con il secondo survey dedicato alla fauna ittica bentonectonica.

Durante l’esercizio del Terminale le attività di monitoraggio sono state effettuate su base stagionale, nello specifico:

- ✓ in Autunno, negli anni 2013, 2014, 2015, 2016 (nel seguito tali periodi saranno indicati con gli acronimi A13, A14, A15 e A16);
- ✓ in Inverno, negli anni 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017 (nel seguito tali periodi saranno indicati con gli acronimi I13, I14, I15, I16 e I17);
- ✓ in Primavera, negli anni 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017 (nel seguito tali periodi saranno indicati con gli acronimi P13, P14, P15, I16 e P17);
- ✓ in Estate, negli anni 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017 (nel seguito tali periodi saranno indicati con gli acronimi E13, E14, E15, E16 e E17).

Nella seguente Figura è riportata l'area di studio e i punti di campionamento; l'origine degli assi rappresenta la posizione del Terminale.

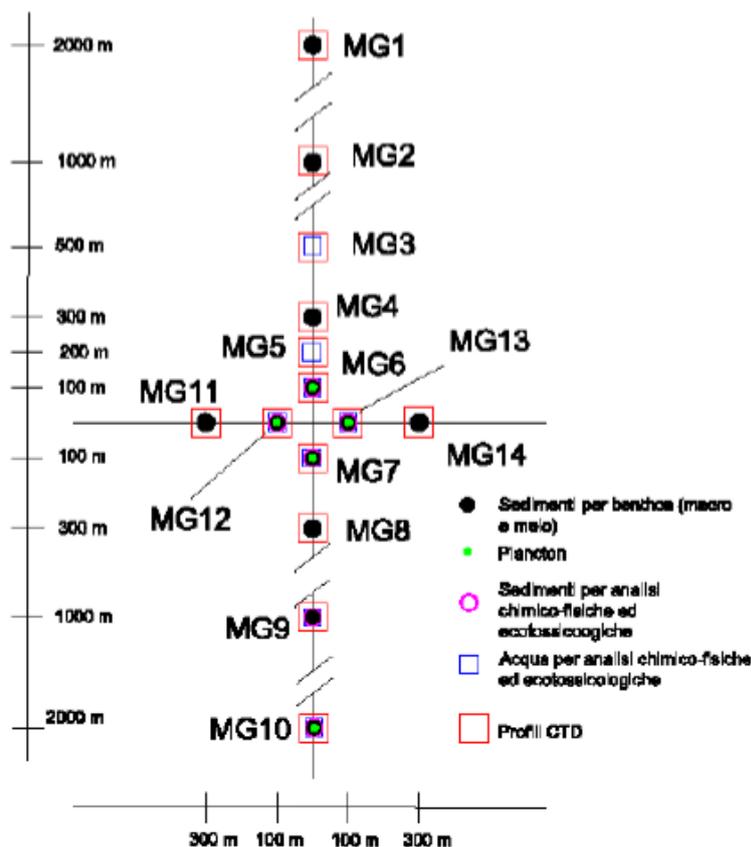


Figura 6.3: Disposizione dei Punti di Campionamento (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)

Le coordinate dei punti di campionamento sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 6.5: Coordinate Teoriche (WGS 84) dei Punti di Campionamento (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)

Punto di Campionamento	Latitudine N	Longitudine E	Punto di Campionamento	Latitudine N	Longitudine E
MG1	43° 39,745'	9° 59,348'	MG8	43° 38,503'	9° 59,327'
MG2	43° 39,205'	9° 59,339'	MG9	43° 38,125'	9° 59,321'
MG3	43° 38,935'	9° 59,334'	MG10	43° 37,585'	9° 59,312'
MG4	43° 38,827'	9° 59,333'	MG11	43° 38,667'	9° 59,107'
MG5	43° 38,773'	9° 59,332'	MG12	43° 38,663'	9° 59,256'
MG6	43° 38,719'	9° 59,331'	MG13	43° 38,685'	9° 59,399'
MG7	43° 38,611'	9° 59,329'	MG14	43° 38,659'	9° 59,553'

## 6.2.1 Acque Marine

### 6.2.1.1 Profili Idrologici

Secondo quanto riportato nel Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017 (Volume I, Paragrafo 2.3.1), i profili idrologici sono stati eseguiti nelle quattro stagioni di indagine ossia su base trimestrale tramite sonda Idromarambiente, modello MAR-3 dotata di sensori specifici per la determinazione dei seguenti parametri:

- ✓ Temperatura;
- ✓ Conduttività;
- ✓ Ossigeno;
- ✓ pH;
- ✓ Potenziale redox;
- ✓ Torbidità;
- ✓ Fluorescenza.

I profili sono stati eseguiti in corrispondenza delle No.14 stazioni posizionate nelle coordinate riportate nella Tabella 6.5 nel Paragrafo precedente.

#### 6.2.1.1.1 Temperatura

Nella Figura seguente si riportano i profili di temperatura ottenuti dalle campagne estive 2014-2017 e dalla campagna di Bianco (ante-operam) effettuata nell'Estate dell'Anno 2012 (E12): per ciascuna stazione sono stati utilizzati colori diversi.

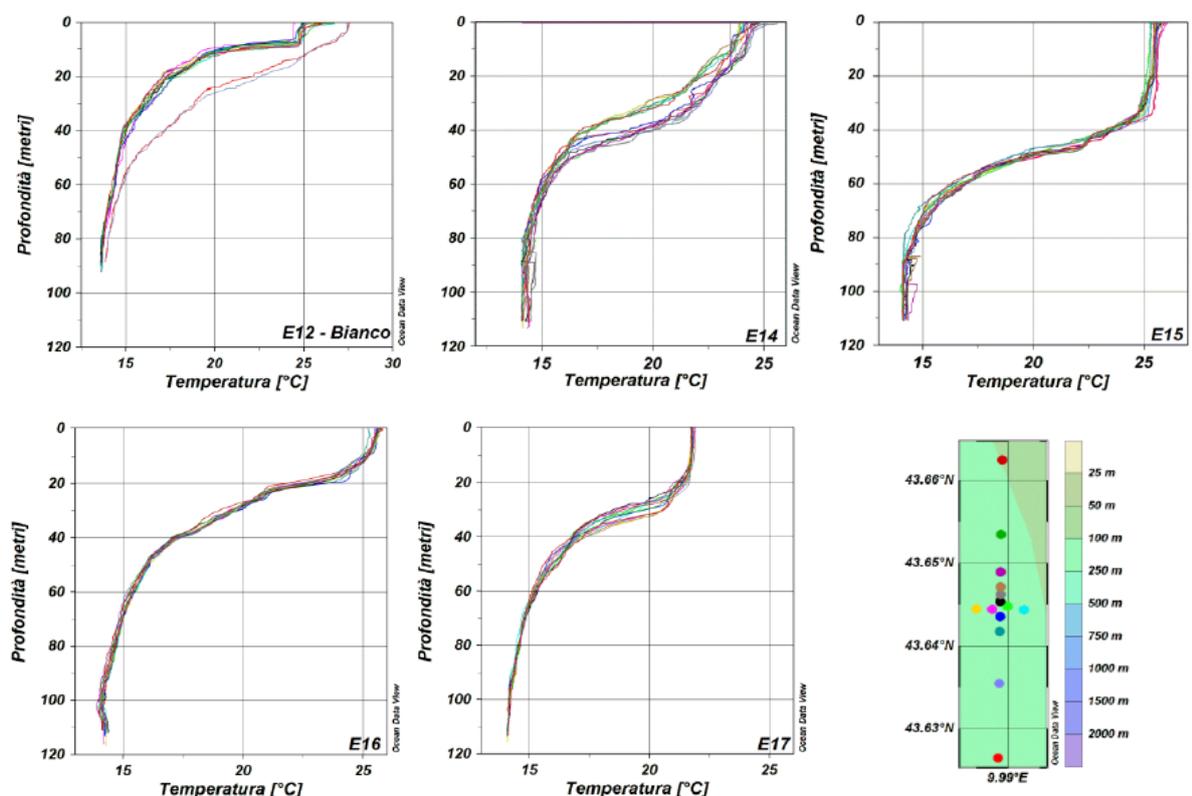


Figura 6.4: Confronto tra i Dati di Temperatura del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)

Nelle campagne estive la temperatura varia entro un range ampio, come tipicamente accade in questa stagione dell'anno, ossia tra 12.68 e 27.46°C lungo tutto il profilo batimetrico.

Le temperature massime e la profondità del termoclino subiscono qualche variazione tra un anno e l'altro, in ragione probabilmente della variazione della data di campionamento insieme con le differenti condizioni meteo del periodo estivo, che possono influenzare più o meno marcatamente il riscaldamento dello strato superficiale.

La temperatura della colonna d'acqua nello strato prossimo al fondo non mostra variazioni evidenti nei diversi anni, non essendo direttamente influenzata dal riscaldamento superficiale. Non si sono notate differenze marcate nel profilo di temperatura tra le diverse stazioni.

Si sottolinea che i profili verticali dei diversi parametri chimico fisici monitorati lungo la colonna d'acqua nelle stazioni vicine e lontane il Terminale non hanno presentato differenze sostanziali. Non sono state rilevate variazioni imputabili al posizionamento del rigassificatore.

#### 6.2.1.1.2 Salinità

Nella Figura seguente si riportano i profili di salinità ottenuti dalle campagne estive 2014-2017 e dalla campagna ante-operam del 2012 (Bianco-E12): come per la Temperatura, per ciascuna stazione sono stati utilizzati colori diversi.

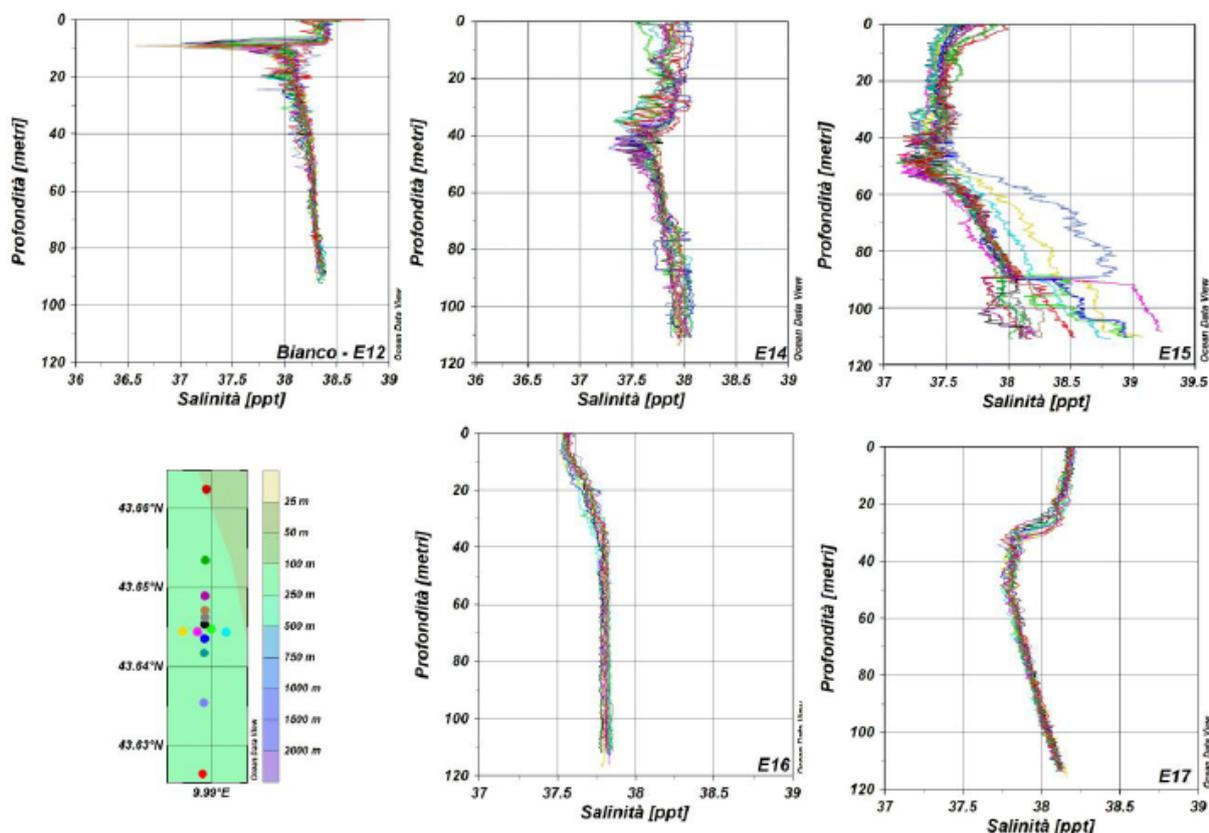


Figura 6.5: Confronto tra i Dati di Salinità del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)

Nelle cinque campagne estive (Estate 2012 "B", Estate 2014 "E14", Estate 2015 "E15", Estate 2016 "E16" ed Estate 2017 "E17") la salinità è variata tra 37.2 e 38.5 ppt.

Le stazioni non mostrano differenze significative, evidenziando l'omogeneità dell'area indagata durante il campionamento.

Alla profondità corrispondente al termoclino si osserva anche un cambio di salinità.

Tra i diversi anni sono state registrate differenze nel profilo verticale, dovute probabilmente, come già per il termoclino, al differente periodo d'indagine tra un'estate e l'altra.

La campagna effettuata nel 2015 (E15) presenta delle peculiarità rispetto ai campionamenti precedenti e successivi, tuttavia non riconducibili in alcun modo alla presenza dell'FSRU.

#### 6.2.1.1.3 PH

Nella Figura seguente si riportano i profili di pH ottenuti dalle campagne estive 2014-2017 e dalla campagna ante-operam del 2012 (Bianco-E12): come per i parametri descritti nei paragrafi precedenti, per ciascuna stazione sono stati utilizzati colori diversi.

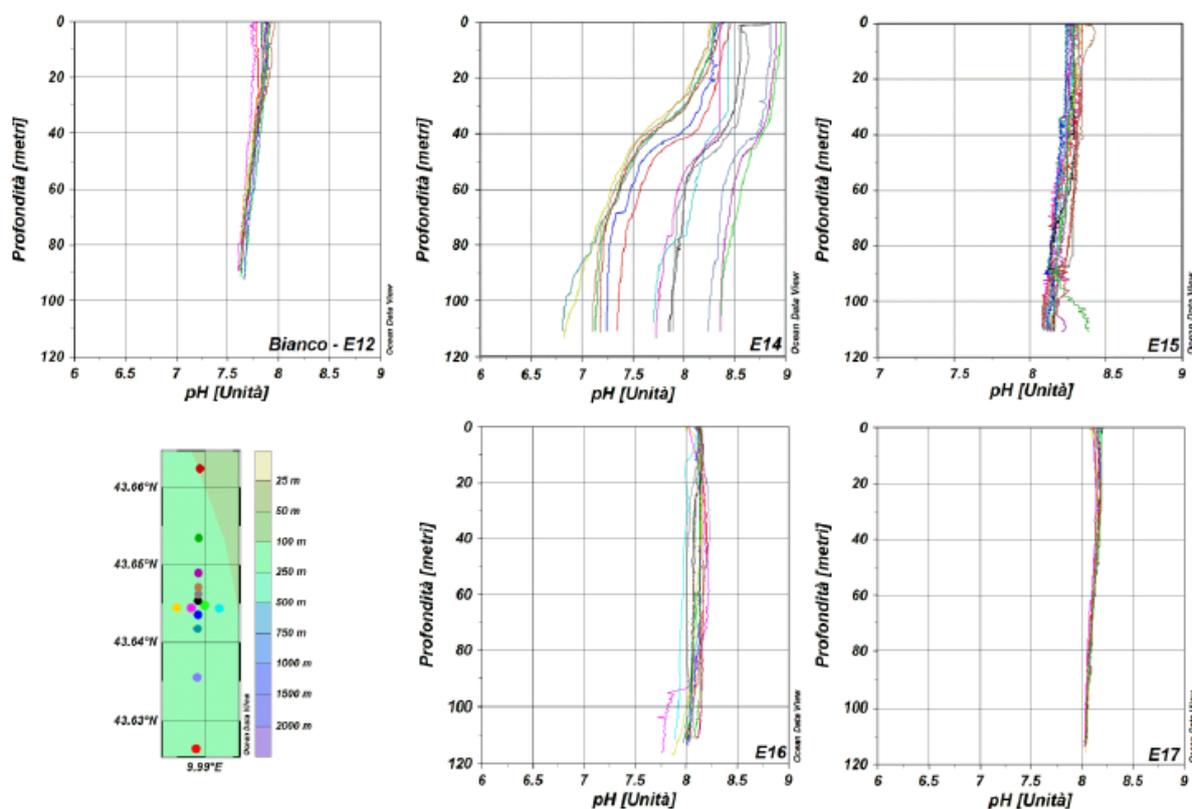
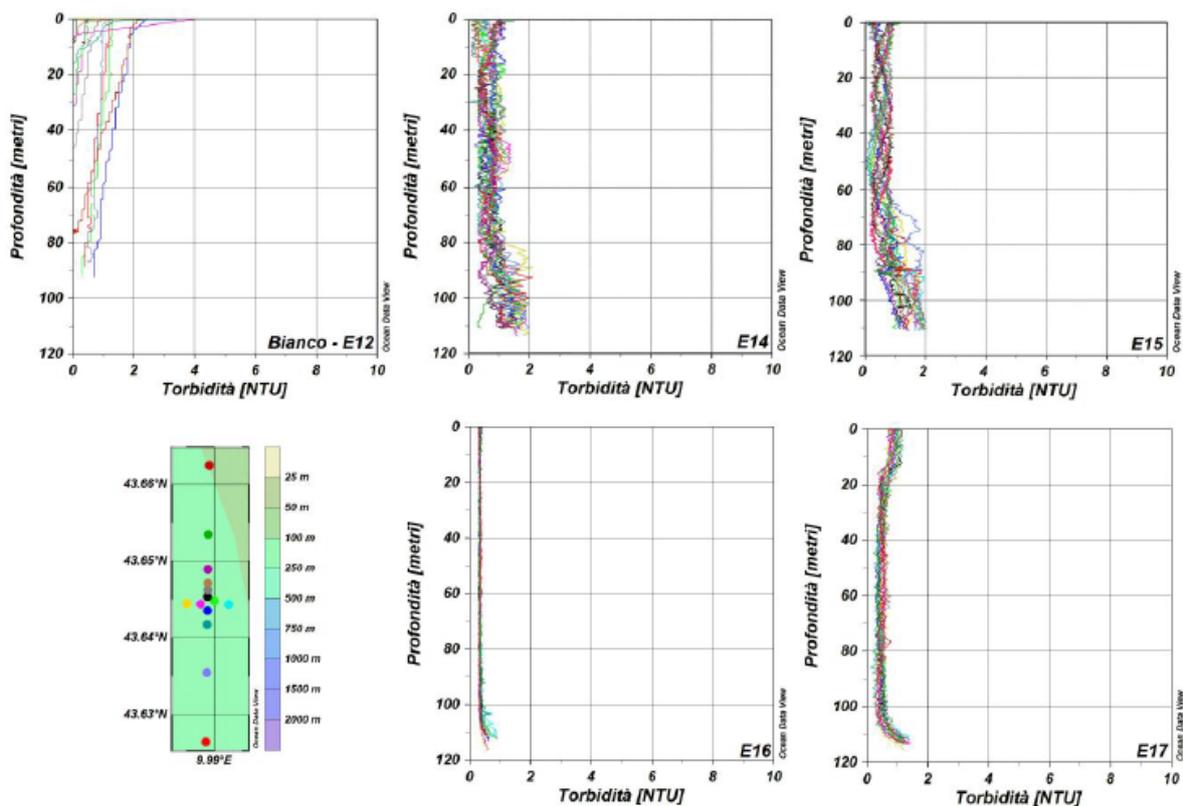


Figura 6.6: Confronto tra i Dati di pH del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)

I profili di pH, fatta eccezione per la campagna E14, i cui valori variano fra 7 e 9 unità, mostrano tutti andamenti e valori omogenei su tutta la colonna d'acqua uguali a quelli registrati nella campagna di Bianco E12. Non si è osservata disomogeneità tra le stazioni prossime all' FSRU e le altre.

#### 6.2.1.1.4 Torbidità

Nella Figura seguente si riportano i profili di Torbidità ottenuti dalle campagne estive 2014-2017 e dalla campagna ante-operam del 2012 (E12): come per i parametri descritti nei paragrafi precedenti, per ciascuna stazione sono stati utilizzati colori diversi.

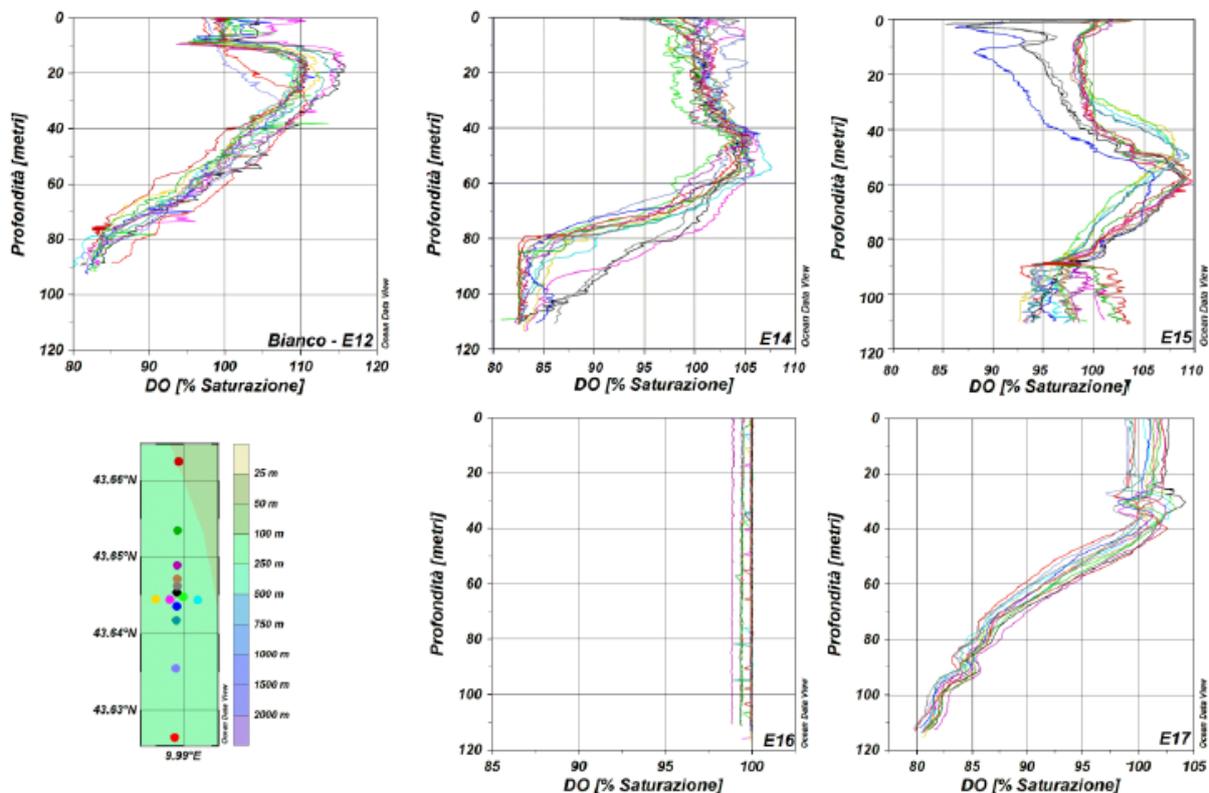


**Figura 6.7: Confronto tra i Dati di Torbidità del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

Per tutto il periodo di indagine, nelle campagne estive sono stati osservati valori bassi di torbidità, compresi per lo più tra 0 e 2 NTU, tendenti ad aumentare con l'aumentare della profondità in tutte le stazioni, indipendentemente dalla loro distanza dall'FSRU.

#### 6.2.1.1.5 Percentuale di Ossigeno Disciolto (DO%)

Nella Figura seguente si riportano i profili di DO% ottenuti dalle campagne estive 2014-2017 e dalla campagna ante-operam del 2012 (E12).



**Figura 6.8: Confronto tra i Dati di Percentuale di Ossigeno Disciolto (DO%) del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

Nella quasi totalità delle campagne estive (E12, E14, E15 ed E17) la Percentuale di Ossigeno Disciolto varia tra l'80% e il 116.9%; unica eccezione è rappresentata dall'Estate dell'anno 2016, in cui si assiste ad una variazione minima.

I livelli di ossigeno disciolto non hanno comunque evidenziato livelli di ossigenazione critici in nessuno dei periodi monitorati e sono sempre risultati ampiamente superiori ai livelli di ipossia (30-40%). Le variazioni interannuali rientrano nella normale variabilità stagionale dovute ai complessi processi chimico fisico- biologici che controllano i livelli di ossigenazione delle acque del mare.

#### 6.2.1.1.6 Clorofilla

Nella Figura seguente si riportano i profili di Clorofilla ottenuti dalle campagne estive 2014-2017 e dalla campagna ante-operam del 2012 (E12): come per i parametri descritti nei paragrafi precedenti, per ciascuna stazione sono stati utilizzati colori diversi.

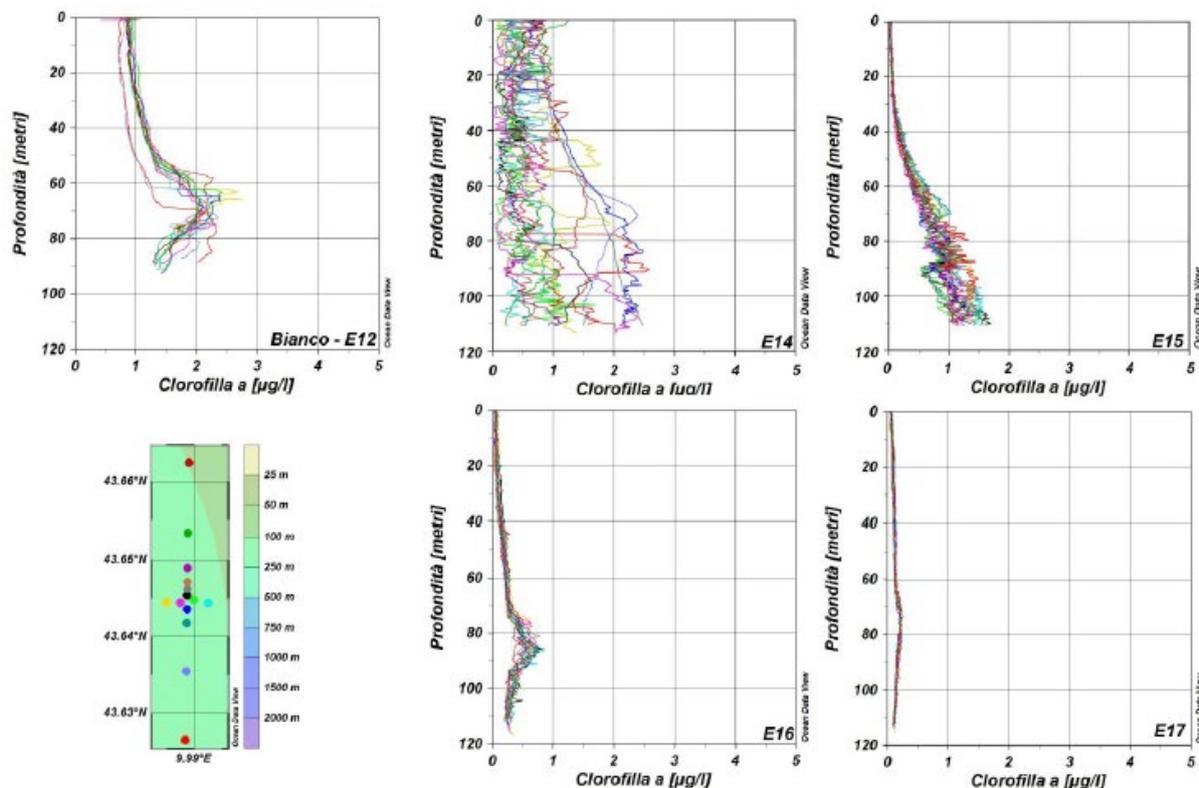


Figura 6.9: Confronto tra i Dati di Clorofilla a del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)

I valori di Clorofilla variano con la stagione e non evidenziano situazioni anomale o particolari trend da segnalare.

I valori di clorofilla registrati nelle campagne E14 e E15 mostrano andamenti simili al Bianco (E12), con valori crescenti dalla superficie (1 µg/l) al fondo (1.5-2.5 µg/l), mentre nelle campagne E16 ed E17 si registrano valori di clorofilla inferiori nell'intera area, indipendentemente dalla distanza dal Terminale.

#### 6.2.1.1.7 Potenziale Redox (ORP)

Nella Figura seguente si riportano i profili di Potenziale Redox ottenuti dalle campagne estive 2014-2017 e dalla campagna ante-operam del 2012 (E12): come per i parametri descritti nei paragrafi precedenti, per ciascuna stazione sono stati utilizzati colori diversi.

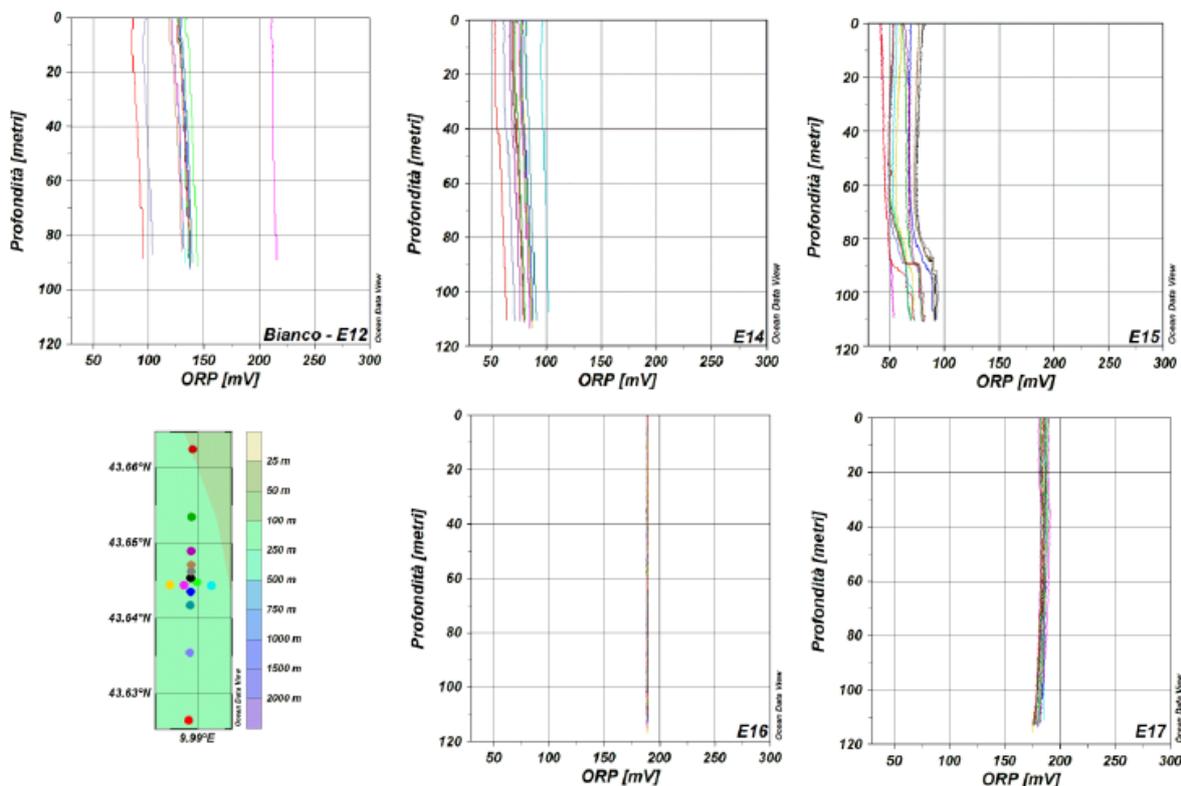


Figura 6.10: Confronto tra i Dati di Potenziale Redox (ORP) e delle Campagne Estive 2014-2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)

I valori del Potenziale Redox hanno un andamento omogeneo tra le diverse stazioni all'interno dello stesso campionamento, senza presentare anomalie nell'intorno dell'FSRU, mostrando invece un'elevata variabilità temporale.

I profili registrati durante la campagna di Bianco hanno mostrato andamenti differenti rispetto alle 4 campagne successive, con valori compresi fra 80 e 210 mV. Questi valori non variano tanto nel singolo profilo, ma piuttosto da stazione a stazione, ad indicare differenti situazioni ambientali. Mentre nelle campagne E14 e E15 i valori sono risultati compresi fra 50 e 100 mV, nelle restanti due campagne E16 e E17 i valori sono risultati omogenei per tutte le stazioni e pari a 185-190 mV.

#### 6.2.1.2 Caratteristiche Fisiche e Chimiche

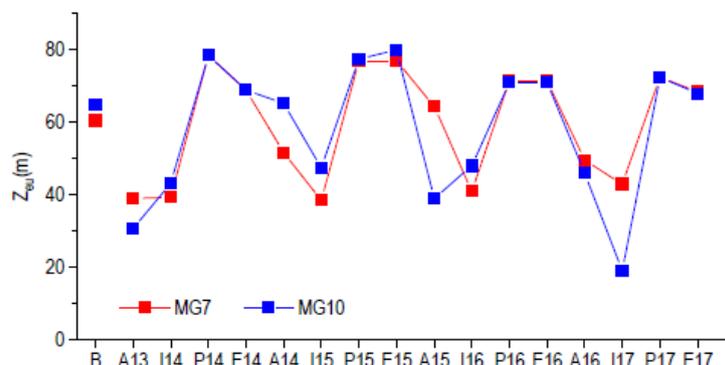
Secondo quanto riportato nel Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017 (Volume II, Paragrafo 7.1.2) nell'ambito dei monitoraggi svolti in ottemperanza a quanto prescritto dal MATTM e dall'ISPRA, sono stati indagati gli andamenti temporali osservati dal Bianco all'Estate 2017 dei seguenti parametri:

- ✓ irradianza e irradianza spettrale;
- ✓ nutrienti;
- ✓ solidi sospesi (TSM);
- ✓ sostanza organica particellata (POM);
- ✓ sostanza organica disciolta cromoforica (CDOM),
- ✓ clorofilla a (chl-a),
- ✓ diversità pigmentaria, per evidenziare i loro cambiamenti in relazione al tempo e alla stagione.

Nei seguenti paragrafi si riportano i risultati per ciascun parametro monitorato.

#### 6.2.1.2.1 Irradianza e Irradianza Spettrale

L'andamento delle profondità della Zeu (Profondità della Zona Eufotica: cioè la profondità alla quale arriva l'1% della radiazione PAR superficiale) nelle due stazioni scelte come esemplificative tra quelle a 100 m dal Terminale (MG7) e quelle a 2000 m (MG10), la cui posizione e le cui coordinate sono riportate rispettivamente in Figura 6.3 e in Tabella 6.5, è raffigurato nella seguente Figura.



**Figura 6.11: Variazione della Profondità (m) della Zona Eufotica (Zeu) nelle Due Stazioni Rappresentative, per Tutte le Campagne Effettuate (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

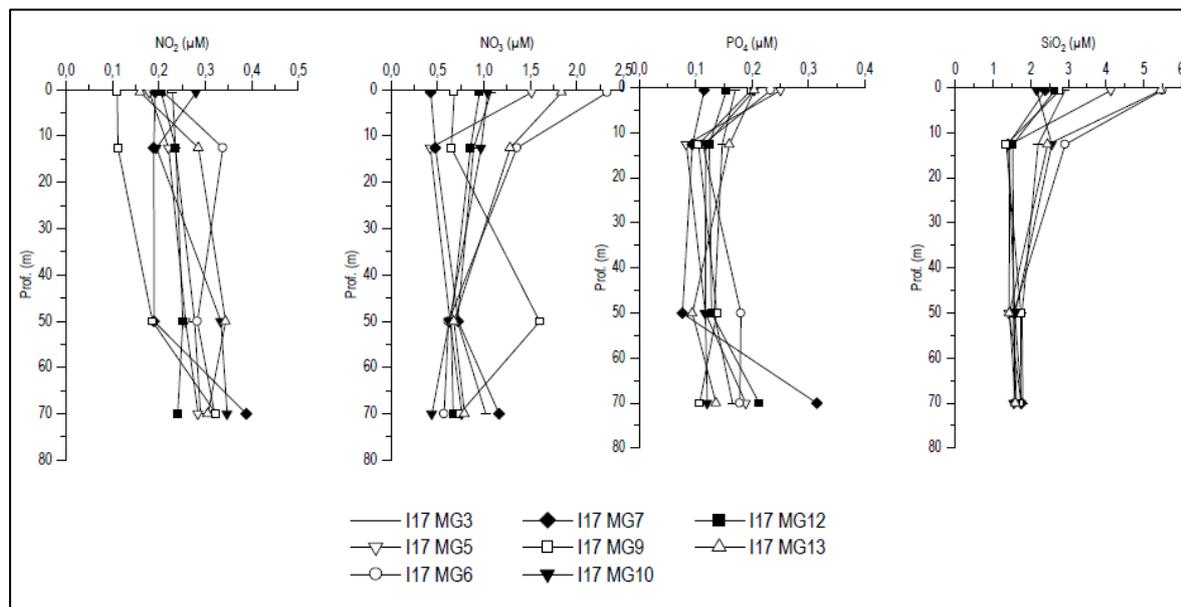
La Figura sopra riportata mostra la regolarità delle variazioni stagionali della Zona Eufotica, con massimi primaverili-estivi che si collocano nello strato compreso tra i 70 e gli 80 m e minimi maggiormente variabili in Autunno-Inverno che oscillano nello strato 15 - 35 m.

Questo andamento stagionale è quello atteso in condizioni naturali in relazione alla maggiore o minore concentrazione delle componenti che attenuano la luce. In particolare le massime attenuazioni si hanno in relazione all'aumento dell'assorbimento della luce dovuto alle fioriture fitoplanctoniche che avvengono nelle acque superficiali in autunno-inverno.

#### 6.2.1.2.2 Nutrienti Inorganici, TSM (solidi sospesi), POM (particellato organico) e CDOM

Per quanto riguarda i nutrienti inorganici disciolti (DIN, PO<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub>), la principale fonte di variabilità, è rappresentata dai fattori temporali, sia stagionale che interannuale (Rapporto annuale CIBM, 2016-2017, Volume II, Paragrafo 7.1.2): le massime concentrazioni di DIN (nitrati + nitriti) e di PO<sub>4</sub> sono state rilevate in Autunno ed in Inverno.

La seguente Figura mostra i profili delle concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti: NO<sub>2</sub> (nitriti), NO<sub>3</sub> (nitrati), PO<sub>4</sub> (fosfati) e SiO<sub>2</sub> ottenuti sulla base dei risultati ottenuti dalla campagna I17.



**Figura 6.12: Profili delle Concentrazioni dei Nutrienti Inorganici Disciolti: NO<sub>2</sub> (Nitriti), NO<sub>3</sub> (Nitrati), PO<sub>4</sub> (Fosfati), SiO<sub>2</sub> (Silicati) relativi alla Campagna dell'Inverno 2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

Le concentrazioni medie della campagna sono:

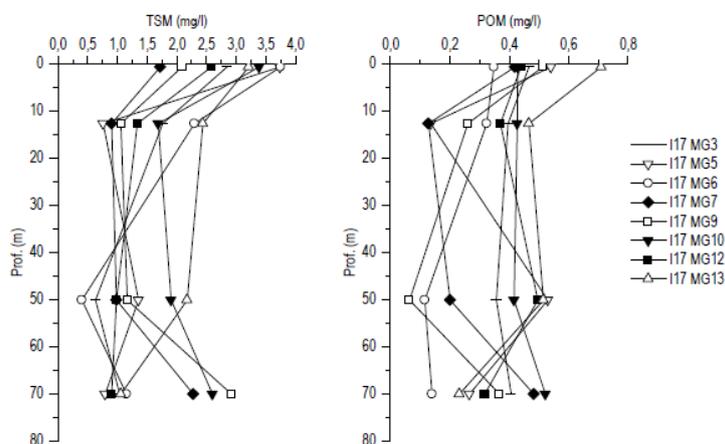
- ✓ 0.248 µM per gli NO<sub>2</sub>;
- ✓ 0.923 µM per gli NO<sub>3</sub>;
- ✓ 0.151 µM per i PO<sub>4</sub>;
- ✓ 2.223 µM per l'SiO<sub>2</sub>.

La distribuzione verticale dei nitriti si presenta omogenea, salvo l'aumento a 70 m nei punti di campionamento MG7 e MG9, mentre per gli altri nutrienti, sono più evidenti massimi superficiali. I silicati raggiungono concentrazioni particolarmente elevate in MG5, IMG6 e MG13, con rispettivamente 4.14, 5.49 e 5.46 µM.

Stesso andamento si ha per i fosfati e per i nitrati; per questi ultimi con l'eccezione di quanto risulta in corrispondenza del punto MG9 che presenta una concentrazione massima (pari a 1.59 µM) a 50 m.

In corrispondenza della stazione MG6 è stato riscontrato il valore minimo, pari a 0.398 mg/l a 50 m di profondità ed il valore massimo pari a 3.744 mg/l in superficie.

Nella seguente Figura si riportano i profili delle concentrazioni dei solidi sospesi (TSM) e delle concentrazioni di particolato organico (POM) relativi alla campagna invernale I17.

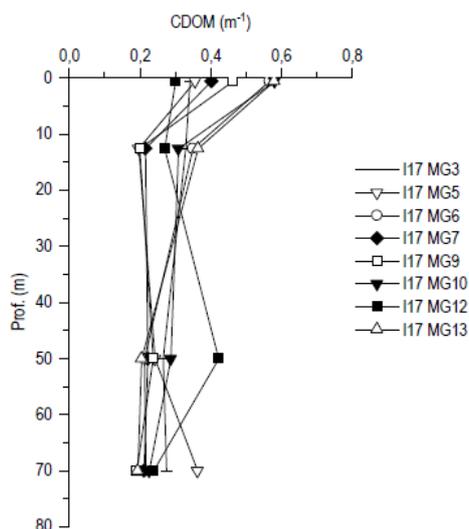


**Figura 6.13: Profili delle Concentrazioni dei Solidi Sospesi (TSM) relativa alla Campagna d’Inverno 2017 (IV Rapporto annuale CIBM, 2016-2017)**

Nell’Inverno del 2017 è stato riscontrato un valore medio generale di Materiale Totale Sospeso (TSM) pari a 1.807 mg/l; il più alto rispetto a quello misurato nelle altre campagne invernali.

I profili di TSM mostrano che la maggior parte delle stazioni presenta concentrazioni massime in superficie e minime tra 12.5m e 50 m. Alcune stazioni hanno andamenti lievemente differenti come nei punti MG7 e MG9 che presentano un aumento a 70 m e in MG12 e in MG13 con minimi profondi. La concentrazione della frazione organica del TSM (POM) è in media di 0.368 mg/l con minimo di 0.064 mg/l in MG9 a 50 m e massimo di 0.709 mg/l in MG13 a 0.5 m. I profili di POM mostrano che le concentrazioni massime si trovano principalmente in superficie e le concentrazioni minime si trovano tra 12.5 m e 50 m (iMG13 il minimo è a 70m). I valori si mantengono comunque entro i massimi superficiali.

Nella seguente Figura si riportano i profili delle concentrazioni di CDOM relativi alla campagna invernale I17.



**Figura 6.14: Profili delle Concentrazioni Sostanza Organica Disciolta Cromoforica (CDOM)relativi alla Campagna d’Inverno 2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

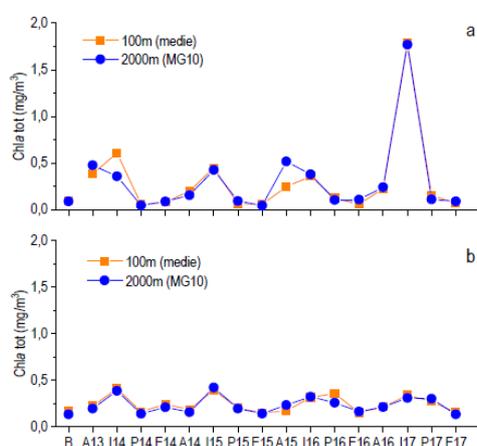
Gli assorbimenti della Sostanza Organica Disciolta Cromoforica a 325 nm sono risultati in media  $0.307 \text{ m}^{-1}$  e sono variati da un minimo di  $0.1909 \text{ m}^{-1}$  in MG9 a 70 m ad un massimo di  $0.581 \text{ m}^{-1}$  in MG10 a 0.5 m.

I profili batimetrici di CDOM hanno andamento piuttosto omogeneo tra le stazioni e lungo la colonna d'acqua con massimi superficiali e minimi a 70 m: quest'andamento non si verifica in MG5 e in MG12 che presentano massimi tra 50 e 70 m e in MG5, MG3 e in MG6 che mostrano invece minimi tra 12.5 m e 50 m.

Il Rapporto Annuale 2018 del Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino sottolinea che le concentrazioni dei TSM, dei POM e dei CDOM risultano comunque di carattere oligo-mesotrofico, non sono dunque evidenti alterazioni dovute all'attività del Terminale (Rapporto annuale CIBM, 2016-2017, Volume II, Paragrafo 7.1.2).

### 6.2.1.2.3 Clorofilla e Diversità Pigmentaria

La seguente Figura analizza gli andamenti temporali delle concentrazioni medie della Clorofilla (chl-a) per campagna in corrispondenza delle stazioni MG6, MG7, MG12 e MG13 poste ad una distanza pari a 100 m dal Terminale, e in corrispondenza della stazione MG10 a 2000 m dal terminale; il primo grafico (a) è relativo ad una fascia di profondità compresa tra 0 e 12.5 metri, il secondo (b) ad una fascia di profondità compresa tra 50 e 70 metri.



**Figura 6.15: Andamenti Temporali delle Concentrazioni della chl-a Medie, per Campagna relative alle 4 Stazioni (MG6, MG7, MG12, MG13) più vicine al Terminale (100m) e alla Stazione a 2000 m (MG10); a) Strato 0-12,5 m; b) 50-70 m (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

Come evidente nella Figura sopra riportata, le concentrazioni della chl-a, proxy della biomassa fitoplanctonica, seguono variazioni stagionali ben definite e regolari indipendentemente dalla distanza dal Terminale, con massimi invernali, fra i quali spicca quello di I17 che raggiunge valori molto elevati (di circa  $4 \text{ mg/m}^3$ ), e minimi primaverili ed estivi. La distribuzione verticale di chl-a presenta i massimi assoluti in superficie in inverno e relativi in profondità in estate.

Queste variazioni stagionali e lungo le profondità sono relazionate all'ecologia delle comunità fitoplanctoniche che, alle latitudini dell'area di interesse, seguono un ciclo stagionale di accrescimento conseguente alle dinamiche di mescolamento (arricchimento nutrizionale nelle acque superficiali) e stratificazione della colonna d'acqua (separazione dello strato superficiale impoverito di nutrienti).

Anche la composizione pigmentaria varia stagionalmente e con contributi relativi diversi lungo le profondità; tali variazioni sono comunque riconducibili alle caratteristiche della successione stagionale delle comunità fitoplanctoniche.

### 6.2.1.2.4 Tensioattivi, Cloroderivati e Analisi Microbiologiche

Per i tensioattivi non ionici, gli idrocarburi totali ed i cloroderivati non sono state osservate anomalie degne di nota nel corso delle campagne effettuate.

Per quanto riguarda i tensioattivi anionici, i dati suggeriscono che questi contaminanti esibiscono le concentrazioni più elevate durante le stagioni invernali, indipendentemente dalla stazione e dalla profondità considerata. I valori assoluti sono diffusamente bassi.

Non sono mai stati rilevati segnali di contaminazione fecale (Rapporto annuale CIBM, 2016-2017, Volume II, Paragrafo 7.1.2).

#### 6.2.1.3 Saggi Ecotossicologici su Campioni di Acqua

I prelievi delle acque per i test ecotossicologici sono stati effettuati nell'Inverno 2017 e nell'Estate 2017 in 6 stazioni (MG3, MG5, MG6, MG7, MG13, MG12) più due controlli (MG9, MG10) le cui coordinate sono riportate in Tabella 6.5.

I test sono stati eseguiti in corrispondenza di 3 livelli batimetrici 0,5, 12,5 e 50 m.

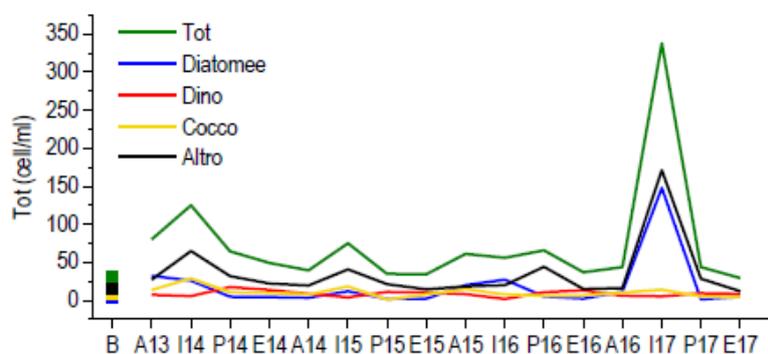
I risultati dei saggi biologici riportati hanno evidenziato un miglioramento complessivo del grado di tossicità nell'Estate dell'anno 2017 rispetto a quello relativo alla Campagna Ante Operam (Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017, Volume II, Paragrafo 7.1.3).

#### 6.2.1.4 Fitoplancton

Sono state analizzate le abbondanze fitoplanctoniche totali e dei seguenti quattro gruppi:

- ✓ Diatomee;
- ✓ Dinoflagellati;
- ✓ Coccolitofori;
- ✓ Altro.

La Figura seguente mostra i dati osservati durante il ciclo stagionale delle densità fitoplanctoniche totali e dei quattro raggruppamenti tassonomici principali durante i quattro anni indagati.



**Figura 6.16: Variazione Stagionale delle Densità Cellulari Medie Totali per Campagna e dei Diversi Gruppi Fitoplanctonici (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

Dall'analisi della Figura sopra riportata è evidente un andamento stagionale coerente con quanto atteso dalle variazioni temporali del fitoplancton nelle acque liguri-tirreniche; si hanno quindi massimi di abbondanza nei periodi invernali e minimi in quelli estivi-autunnali. Si evidenzia, inoltre, che negli anni si verificano variazioni sia quantitative nell'ampiezza dei massimi, sia nella forma dell'andamento che riguarda soprattutto le stagioni primavera ed autunno. In particolare in A13 e A15 la fase di aumento verso il massimo invernale sembra anticipata rispetto ad altri anni come in A14 e in A16 durante i quali le densità si mantengono intorno a livelli tipicamente estivi.

Nei momenti di maggiore abbondanza dominano diatomee (aumentano in inverno e autunno nei campioni superficiali) e il gruppo "Altro", comprensivo in una grande varietà di classi di nanoflagellati, che rimane dominante anche in altre stagioni, rivelando una notevole diversità.

### 6.2.1.5 Zooplancton

Dall'analisi dei dati ottenuti durante le campagne di monitoraggio e riportati nel Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017, Volume II, Paragrafo 7.1.4.2, è emerso che i popolamenti zooplanctonici variano in funzione della stagione e della profondità, che sono i fattori più importanti che influenzano la dinamica di questo comparto biotico.

Nel corso delle stagioni si avvicendano specie con cicli riproduttivi differenti, con picchi demografici che variano alla variare della stagione. I cambiamenti riguardano sia le caratteristiche compositive (ossia il corteggio faunistico) sia quelle strutturali (ossia i rapporti quantitativi tra le specie). Ne è un esempio il copepode calanoide *Nannocalanus minor* che mostra un picco di abbondanza in estate, e viene sostituito dal copepode cyclopoide *Oithona plumifera* che, invece, mostra un picco di abbondanza in inverno. Analogamente, nel caso dell'ittioplancton, è stata osservata l'alternanze estivo - invernale di *Engraulis encrasicolus* (acciuga) e *Sardina pilchardus* (sardina), la prima abbondante in estate, la seconda dominante in inverno.

Per la componente meroplanctonica, che include molti gruppi sistematici diversi fra loro per durata e numero di fasi larvali, è stata individuata una variazione interstagionale anch'essa legata ai cicli riproduttivi di alcuni gruppi. Gli echinodermi per esempio e, in particolare le larve di echinoidi regolari e irregolari, sono presenti in estate sulle fasce più superficiali della colonna d'acqua, mentre diminuiscono nel periodo invernale concentrandosi maggiormente a profondità più elevate.

Così come per la stagione, anche le differenti fasce di profondità investigate mostrano composizioni differenti nel popolamento associato. I risultati hanno suggerito che soprattutto la presenza di termoclini stagionali e il sistema locale di correnti persistenti in questo settore del Mar Mediterraneo (di direzione sud-nord), influenzano fortemente la distribuzione degli organismi planctonici. In particolare sono state evidenziate differenze tra campioni profondi e superficiali orizzontali, ma anche tra la fascia intermedia (– 50 m e la superficie) e i retinaggi orizzontali.

## 6.2.2 Sedimenti

Nei seguenti paragrafi si riporta una descrizione delle caratteristiche chimico fisiche, microbiologiche e dello stato ecotossicologico dei sedimenti monitorati nell'area di interesse.

Per una corretta interpretazione dei dati occorre premettere che l'area in cui è collocato il Terminale è stata in passato sede di sversamenti dei fanghi di dragaggio portuale; pertanto, la tessitura dei sedimenti e le concentrazioni dei contaminanti hanno mostrato un'elevata variabilità spaziale e hanno esibito tenori talvolta maggiori del livello chimico di base indicato nel Manuale per la Movimentazione dei Sedimenti marini (ICRAM, APAT, MATTM) o del Livello Chimico di Riferimento Nazionale riportato nel D.M. 173/2016 (Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017, Volume II, Paragrafo 7.2).

### 6.2.2.1 Caratteristiche Fisiche, Chimiche e Microbiologiche

Il sedimento per le analisi fisiche, chimiche, eco tossicologiche e microbiologiche è stato campionato nell'estate 2017 mediante box corer, prelevando da ciascun campione i primi 2cm. Il prelievo dei sedimenti è stato effettuato in 4 stazioni (MG6, MG7, MG13, MG12) e due controlli (MG9, MG10) la cui localizzazione è raffigurata in Figura 6.3 e le cui coordinate sono riportate in Tabella 6.5 (Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017, Volume I, Paragrafo 2.4).

#### 6.2.2.1.1 Analisi Granulometrica

Le caratteristiche granulometriche sono decisamente variabili da stazione a stazione, anche in corrispondenza dell'area nell'intorno dell'FSRU.

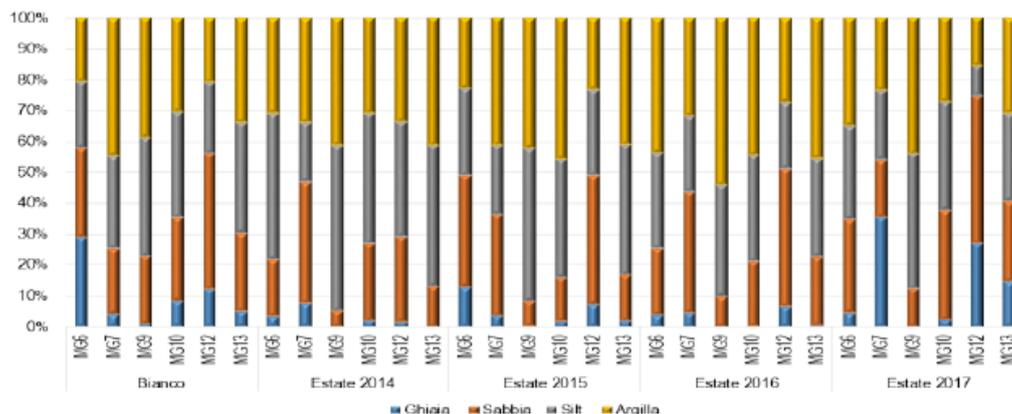
La seguente tabella riporta la ripartizione delle principali classi granulometriche e la relativa classificazione dei sedimenti in corrispondenza dellre 4 stazioni MG6, MG7, MG13, MG12 e dei due controlli MG9 e MG10.

**Tabella 6.6: Ripartizione delle Principali Classi Granulometriche e relativa Classificazione dei Sedimenti (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

	Ghiaia	Sabbia	Silt	Argilla	Classificazione secondo Shepard
E17 MG6	4,5	30,3	30,3	35	Loam
E17 MG7	35,3	18,7	22,5	23,5	Silt argilloso
E17 MG9	-	12,4	43,7	43,9	Argilla siltosa
E17 MG10	2,2	35,4	35,1	27,2	Loam
E17 MG12	26,9	47,6	9,9	15,5	Sabbia siltosa
E17 MG13	14,6	26	28,3	31	Loam

Nelle stazioni MG6 e MG13, la ghiaia rappresenta una piccola percentuale del campione, mentre sabbia, silt e argilla sono presenti in percentuali paragonabili. In MG12 la maggior parte del sedimento è costituito da sabbia e in buona parte da ghiaia, mentre il silt rappresenta circa il 15% del campione, affiancato da una piccola percentuale di argilla. In MG7 la ghiaia è la frazione dominante del campione, costituendone più del 30%. La restante parte è equamente ripartita tra le altre frazioni. Nella stazione MG9 oltre l'80% del campione è ripartito da argilla e silt, affiancati da una modesta percentuale di sabbia. Nella stazione MG10 sabbia, silt e argilla sono presenti in percentuali paragonabili, mentre la ghiaia costituisce una percentuale trascurabile.

La seguente Figura mostra un andamento delle principali classi granulometriche nei sedimenti campionati durante la campagna ante operam (di Bianco) nell'Estate del 2012 e nelle successive campagne estive E14, E15, E16, E17).



**Figura 6.17: Principali Classi Granulometriche nei Sedimenti (Ghiaia- Sabbia, Silt, Argilla) Campionati durante la Campagna di Bianco (E12) e nelle Successive Campagne Estive (E14, E15, E16, E17) (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

I sedimenti indagati mostrano un'elevata variabilità spaziale senza seguire un andamento temporale ben definito o riconducibile alla presenza del rigassificatore; una probabile spiegazione è legata al fatto che l'area è stata sede di sversamenti di fanghi portuali con conseguente deposito di strati di sedimenti molto eterogeneo, incrementando la variabilità tessiturale dell'area. I cambiamenti hanno interessato maggiormente le stazioni prossime all'FSRU rispetto ai controlli (MG9, M10) dove sono state osservate variazioni di pochi punti percentuali, fino ad un massimo del 15%.

Nell'ultima campagna (E17) è stato riscontrato un diffuso incremento della componente ghiaiosa nelle stazioni prossime all'FSRU (tranne che in corrispondenza della stazione MG6).

#### 6.2.2.1.2 Metalli

La seguente tabella riporta:

- ✓ le concentrazioni dei metalli rilevate nelle sei stazioni di prelievo;
- ✓ il Livello Chimico di Base (LCB);
- ✓ il Livello Chimico Limite (LCL);
- ✓ lo Standard di Qualità (SQ);
- ✓ e il Livello Chimico di Riferimento Nazionale (LCRN).

I dati sono espressi in mg/kg tranne Al e Fe espressi in %.

In neretto sono indicati i valori maggiori di SQ o di LCRN, in verde quelli maggiori di LCB, in rosso quelli maggiori di LCL.

**Tabella 6.7: Campagna Estate 2017: Concentrazione dei Metalli  
(IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

	Al	Fe	As	Ba	Cr tot	Cu	Cd	Mn	Hg	Ni	Pb	Zn
E17 MG6	3,41	3,33	27,20	81,47	106,96	35,51	0,0704	719,586	0,2667	72,23	28,82	111,66
E17 MG7	2,82	3,19	30,18	70,12	94,36	29,07	0,0515	1099,33	0,2642	69,56	31,15	104,03
E17 MG9	2,68	3,47	34,35	47,79	92,77	31,65	0,0489	1224,26	0,2914	79,79	33,26	109,29
E17 MG10	2,22	2,80	22,23	43,90	79,31	23,58	0,0570	656,609	0,1544	64,05	21,31	78,92
E17 MG12	1,09	1,79	21,18	26,32	45,83	15,91	0,0448	710,89	0,1073	37,53	16,18	57,13
E17 MG13	2,37	3,01	24,43	60,60	87,38	32,81	0,0926	883,53	0,2628	70,31	26,52	106,52
S.Q.	-	-	12	-	50	-	0,30	-	0,30	30	30	-
LCRN	-	-	12	-	50	40	0,30	-	0,30	30	30	100
LCB	-	-	25	-	100	40	0,35	-	0,40	70	40	100
LCL	-	-	32	-	360	52	0,80	-	0,80	75	70	170

I risultati mostrano una sostanziale omogeneità delle concentrazioni dei metalli nelle sei stazioni di prelievo.

Si segnala che le concentrazioni di arsenico sono superiori all'SQ del D.M. 260/2010 ed al LCRN in tutte le stazioni, con superamento dell'LCB nelle stazioni MG6, MG7 ed MG9.

I tenori di cromo risultano diffusamente elevati, con evidente variabilità spaziale nell'area prossima all'FSRU dove sono stati registrati sia il valore massimo, in corrispondenza della stazione MG6, sia quello minimo, in MG12, nell'Estate 2017.

I tenori di zinco risultano diffusamente elevati, con evidente variabilità spaziale nell'area prossima all'FSRU dove sono stati registrati sia il valore massimo (in MG6) sia quello minimo (in MG12) di questo periodo.

Risultano diffusamente elevati anche i tenori di nichel che esibisce il minimo in MG12 e il massimo in MG9 dove il valore supera l'LCL.

Per nessun metallo investigato si individuano pattern spaziali relazionabili alla presenza del Terminale.

#### 6.2.2.1.3 Composti Organici

Nella seguente Tabella si riportano:

- ✓ i dati di concentrazione dei contaminanti organici nei sedimenti campionati nell'estate dell'anno 2017;
- ✓ gli Standard di Qualità (SQ D.M. 260/2010);
- ✓ il Livello Chimico di Base (LCB) e il Livello Chimico Limite (LCL) tratti dal Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini (APAT, ICRAM, MATTM, 2006);
- ✓ il Limite Chimico di Riferimento Nazionale (DM 173/2016) (LCRN).

I valori sono tutti espressi in mg/kg.

In neretto sono indicati i valori maggiori di SQ o di LCRN, in verde quelli maggiori di LCB, in rosso quelli maggiori di LCL.

**Tabella 6.8: Concentrazione dei Contaminanti Organici nei Sedimenti Campionati nell'Estate 2017 [mg/kg] (IV Rapporto annuale CIBM, 2016-2017)**

	E17 MG6	E17 MG7	E17 MG9	E17 MG10	E17 MG12	E17 MG13	S.Q	LCB/PP	LCL	LCRN
<b>Idrocarburi policiclici aromatici (mg /kg)</b>										
Acenaffene	0,004	0,006	0,007	0,006	0,008	0,012		0,007	0,089	
Acenaffilene	0,010	0,012	0,007	0,003	0,008	0,019				
Antracene	0,016	0,018	0,010	0,007	0,021	0,035	0,045	0,047	0,245	0,024
Benzo (a) antracene	0,038	0,055	0,023	0,018	0,129	0,079		0,075	0,693	0,075
Benzo (a) pirene	0,007	0,005	0,003	0,002	0,012	0,016	0,030	0,080	0,763	0,030
Benzo (b) fluorantene	0,159	0,099	0,065	0,039	0,238	0,364	0,040	0,040		0,040
Benzo (g, h,i) perilene	0,003	0,002	0,001	< 0,001	0,005	0,007	0,055	0,055		0,055
Benzo (k) fluorantene	0,052	0,036	0,022	0,015	0,083	0,119	0,020	0,020		0,020
Crisene	0,049	0,064	0,032	0,025	0,148	0,104		0,108	0,846	0,108
Dibenzo (a, h) antracene	0,003	0,002	0,002	0,002	0,004	0,004		0,006	0,135	
Fenantrene	0,018	0,028	0,013	0,013	0,024	0,040		0,087	0,544	0,087
Fluorantene	0,057	0,117	0,036	0,032	0,198	0,131	0,110	0,113	1,494	0,110
Fluorene	0,009	0,009	0,008	0,008	0,011	0,015		0,021	0,144	0,021
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	0,005	0,004	0,002	0,001	0,008	0,011		0,070		0,070
Naftalene	0,029	0,036	0,071	0,035	0,050	0,063	0,035	0,035	0,391	0,035
Pirene	0,062	0,092	0,032	0,023	0,187	0,136		0,153	1,398	0,153
<b>IPA Totali</b>	<b>0,519</b>	<b>0,586</b>	<b>0,333</b>	<b>0,229</b>	<b>1,132</b>	<b>1,154</b>	<b>800</b>	<b>0,900</b>	<b>4,000</b>	
<b>Idrocarburi C&lt;10 (mg/kg)</b>	<b>&lt; 0,5</b>									
<b>Idrocarburi C10-C40 (mg/kg)</b>	<b>38,0</b>	<b>19,0</b>	<b>22,3</b>	<b>19,8</b>	<b>34,6</b>	<b>53,8</b>				
<b>Composti organostannici</b>										
Composti Organostannici (come Stagno) (mg/kg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003				
Dibutilstagno (mg/kg)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001				
Monobutilstagno (mg/kg)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001				
Tributilstagno (mg/kg)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001				
<b>Carbonio organico totale (TOC) (mg/kg)</b>	<b>9390</b>	<b>9090</b>	<b>7820</b>	<b>8370</b>	<b>4100</b>	<b>8930</b>				

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) esibiscono, nel complesso, concentrazioni basse e tutte inferiori al Livello Chimico Limite(LCL), sebbene siano stati osservati alcuni superamenti degli standard di qualità, dell'LCL e dei Livelli Chimici di Riferimento Nazionale (LCRN).

I tenori di benzo (b) fluorantene ed di benzo (k) fluorantene risultano maggiori dell'SQ (e quindi dell'LCB e dell'LCRN) in tutti i siti, tranne che in MG10. Il naftalene supera questi limiti ovunque, tranne in MG6 e in MG10.

Infine, sporadici sforamenti sono stati osservati per benzo(a) antracene (MG12, MG13), crisene (MG12), fluorantene (MG7, MG12, MG13) e pirene (MG12).

Nel complesso, i siti maggiormente contaminati risultano essere MG12 ed MG13, dove gli IPA totali hanno superato l'LCB.

Gli Idrocarburi C10-C40 mostrano ovunque tenori modesti.

#### 6.2.2.1.4 Cloroderivati

Nella seguente Tabella sono riportate le concentrazioni dei composti cloro derivati nei sedimenti campionati nell'Estate 2017.

**Tabella 6.9: Concentrazione dei Composti Cloro derivati nei Sedimenti Campionati nell'Estate 2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

	E17 MG6	E17 MG7	E17 MG9	E17 MG10	E17 MG12	E17 MG13
<b>Acidi Aloacetici (µg/kg)</b>						
Dalapon	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Acido Dibromoacetico	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Acido Tribromoacetico	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Acido Monobromoacetico	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Acido Bromodichloroacetico	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Acido Bromocloroacetico	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Acido Dichloroacetico	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6
Acido Trichloroacetico	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Acido Monocloroacetico	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Acido Clorodibromoacetico	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2
<b>Alometani, Acetonitrili e composti organo volatili (VOC) (µg/kg)</b>						
1,1,1-Tricloro-2-propanone	<1	<1	<1	<1	<1	<1
1,1,1-Tricloroetano	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,2-Tricloroetano	0,08	0,09	0,05	0,14	0,06	0,10
1,1-dicloro-2-propanone	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,2,3-Tricloropropano	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dibromo-3-Cloro-propano	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
1,2-Dibromoetano	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Bromodichlorometano	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,06
Bromoformio	0,09	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cloroformio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dibromoacetoneitrile	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
Dibromoclorometano	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dicloroacetoneitrile	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tetracloroetilene	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
Tetracloruro di carbonio	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13
Tricloroacetoneitrile	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tricloroetilene	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,06
<b>Alofenoli (SVOC) (µg/kg)</b>						
2,4,6-tricloro fenolo	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
2,4-dicloro fenolo	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
4-cloro-3-metil fenolo	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5

I composti cloroderivati risultano al di sotto del limite di rilevanza dello strumento di rilevazione, tranne poche eccezioni. In tutti i casi i tenori sono bassi e paragonabili tra loro.

#### 6.2.2.1.5 Analisi Microbiologiche

Nella seguente tabella sono riportati i risultati delle analisi microbiologiche.

**Tabella 6.10: Risultati delle Analisi Microbiologiche condotte nei Sedimenti nella Stagione Estiva 2017 [MPN/g] (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

	E17 MG6	E17 MG7	E17 MG9	E17 MG10	E17 MG12	E17 MG13
Conta di Streptococchi fecali (Enterococchi)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Conta di Coliformi Fecali	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Conta di coliformi totali	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

Dai risultati dei monitoraggi è risultata l'assenza di contaminazione fecale.

### 6.2.2.2 Stato Ecotossicologico

La tabella seguente mostra i risultati dei saggi biologici applicati ai sedimenti testati nell'estate 2017 nell'ambito delle attività di monitoraggio ed evidenzia un miglioramento complessivo del grado di tossicità dei sedimenti analizzati dalla campagna di Bianco (2012) all'Estate dell'anno 2017 (Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017, Volume II, Paragrafo 7.2,2).

**Tabella 6.11: Risultati Complessivi dei Test Ecotossicologici Condotti dalla Campagna Ante Operam all'Estate 2017. A = tossicità Assente; B = tossicità Bassa; M = tossicità Media (OLT, 2018). (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

	<i>P. lividus</i>					<i>C. orientale</i>					<i>V. fischeri</i>				
	B	E14	E15	E16	E17	B	E14	E15	E16	E17	B	E14	E15	E16	E17
MG6	B	A	A	B	A	M	M	A	M	B	A	A	A	A	A
MG7	B	B	B	B	B	M	M	B	M	A	A	A	A	A	A
MG9	B	A	B	M	A	B	B	B	M	A	A	A	A	A	A
MG10	B	B	B	M	B	M	B	B	M	A	A	A	A	A	A
MG12	B	M	B	B	B	M	B	ALTA	M	A	A	A	A	A	A
MG13	B	A	B	B	A	B	B	M	M	A	A	A	A	A	A

Nella fase di Bianco i sedimenti erano risultati tutti a tossicità bassa dal test con *P. lividus* e in parte media (B MG6, B MG7, B MG10, B MG12) in parte bassa (B MG13, B MG9) dal test con *C. orientale*.

Nessuna tossicità era stata rilevata dal *V. fischeri*, test che non ha esibito variazioni nel tempo.

Per quanto riguarda gli altri test non sono stati rilevati pattern temporali univoci, né nelle stazioni prossime all'FSRU, né in quelle lontane suggerendo che le variazioni sono indipendenti dalla distanza dal Terminale.

I dati dell'ultimo monitoraggio forniscono un quadro ecotossicologico migliore rispetto al Bianco per quasi tutte le stazioni.

In nessun caso si registra un progressivo peggioramento dello stato ecotossicologico.

## 6.2.3 Presenza di Mammiferi Marini e Tartarughe Marine

### 6.2.3.1 Mammiferi Marini

Il Terminale è incluso nel Santuario dei Cetacei o Santuario Pelagos costituito tramite l'Accordo internazionale tra Italia, Francia e Principato di Monaco firmato a Roma, il 25 Novembre 1999.

Il Santuario è un'area marina protetta che si estende per circa 90,000 km<sup>2</sup> nel Mediterraneo Nord-occidentale tra Italia, Francia e l'isola di Sardegna, e comprende la Corsica e l'Arcipelago Toscano, come mostrato nella figura seguente (in rosso è evidenziata l'ubicazione del Terminale).

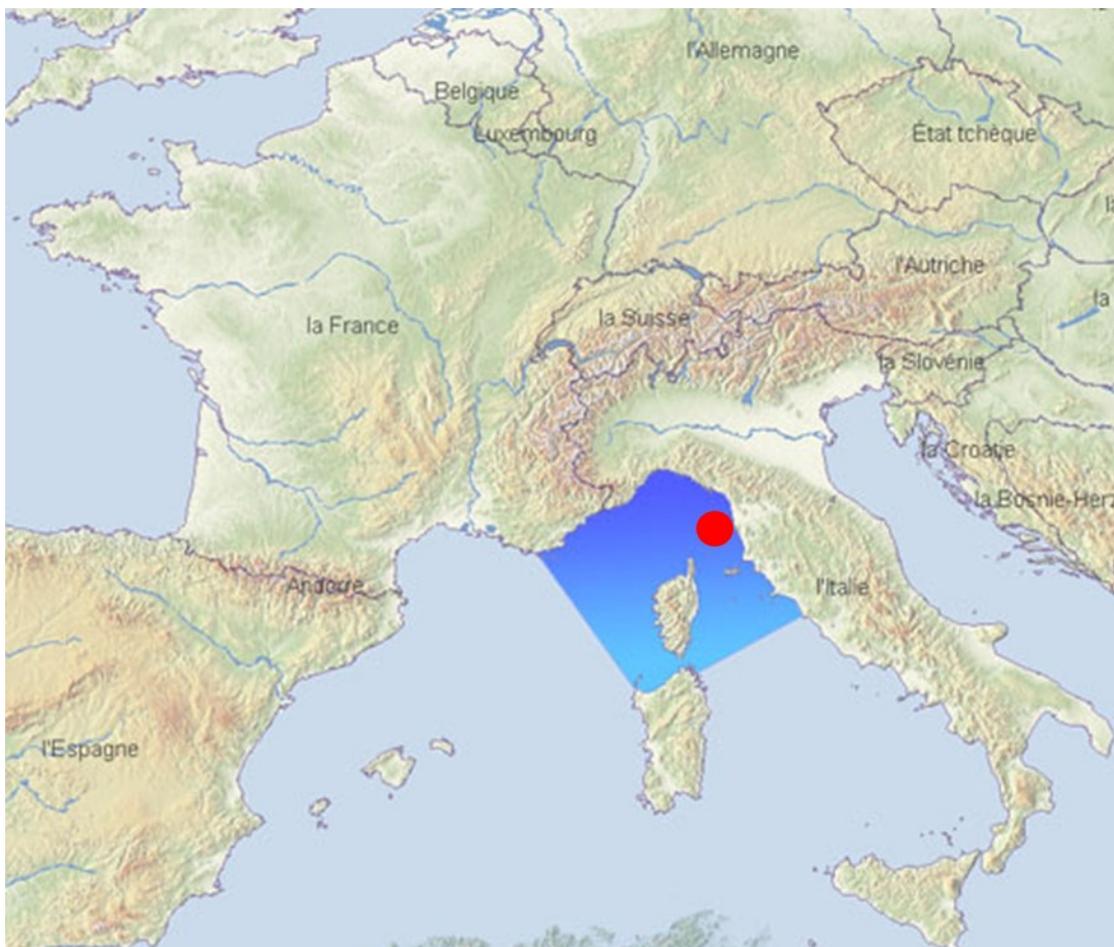


Figura 6.18: Santuario dei Cetacei ([www.sanctuaire-pelagos.org](http://www.sanctuaire-pelagos.org))

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 nel Santuario dei Cetacei ([www.sanctuaire-pelagos.org](http://www.sanctuaire-pelagos.org)):

- ✓ Balenottera comune (*Balaenoptera physalus*): Rappresenta l'unica specie di mysticeto frequente nel Mediterraneo e la più grande per dimensioni (fino a 22 m) e peso (massimo 70 tonnellate). Oltre mille esemplari frequentano le acque del Santuario a profondità superiori a 1.000 m, soprattutto d'estate quando il krill è abbondante. Ogni anno si effettuano avvistamenti di nascite o di piccoli neonati (di circa 6 m e 2 tonnellate) in prossimità delle coste della Provenza o della Corsica;
- ✓ Capodoglio (*Physter catodon*): Con 18 m di lunghezza e 40 tonnellate di peso risulta uno dei più grandi odontoceti dell'area. Vive al largo o perpendicolarmente alla scarpata continentale, solo o in piccoli gruppi (5 esemplari al massimo). L'osservazione di questo cetaceo è poco frequente nelle acque del Santuario;
- ✓ Delfino comune (*Delphinus delphis*). In età adulta arriva a pesare circa 100 kg e a misurare 2 m, e frequenta soprattutto le coste e i fondali meno profondi, risultando così maggiormente esposto alle attività umane. Il suo avvistamento nel bacino ligure-provenzale è comunque abbastanza raro;
- ✓ Globicefalo (*Globicephala melas*): Misura fino a 6 m e può arrivare a pesare 3 tonnellate, e vive al largo degli strapiombi in gruppi di varie decine di esemplari. Nel Mediterraneo nord-occidentale, si stima che la popolazione sia compresa tra 2.000 e 10.000 esemplari. Viene avvistato regolarmente, soprattutto in estate;

- ✓ Grampo (*Grampus griseus*): Questa specie misura circa 3 m e il suo peso varia tra 250 e 400 kg. Si stima che la popolazione nel Mediterraneo nord-occidentale raggiunga circa 3.000 esemplari che frequentano principalmente i fondali da 600 a 1.000m, soprattutto la scarpata continentale e i precipizi degli strapiombi e dei canyon sottomarini. Viene avvistato regolarmente nel Santuario durante tutto l'anno;
- ✓ Stenella (*Stenella coeruleoalba*): Arriva a raggiungere 2,2 m di lunghezza e un centinaio di chili di peso. Al di là della zona costiera, è il delfino più diffuso nel Santuario (sono stati censiti tra 20.000 e 45.000 esemplari). La popolazione stimata per l'intero Mediterraneo è di circa 250.000 esemplari. La si incontra spesso in banchi di qualche decina di esemplari (addirittura fino a 100 esemplari). Frequenti gli avvistamenti al largo delle coste, in qualsiasi periodo dell'anno;
- ✓ Tursiope (*Tursiops truncatus*): Raggiunge 3,5 m di lunghezza e 300 kg di peso e può vivere fino a 40-50 anni. Si osservano facilmente gruppi che comprendono di solito meno di una dozzina di esemplari ma che possono arrivare fino a 50 animali. Il suo habitat nel Santuario si situa principalmente in prossimità delle coste, in particolare vicino alle isole maggiori (Corsica e Sardegna), ma anche in corrispondenza delle coste provenzali, anche se con minore frequenza. Il Tursiope viene avvistato regolarmente in ogni periodo dell'anno;
- ✓ Zifio (*Ziphius cavirostris*): Misura circa 6 m, con un peso medio compreso tra 2 e 3 tonnellate, e vive al largo, spesso confinato in un canyon sottomarino. Solitario, lo si incontra talvolta in piccoli gruppi. La specie è ben rappresentata nel Mediterraneo ma, a causa del suo comportamento feroce, l'avvistamento risulta difficoltoso.

Nel seguito si riportano le mappe di distribuzione degli avvistamenti delle varie specie di cetacei nella porzione di mare antistante le coste toscane a seguito del monitoraggio effettuato da ARPAT nel 2017 (ARPAT, 2018).

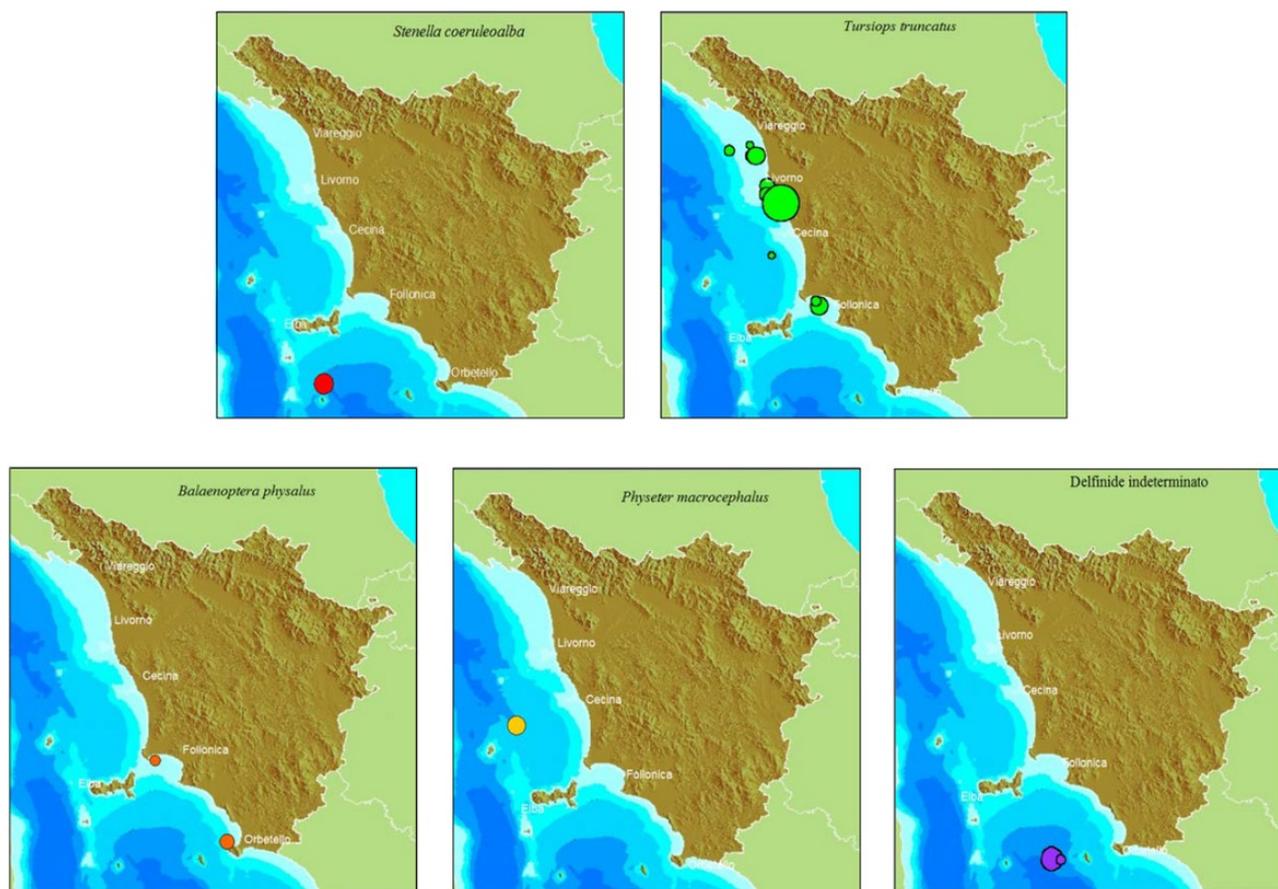


Figura 6.19: Distribuzione Geografica degli Avvistamenti per Specie nell'Anno 2017 (ARPAT, 2018)

Al fine di fornire un inquadramento di maggior dettaglio relativo all'area di interesse, nella seguente tabella si riportano i dati tratti dalla Banca Dati del Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali (CIBRA) dell'Università di Pavia ([www.mammiferimarini.unipv.it](http://www.mammiferimarini.unipv.it)), sul numero degli spiaggiamenti registrati dal 1987 a Settembre 2018, lungo la costa delle Province di Lucca, Pisa e Livorno.

Tabella 6.12: Numero di Spiaggiamenti dal 1987 al 2018

Specie	Numero di Spiaggiamenti
Stenella ( <i>Stenella coeruleoalba</i> )	179
Tursiope ( <i>Tursiops truncatus</i> )	103
Balenottera comune ( <i>Balaenoptera physalus</i> )	20
Grampo ( <i>Grampus griseus</i> )	10
Capodoglio ( <i>Physeter macrocephalus</i> );	8
Zifio ( <i>Ziphius cavirostris</i> )	5
Globicefalo ( <i>Globicephala melas</i> )	3
Delfino comune ( <i>Delphinus delphis</i> )	1
Specie non determinata	39

### 6.2.3.2 Tartarughe Marine

La specie più comune di Tartaruga marina nel Mar Mediterraneo è la *Caretta caretta*, sostanzialmente onnivora e tipica delle regioni temperate. Occasionalmente si riscontra la presenza anche di altre specie, quali la Tartaruga liuto (*Dermochelys coriacea*), planctofaga e di provenienza oceanica o, ancora più raramente, la Tartaruga verde (*Chelonia mydas*), erbivora, normalmente limitata all'estremo settore orientale del Mediterraneo dove si riproduce.

Di seguito si riporta la distribuzione geografica degli avvistamenti, catture accidentali e spiaggiamenti di tartarughe marine, 50 individui di *Caretta caretta*, avvenuti lungo la costa toscana nel corso del 2017 (ARPAT, 2018).



Figura 6.20: Distribuzione Geografica degli Avvistamenti di Tartarughe Marine nell'Anno 2017 (ARPAT, 2018)

### 6.2.3.3 Monitoraggi Effettuati nell'Area di Interesse

#### 6.2.3.3.1 Avvistamenti

Nell'ambito del Piano di Monitoraggio dell'Ecosistema Marino, sono state eseguite delle survey nella porzione di mare interessata dal Terminale.

In accordo alle specifiche del MATTM ed ISPRA, l'area di campionamento è stata individuata da un cerchio di 12NM di diametro e circa 200km<sup>2</sup>, con centro il punto di ancoraggio del rigassificatore (Figura seguente). La porzione di mare interessata dalle ricerche si trova all'interno della zona meridionale del Santuario Pelagos

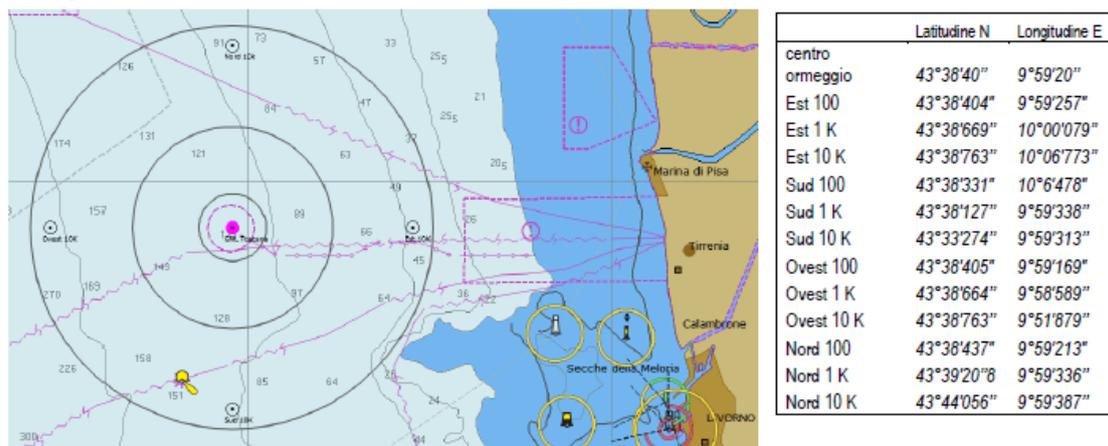


Figura 6.21: Area di Monitoraggio Cetacei (IV Rapporto annuale CIBM, 2016-2017)

Nella seguente Figura sono riportati alcuni degli avvistamenti antecedenti alla campagna di Bianco E12 (ante operam).



Figura 6.22: Avvistamenti di cetacei Antecedenti la Fase di Bianco (Tt: *Tursiops truncatus*, St: *Stenella coeruleoalba*, Ba: *Balaenoptera Physalus*) (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)

Al termine della campagna di Bianco, i cetacei sono stati avvistati sia all'interno dell'area di monitoraggio nei settori Est e Sud, sia all'esterno dell'area nel settore Sud-Ovest.



Figura 6.23: Avvistamenti nella Campagna di Bianco E12  
(IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)

Nel quarto anno di monitoraggio (A16-I17-P17-E17) sono stati effettuati 5 avvistamenti di delfini tursiopi (*Tursiops truncatus*), tutti a Nord-Est compresi tra le 2.8-9.7 miglia nautiche di distanza dal Terminale ed un avvistamento di delfini appartenenti alla specie *Stenella coeruleoalba* in corrispondenza della stazione di monitoraggio acustico W10k.

Rispetto al precedente anno di monitoraggio, che comunque può essere considerato un'eccezione, è stata riscontrata una diminuzione degli avvistamenti che, tuttavia, risultano in linea con l'andamento generale osservato nell'intero periodo monitorato.

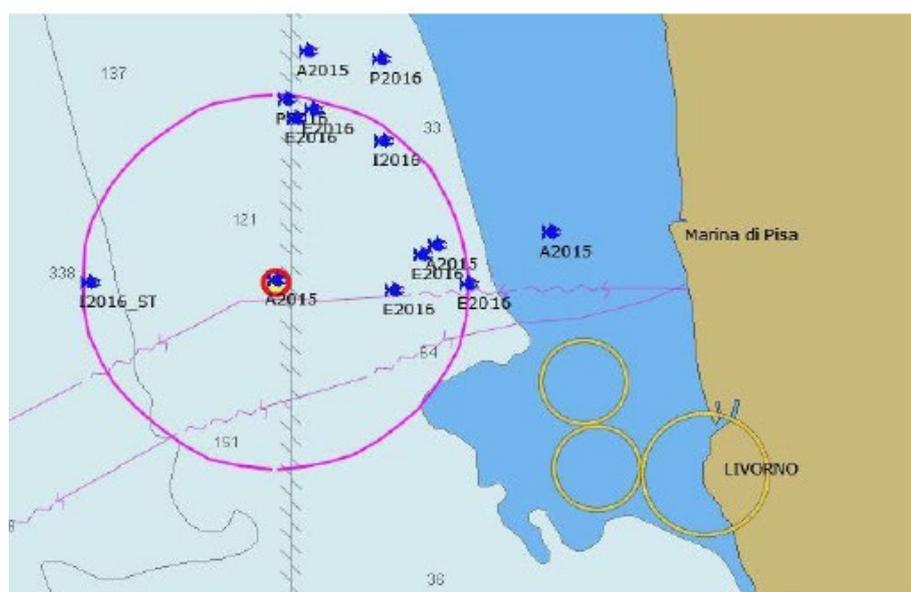


Figura 6.24: Avvistamenti 3° Anno (Campagne di Monitoraggio: A15-I16-P16-E16)  
(IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)



**Figura 6.25: Avvistamenti 4° Anno (A15-I16-P16-E16)  
(IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

Gli spostamenti del gruppo di delfini tursiopi appartenenti al Gruppo ALFA presenti nell'area Versilia-Pisana-Livornese avvengono in relazione alla ricerca del cibo e alla normale vita sociale.

Le attività antropiche, quali la pesca sia a strascico sia con reti fisse, interagiscono con la vita dei delfini e possono determinare la nascita di nuovi comportamenti. Tra questi il riconoscimento acustico del rumore dei pescherecci e la conseguente associazione con la presenza di prede di "facile" cattura permettono al delfino di ottenere una facilitazione nella ricerca del cibo (alimentazione opportunistica).

La presenza del Terminale e della corrispondente area di interdizione alla navigazione e alla pesca influenza quindi gli spostamenti dei tursiopi soprattutto durante la caccia. Si può osservare, infatti, che gli avvistamenti del quarto anno si concentrano prevalentemente nel settore NE, dove si svolgono le attività di strascico.

L'assenza di avvistamenti durante la campagna di P17 è molto probabilmente ricollegabile all'assenza di pescherecci durante le giornate di monitoraggio.

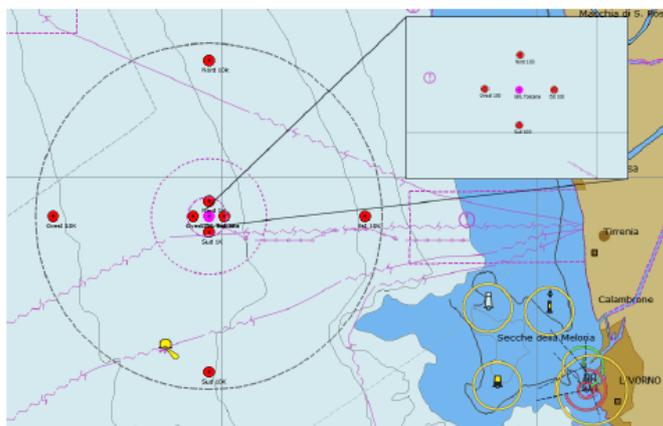
La presenza del Terminale, pertanto, sembra non influenzare direttamente le dinamiche di gruppo. Al contrario la creazione dell'area di interdizione alla navigazione concentrerebbe le rotte dei pescherecci dove, appunto si registra con il maggior numero di avvistamenti.

L'assenza di avvistamenti di tartarughe nel quarto anno, ed in ogni caso la scarsità di presenze in tutti gli anni, è molto probabilmente da ricondursi al comportamento specifico di questi animali (lunghe apnee, poche respirazioni in superficie, rapide immersioni in caso di disturbi esterni) e non ad un'influenza del Terminale.

#### 6.2.3.3.2 Monitoraggio dei Livelli di Rumore

In accordo al piano di monitoraggio, la misurazione dei livelli di rumore è stata effettuata stagionalmente in 12 stazioni a 100m, 1,000m e 10,000m dal punto di ancoraggio del Terminale sulle radiali dei 4 punti cardinali.

Le stazioni sono state identificate come N100 - N1K - N10K - W100 - W1K - W10K - E100 - E1K - E10K - S100 - S1K - S10K nella Figura seguente.



WGS84	Latitude N	Longitude E
Est 100	43° 38,665	09° 59,408
Est 1K	43° 38,666	10° 00,076
Est 10K	43° 38,666	10° 06,791
Sud 100	43° 38,611'	09° 59,333
Sud 1K	43° 38,126	09° 59,330
Sud 10K	43° 33,266	09° 59,330
Ovest 100	43° 38,667'	09° 59,260
Ovest 1K	43° 38,666	09° 58,584
Ovest 10K	43° 38,666	09° 51,868
Nord 100	43° 38,719'	09° 59,335
Nord 1K	43° 39,206	09° 59,330
Nord 10k	43° 44,065	09° 59,330

**Figura 6.26: Posizione delle Stazioni di Campionamento Acustico (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

Ai fini dello studio si è fatto riferimento alle Linee Guida ISPRA (Borsani & Farchi, 2011, parte seconda) che definiscono valori soglia per rumori di natura sia impulsiva che continua, in grado di provocare risposte comportamentali, danni temporanei o permanenti ai cetacei (Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017, Volume I, Paragrafo 2.6.1).

Per la valutazione della misura del rumore sono stati confrontati i risultati delle campagne da A13 a E17 (tenendo presente quanto previsto nella valutazione previsionale, e i valori soglia delle Linee Guida di ISPRA) con il livelli di rumore misurati nelle stazioni durante la fase di Bianco (livelli minimi, medi e massimi calcolati della PSDf in terze d'ottava nello spettro 20Hz-40kHz) (Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017, Volume II, Paragrafo 7.4.6).

Per ogni campagna, attraverso i livelli misurati in campo e con la definizione di un adeguato modello di propagazione del suono, è stato possibile determinare il livello di emissione alla sorgente costituita dal Terminale, ed è stata individuata la banda di frequenze prevalente in cui il rumore prodotto altera in misura maggiore il rumore di fondo naturale.

La Tabella seguente rappresenta la sintesi delle misure effettuate nelle singole campagne. Ad oggi, nella frequenza di 12 kHz, è stato individuato il maggior contributo di rumore del Terminale.

**Tabella 6.13: Riepilogo dei Livelli Calcolati alla Sorgente delle Emissioni Acustiche del Terminale (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

Campagna	Livello calcolato alla sorgente [dB re 1 uPa @1m]	Frequenza
A13	107	12kHz
I14	99	12kHz
P14	102	12kHz
E14	99	12kHz
A14	98	12kHz
I15	107	12kHz
P15	98	12kHz
E15	113	12kHz
A15	112	12kHz
I16	111	12kHz
P16	103	12kHz
E16	107	12kHz
A16	112	12KHz
I17	111	12KHz
P17	103	12KHz
E17	93	12KHz
Max	113	12kHz
Media	104,7	12kHz
Dev. standard	6,2	12kHz
Min	93	12kHz

Il livello misurato nel Bianco alla frequenza di 12 kHz è stata di 47 dB.

La media dei valori ottenuta dai dati di tutte le campagne finora eseguite in presenza del Terminale è pari a 104.7 dB e risulta superiore di 57.7 dB rispetto al Bianco, mentre il valore massimo (113 dB) registrato tra tutti gli anni, risulta maggiore di 66 dB.

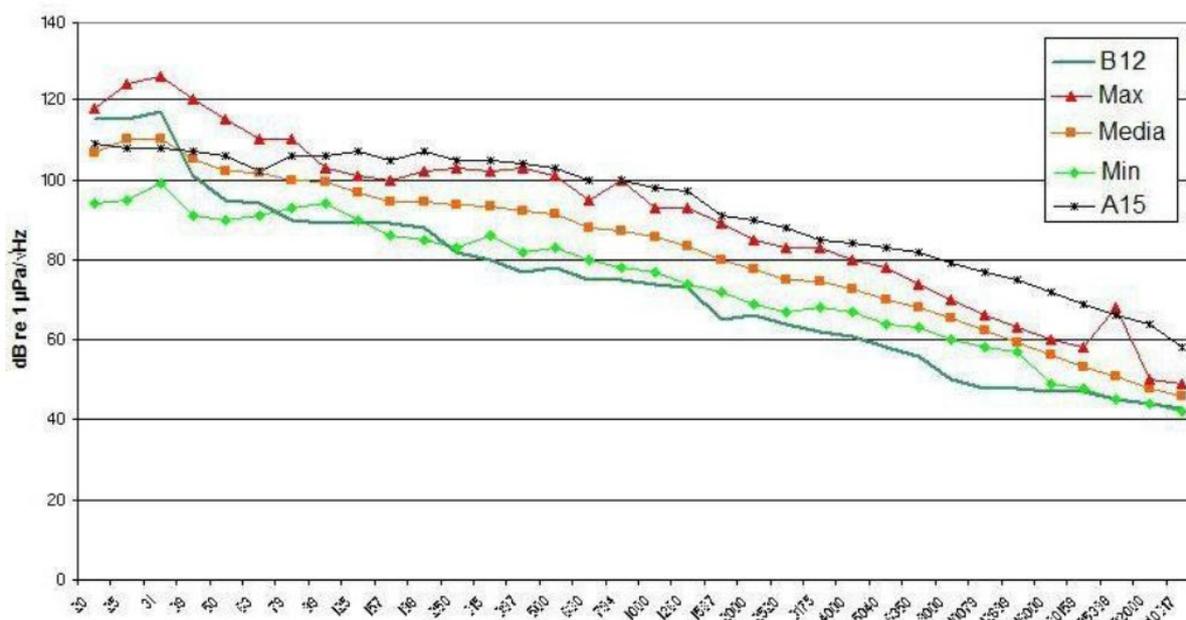
Il valore di emissione del Terminale è stato confrontato con i due valori di soglia. Il primo, contenuto nella Valutazione previsionale redatta durante la fase di progetto, riporta nelle conclusioni un valore atteso di 185 dB re 1uPa @ 1m. Il livello massimo finora registrato di 113 dB re 1uPa @ 1m è dunque ampiamente inferiore a quello calcolato in fase di progetto ed approvato dall'Autorità preposta.

Il secondo valore soglia è quello individuato dalle Linee Guida Ispra che definisce in 110-120 dB il limite al di sopra del quale vengono provocate le prime risposte comportamentali nei cetacei potenzialmente presenti nell'area del Terminale. Anche in questo caso il livello di 113 dB si colloca entro i limiti di riferimento. Possiamo quindi affermare che non vi sono superamenti rispetto a quanto previsto in fase di progetto e a quanto affermato dalle attuali linee guida.

Per caratterizzare meglio l'ambiente acustico nell'area del Terminale in tutto lo spettro di frequenze, è stata considerata, per ogni campagna, una curva di riferimento della PSDf (Power Spectral Density function) misurata nella stazione E100m a 55m di profondità.

Per evitare errate interpretazioni è stato necessario escludere dai calcoli la campagna A15. Infatti, durante le misure era presente in movimento, come nave d'appoggio, il rimorchiatore Corrado Neri, che produceva livelli di rumore molto più elevati della media in tutto lo spettro considerato. Pur trattandosi di attività connesse al Terminale è stato ritenuto più corretto evidenziare a parte tale contributo emissivo perché transitorio e non derivante dal normale funzionamento degli impianti di bordo.

La seguente figura mostra quindi un confronto fra i livelli PSDf in terze d'ottava del Bianco (B), i valori minimi, medi e massimi calcolati tra le campagne A13 ed E17 (escluso A15) ed i livelli misurati in A15 nella stazione E100m a 55m di profondità.



**Figura 6.27: Confronto fra i Livelli PSDf in terze d'Ottava del Bianco (B) e delle Campagne A13 ed E17 (escluso A15) e nella Stazione E100 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

Dal confronto con i valori minimi, medi e massimi misurati nelle undici campagne (escludendo A15 per i motivi suddetti) si evince che in quasi tutto lo spettro considerato i livelli misurati a E100m in presenza del Terminale sono più elevati della curva di Bianco (B), confermando che il Terminale modifica l'ambiente acustico dell'area.

Le basse frequenze, al di sotto dei 79Hz, mostrano invece un risultato inverso. Il rumore a bassa frequenza, anche fino a 1000Hz è originato prevalentemente dal traffico navale che rende questa parte dello spettro dipendente da sorgenti di rumore anche molto lontane. Tutte le curve differiscono dal Bianco maggiormente nell'intorno dei 12kHz.

## 6.2.4 Caratterizzazione Biocenotica

### 6.2.4.1 Macrozoobenthos

Il campionamento dei sedimenti per la caratterizzazione di popolamenti macrobentonici è stato effettuato tramite benna Van Veen (con volume pari a 25 litri e superficie di campionamento di 0,1m<sup>2</sup> in corrispondenza di 4 stazioni prossime al Terminale (MG13, MG12, MG6, MG7) e ulteriori 8 poste a distanze maggiori per verificare il raggio di influenza del Terminale stesso (MG4, MG8, MG9, MG10, MG11, MG14, MG1, MG2) (Rapporto annuale CIBM, 2016-2017, Volume I, Paragrafo 2.5.1).

Per la disposizione dei punti e per le relative coordinate si rimanda alla Figura 6.3.

Nell'ambito del Piano di Monitoraggio, avendo a disposizione un'unica fase di Bianco, eseguita in estate, sono state condotte delle elaborazioni statistiche utilizzando unicamente i survey estivi; nello specifico, sono state analizzate le risposte delle componenti macrozoobentoniche al variare del fattore "Tempo" e del fattore "Distanza dal Terminale".

I dati sono stati analizzati per verificare se dopo la fase di Bianco, sono avvenute modifiche significative nei popolamenti e se tali modifiche possano essere riconducibili alla presenza dell'FSRU o se, al contrario avvengano in maniera indipendente. L'analisi si è basata sul presupposto che, se il Terminale ha un effetto, esso sarà rilevabile nelle stazioni più vicine al Terminale stesso rispetto a quelle lontane (Rapporto annuale CIBM, 2016-2017, Volume II, Paragrafo 7.3.1).

Nelle analisi statistiche sono stati presi in considerazione indici ecologici che descrivono la struttura delle comunità quali l'indice di diversità di Shannon Weaver (H') e il Numero di Specie (S).

La Campagna svolta nell'Estate del 2017 ha portato alla raccolta e determinazione di 4,766 individui appartenenti a 156 specie comprendenti policheti, molluschi, crostacei, sipunculidi, echinodermi, nemertini. Gli anellidi policheti sono risultati essere il gruppo dominante rappresentando, con 4,031 individui, l'85% dell'abbondanza totale. Gli artropodi crostacei, secondi unicamente ai policheti, non raggiungono il 10% dell'abbondanza totale (412 individui); seguono, nell'ordine, molluschi (217 individui) ed echinodermi (29 individui), i primi con il 4%, i secondi con appena l'1% di contributo all'abbondanza totale. Più equilibrata risulta essere la ripartizione delle specie tra i vari gruppi, sebbene anche da questo punto di vista gli anellidi policheti si confermano il taxon dominante, fornendo quasi la metà delle specie rinvenute (47%). Poco più di un quarto del panorama faunistico è fornito dagli artropodi (unicamente rappresentati dai crostacei), seguiti dai molluschi, che rappresentano il 15% delle specie totali. Gli echinodermi forniscono appena il 5% di specie al panorama faunistico (Rapporto Annuale, Volume II, Paragrafo 6.3.1, pagina76).

Le analisi di confronto con le campagne estive degli anni precedenti, hanno indicato che nel tempo si è verificato un calo dell'indice di diversità di Shannon-Weaver H', il che sta ad indicare che il trend della biodiversità è in generale calo; tuttavia questa riduzione di diversità è significativamente maggiore presso il Terminale FSRU rispetto all'area di controllo (C) (Rapporto annuale CIBM, 2016-2017, Volume II, Paragrafo 7.3.1).

Inoltre dai risultati si evince che il fattore tempo ha un effetto negativo sull'indice di ricchezza specifica (S); tuttavia tale tendenza alla riduzione non sembra poter essere imputabile al Terminale FSRU; infatti analizzando il fattore di distanza dal Terminale, risulta che S è significativamente maggiore al livello del Terminale FSRU che in corrispondenza delle stazioni più vicine (Rapporto annuale CIBM, 2016-2017, Volume II, Paragrafo 7.3.1).

### 6.2.4.1 Meiobenthos

Nell'ambito delle attività di monitoraggio, sono state condotte nove campagne di prelievo (Bianco, I14, E14, I15, I16, E16, I17, E17) per lo studio dei Meiobenthos.

Dall'analisi congiunta della fauna rinvenuta durante le campagne suddette è emersa una comunità meiobentonica costituita globalmente da organismi appartenenti a 28 gruppi tassonomici, dei quali 11 presenti in tutte le campagne di monitoraggio. I Gastrotrichi risultano presenti unicamente nel Bianco, mentre Idrozoi, Rotiferi, Oligocheti, Sipunculidi, Briozoi, Solenogastri, Scafopodi, Loriciferi e Acari vengono rinvenuti in più campagne della fasi di esercizio. Il rinvenimento o meno di questi 10 taxa nei campioni delle diverse fasi è verosimilmente legato più alla loro rarità, caratteristica che ne rende occasionale il prelievo, che ad altre cause.

La densità media totale dell'area investigata è risultata di  $358.8 \pm 168.3$  individui/10 cm<sup>2</sup> durante il Bianco, variando, nelle fasi di Esercizio, da un minimo di  $103.5 \pm 101.5$  individui/10 cm<sup>2</sup> in I17, ad un massimo di  $360.7 \pm 271.4$  individui/10 cm<sup>2</sup> in E17.

I Nematodi sono risultati sempre il taxon dominante (range: 79-290 individui/10 cm<sup>2</sup>), con percentuali variabili tra il 74.8% della fase E16 e l'85,7% di E15, seguiti nell'ordine da Copepodi (range: 8-34 individui/10 cm<sup>2</sup>; 4.4-10.1%), Policheti (range: 10-20 individui/10 cm<sup>2</sup>; 3.9-9,1%) e, infine, Nauplii (range: 4-18 individui/10 cm<sup>2</sup> 1.8-5.2%). I primi quattro gruppi costituiscono nel complesso e, a seconda delle campagne, il 95-98% della biocenosi meiobentonica. Gli altri taxa sono presenti con densità e percentuali molto basse, fornendo un valore di abbondanza variabile tra il 2,0% (con riferimento alla campagna E15) ed il 5.1% (con riferimento alla campagna di Bianco) dell'intero popolamento. Tra questi solo Ostracodi, Scafopodi, Turbellari e Ciliati raggiungono in alcune occasioni l'1,0% del totale (Rapporto Annuale, Volume II, Paragrafo 7.3.2).

In linea con quanto è stato fatto per la comunità macrobentonica, al fine di approfondire eventuali cambiamenti avvenuti a seguito dell'arrivo del Terminale, i dati sono stati ulteriormente elaborati prendendo in considerazione unicamente le campagne estive poichè il Bianco è stato condotto in questa stagione. In particolare i dati sono stati analizzati per verificare se dopo la fase di Bianco sono avvenute modifiche significative nei popolamenti e se tali modifiche possano essere riconducibili alla presenza dell'FSRU o se, al contrario, avvengono in maniera indipendente.

Le analisi effettuate hanno rilevato alcune variazioni nel tempo a carico della comunità meiobentonica nell'area indagata; tuttavia, tali differenze non sono imputabili alla presenza e al funzionamento del Terminale, ma sono riconducibili principalmente ad una generalizzata riduzione delle abbondanze avvenute nel tempo (Rapporto Annuale, Volume II, Paragrafo 7.3.2).

#### 6.2.4.2 Bioaccumulo

Le indagini di bioaccumulo sono state eseguite utilizzando il bioindicatore *Mytilus galloprovincialis* (Rapporto Annuale, Volume I, Paragrafo 2.5.3).

Constatata l'assenza di mitili insediati naturalmente sulle strutture del FRSU, il monitoraggio è stato avviato con la modalità definita "attiva": i mitili sono stati prelevati dall'impianto di acquicoltura presente nell'area marina antistante l'Isola di Palmaria (Golfo di La Spezia) poco o affatto influenzata da fonti di impatto. I mitili sono stati quindi collocati in 4 stazioni di monitoraggio scelti lungo il Terminale e in una stazione di controllo presso l'Isola di Gorgona.

Durante questa fase di esposizione i mitili sono stati alloggiati in reticelle di nylon e collocati all'interno di una gabbia di acciaio inox alla profondità di 12 metri. Dopo circa 4 settimane i mitili sono stati prelevati e sottoposti alle analisi secondo le procedure sotto riportate. Inoltre, all'atto della traslocazione, un campione di mitili appena prelevato dall'impianto di acquicoltura (denominato Tempo 0) è stato sottoposto alle medesime indagini.

Nella Tabella seguente, oltre all'elenco dei siti di monitoraggio, sono riportate le tempistiche delle attività.

**Tabella 6.14: Bioaccumulo; Siti e Date di Monitoraggio  
(IV Rapporto annuale CIBM, 2016-2017)**

Nome sito	Posizione (Pos)	Data posa	Data ritiro						
Mitili tempo zero	La Spezia		24.10.16*		15.02.17		09.05.17		08.09.17
Stazione E	Gorgona	25.10.16	13.12.16	16.02.17	09.03.17	10.05.17	09.06.17	11.09.17	13.10.17
Stazione A	Pos 1 (poppa nave)	25.10.16	13.12.16	16.02.17	09.03.17		08.06.17		13.10.17
Stazione B	Pos 2	25.10.16	13.12.16	16.02.17	09.03.17		08.06.17		13.10.17
Stazione C	Pos 3	25.10.16	13.12.16	16.02.17	09.03.17		08.06.17		13.10.17
Stazione D	Pos 4 (prua nave)	25.10.16	13.12.16	16.02.17	09.03.17		08.06.17		13.10.17

\* riferito al ritiro dall'impianto.

I dati ad oggi acquisiti non testimoniano la presenza di processi di bioaccumulo in atto (Rapporto Annuale, Volume II, Paragrafo 7.3.3).

Un lieve incremento di concentrazione di idrocarburi pesanti è stato osservato nelle campagne estive del 2015 e del 2016 e nell'Autunno 2016 senza, tuttavia, esibire particolari trend spazio-temporali attribuibili alla presenza del Terminale.

I livelli di concentrazione raggiunti sono bassi e le anomalie sporadiche.

Per quanto riguarda gli elementi in tracce, si osserva bioaccumulo di ferro all'interno dei mitili unicamente nell'Autunno 2016. Questo evento, risulta isolato e non relazionabile ad una precisa stazione di indagine, ad escludere l'esistenza di una relazione di causalità con una specifica fonte di contaminazione – il rigassificatore. Inoltre, l'andamento delle concentrazioni dello zinco trovato nei mitili non dimostra l'esistenza di effetti riconducibili alla presenza degli anodi sacrificali dislocati lungo lo scafo del Terminale.

Infine, non sono stati rilevati segnali di contaminazione fecale

#### 6.2.4.3 Biomarkers

I mitili utilizzati per l'analisi di bioaccumulo, sono stati utilizzati anche per l'analisi dei biomarkers.

In ecotossicologia con il termine Biomarker si intende ogni variazione biochimica, cellulare o fisiologica che può essere misurata in un organismo sentinella e che fornisce l'evidenza di un'esposizione e/o effetto di uno o più contaminanti. Il mitilo mediterraneo (*Mytilus galloprovincialis*) è stato scelto come organismo sentinella in quanto ampiamente utilizzato nel monitoraggio dell'ambiente marino (Rapporto Annuale, Volume I, Paragrafo 2.5.4).

Solo nel caso del danno al DNA si è osservata una variazione significativa nel tempo che descrive un moderato incremento del grado di frammentazione del DNA nei mitili trapiantati presso il Terminale rispetto ai controlli negli ultimi due anni di monitoraggio.

Diversamente, la stabilità lisosomale e lo stato di integrità del tessuto branchiale non hanno fatto registrare alcuna variazione significativa nel tempo (Rapporto Annuale, Volume II, Paragrafo 7.3.4).

## 6.3 ECOSISTEMA ANTROPICO

### 6.3.1 Traffici Marittimi

Nel presente paragrafo si riportano:

- ✓ i dati di traffico marittimo interessanti il Porto di Livorno tratti dalla "Relazione Annuale sull'Attività svolta nell'Anno 2016" 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 Traffico Navale nel Porto di Livorno

Il Porto di Livorno sta mostrando una fase di crescita in termini di movimentazione merci e traffici, cominciata nel 2015 e che ha trovato ulteriore conferma nel successivo 2016. Si evidenzia infatti, tra il 2015 e il 2016, un incremento di tutti gli indicatori di traffico marittimo ed in particolare del numero di passeggeri traghetti e di crocieristi, dei volumi di auto nuove in import/export, nonché dei mezzi rotabili commerciali (guidati e semirimorchi) e delle navi che hanno scalato il porto.

Nel seguito sono riportati i dati di traffico marittimo interessanti il Porto di Livorno nel periodo 2015-2016 (Autorità Portuale di Livorno, 2017).

Tabella 6.15: Principali Indicatori di Traffico nel Porto di Livorno (2015-2016)

Indicatore	2016	2015	Variazione (%)
Totale movimentazione del porto (ton)	32,815,851	32,712,473	0.3
Navi arrivate	7,627	6,800	12.2
TEUs	800,475	780,874	2.5
Rotabili (n. mezzi commerciali)	389,961	341,297	14.3
Passeggeri (unità)	2,475,906	1,962,799	26.1
Crocieristi (unità)	807,935	697,955	15.8
Auto nuove (unità)	596,677	475,018	25.6
Prodotti forestali (ton)	1,904,227	1,745,219	9.1

I risultati conseguiti dai principali indicatori di traffico se analizzati dal punto di vista temporale mostrano tuttavia un rallentamento evidente nell'ultimo trimestre 2016 che ha fortemente condizionato anche gli esiti finali seppur sempre positivi rispetto all'anno precedente. Tale rallentamento è dovuto principalmente al progressivo affievolimento della crescita del primo semestre 2016 e alla frenata del sistema produttivo e dell'export regionale, principale motore di traino e di attenuazione della fase di crisi antecedente al 2015.

#### 6.3.1.2 Rotte e Traffico Navale nelle Acque circostanti il Terminale

L'analisi del traffico navale nell'area del Terminal FSRU Toscana è stata effettuata sulla base dell'elaborazione dei dati di traffico navale AIS (Automatic Identification System) condotta su un'area di circa 2,500 km<sup>2</sup> centrata sulla posizione della FSRU Toscana e del Porto di Livorno (principale porto presente nell'area).

Le rotte elaborate sulla base dei dati AIS sono di seguito rappresentate con evidenziate la posizione della FSRU Toscana e del Porto di Livorno.

Le rotte relative alle attività di pesca comprendono sia gli spostamenti da/verso il porto, sia le attività di pesca. Il database riporta oltre 2,600 passaggi di navi da pesca e la densità delle rotte è tale da non permettere una chiara identificazione delle zone di pesca.

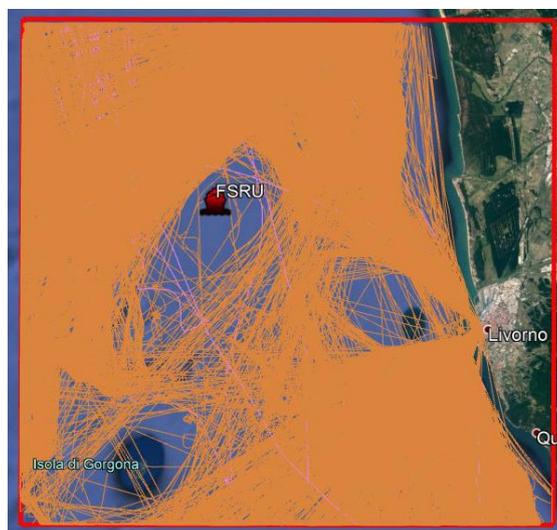


Figura 6.28: Rappresentazione delle Rotte per l'ATTIVITÀ di Pesca

Si notano delle zone di rispetto attorno alla FRSU Toscana, all'Isola della Gorgona e di fronte la Porto di Livorno, dove si concentrano soprattutto i movimenti di ingresso/uscita dal porto.

Si ricorda che nell'intorno del Terminale vige l'Ordinanza No. 137/2013 della Capitaneria di Porto di Livorno con cui si definiscono le aree di interdizione alla navigazione.

Le rotte relative alle imbarcazioni di piccola stazza (classe GRT 0, < 100t) per il primo semestre dell'anno 2017 (Gennaio-Giugno, immagine di sinistra) e per il secondo semestre 2017 (Luglio-Dicembre, immagine di destra) generalmente non seguono corridoi di traffico, ma si muovono in maniera dispersa all'interno dell'area di interesse.

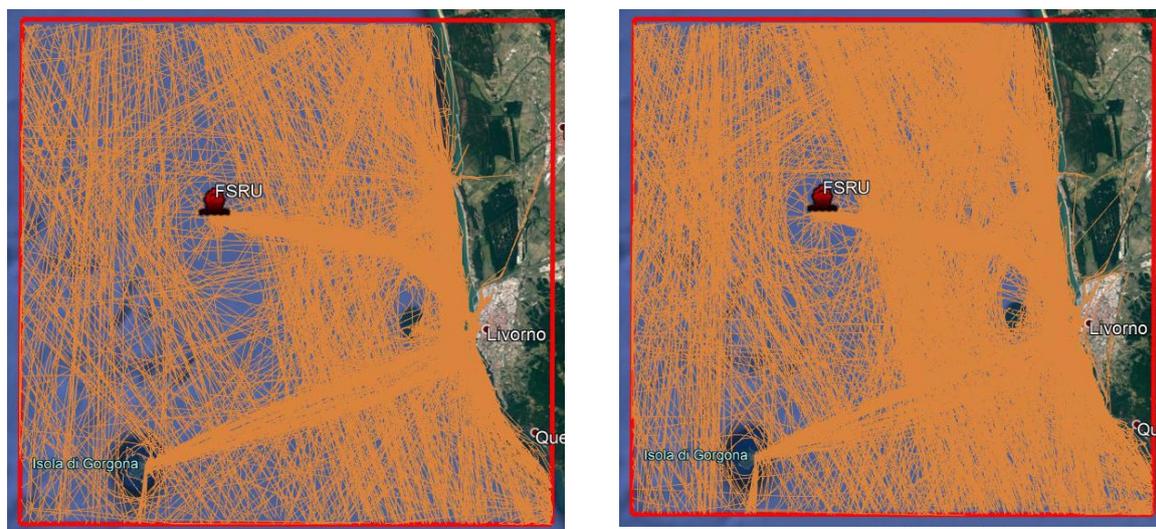


Figura 6.29: Rappresentazione delle Rotte in Classe GRT 0 (Attività di Pesca Esclusa)

Oltre che dal Porto di Livorno, si evidenzia traffico da e verso il Porto di Viareggio.

Possono essere qualitativamente identificati anche due corridoi tra il Porto di Livorno e la FSRU Toscana (330 rotte in avvicinamento alla FSRU, operate dalla nave LNG express) e tra il Porto di Livorno e l'Isola della Gorgona.

Le rotte relative alle imbarcazioni di classe GRT 1 (100 – 1,500 t) per il primo semestre dell'anno 2017 (Gennaio-Giugno, immagine di sinistra) e per il secondo semestre 2017 (Luglio-Dicembre, immagine di destra) sono caratterizzate soprattutto dalle navi che operano con la FSRU Toscana, per un totale di 155 passaggi (Piero Neri, Toscana, Montenero, Corrado Neri, Costante Neri e Tito Neri) e di una nave guardiana (LNG Guardian).



Figura 6.30: Rappresentazione delle Rotte in Classe GRT 1 (Attività di Pesca Esclusa)

Le rotte relative alle imbarcazioni di classe GRT 2 – GRT 6 (da 1,500 a 60,000t) sono principalmente costituite da rotte commerciali di Ro-Ro (circa 8,000 passaggi), Traffico passeggeri (circa 1,000 passaggi), portacontainer - navi cargo (circa 6,000 passaggi) e tanker (circa 2,000 passaggi). I dati AIS registrano un totale di 20 passaggi diretti alla FSRU Toscana, tutti in GRT 6 e relativi alle LNG Carriers.

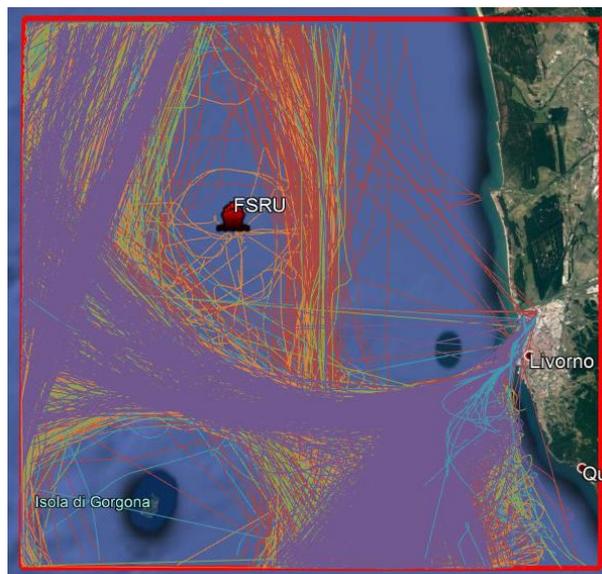


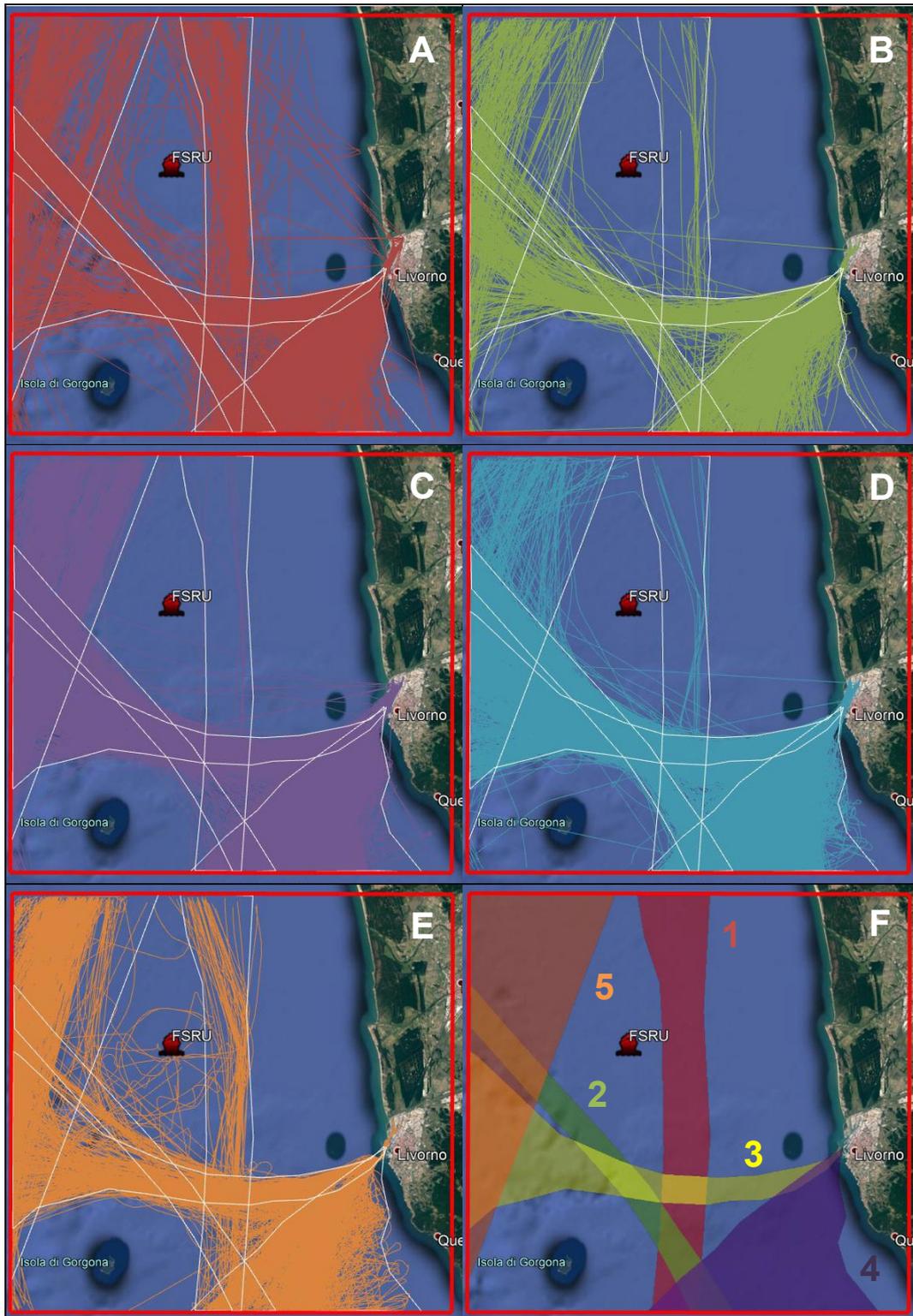
Figura 6.31: Rappresentazione delle Rotte in Classe GRT 2 Rosso, GRT 3 Verde, GRT 4 Viola, GRT 5 Azzurro, GRT 6 Arancione (Attività di Pesca Esclusa)

Come noto il traffico commerciale tende a percorrere rotte più o meno prestabilite, determinate da limitazioni di pescaggio, prossimità di zone di mare pericolose, zone caratterizzate da condizioni meteomarine avverse, limitazioni di traffico imposte dall'Autorità portuale o dalla Guardia Costiera, e necessità di minimizzare il percorso.

Sulla base dell'osservazione delle singole rotte delle navi commerciali (identificate nelle classi GRT 2 – 6) è possibile identificare dei corridoi di traffico all'interno dei quali è ragionevole attendersi concentrazioni di navi maggiori rispetto ad altre porzioni di mare. L'identificazione di tali corridoi è stata effettuata sulla base dell'osservazione qualitativa degli andamenti delle rotte elaborate sulla base dei dati AIS limitatamente alle classi GRT 2 – 6:

- ✓ Corridoio 1: direzione nord/sud. Questo corridoio è percorso principalmente dalle navi in transito tra Livorno (tramite connessione con il Corridoio 3) e La Spezia/Marina di Massa. I dati AIS riportano un totale 1,387 passaggi. Meno del 10% del traffico sul Corridoio 1 (113 passaggi) è dovuto ai movimenti di supply vessel e tug vessel diretti alla FSRU Toscana che escono dal Porto di Livorno tramite il Corridoio 3 e si dirigono a nord, verso la FSRU tramite il Corridoio 1;
- ✓ Corridoio 2: direzione nord-ovest/sud. Questo corridoio è percorso principalmente dalle navi in transito tra Genova e Savona a nord e Taranto e Salerno a Sud, con un totale di 1,383 passaggi. Circa il 30% dei transiti, raggiunge il Porto di Livorno tramite il Corridoio 3;
- ✓ Corridoio 3: direzione est-ovest. Questo corridoio è utilizzato dalle navi in uscita dal Porto di Livorno e dirette verso nord o ovest per un totale di circa 3,500 passaggi (il numero di passaggi è complessivo e tiene conto sia delle navi in ingresso al Porto di Livorno, sia delle navi in uscita). Circa il 70% dei transiti in uscita è diretto a nord verso i Porti di Genova e Savona (tramite connessione con il Corridoio 2), circa il 30% verso le coste francesi e spagnole. Il Corridoio 3 è utilizzato, come già sottolineato, dalle navi dirette alla FSRU Toscana tramite connessione con il Corridoio 1 (circa il 5% del traffico totale);
- ✓ Corridoio 4: direzione sud. Questo corridoio è utilizzato dalle navi in uscita dal Porto di Livorno e dirette verso sud, per un totale di circa 15,600 passaggi. Le destinazioni più frequenti sono Olbia, Bastia, Cagliari, Catania, Civitavecchia, Palermo e Napoli;
- ✓ Corridoio 5: direzione nord-est/sud-ovest. Questo corridoio interessa marginalmente la zona in esame, e raccoglie principalmente il traffico marittimo tra La Spezia e i porti del sud (Cagliari, Gioia Tauro, Napoli) per un totale di 3,600 passaggi.

La Figura seguente riporta lo schema dei corridoi identificati senza sovrapposizione delle rotte, per semplificarne l'interpretazione.



**Figura 6.32: Identificazione Corridoi di Traffico Marittimo  
(GRT 2 Rosso, GRT 3 Verde, GRT 4 Viola, GRT 5 Azzurro, GRT 6 Arancione)**

### 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, Resolution GFCM/33/2009/2), come evidenziato dalla seguente figura.

La flotta peschereccia che opera nella GSA 9 è caratterizzata dalla elevata presenza di pesca artigianale, che rappresenta circa tre quarti delle imbarcazioni. Tuttavia, sono i pescherecci armati con reti a strascico che contribuiscono con i più alti livelli di sbarcato e di fatturato.

Nel seguente Paragrafo si riportano informazioni circa i gruppi e le specie ittiche preponderanti nell'area di interesse sulla base delle campagne di monitoraggio effettuate nell'anno 2017.

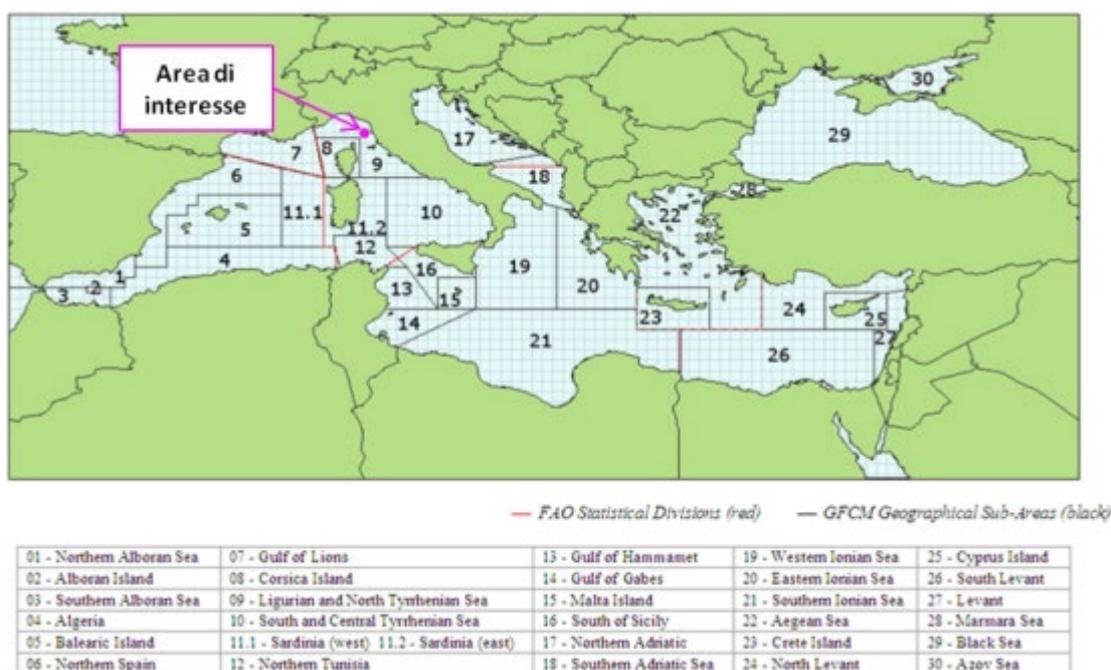


Figura 6.33: GFCM Geographical Sub-Areas (GSAs)

#### 6.3.2.1 Attività di Monitoraggio nell'Area di Interesse

Nell'ambito del Piano di Monitoraggio dell'Ecosistema Marino (Paragrafo 6.2), sono state effettuati monitoraggi sulla Fauna Ittica tramite:

- ✓ campionamenti con reti da posta;
- ✓ campionamenti con reti a traino da fondo.

Nei seguenti paragrafi sono descritte le campagne ed i risultati ottenuti dalle stesse

##### 6.3.2.1.1 Campionamenti con Reti da Posta

Il Paragrafo 2.5.5 del Rapporto Annuale CIBM descrive le attività di monitoraggio della fauna ittica bentonica.

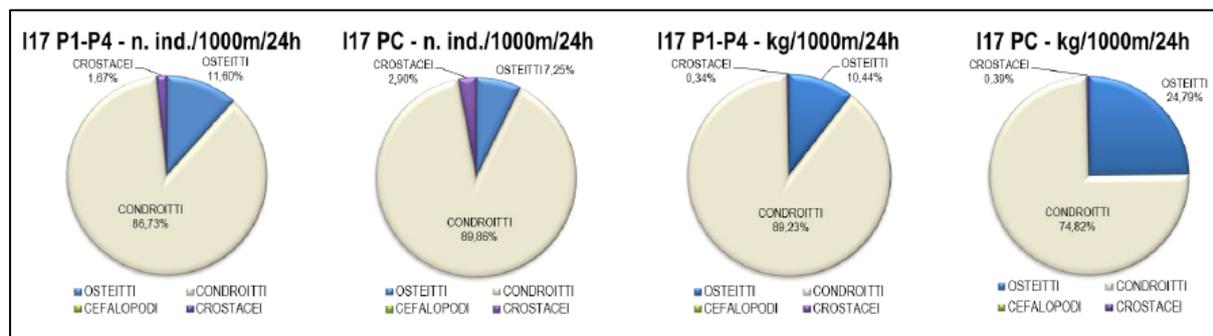
Sono state realizzate calate sperimentali in 4 siti posti in prossimità del Terminale, entro l'area interdetta alla navigazione: i siti sono nominati:

- ✓ I17 P1, I17 P2, I17 P3 e I17 P4 per la campagna invernale;
- ✓ E17 P1, E17 P2, E17 P3 e E17 P4 per la campagna estiva.

La stessa tipologia di campionamento è stata ripetuta in un sito al di fuori della zona interdetta alla navigazione (nominato I17 PC (campagna invernale); E17 PC (campagna estiva), ma avente le stesse caratteristiche batimetriche e bionomiche.

Sono state utilizzate cinque reti da posta ad imbrocco, ciascuna lunga 1,000 m, aventi maglie stirate di 40 mm ed una altezza di 3 m. Le reti sono state calate nella tarda mattinata per essere poi salpate la mattina del giorno successivo, rimanendo in pesca tra le 12 e le 24 ore. Tutto il materiale raccolto in ciascun sito è stato conservato in contenitori distinti per le successive analisi di laboratorio. Gli organismi catturati sono stati classificati fino al livello di specie. Questo ha permesso di compilare una lista faunistica per ogni tipologia di attrezzo utilizzato. Per ogni specie catturata è stato rilevato il peso totale in kg ed il numero di individui.

Nella Figura seguente si riporta la composizione percentuale delle catture, espressa con indici di densità e biomassa, dei principali gruppi tassonomici campionati con le reti da posta nell'Inverno del 2017.



**Figura 6.34: Reti da Posta: Composizione Percentuale delle Catture, espressa come N. Individui/1000m/24h e kg/1000m/24h, dei Principali Gruppi Tassonomici Campionati nelle Stazioni P1-P4 e PC nell'Inverno del 2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

Il gruppo più rappresentativo è quello dei Condroitti, con indici molto alti sia nelle stazioni in prossimità del Terminale (I17 P1-P4) che nella stazione di controllo (I17 PC). Questo gruppo costituisce l'87% della densità media delle stazioni I17 P1-P4 ed il 90% per la stazione di controllo I17 PC.

Per quanto riguarda la biomassa media i Condroitti contribuiscono con l'89% nelle stazioni I17 P1-P4 e con il 75% nella stazione I17 PC.

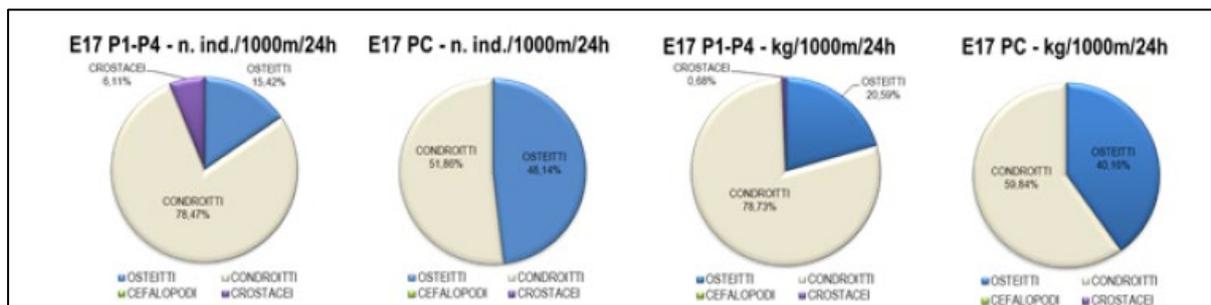
Gli Osteitti contribuiscono per il 12% dell'indice di densità nelle stazioni I17 P1-P4 e per il 7% di quello nella stazione di controllo I17 PC.

Il gruppo degli Osteitti rappresenta il 10% per le stazioni in prossimità del Terminale ed il 25% per la stazione di controllo.

Per quanto riguarda la biomassa media, il gruppo dei Crostacei Decapodi mostra degli indici molto bassi sia in densità (1.7% e 2.9% per le stazioni I17 P1-P4 e I17 PC rispettivamente) che in biomassa (0.3% e 0.4% per le stazioni I17 P1-P4 e I17 PC rispettivamente). Non sono stati catturati Molluschi Cefalopodi.

La specie più abbondante catturata con le reti da posta è il gattuccio *S. Canicula*; sono stati inoltre campionati individui di rana pescatrice *L. budegassa*, di razza stellata *R. Asterias*, di linguattola *C. Linguatula* e di gallinella *C. Lucerna*.

Nella Figura seguente si riporta la composizione percentuale delle catture, espressa con indici di densità e biomassa, dei principali gruppi tassonomici campionati con le reti da posta nell' Estate 2017.



**Figura 6.35: Reti da Posta: Composizione Percentuale delle Cature, Espressa come N. Individui/1000m/24h (Densità) e kg/1000m/24h (Biomassa), dei Principali Gruppi Tassonomici Campionati nelle Stazioni E17 P1-P4 e E17 PC (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

I Condroitti risultano il gruppo più rappresentativo, con indici molto alti sia nelle stazioni in prossimità del Terminale (E17 P1-P4) che nella stazione di controllo (E17 PC).

I Condroitti costituiscono il 78% della densità media delle stazioni E17 P1-P4 ed il 52% della stazione di controllo E17 PC. Nel caso della biomassa media questo gruppo contribuisce con il 79% nelle stazioni E17 P1-P4 e con il 60% nella stazione E17 PC.

Gli Osteitti, in relazione all'indice di densità, contribuiscono per il 15% nelle stazioni E17 P1-P4 e per il 48% nella stazione di controllo E17 PC. In biomassa il gruppo degli Osteitti rappresenta il 21% per le stazioni in prossimità del Terminale ed il 40% per la stazione di controllo.

Il gruppo dei Crostacei Decapodi è stato campionato esclusivamente nelle stazioni in prossimità del Terminale, (E17 P1-P4) mostrando indici in densità e in biomassa molto bassi (6% e 0.7% rispettivamente).

Non sono stati catturati Molluschi Cefalopodi.

Come risultato dalla campagna effettuata d'inverno nell'anno 2017, la specie più abbondante catturata con le reti da posta è il gattuccio *S. Canicula*.

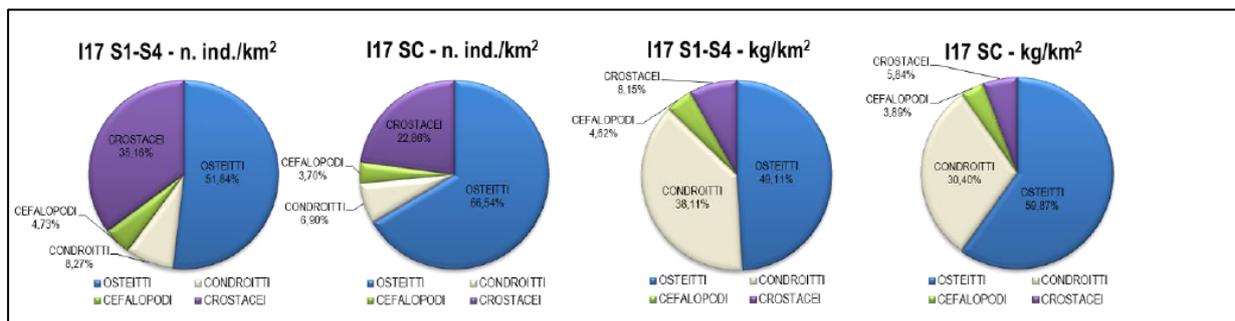
#### 6.3.2.1.2 Campionamenti con Reti a Strascico

Sono state realizzate 4 pescate (cale) sperimentali a differenti quote batimetriche in prossimità dell'area di installazione del Terminale (siti nominati I17 S1, I17 S2, I17 S3 e I17 S4 per la campagna invernale; E17 S1, E17 S2, E17 S3 e E17 S4 per la campagna estiva) e 1 cala localizzata a maggiore distanza (nominato I17 SC (campagna invernale); E17 SC (campagna estiva)).

Le pescate con rete a strascico sono state effettuate utilizzando una rete avente maglia al sacco di 50 mm, utilizzata per la pesca professionale di specie demersali e bentoniche.

Nei seguenti paragrafi si riportano i risultati delle catture.

La seguente Figura riporta la composizione percentuale delle catture, espressa con indici di densità e biomassa, dei principali gruppi tassonomici campionati con le reti a strascico nell'inverno del 2017.



**Figura 6.36: Reti a Strascico: Composizione Percentuale delle Catture, Espressa come N. Individui/1000m/24h e kg/1000m/24h, dei Principali Gruppi Tassonomici Campionati nelle Stazioni P1-P4 e PC nell'Inverno del 2017 (IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

Il gruppo degli Osteitti costituisce il 52% della densità registrata nelle stazioni I17 S1-S4 ed il 67% di quella registrata nella stazione I17.

L'indice di biomassa degli Osteitti è pari al 49% per le stazioni I17 S1-S4 e al 60% per la stazione I17 SC.

I Condroitti mostrano, in termini di densità, un contributo pari all'8% e al 7%, rispettivamente, per le stazioni I17 S1-S4 e per la stazione I17 SC.

In biomassa questo gruppo rappresenta il 38% nella stazioni I17 S1-S4 ed il 30% nella stazione di controllo I17 SC.

Il gruppo dei Molluschi Cefalopodi rappresenta il 5% ed il 4% della densità nelle stazioni I17 S1-S4 e I17 SC, rispettivamente. L'indice di biomassa per questo gruppo è pari al 5% per le stazioni poste in prossimità del Terminale (I17 S1-S4) ed al 4% per la stazione di controllo (I17 SC).

Il contributo percentuale dell'indice di densità dei Crostacei Decapodi è pari al 35% nelle stazioni I17 S1-S4 e al 23% nella stazione I17 SC.

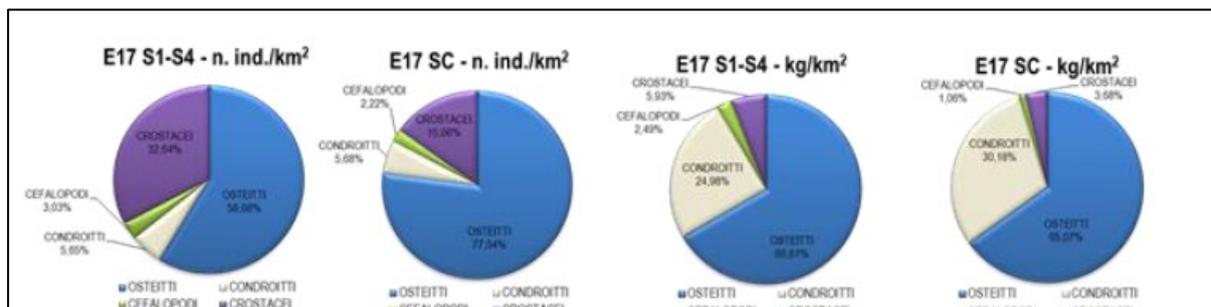
L'indice di biomassa costituisce invece l'8% per le stazioni I17 S1-S4 ed il 6% per la stazione I17 SC.

Nel gruppo degli Osteitti la specie maggiormente catturata è la triglia di fango *M. barbatus* con un totale di 1,134 individui.

Sono stati inoltre catturati 1,270 individui di *Nasello M. merluccius*.

La specie più abbondante catturata con le reti da posta è risultata la triglia di fango *M. barbatus* con un totale di 1,134 individui, a seguire troviamo il *Nasello M. merluccius* con 1270 individui catturati. Le catture hanno riguardato inoltre il pagello fragolino *P. erythrinus*, il sacchetto *S. hepatus*, lo scorfanotto *Scorpaena* e il gattuccio *S. canicula*.

Nella seguente Figura è riportata la composizione in percentuale delle catture dei principali gruppi tassonomici campionati con la rete a strascico nell'Estate dell'anno 2017.



**Figura 6.37: Rete a Strascico: Distribuzione Taglia-Frequenza del Gattuccio (*Scylliorhinus Canicula*).  
Num. Individui: 252 (I17 S1-S4), 52 (I17 SC)  
(IV Rapporto Annuale CIBM, 2016-2017)**

Il gruppo degli Osteitti costituisce il 59% della densità registrata nelle stazioni in prossimità del Terminale (E17 S1-S4) ed il 77% di quella registrata nella stazione di controllo (E17 SC). L'indice di biomassa di questo gruppo è pari al 67% per le stazioni E17 S1-S4 e al 65% per la stazione E17 SC.

I Condroitti mostrano, in termini di densità, un contributo pari al 6% sia per le stazioni E17 S1-S4 che per la stazione E17 SC. Dal punto di vista della biomassa questo gruppo rappresenta il 25% nella stazioni in prossimità del Terminale ed il 30% nella stazione di controllo.

Il gruppo dei Molluschi Cefalopodi rappresenta il 3% ed il 2% della densità nelle stazioni E17 S1-S4 e E17 SC, rispettivamente. Il contributo percentuale dell'indice di biomassa per questo gruppo è pari al 2% per le stazioni poste in prossimità del Terminale (E17 S1-S4) ed all'1% per la stazione di controllo (E17 SC).

L'indice di densità dei Crostacei Decapodi è pari al 33% nelle stazioni E17 S1-S4 e al 15% nella stazione E17 SC. L'indice di biomassa si attesta invece sul 6% per le stazioni in prossimità del Terminale (E17 S1-S4) e sul 4% per la stazione E17 SC.

I Condroitti mostrano, in termini di densità, un contributo pari al 6% sia per le stazioni E17 S1-S4 che per la stazione E17 SC.

Dal punto di vista della biomassa questo gruppo rappresenta il 25% nella stazioni in prossimità del Terminale ed il 30% nella stazione di controllo.

Il gruppo dei Molluschi Cefalopodi rappresenta il 3% ed il 2% della densità nelle stazioni E17 S1-S4 e E17 SC, rispettivamente. Il contributo percentuale dell'indice di biomassa per questo gruppo è pari al 2% per le stazioni poste in prossimità del Terminale (E17 S1-S4) ed all'1% per la stazione di controllo (E17 SC).

L'indice di densità dei Crostacei Decapodi è pari al 33% nelle stazioni E17 S1-S4 e al 15% nella stazione E17 SC. L'indice di biomassa si attesta invece sul 6% per le stazioni in prossimità del Terminale (E17 S1-S4) e sul 4% per la stazione E17 SC.

Nel gruppo degli Osteitti, la specie maggiormente catturata è la triglia di fango *M. barbatus*.

Sono inoltre stati catturati individui appartenenti alle specie del Nasello *M. merluccius*, del merluzzetto, *T. capelanus* e del sacchetto *S. Hepatus*.

## 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 Impatto dovuto alle Emissioni del Terminale e delle Unità Navali

Nel presente Paragrafo si riporta una descrizione del sistema modellistico impiegato nonché dei dati di input utilizzati per l'implementazione del modello e degli scenari simulati.

##### 7.1.1.1 Software Modellistico Utilizzato

Le simulazioni della dispersione e della ricaduta degli inquinanti associati alle emissioni in atmosfera del Terminale "FSRU Toscana" sono state condotte tramite il sistema modellistico eulero-lagrangiano CALPUFF, sviluppato dalla Sigma Research Corporation per il California Air Resource Board (CARB) e inserito nell'elenco dei modelli di dispersione raccomandati dall'US-EPA.

Il sistema modellistico è composto 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.

##### 7.1.1.2 Domini di Calcolo

Per le simulazioni in oggetto sono stati considerati:

- ✓ un dominio del modello meteorologico CALMET di estensione pari a 50 x 50 km e celle 1x1 km;
- ✓ un dominio di simulazione per il modello di dispersione degli inquinanti CALPUFF, compreso all'interno di quello meteorologico, di estensioni pari a 40x50 km avente una definizione di maglia pari a 250 m.

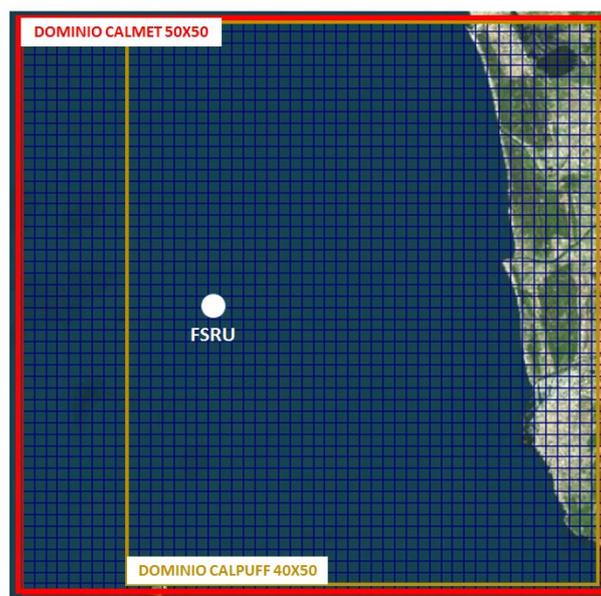


Figura 7.1: Domini di Calcolo per CALMET e CALPUFF

### 7.1.1.3 Dati Meteorologici

I dati meteorologici impiegati nelle simulazioni provengono dal modello WRF (*Weather Research and Forecasting*), sistema numerico di mesoscala di nuova generazione, concepito per la ricerca scientifica in campo atmosferico e per produrre previsioni meteorologiche.

Il modello rappresenta l'evoluzione del sistema MM5. Lo sviluppo del modello WRF è dovuto alla collaborazione di varie entità scientifiche internazionali, tra cui: *National Center for Atmospheric Research (NCAR)*, *National Oceanic and Atmospheric Administration*, la *Air Force Weather Agency (AFWA)*, *Naval Research Laboratory*, *Oklahoma University*, e *Federal Aviation Administration (FAA)*.

Tale modello fornisce sia dati orari in superficie sia i dati in quota richiesti da CALMET. Per le simulazioni in esame sono stati impiegati i dati dell'anno 2017.

Nella seguente tabella è riportata la distribuzione percentuale delle frequenze annuali dei venti considerando 12 settori di provenienza e 7 classi di velocità (sono considerate calme i venti di intensità minore di 0.5 m/s). I dati sono estratti dal modello meteorologico WRF in corrispondenza del Terminale "FSRU Toscana", a 10 m dal suolo.

**Tabella 7.1: Direzione e Velocità del Vento (Anno 2017)**

Settore	Direzione	Classe di Vento (m/s)							Totale (%)
		0.5-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-10	>10	
1	345-15	0.19	0.59	0.57	0.54	0.46	1.63	1.20	5.18
2	15-45	0.19	0.59	0.40	0.29	0.35	0.59	0.21	2.63
3	45-75	0.25	0.75	0.66	0.74	0.58	1.88	1.74	6.61
4	75-105	0.25	1.14	1.85	3.07	3.71	1.20	3.85	25.88
5	105-135	0.29	1.02	1.69	1.31	1.23	1.50	0.10	7.13
6	135-165	0.24	0.83	1.06	0.74	0.43	1.32	0.09	4.73
7	165-195	0.15	0.92	0.94	0.91	0.63	1.43	0.39	5.37
8	195-225	0.31	1.22	1.50	0.83	0.51	1.37	0.46	6.20
9	225-255	0.40	1.23	1.38	1.11	0.96	2.37	1.76	9.21
10	255-285	0.42	1.39	1.59	1.29	0.84	2.82	0.62	8.97
11	285-315	0.31	1.28	1.59	1.43	1.20	2.64	0.56	9.00
12	315-345	0.24	0.72	1.18	1.10	0.90	2.72	1.19	8.03
<b>Sub-Totale (%)</b>		3.24	11.70	14.39	13.36	11.82	32.28	12.15	98.94
<b>Calme (&lt;0.5 m/s)</b>									1.06

I dati estratti dal modello e sopra riportati mostrano che:

- ✓ il settore maggiormente rappresentativo è il settore 4 (venti provenienti da Est) con circa il 26% degli eventi;
- ✓ le intensità prevalenti sono comprese tra 5 e 10 m/s che rappresentano circa il 32% degli eventi;
- ✓ le calme (velocità inferiori a 0.5 m/s) sono relative a circa l'1% degli eventi.

Nella seguente figura è rappresentata la rosa dei venti ottenuta con i dati riportati nella precedente tabella.

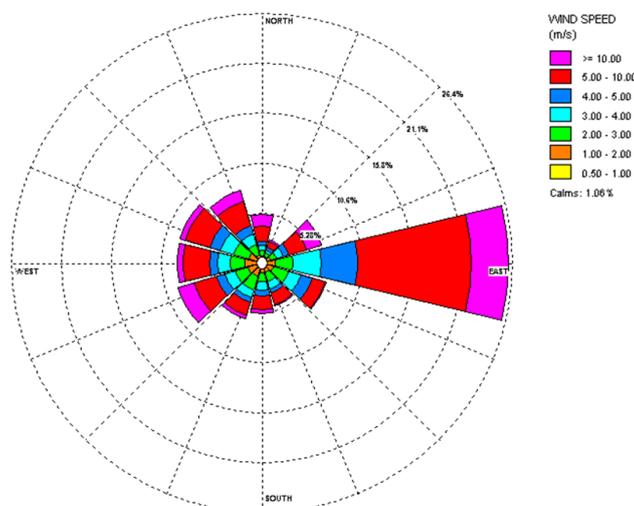


Figura 7.2: Rosa dei Venti da Modello WRF (Anno 2017)

#### 7.1.1.4 Identificazione del Quadro Emissivo

##### 7.1.1.4.1 Configurazione Autorizzata

Il sistema emissivo del Terminale è costituito da due linee di scarico fumi separate, una per ogni caldaia, convergenti in un unico camino dotato di un setto centrale.

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche tecniche ed emissive del camino del Terminale.

Tabella 7.2: Caratteristiche Tecniche ed Emissive del Terminale

Caratteristica	Unità di Misura	Valore
Altezza	m	50
Diametro	m	1.6
Sezione (singola)	m <sup>2</sup>	1.0
Temperatura Fumi	°K	476
Flusso NO <sub>x</sub>	g/s	2.62

Per quanto riguarda le navi metaniere per l'approvvigionamento di GNL, il Terminale è attualmente autorizzato al ricevimento di unità fino a 180,000 m<sup>3</sup> di capacità di trasporto per un massimo di No. 59 allibi annui.

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche tecniche ed emissive delle navi metaniere tipo.

Tabella 7.3: Caratteristiche Tecniche ed Emissive delle Navi Metaniere

Caratteristica	Unità di Misura	Valore
Altezza Camino	m	50
Diametro Camino	m	1.2
Sezione Camino	m <sup>2</sup>	1.13
Temperatura Fumi	°K	476

Nel seguito sono inoltre riportati i dati emissivi relativi a ciascuna fase operativa in cui è suddivisibile ogni allibo.

**Tabella 7.4: Caratteristiche Emissive per Fasi di Allibo delle Navi Metaniere**

Caratteristica	Unità di Misura	Avvicinamento	Attracco	Attracco senza scarico	Scarico	Disormeggio e Allontanamento
Durata	h	0.25	0.75	9	12	1
Flusso NO <sub>x</sub>	g/s	1.47	0.41	0.41	0.85	1.83

A supporto delle operazioni di manovra delle metaniere è stato considerato l'impiego di rimorchiatori (No. 3 rimorchiatori durante la fase di ormeggio, No.2 rimorchiatori durante la fase di disormeggio), le cui caratteristiche tecniche ed emissive sono riportate nella seguente tabella.

**Tabella 7.5: Caratteristiche Tecniche ed Emissive dei Rimorchiatori**

Caratteristica	Unità di Misura	Valore
Altezza Camino	m	8
Diametro Camino	m	0.4
Sezione Camino	m <sup>2</sup>	0.13
Temperatura Fumi	°K	673

Nel seguito sono inoltre riportati i dati emissivi relativi a ciascuna fase operativa in cui è suddivisibile ogni allibo.

**Tabella 7.6: Caratteristiche Emissive per Fasi di Allibo dei Rimorchiatori**

Caratteristica	Unità di Misura	Avvicinamento	Attracco + Disormeggio e Allontanamento	Scarico
Durata	h	0.25	1	22
Flusso NO <sub>x</sub>	g/s	3.9	2.1	0.2

Per il controllo dell'area di interdizione alla navigazione stabilita intorno al Terminale, vi è la presenza di una nave di sorveglianza (LNG Guardian) le cui caratteristiche tecniche ed emissive sono riportate nella seguente tabella.

**Tabella 7.7: Caratteristiche Tecniche ed Emissive della Nave di Sorveglianza**

Caratteristica	Unità di Misura	Valore
Altezza Camino	m	10
Diametro Camino	m	0.4
Sezione Camino	m <sup>2</sup>	0.13
Temperatura Fumi	°K	673

Nel seguito sono inoltre riportati i dati emissivi relativi a ciascuna fase operativa in cui è suddivisibile ogni fase operativa.

**Tabella 7.8: Caratteristiche Emissive per Fasi Operative della Nave di Sorveglianza**

Caratteristica	Unità di Misura	Stand-by	Zona di Interdizione
Durata	h	23	1
Flusso NO <sub>x</sub>	g/s	0.2	3.8

#### 7.1.1.4.2 Attività in Progetto

Il progetto prevede, in aggiunta alle attività di rigassificazione attualmente in corso, l'implementazione di un servizio SSLNG per la distribuzione del GNL via mare tramite navi metaniere di piccola taglia (Small Scale LNG Carriers).

La configurazione futura di esercizio del Terminale "FSRU Toscana" prevede quindi, rispetto alla configurazione attuale, anche le seguenti sorgenti emissive:

- ✓ navi metaniere di piccola taglia (SSLNGC);
- ✓ un rimorchiatore di supporto (in stand by) per le attività di manovra delle navi metaniere (SSLNGC).

Nel seguito si riportano le caratteristiche emissive di ciascuna sorgente.

Per quanto riguarda le unità SSLNGC per la distribuzione di GNL, si prevede l'impiego di unità navali per un massimo di No. 41 allibi annui.

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche tecniche ed emissive delle unità SSLNGC.

**Tabella 7.9: Caratteristiche Tecniche ed Emissive unità SSLNGC**

Caratteristica	Unità di Misura	Valore
Altezza Camino	m	20
Diametro Camino	m	0.7
Sezione Camino	m <sup>2</sup>	0.38
Temperatura Fumi	°K	476

Nel seguito sono inoltre riportati i dati emissivi relativi a ciascuna fase operativa in cui è suddivisibile ogni allibo.

**Tabella 7.10: Caratteristiche Emissive per Fasi di Allibo delle unità SSLNGC**

Caratteristica	Unità di Misura	Manovra e Ormeaggio	Connessione, Carico e Disconnessione	Disormeggio e Allontanamento
Durata	h	2	15	1
Flusso NO <sub>x</sub>	g/s	2.08	1.59	3.00

A supporto delle operazioni di manovra delle SSLNGC è stato considerato l'impiego di un rimorchiatore, le cui caratteristiche tecniche ed emissive sono riportate nella seguente tabella.

**Tabella 7.11: Caratteristiche Tecniche ed Emissive del Rimorchiatore**

Caratteristica	Unità di Misura	Valore
Altezza Camino	m	8
Diametro Camino	m	0.4
Sezione Camino	m <sup>2</sup>	0.13
Temperatura Fumi	°K	673

Nel seguito sono inoltre riportati i dati emissivi relativi a ciascuna fase operativa in cui è suddivisibile ogni allibo.

**Tabella 7.12: Caratteristiche Emissive per Fasi di Allibo**

Caratteristica	Unità di Misura	Manovra e Ormeaggio	Connessione, Carico e Disconnessione	Disormeggio e Allontanamento
Durata	h	2	15	1
Flusso NO <sub>x</sub>	g/s	0.2	0.2	0.2

#### 7.1.1.5 Scenari Emissivi

Nell'ambito delle simulazioni sono stati considerati due scenari emissivi in considerazione della configurazione attuale di esercizio che include le attività di approvvigionamento, stoccaggio e rigassificazione del GNL approvvigionato, e quella in progetto che prevede anche le operazioni di distribuzione del GNL tramite navi metaniere di piccola taglia (servizio SSLNG).

Per entrambi gli scenari sono state simulate la dispersione e le ricadute di NO<sub>x</sub> emesso dalle sorgenti individuate (cautelativamente si è ipotizzato che tutti gli NO<sub>x</sub> ricadano sotto forma di NO<sub>2</sub>).

##### 7.1.1.5.1 Scenario Autorizzato

Lo scenario autorizzato include le seguenti sorgenti emissive:

- ✓ Terminale;
- ✓ nave metaniera per No. 59 all'anno;
- ✓ rimorchiatori di supporto alla nave metaniera (No. 3 rimorchiatori durante la fase di ormeggio, No.2 rimorchiatori durante la fase di disormeggio);
- ✓ nave di sorveglianza.

Per lo scenario emissivo attuale, è stato stimato:

- ✓ il valore medio annuo delle ricadute di NO<sub>x</sub> considerando l'arrivo di No. 59 navi metaniere e le diverse fasi operative necessarie allo scarico di GNL;
- ✓ il valore massimo orario (99.8 percentile) delle ricadute di NO<sub>x</sub> considerando la fase più gravosa in termini emissivi per le varie unità navali coinvolte e le condizioni meteorologiche più avverse per la dispersione degli inquinanti.

##### 7.1.1.5.2 Scenario Futuro

Lo scenario futuro include le seguenti sorgenti emissive:

- ✓ Terminale;
- ✓ nave metaniera per No. 59 all'anno;
- ✓ rimorchiatori di supporto alla nave metaniera (No. 3 rimorchiatori durante la fase di ormeggio, No.2 rimorchiatori durante la fase di disormeggio);
- ✓ nave di sorveglianza;
- ✓ nave SSLNGC per No. 41 all'anno;
- ✓ un rimorchiatore di supporto alla nave SSLNGC ("in stand by" ed utilizzato solo in caso di emergenza).

Per lo scenario emissivo futuro, è stato stimato:

- ✓ il valore medio annuo delle ricadute di NO<sub>x</sub> considerando l'arrivo di No. 59 navi metaniere con le diverse fasi operative necessarie allo scarico di GNL, nonché l'arrivo di No. 41 navi SSLNGC con le diverse fasi operative necessarie al carico di GNL;
- ✓ il valore massimo orario (99.8 percentile) delle ricadute di NO<sub>x</sub> considerando la fase più gravosa in termini emissivi per le varie unità navali coinvolte e le condizioni meteorologiche più avverse per la dispersione degli inquinanti.

Si precisa inoltre che in accordo a quanto prescritto dal Decreto AIA No.93 del 15/03/2013 (Paragrafo 9.3) e in linea con la Decisione della Commissione Europea No. 1442 del 31/07/2017 che ha stabilito le conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT), a norma della Direttiva 2010/75/UE, per i grandi impianti di combustione, con particolare riferimento alla combustione di gas naturale in caldaie e motori (Tabella 25), il limite di concentrazione di NO<sub>x</sub> allo scarico del camino del Terminale diminuisce, a partire dal 59° mese di operatività del Terminale, da 150 a 100 mg/Nm<sup>3</sup>.

Alla luce di quanto sopra, le emissioni del Terminale considerate per le simulazioni dello Scenario Futuro sono pari a 1.75 g/s.

#### 7.1.1.6 Riferimenti Normativi

Per la previsione dell'impatto sulla qualità dell'aria, al fine di consentire un confronto con i limiti normativi (D.Lgs 155/2010 e s.m.i.), si è proceduto alla valutazione dei seguenti indici di ricaduta al suolo per gli Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>):

- ✓ valori medi annui della concentrazione di NO<sub>x</sub>;
- ✓ 99.8° percentile delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub>.

Si evidenzia che, al fine di un confronto con i limiti normativi, le emissioni di NO<sub>x</sub> del modello sono cautelativamente considerate come emissioni di NO<sub>2</sub>.

**Tabella 7.13: Limiti Normativi (D.Lgs. 155/2010)**

Inquinante	Periodo di Mediazione	Indice Statistico di Riferimento	Limite Normativo	
NO <sub>2</sub> (NO <sub>x</sub> )	Valore Medio Annuo	Media Annuo (come NO <sub>2</sub> )	40 µg/m <sup>3</sup>	Valore limite per la protezione della salute umana
		Media Annuo (come NO <sub>x</sub> )	30 µg/m <sup>3</sup>	Livello critico per la protezione della vegetazione
	Valore Medio Orario	99.8° Percentile Valore Orario (come NO <sub>2</sub> )	200 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 18 volte/anno)	Valore limite per la protezione della salute umana

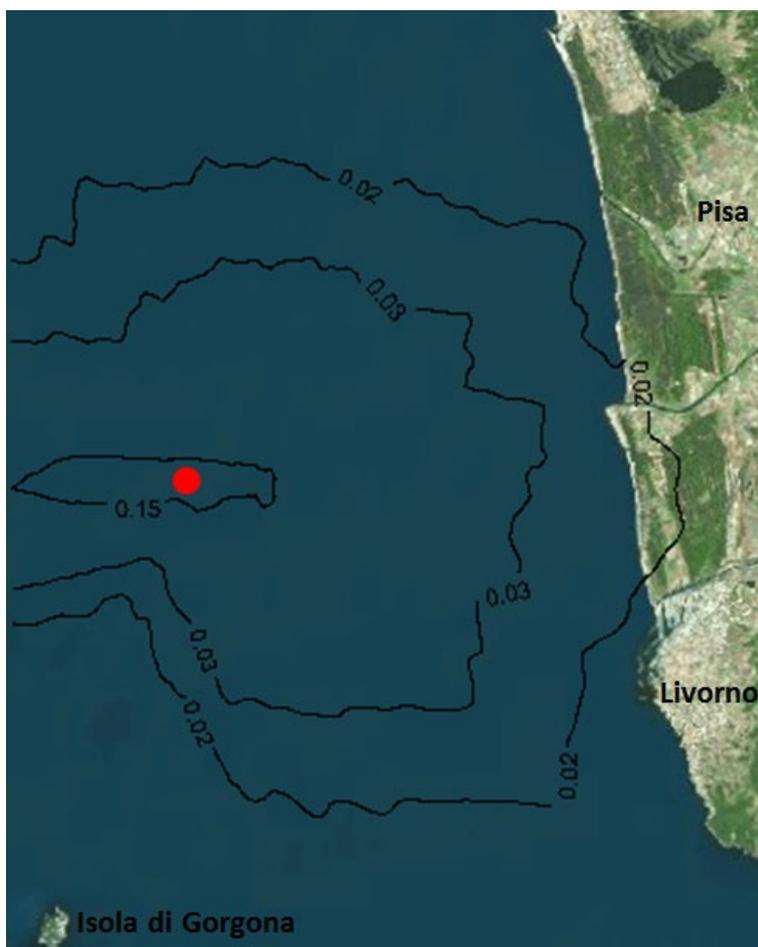
#### 7.1.1.7 Stima delle Ricadute degli Inquinanti

Nel presente Capitolo sono riportati i risultati delle simulazioni condotte per la stima delle ricadute al suolo di inquinanti gassosi (NO<sub>x</sub>) associati alle attività del Terminale "FSRU Toscana negli assetti di esercizio autorizzato e di progetto (futuro), tenendo conto dei dati meteorologici di un intero anno di riferimento (2017).

##### 7.1.1.7.1 Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>) nell'Assetto Autorizzato

Per quanto riguarda la media annua delle ricadute di NO<sub>x</sub> si rileva che (si veda la figura seguente):

- ✓ i valori massimi di ricaduta sono stimati in prossimità del Terminale;
- ✓ in corrispondenza delle località costiere, le ricadute massime sono pari a circa 0.02 µg/m<sup>3</sup>, ossia inferiori di tre ordini di grandezza rispetto ai limiti normativi stabiliti dal D.Lgs 155/2010, equivalenti a 40 µg/m<sup>3</sup> per la protezione salute umana e 30 µg/m<sup>3</sup> per protezione della vegetazione (Tabella 7.13), dunque ritenute trascurabili.



**Figura 7.3: Assetto Autorizzato – Mappa delle Isoconcentrazioni di NO<sub>x</sub> Media Annua**

Per quanto riguarda il 99.8° percentile delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> si rileva che (si veda la figura seguente):

- ✓ i valori massimi di ricaduta sono stimati in prossimità del Terminale;
- ✓ in corrispondenza delle località costiere le ricadute massime sono pari a circa 6 µg/m<sup>3</sup>, ossia inferiori di due ordini di grandezza rispetto al limite normativo stabilito dal D.Lgs 155/2010, equivalenti a 200 µg/m<sup>3</sup> per la protezione salute umana (Tabella 7.13), dunque ritenute trascurabili.

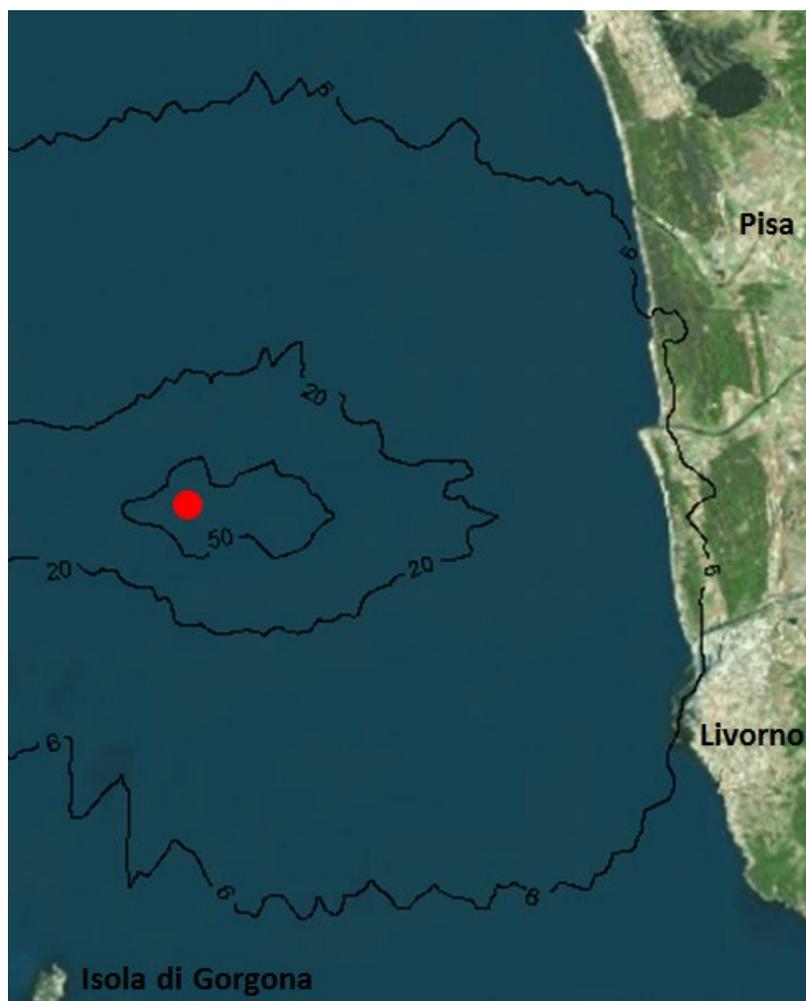


Figura 7.4: Assetto Autorizzato – Mappa delle Isoconcentrazioni di NO<sub>x</sub> Massimo Orario (99.8° Percentile)

#### 7.1.1.7.2 Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>) nell'Assetto Futuro

Per quanto riguarda la media annua delle ricadute di NO<sub>x</sub> si rileva che (si veda la figura seguente):

- ✓ i valori massimi di ricaduta sono stimati in prossimità del Terminale;
- ✓ in corrispondenza delle località costiere, le ricadute massime sono pari a circa 0.02 µg/m<sup>3</sup>, ossia inferiori di tre ordini di grandezza rispetto ai limiti normativi stabiliti dal D.Lgs 155/2010, equivalenti a 40 µg/m<sup>3</sup> per la protezione salute umana e 30 µg/m<sup>3</sup> per protezione della vegetazione (Tabella 7.13), dunque ritenute trascurabili.



**Figura 7.5: Assetto Futuro – Mappa delle Isoconcentrazioni di NOx Media Annua**

Per quanto riguarda il 99.8° percentile delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> si rileva che (si veda la figura seguente):

- ✓ i valori massimi di ricaduta sono stimati in prossimità del Terminale;
- ✓ in corrispondenza delle località costiere le ricadute massime sono pari a circa 7 µg/m<sup>3</sup>, ossia inferiori di due ordini di grandezza rispetto al limite normativo stabilito dal D.Lgs 155/2010, equivalenti a 200 µg/m<sup>3</sup> per la protezione salute umana (Tabella 7.13), dunque ritenute trascurabili.



Figura 7.6: Assetto Futuro – Mappa delle Isoconcentrazioni di NO<sub>x</sub> Massimo Orario (99.8° Percentile)

#### 7.1.1.8 Conclusioni

Le attività in progetto che prevedono l'implementazione del servizio SSLNG per la distribuzione via mare di GNL tramite navi metaniere di piccola taglia (SSLNGC), in aggiunta al servizio di rigassificazione attualmente in corso, non comporterà modifiche sostanziali allo scenario emissivo autorizzato.

Le simulazioni condotte con il sistema modellistico CALPUFF hanno consentito di verificare come le ricadute degli NO<sub>x</sub> sulla costa tra la configurazione di esercizio già autorizzata e lo scenario futuro siano del tutto confrontabili, sia per quanto riguarda i valori medi che i massimi orari, e comunque notevolmente inferiori, due ordini di grandezza per medie annuali e tre ordini di grandezza per i massimi orari (99.8° percentile), ai limiti normativi fissati dal D.Lgs 155/2010.

In considerazione di quanto sopra riportato, è possibile sostenere che la **variazione di impatto sulla qualità dell'aria associato al progetto proposto può essere ritenuto trascurabile.**

Con riferimento al valore limite annuale massimo di emissioni di NO<sub>x</sub> di 100 t/anno prescritto con Provvedimento DVA-2012-0023515 del 1 Ottobre 2012, si evidenzia che tale valore potrà essere rispettato anche nell'assetto futuro come di seguito dettagliato.

Mezzo Navale	Emissioni di NOx [t/anno]	NOTE
Terminale	52.8	Valore calcolato considerando il nuovo limite pari a 100 mg/Nm <sup>3</sup> per un funzionamento complessivo di 350 giorni/anno
Metaniere	3.7	Valore inalterato rispetto a quanto autorizzato
Rimorchiatori	10.2	Valore inalterato rispetto a quanto autorizzato
	1.7	Valore calcolato per il rimorchiatore aggiuntivo SSLNG considerando No.41 allibi annui
SSLNGC	4.6	Valore calcolato considerando No.41 allibi annui
Nave Sorveglianza	10	Valore inalterato rispetto a quanto autorizzato

## 7.2 AMBIENTE IDRICO

L'implementazione di un servizio SSLNG per la distribuzione via mare di GNL prevede la riattivazione dell'impianto esistente dell'acqua di cortina sul fianco sinistro (port side) del Terminale per la protezione dello scafo in caso di rilascio di gas durante la fase di scarico di GNL.

Le acque di cortina confluiranno in mare tramite lo scarico discontinuo "SF31 - Cortina manichette lato sinistro" per una portata massima pari a circa 54 m<sup>3</sup>/h.

Poiché il servizio SSLNG prevede un numero massimo di allibi annui pari a No. 41 e lo scarico sarà attivo durante il solo periodo di connessione delle manichette di scarico (circa 15 h/allibo) si stima che complessivamente la quantità di acqua scaricata sarà di circa 33,210 m<sup>3</sup>/anno.

In considerazione di quanto sopra riportato **l'impatto sull'ambiente idrico associato alla modifica proposta è pertanto ritenuto trascurabile.**

## 7.3 ECOSISTEMA MARINO

Le attività in progetto non prevedono variazioni del delta termico allo scarico delle acque e **non sono pertanto prevedibili impatti sull'ecosistema marino.**

Per quanto riguarda il rumore sottomarino, vista la natura dell'intervento in progetto, non si prevedono variazioni significative rispetto all'assetto autorizzato, caratterizzato già dalla presenza di mezzi navali (metaniere e mezzi di supporto) nell'area circostante il Terminale. Anche per quanto riguarda il sistema di scarico di GNL, i nuovi componenti impiantistici non andranno ad aggravare la condizione attuale in quanto trattasi di minimi interventi.

In considerazione di quanto sopra **l'impatto del rumore associato alla modifica proposta è ritenuto trascurabile**

## 7.4 ECOSISTEMA ANTROPICO

### 7.4.1 Impatto sui Traffici Marittimi

L'implementazione del servizio SSLNG in progetto per la distribuzione del GNL via mare tramite navi metaniere di piccola taglia (Small Scale LNG Carriers) comporta una variazione dell'attuale traffico marittimo a servizio del Terminale. Oltre all'approvvigionamento del GNL (per un massimo di No. 59 allibi annui) saranno presenti No. 41 arrivi massimi annui di SSLNGC confinati sul fianco sinistro (port side) della FSRU.

I traffici saranno regolati secondo le indicazioni fornite dalla Capitaneria di Porto di Livorno.

Considerando che nell'area del Terminale vige una zona di interdizione alla navigazione (Ordinanza No. 137/2013 della Capitaneria di Porto di Livorno) che impedisce l'ingresso di imbarcazioni non autorizzate, le nuove attività correlate al servizio SSLNG non genereranno interferenza con il traffico marittimo esterno.

Si evidenzia inoltre che il numero di mezzi navali previsti è del tutto trascurabile rispetto all'entità dei traffici presenti nei corridoi limitrofi al Terminale, determinando pertanto **un impatto sulla componente del tutto trascurabile**:

- ✓ Il Corridoio 3 conta circa 3,500 passaggi/anno e meno del 5% di tali passaggi è rappresentato da traffico connesso alla FSRU Toscana; il contributo legato all'installazione offshore è quindi trascurabile. L'introduzione del nuovo servizio Small-Scale comporterebbe un aumento della suddetta percentuale poco superiore al 1%;
- ✓ Il Corridoio 1 è caratterizzato da un numero totale di 1,387 passaggi la cui incidenza percentuale del traffico legato alla FSRU si attesta a circa il 10%. Considerando l'aumento del traffico dovuto alle No.41 SSLNG dirette verso e dal Terminale, tale percentuale subisce un aumento inferiore al 3%.

#### 7.4.2 Impatto sulle Attività di Pesca

Poiché nell'area del Terminale vige una zona di interdizione alla navigazione (Ordinanza No. 137/2013 della Capitaneria di Porto di Livorno) che impedisce l'ingresso di imbarcazioni non autorizzate, le nuove attività correlate al servizio SSLNG **non genereranno interferenza sulle attività di pesca**.

## 8 PIANO DI MONITORAGGIO

In ottemperanza a quanto previsto dall'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per l'esercizio del Terminale rilasciata dal MATTM con emissione del Decreto Prot. No. 00093 del 15 Marzo 2013, si continueranno ad effettuare i monitoraggi previsti su:

- ✓ Emissioni atmosferiche;
- ✓ Emissioni in acqua;
- ✓ Rifiuti;
- ✓ Emissione Rumore.

Inoltre, sarà proseguito il programma di monitoraggio ambientale marino previsto dal Piano di Monitoraggio Marino approvato da parte del MATTM con Determinazione No. 11592 del 15 Maggio 2012:

- ✓ Acque marine:
  - Profili idrologici,
  - Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche,
  - Plancton (Fitoplancton e Zooplancton);
- ✓ Sedimenti:
  - Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche (analisi granulometriche, analisi chimiche e analisi microbiologiche),
  - Stato ecotossicologico;
- ✓ Caratterizzazione biocenotica:
  - Macrozoobenthos,
  - Meiozoobenthos,
  - Bioaccumulo,
  - Biomarkers,
  - Cetacei e tartarughe marine (avvistamenti, livelli di rumore acustico subacqueo).

Risulta importante rimarcare che le indagini di bioaccumulo sono attualmente eseguite utilizzando il bioindicatore *Mytilus galloprovincialis* in quattro postazioni di misura (Stazioni A-B-C-D) ubicate sul fianco sinistro (port side) della FSRU e in una stazione di controllo presso l'Isola di Gorgona (Stazione E). Le attività in progetto (ormeggi e modifica del sistema esistente di trasferimento del GNL) previste nel medesimo port side potrebbero interferire con le suddette attività di monitoraggio.

Si prevede pertanto di procedere ad una revisione dello schema di ubicazione delle stazioni preposte, in modo da proseguire l'attività di monitoraggio evitando le interferenze con il servizio SSLNG.

## 9 VALUTAZIONE/GESTIONE RISCHI

Il Terminale è soggetto agli adempimenti di cui al D.Lgs. 105/2015 “Attuazione della direttiva 2012/18/UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose” meglio conosciuto come SEVESO III configurandosi come Stabilimento di soglia superiore ai sensi di tale Decreto Legislativo.

E' stato pertanto condotto l'aggiornamento della documentazione di pertinenza mediante la verifica di aggravio del preesistente livello di rischio, conformemente a quanto disposto dall'art. 18 e dall'Allegato D del D.Lgs. 105/15 (dichiarazione di non aggravio di rischio), inerente le modifiche di progetto legate all'ormeggio (modifica per servizio “Small Scale”) con la predisposizione di un nuovo punto di travaso sul Terminale per trasferire il Gas Naturale dal Terminale stesso alle SSLNC.

In riferimento a quanto riportato all'Allegato D al D.lgs. 105/2015 s.m.i. si conclude che **la modifica prospettata non costituisce aggravio** del preesistente livello di rischio di incidenti rilevanti, in quanto:

- ✓ non comporta variazione del quantitativo delle sostanze pericolose presenti in Stabilimento (la piccola nave metaniera “SSLNGC” si presenta al travaso presso il Terminale scarica), né l'introduzione di nuove sostanze pericolose;
- ✓ non comporta cambio di destinazione di serbatoi di liquidi infiammabili (rientranti nelle categorie P5a, P5b, P5c);
- ✓ non comporta il cambio di destinazione di un serbatoio di stoccaggio di sostanze pericolose o preparati pericolosi nell'ambito della stessa classe o di classe di pericolosità inferiore;
- ✓ non comporta l'introduzione di nuove tipologie o modalità di accadimento, di incidenti ipotizzabili che risultano più gravose per verosimiglianza (classe di probabilità di accadimento) e/o per distanze di danno associate con conseguente ripercussione sulle azioni di emergenza esterna e/o sull'informazione alla popolazione e/o comportanti la modifica delle classi di compatibilità territoriale esterne allo Stabilimento;
- ✓ gli scenari, come individuati da specifica valutazione di rischio, che possono essere conseguenza di un rilascio durante operazioni di travaso “Small Scale” risultano della stessa tipologia degli scenari già riportati sul Rapporto di Sicurezza di Stabilimento. Si rileva inoltre che le frequenze attese di accadimento degli scenari risultano più basse per gli scenari incidentali associati alla modifica proposta;
- ✓ le distanze di danno degli scenari legati alla modifica sono ampiamente minori a quelle che si possono avere in seguito all'EIR4 (Rottura della tubazione di GNL tra le pompe Booster e i vaporizzatori) riportato nel Rapporto di Sicurezza;
- ✓ gli scenari incidentali che si potrebbero verificare a seguito della modifica rimarrebbero ampiamente all'interno della zona di interdizione alla navigazione di 2 miglia nautiche (3,7km) stabilita intorno al Terminale; per questo non è da attendersi danno a persone o installazioni estranee alle attività del Terminale stesso;
- ✓ non comporta lo smantellamento o la riduzione di funzionalità o della capacità di stoccaggio di apparecchiature e/o di sistemi ausiliari o di sicurezza critici;
- ✓ la modifica non coinvolge apparecchiature o sistemi valutati critici per la sicurezza nel Rapporto di Sicurezza di Stabilimento.

L'adeguamento del sistema antincendio inerente la modifica di progetto del Servizio SSLNG seguirà l'iter procedurale coordinato per le verifiche di prevenzione incendi, ai sensi del DPR 151/2011 e s.m.i, secondo quanto disposto dall'Allegato L al D.Lgs. 105/15.

## 10 CONCLUSIONI

Nel presente documento sono stati valutati gli aspetti ambientali connessi all'implementazione di un servizio SSLNG per la distribuzione via mare di GNL sul Terminale galleggiante di rigassificazione "FSRU Toscana", tramite metaniere di piccola-media taglia (SSLNGC).

Il progetto prevede la realizzazione di una serie di interventi funzionali ed impiantistici che riguardano:

- ✓ il sistema di ormeggio per l'accosto in sicurezza delle Small Scale LNG Carrier sul fianco sinistro (*port side*) della FSRU;
- ✓ la modifica del sistema esistente di trasferimento (fianco sinistro) del GNL al fine di consentire sia il caricamento (loading) delle SSLNGC per la successiva distribuzione via mare, che lo scarico (unloading) delle stesse qualora vi sia la necessità di rifornire il Terminale del GNL necessario alle attività di mantenimento del Terminale in funzione nel caso di assenza di utenti per lunghi periodi.

Il progetto, in aggiunta alle attività svolte dal Terminale, prevede pertanto l'implementazione del servizio di SSLNG per la distribuzione del GNL come combustibile, tramite la discarica di 41 metaniere di piccola-media taglia (SSLNGC) all'anno. Questo nuovo servizio verrebbe alimentato da una capacità di GNL dedicata al servizio stesso pari ad un quantitativo di circa 310,000 mclq/anno, lasciando invariata la capacità di rigassificazione massima autorizzata pari a 3.75 Mld mc/anno.

Le analisi condotte sulle componenti ambientali di interesse hanno consentito di valutare complessivamente che **gli interventi proposti non comportano impatti ambientali significativi** ad essi connessi in quanto:

- ✓ le operazioni di loading/offloading delle SSLNGC previste comporteranno un numero massimo di No.41 allibi il cui impatto sulla componente atmosfera risulta trascurabile come riscontrato dalle simulazioni condotte con il sistema modellistico di dispersione CALPUFF che hanno consentito di verificare che le ricadute degli NOX sulla costa tra la configurazione di esercizio già autorizzata e lo scenario futuro siano del tutto confrontabili nel rispetto dei limiti normativi fissati dal D.Lgs 155/2010;
- ✓ sarà rispettato il limite annuale massimo di emissioni di NOx di 100 t/anno prescritto con Provvedimento DVA-2012-0023515 anche nell'assetto futuro;
- ✓ l'utilizzo dello scarico in mare "SF31 – Cortina manichette lato sinistro" connesso alla riattivazione dell'impianto esistente dell'acqua di cortina sul fianco sinistro (*port side*) del Terminale avrà una portata ridotta sia in termini di portata che di funzionamento in quanto legata alle sole operazioni di scarico del GNL su SSLNGC.

## REFERENZE

- [1] D'Appolonia, 2015, Feasibility Study for LNG Transfer from FSRU Toscana on Mini LNG Carriers, Technical Report (Doc. No. 14-478-H1, Rev.0, Febbraio 2015)
- [2] OLT, 2018, Small Scale LNG Transfer System Design Basis (Doc No. TECH-033470-V07-352-ZZ-0001, Rev. A01, Settembre 2018)
- [3] CIBM, 2018, Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino, Fase di Esercizio – IV Report Annuale, Vol. 1 e 2, Rev. 02, Aprile 2018



**RINA Consulting S.p.A.** | Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.  
Via San Nazaro, 19 - 16145 GENOVA | P. +39 010 31961 | [rinaconsulting@rina.org](mailto:rinaconsulting@rina.org) | [www.rina.org](http://www.rina.org)  
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.