

G.5



Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS

* * *

Parere n. 2347 del 24/03/2017

Progetto	Verifica di Ottemperanza Prescrizione n. 7 relativa alla Verifica di esclusione VIA provvedimento DVA/2010/25280 del 20/10/10 – del Terminale di rigassificazione GNL localizzato al largo della costa toscana (Livorno) VO 600-1833 <> ID-VIP 2990
Proponente	OLT Offshore LNG Toscana Srl

La Commissione Tecnica di Verifica per l'Impatto Ambientale – VIA e VAS

1. PREMESSA

VISTI

- il Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 recante “*Norme in materia ambientale*” e s.m.i.;
- il Decreto del Presidente della Repubblica del 14 maggio 2007, n. 90 concernente “*Regolamento per il riordino degli organismi operanti presso il Ministero dell’Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare, a norma dell’art. 29 del D.L. 4 luglio 2006, n. 223, convertito, con modificazioni, dalla L. 4 agosto 2006, n. 248*” ed in particolare l’art. 9 che prevede l’istituzione della Commissione tecnica di verifica dell’impatto ambientale VIA e VAS;
- il Decreto Legge 23 maggio 2008, n. 90, convertito in legge il 14 luglio 2008, L. 123/2008 “*Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto legge 23 maggio 2008, n. 90 recante misure straordinarie per fronteggiare l'emergenza nel settore dello smaltimento dei rifiuti nella regione Campania e ulteriori disposizioni di protezione civile*” ed in particolare l’art. 7 che modifica l’art. 9 del DPR del 14 maggio 2007, n. 90;
- il Decreto del Ministro dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare prot. n. GAB/DEC/150/07 del 18 settembre 2007 di definizione dell’organizzazione e del funzionamento della Commissione tecnica di verifica dell’impatto ambientale - VIA e VAS e le modifiche ad esso apportate attraverso i decreti GAB/DEC/193/2008 del 23 giugno 2008 e GAB/DEC/205/2008 del 02 luglio 2008;
- il Decreto legislativo del 3 aprile 2006, n.152 recante “*Norme in materia ambientale*” e s.m.i. ed in particolare l’art. 8 inerente il funzionamento della Commissione Tecnica di Verifica dell’Impatto Ambientale - VIA e VAS;
- il Decreto Legge 6 luglio 2011, n. 98, convertito in legge il 15 luglio 2011, L. n. 111/2011 “*Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 6 luglio 2011, n. 98 recante disposizioni urgenti per la stabilizzazione finanziaria*” ed in particolare l’art. 5 comma 2-bis;
- il Decreto del Ministro dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di nomina dei componenti della Commissione Tecnica per la Verifica dell’Impatto Ambientale - VIA e VAS prot. GAB/DEC/112/2011 del 19/07/2011 e s.m.i.;
- il Decreto Legge 24 giugno 2014 n.91 convertito in legge 11 agosto 2014, L. 116/2014 “*Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 24 giugno 2014, n. 91 disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea*” ed in particolare l’art.12, comma 2, con il quale si dispone la proroga le funzioni dei Componenti della CTVA in carica alla data dell’entrata in vigore del detto D.L. fino al momento della nomina della nuova Commissione;
- il Decreto Ministeriale n. 308 del 24/12/2015 recante gli “*Indirizzi metodologici per la predisposizione dei quadri prescrittivi nei provvedimenti di valutazione ambientale di competenza statale*”.

2. INTRODUZIONE

VISTA la nota prot. n. CTVA-2015-1582 del 13/05/2015 di assegnazione al Gruppo Istruttore.

VISTA la nota prot. n. DVA-2015-10854 del 23/04/2015, acquisita agli atti con prot. CTVA-2015-1390 del 24/04/2015, con cui la Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali (di seguito DVA) ha chiesto alla Commissione tecnica di verifica dell’impatto ambientale VIA-VAS (di seguito Commissione) di valutare la

verifica di ottemperanza alla prescrizione n. 7 del Provvedimento DVA-2010-25280 del 20/10/2010 relativo al progetto "Terminale di rigassificazione di GNL localizzato al largo della costa toscana (LI)";

CONSIDERATO che con provvedimento DVA-2010-25280 del 20 ottobre 2010 è stato espresso giudizio positivo all'esclusione dalla procedura di valutazione dell'impatto ambientale del progetto presentato dalla Società OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., inerente aggiornamenti progettuali apportati in fase di ingegneria esecutiva al terminale di rigassificazione GNL localizzato al largo della costa Toscana (LI), a condizione che si ottemperino specifiche prescrizioni indicate nel provvedimento medesimo, tra le quali la prescrizione n.7 che prevede:

"In accordo con ISPRA, e con costi a carico del proponente, dovranno essere definiti ed attuati, prima dell'arrivo della nave-terminale (per definire l'ante-operam,) e durante tutto il periodo di funzionamento del terminale, i seguenti monitoraggi in mare con cadenza almeno trimestrale:

- a) misura delle componenti chimico-fisiche-biotiche su 4 punti a distanza di 100 m dal terminale, ad intervalli regolari su tutta la colonna di acqua;*
- b) verifica delle biocenosi esistenti sul fondo del mare lungo due transetti ortogonali fino ad una distanza di almeno 200 m dal terminale e monitoraggio della loro evoluzione nel tempo;*
- c) misura del rumore in acqua su due profili perpendicolari dalla distanza di 100 m fino a distanza di 5 km dal terminale sia durante il funzionamento normale che durante i periodi di massima rumorosità al fine di verificare quanto affermato nello studio ambientale preliminare;*
- d) verifica visiva della presenza/passaggio di cetacei fino ad una distanza di almeno 1 miglio dal terminale; verifica della presenza di cetacei tramite idrofoni posti su due transetti ortogonali a 5 e 10 km dal terminale;*
- e) verifica dell'eventuale risospensione dei sedimenti di fondo nei periodi considerati critici a causa del getto di acqua di riscaldamento emesso dalla nave;*

Qualora si verificassero situazioni di rischio per la flora e la fauna marina il proponente dovrà adottare in accordo con ISPRA ed il MATTM tutte le misure tecnicamente possibili, incluso la riduzione del processo di rigassificazione, atte al ripristino delle condizioni di rischio ante-operam. Il monitoraggio dovrà estendersi nel tempo fino ad un anno dopo la dismissione del terminale".

PRESO ATTO che la prescrizione 7 deve "essere verificata da ISPRA di concerto con il MATTM".

PRESO ATTO che con provvedimento DVA-2013-30107 del 23/12/2013 è stata determinata l'ottemperanza alla prescrizione di cui trattasi per la parte relativa al monitoraggio ante operam ("fase di bianco") stabilendo che i monitoraggi: "dovranno continuare per tutta la fase di esercizio dell'impianto e continuare fino ad un anno dopo la dismissione del terminale. Inoltre, fermo restando l'effettuazione con cadenza trimestrale degli stessi, i relativi complessivi esiti saranno forniti alla scrivente, per le necessarie verifiche di ottemperanza, con cadenza annuale".

VALUTATE nuovamente e **RICONFERMATE** tutte le valutazioni a suo tempo esplicitate nel citato provvedimento DVA-2013-30107 del 23/12/2013.

PRESO ATTO delle riunioni convocate presso il MATTM in data 23/10/2015 (prot. n. CTVA-2015-0003468 del 16/10/2015), del 06/05/2016 (prot. n. CTVA-0001552 del 29/04/2016, 19/01/2017 (prot. n. CTVA-0000074 del 12/01/2017) e 16/03/2017 (prot. n. CTVA-0000756 del 13/03/2017).

PRESO ATTO delle note di conferimento incarico ad ISPRA (DVA-0006772 del 10-03-2016 e prot. n. DVA-0010144 del 14-04-2016) e di successivo sollecito (prot. n. CTVA-0000357 del 07/02/2017) ai fini dell'ottenimento del loro "accordo" in relazione alla verifica di merito dei monitoraggi eseguiti in ottemperanza alla prescrizione in oggetto.

PRESO ATTO della nota di Ispra, assunta agli atti con prot. n. CTVA-0003031 del 08/09/2016, in cui Ispra comunica che alla Verifica di Ottemperanza in oggetto parteciperà anche l'ARPA Toscana.

PRESO ATTO delle valutazioni di Ispra sulla Verifica di Ottemperanza in oggetto, assunte agli atti con prot. n. 856/CTVA del 21/03/2017, che includono a loro volta le valutazioni di ARPA Toscana.

3. PER QUANTO RIGUARDA IL PRIMO RAPPORTO ANNUALE

PRESO ATTO che con nota 2015/OUT/GENER/B/0123 del 11/03/2015, acquisita con prot. DVA-2015-7957 del 23/03/2015, la Società OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. ha inviato:

- a) il primo rapporto annuale delle indagini ambientali (CIBM),
- b) il primo rapporto annuale sulle misure di correntometria e
- c) le indagini sulla batimetria e la morfologia dei fondali.

PRESO ATTO che la OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., con nota prot. n. 2015/OUT/GENER/B/0238 del 21/05/2015, assunta agli atti della DVA con prot. n. DVA-2015-13830 del 25/05/2015, ha inoltrato nuovamente tale documentazione al fine di soddisfare gli standard introdotti dalla DVA stessa e richiesti con nota prot. n. DVA-2015-10519 del 20/04/2015. Tale documentazione aggiornata è stata assunta agli atti della Commissione per le Valutazioni Ambientali con prot. n. CTVA-2015-1954 del 11/06/2015 e contiene:

1) CARTELLA CIBM

Primo rapporto annuale – Indagini ambientali (colonna d'acqua, sedimenti, biota, biacustica e rumore) svolte dal Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia applicata "G.Bacci" di Livorno – CIBM (cadenze: Autunno 2013, Inverno 2014, Primavera 2014, Estate 2014):

- a. I report annuale Volume 1
- b. I report annuale Volume 2

2) CARTELLA D'APPOLONIA CORRENTOMETRIA

Primo rapporto annuale sulla Correntometria svolta da D'Appolonia S.p.A. (misure effettuate da Dicembre 2013 ad Ottobre 2014):

- a. I rapporto 12-982-H3

3) GEOPOLARIS BATIMETRIA

Prima indagine (dopo posa in opera delle ancore e prima dell'arrivo del Terminale – 2013) e seconda indagine (dopo un anno dall'arrivo del Terminale – anno 2014) Batimetrico-Morfologica dei fondali, svolte da Geopolaris Srl:

a. I 2013

- i. Relazione Rilievi bati-morfologici Livorno – OLT 2013
- ii. Appendice A_strumentazione
- iii. Appendice B_calibrazione
- iv. Appendice C_cartografia

b. I 2014

- i. Relazione Rilievi bati-morfologici Livorno – OLT 2014
- ii. Appendice A_strumentazione
- iii. Appendice B_calibrazione
- iv. Appendice C_cartografia

PRESO ATTO che la OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., con nota prot. n. DVA-0008705 del 01/04/2016, da alcune indicazioni circa lo scarico a mare dell'acqua di riscaldamento chiedendo contestualmente l'ottemperanza alla prescrizione 7e.

PRESO ATTO della nota della OLT Offshore LNG Toscana, prot. n. 2016/out/GENER/B/0136, assunta agli atti con prot. n. 1395/CTVA del 19/04/2016 nel Registro Ufficiale - Ingresso, nella quale il Proponente afferma che:

- Vi è stata sovrapposizione tra attività di rigassificazione ed attività di monitoraggio ambientale nel periodo tra il 18 e 31 novembre 2013.
- Dal punto di vista ambientale i risultati del piano di monitoraggio dimostrano che non vi sono differenze apprezzabili tra attività di rigassificazione e attività di non-rigassificazione perché il Terminale, essendo sempre operativo, deve mantenere quasi tutte le apparecchiature in funzione anche nei periodi di non rigassificazione.
- In particolare per permettere l'auto-sostentamento del Terminale e garantire la massima sicurezza a bordo vengono comunque realizzate le seguenti attività (anche in assenza di rigassificazione):
 - o prelievo acqua di mare (con relative pompe) e conseguenti scarichi idrici (compreso anche lo scarico principale dell'acqua di mare necessaria per la rigassificazione, attivo sempre come dichiarato in AIA e VIA a portata costante, anche in assenza di rigassificazione);
 - o produzione di energia elettrica, principalmente tramite due caldaie, un diesel generatore, n. 4 turbine a vapore;
 - o stoccaggio del gas naturale liquefatto;
 - o invio di gas naturale nell'impianto di produzione di energia elettrica.
- Le apparecchiature strettamente connesse all'attività di rigassificazione (es. vaporizzatori, alcune pompe e compressori), risultano dare un contributo del tutto trascurabile in termini ambientali sia dal punto di vista delle emissioni in aria che in acqua.
- Anche per quanto riguarda la componente rumore si può confermare la evidente trascurabilità dell'impatto dell'attività di rigassificazione rispetto alla non rigassificazione.

PRESO ATTO che la OLT Offshore LNG Toscana S.p.A., con nota prot. n. DVA-0015391 del 09/06/2016 ha inviato come integrazione volontaria un Addendum al "Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino" ai fini di ottemperare alla prescrizione 7e del provvedimento DVA-2010-25280 del 20 ottobre 2010. Tale Addendum contiene i monitoraggi della colonna d'acqua per Autunno 2013, Inverno (2014), Primavera (2014) ed Estate (2014).

3.1 Analisi eseguite

Come descritto nel piano, sono individuabili 3 scenari operativi (campagna completa, campagna intermedia, campagna minima) i cui contenuti tecnici sono riassunti nella Tabella 1.

Tabella 1 - Contenuti tecnici delle quattro campagne annuali relative alla fase di esercizio.			
	Campagna minima (Autunno, Primavera)	Campagna intermedia (Inverno)	Campagna completa (Estate)
COLONNA D'ACQUA			
Caratteristiche fisico-chimiche	*	*	*
Microbiologia, solidi sospesi, sostanza organica, particellata clorofilla a, idrocarburi totali, tensioattivi, cloro derivati, nutrienti, d. pigmentaria			
Profili idrologici	*	*	*
Temperatura, conducibilità, pH, fluorescenza della clorofilla a, trasparenza, ossigeno disciolto, potenziale di ossidoriduzione, irradianza, irradianza spettrale			
Fitoplancton	*	*	*
Oloplanton	*	*	*
Meroplancton	*	*	*
Ittioplancton	*	*	*
Saggi ecotossicologici		*	*
<i>Vibrio fischeri, Phaeodactylum tricornutum, Dicentrarchus labrax,</i>			

Tabella 1 - Contenuti tecnici delle quattro campagne annuali relative alla fase di esercizio.			
	Campagna minima (Autunno, Primavera)	Campagna intermedia (Inverno)	Campagna completa (Estate)
<i>Paracentrotus lividus</i>			
SEDIMENTI			
Caratteristiche fisico-chimiche-microbiologiche			*
Metalli pesanti, IPA, Cloroderivati, C. organo stannici, TOC, Idrocarburi totali, microbiologia			
Saggi ecotossicologici			*
<i>Vibrio fischeri, Corophium orientale, Paracentrotus lividus</i>			
BIOTA			
Meiozoobenthos		*	*
Macrozoobenthos	*	*	*
Bioaccumulo	*	*	*
Metalli ed elementi in tracce, Idrocarburi Policiclici Aromatici, Cloroderivati, Composti organo stannici, Idrocarburi totali, microbiologia			
Biomarkers	*	*	*
Alterazione strutturale e funzionale della membrana lisosomial, Comet test, biologia delle branchie			
Fauna ittica bentonectonica (reti da posta, reti a traino di fondo)		*	*
Fauna ittica pelagica			*
Cetacei e tartarughe marine	*	*	*
INDAGINI GENERALI			
Bioacustica	*	*	*
Misura del rumore	*	*	*

Le attività di campo sono state svolte a partire dall'autunno 2013 (A-13) con cadenza trimestrale ossia nell'inverno 2014 (I-14), primavera 2014 (P-14) e estate 2014 (E-14) secondo il calendario riportato in Tabella 2. □ Le indagini sono state condotte con quattro tipologie diverse d'imbarcazione. Le ambientali (caratterizzazione delle acque e/o dei sedimenti) sono state condotte con M/N Grecale Primo, mentre per le misurazioni del rumore, la sorveglianza acustica e l'avvistamento dei cetacei e delle tartarughe marine è stato utilizzato un catamarano a vela modello Nautitech 40' attrezzato per ricerche sui cetacei. Lo studio della fauna ittica bentonectonica è stata condotta mediante rete a strascico e reti da posta con l'ausilio del M/P Donato Padre e del M/P Evolution. La fauna ittica pelagica è stata monitorata tramite l'impiego di reti da posta pelagiche utilizzando il M/P Evolution. □

Tabella 2 – Calendario delle attività di campo svolte nel primo anno di esercizio.				
	Autunno 2013 – A13 (Campagna minima)	Inverno 2014 – I14 (Campagna intermedia)	Primavera 2014 P-14 (Campagna minima)	Estate 2014 E-14 (Campagna completa)
Indagini ambientali	Dal 26/11/13 al 11/12/13	Dal 25/02/14 al 13/03/14	Dal 04/06/14 al 12/06/14	Dal 29/09/14 al 04/09/14
Emissioni acustiche e censimento visivo	Dal 18/11/13 al 04/12/13	Dal 25/02/14 al 12/03/14	Dal 03/06/14 al 08/06/14	Dal 26/08/14 al 09/09/14
Fauna ittica bentonectonica		6,7/03/14; 11,12/03/14		29/08/14; 2,3,5/09/14
Fauna pelagica				4,5/09/14

In Figura 1 sono riportati i punti di campionamento, mentre le coordinate sono riportate in Tabella 3 e le attività previste per ciascun punto per ciascuna campagna in Tabella seguente.

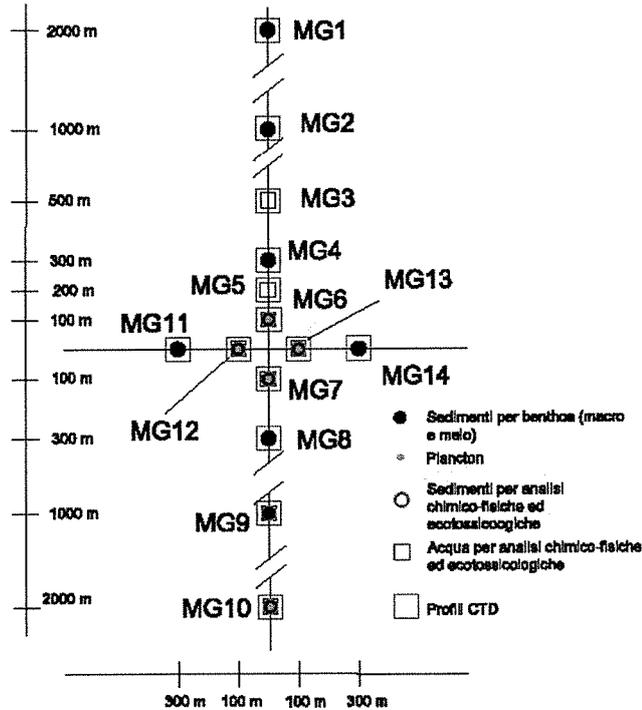


Fig. 1 localizzazione dei punti di campionamento

I profili idrologici sono stati eseguiti nelle quattro stagioni di indagine (A-13, I-14, P-14, E-14) per tutte le stazioni tramite sonda dotata di sensori specifici per la determinazione dei seguenti parametri: Profondità, Torbidità, Temperatura, Potenziale redox, pH, Salinità, Conduttività, Ossigeno disciolto. La sonda esegue la lettura contemporanea di tutti i parametri e provvede alla compensazione automatica delle misure effettuate; i dati rilevati sono quindi inviati ad un terminale di superficie.

I profili sottomarini della Photosynthetic Available Radiation (PAR) quantica (400-700nm) sono stati acquisiti fino a circa 80m e contemporaneamente sono state eseguite misure di riferimento in aria. L'irradianza spettrale sottomarina è stata misurata con spettrometro a diverse quote: spettro di riferimento in aria, radiazione discendente sottomarina a 5, 10, 25, 50, 70m e radiazione ascendente sottomarina a 5m. Contemporaneamente a queste misure sono state eseguite misure quantitative contemporanee di riferimento della PAR (400-700nm) in aria con apposito sensore.

Tabella 4 – Attività previste per ciascun punto di campionamento per ciascuna campagna. CTD=sonda multiparametrica, ME = Meiofauna, MA = Macrofauna, ACFEM = Acqua per analisi fisiche, chimiche, eco tossicologiche e microbiologiche, ACFM = Acqua per analisi fisiche, chimiche, e microbiologiche, P = Plancton, S = sedimenti per analisi fisiche, chimiche, eco tossicologiche.

	Autunno 2013 (Campagna minima)	Inverno 2014 (Campagna intemedia)	Primavera 2014 (Campagna minima)	Estate 2014 (Campagna completa)
MG1	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA
MG2	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA
MG3	CTD, ACFM	CTD, ACFEM	CTD, ACFM	CTD, ACFEM
MG4	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA
MG5	CTD, ACFM	CTD, ACFEM	CTD, ACFM	CTD, ACFEM
MG6	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S
MG7	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S

MG8	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA
MG9	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S
MG10	CTD, MA, ACFEM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFEM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S
MG11	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA
MG12	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S
MG13	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P,	CTD, MA, ACFM, P,	CTD, ME, MA, ACFEM, P, S
MG14	CTD, MA	CTD, ME, MA	CTD, MA	CTD, ME, MA

Tabella 6 - Elenco dei pigmenti determinati, sigla e raggruppamento tassonomico di appartenenza.		
Pigmento	Abbreviazione	Principale Classe rappresentata
Clorofilla b + Divinilclorofilla b	Chl b	Clorophyta
Divinilclorofilla a	DVA	Cianobatteri <i>Prochlorococcus</i>
Zeaxantina	Zea	Cianobatteri <i>Synechococcus-like</i>
Peridinina	Perid	Dinoflagellati
Butanoiloxifucoxantina	But-Fuco	Dictyochophyceae, Chrysophyceae, Prymnesiophyceae non Coccolitofori
Fucoxantina	Fuco	Diatomee
Hesanoiloxifucoxantina	Hex-Fuco	Prymnesiophyceae Coccolitofori
Prasinoxantina	Prasino	Clorophyta Prasinophyceae
Alloxantina	Allo	Cryptophyceae

I campioni per la caratterizzazione della colonna d'acqua sono stati prelevati tramite bottiglie Niskin nelle quattro stagioni di indagine. I campioni per le analisi fisiche e chimiche, sono stati prelevati in corrispondenza di 4 quote batimetriche (0,5 - 12,5 - 50 - 70 m), come da progetto e refrigerati in attesa della consegna ai laboratori. Le analisi microbiologiche sono previste unicamente per i campioni prelevati in superficie. La determinazione del materiale particellato totale in sospensione (TSM o solidi sospesi) è stata effettuata raccogliendo il particellato su filtri (Whatman GF/F diametro 47 mm) dalla filtrazione di 3-4 L del campione prelevato da bottiglia. Una quota dell'acqua filtrata (100 ml) è stata fissata in HgCl₂ 1% per le analisi dei nutrienti inorganici disciolti (nitriti, nitrati, ortofosfati, silicati) e un'altra quota (100 ml) è stata immediatamente analizzata per la determinazione della sostanza organica disciolta (CDOM). Il piano di campionamento adottato per lo studio del plancton ha previsto il prelievo in tutte e quattro le stagioni in corrispondenza di 5 stazioni (MG6, MG7, MG10, MG12, MG13) selezionate tra le stazioni delle analisi idrologiche. Lo studio della componente fitoplanctonica è stato condotto attraverso il prelievo di acqua a quattro diverse quote batimetriche (0,5 m, 12,5, 50 m, 70 m). Il campionamento è stato eseguito tramite bottiglie tipo Niskin ed in ciascuna stazione sono stati prelevati 10 litri di acqua marina. Parte del campione prelevato da bottiglia (3-4 L) è stata filtrata su filtri Whatman GF/F (Ø 45 mm) per la successiva estrazione in acetone e determinazione della clorofilla a e della diversità pigmentaria. La clorofilla a è stata determinata tramite spettrofotometro e tramite HPLC. La diversità pigmentaria è stata determinata in HPLC. La diversità pigmentaria è stata determinata in HPLC. La diversità pigmentaria è rappresentata dalle concentrazioni di nove pigmenti diagnostici principali. Le concentrazioni dei pigmenti sono in relazione (oltre ad altri fattori eco-fisiologici) alla composizione delle comunità fitoplanctoniche ed ognuno dei pigmenti può essere utilizzato, pur essendo in alcuni casi presente in più gruppi tassonomici, come marker diagnostico privilegiato di un gruppo tassonomico. Nella Tabella seguente sono specificati i pigmenti, la sigla di abbreviazione con cui verranno citati e la principale classe o gruppo tassonomico di appartenenza.

Lo studio dello zooplancton è stato condotto tramite pescate orizzontali e pescate verticali a diverse profondità. L'oloplancton è stato campionato con retino standard WP-2, a chiusura con vuoto di maglia di 200 µm, flussometro e specifico meccanismo di sgancio; meroplancton e ittioplancton con retino tipo WP-2, modificato, a chiusura, con vuoto di maglia di 335 µm, anch'esso dotato di flussometro e meccanismo di

sgancio.

Il prelievo delle acque per i test eco tossicologici è stato effettuato nell'inverno e nell'estate 2014 tramite bottiglia Niskin in 6 stazioni (MG3, MG5, MG6, MG7, MG13, MG12) più due controlli (MG9, MG10). I punti coincidono con quelli scelti per la caratterizzazione della colonna d'acqua (Figura 1). In questo caso però i test sono stati eseguiti in corrispondenza di 3 livelli batimetrici (0,5 m - 12,5 m - 50 m). In assenza di una normativa ad hoc, per la valutazione della tossicità si fa riferimento alla Tabella seguente utilizzata per gli elutriati (fase acquosa) per i saggi condotti con *V. fischeri*, *P. lividus*, *P. tricornutum* e *D. labrax* ed indicata nel "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini (ICRAM, 2007).

Tabella 7 - Scala di tossicità relativa al test condotto con *Paracentrotus lividus*, *Vibrio fischeri*, *Phaeodactylum tricornutum* e *Dicentrarchus labrax*.

<i>Paracentrotus lividus</i>		<i>Vibrio fischeri</i>		<i>Phaeodactylum tricornutum</i>		<i>Dicentrarchus labrax</i>	
EC20/50	Tossicità	EC20/50	Tossicità	EC20/50	Tossicità	EC20/50	Tossicità
EC20 ≥ 90%	Assente	EC20 ≥ 90%	Assente	EC20 ≥ 90%	Assente	EC20 ≥ 90%	Assente
EC20 < 90%, EC50 > 100%	Bassa	EC20 < 90%, EC50 ≥ 90%	Bassa	EC20 < 90%, EC50 ≥ 100%	Bassa	EC20 < 90%, EC50 ≥ 100%	Bassa
40% ≤ EC50 < 100%	Media	20% ≤ EC50 < 90%	Media	40% ≤ EC50 < 100%	Media	40% ≤ EC50 < 100%	Media
EC50 < 40%	Alta	EC50 < 20%	Alta	EC50 < 40%	Alta	EC50 < 40%	Alta

Il sedimento per le analisi fisiche, chimiche, eco tossicologiche e microbiologiche è stato campionato nell'estate 2014 mediante box corer, prelevando da ciascun campione i primi 2 cm. Il prelievo dei sedimenti è stato effettuato in 4 stazioni (MG6, MG7, MG13, MG12) e due controlli (MG9, MG10).

Il campionamento dei sedimenti per la caratterizzazione di popolamenti macrobentonici è stato effettuato nelle quattro stagioni (A-13, I-14, P-14, E-14) tramite benna Van Veen (con volume pari a 25 litri e superficie di campionamento di 0,1 m² 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)

Il prelievo del sedimento per lo studio della meiofauna è stato effettuato nelle due stagioni (I-14, E-14) tramite box-corer o benna Van Veen, nelle medesime stazioni previste per la macrofauna (MG1, MG2, MG4, MG6, MG7, MG8, MG9, MG10, MG11, MG14, MG13, MG12). Per ciascuna stazione sono state prelevate 4 repliche.

Le indagini di bioaccumulo sono state eseguite utilizzando il bioindicatore *Mytilus galloprovincialis*. Tuttavia non è stato possibile prelevare gli organismi dalla carena del terminale, previsto come prima opzione dal Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino, poiché non insediati al momento di inizio delle attività di monitoraggio. Per questo motivo le indagini di bioaccumulo e biomarker risultano posticipate rispetto a quanto previsto del suddetto Piano e ridotte a due campagne (primavera ed autunno) nel primo anno di attività.

Per quanto riguarda la fauna ittica bentonica sono state utilizzate:

- 1) Reti da posta calate in 4 siti in prossimità del terminale (entro l'area interdotta alla navigazione, siti nominati Trattamento). La stessa tipologia di campionamento è stata ripetuta in un sito al di fuori della zona interdotta alla navigazione (nominato Controllo), ma avente le stesse caratteristiche batimetriche e bionomiche.
- 2) Reti a traino di fondo: 4 cale sperimentali a differenti quote batimetriche in prossimità dell'area di installazione del terminale (siti trattamento) e 1 cala localizzata a maggiore distanza (sito controllo).

Lo studio della fauna ittica pelagica è stato condotto per valutare l'effetto FAD (Fishing Aggregating Device) dovuto alla presenza del terminale galleggiante. Il campionamento è stato effettuato mediante l'uso di reti da posta galleggianti da posizionare in prossimità del terminale, dalla superficie fino a 25-30 m di profondità.

In accordo alle specifiche del MATTM ed ISPRA, l'area di campionamento dei cetacei e delle tartarughe marine è stata individuata da un cerchio di 12 NM di diametro e circa 200 km², con centro il punto di ancoraggio del rigassificatore.

I dati di rumore acustico acquisiti dall'idrofono digitale, mentre per la misura di Temperatura, Profondità, Conducibilità, con calcolo diretto della velocità del suono è stata utilizzata un'apposita sonda. Sono stati campionati a 192 kHz con una sensibilità di -156 dB re V/uPa. Il rumore elettronico dello strumento, se valutato in termini di pressione acustica, a 30 kHz ha un livello equivalente inferiore al livello del rumore del mare a forza "zero", che, secondo letteratura, è intorno a +22 dB re 1uPa/√Hz, pertanto tutto il rumore registrato è relativo a suoni realmente presenti in acqua e non a interferenze introdotte dallo strumento di misura.

La sorveglianza bioacustica sulla presenza di cetacei è stata effettuata sulla piattaforma di opportunità catamarano KRILL attrezzato per il monitoraggio bioacustico sulla fauna marina, utilizzando idrofoni trainati dietro l'imbarcazione a circa 30 m. Il survey acustico è stato effettuato su transetti ortogonali posizionati nel settore a NE ad distanza tra 5 e 10 km dal Terminale FSRU.

3.2 Risultati

Come da Piano, sono state eseguite 4 campagne, la prima in autunno 2013 (A13), la seconda in inverno 2014 (I14), la terza in primavera 2014 (P14) e la quarta nell'estate 2014 (E14). Relativamente al confronto tra i vari monitoraggi e tra questi ed il "bianco" (campagna estate 2013 – B o E13) il proponente afferma che:

3.2.1 Colonna d'acqua

Per quanto riguarda la **Temperatura**, è molto evidente l'andamento stagionale: dall'autunno all'inverno la differenza tra i valori minimo e massimo tende a diminuire, e il termoclino stagionale a sparire, mentre tende a formarsi quello profondo; con il ritorno delle stagioni più calde riprende a formarsi il termoclino la cui dinamica è strettamente dipendente dall'alternarsi delle stagioni. Anche la **Salinità** ha un andamento legato al progredire della stagione; essa varia in un *range* abbastanza limitato. Nel Bianco, essa, presenta valori maggiori in superficie e in prossimità del fondo, mentre in Autunno e Inverno esibisce valori più omogenei lungo la colonna d'acqua. In Primavera ed in Estate si forma uno strato intermedio con valori bassi, corrispondente al termoclino.

Il **Diagramma T/S (Temp/Sal)** mette molto bene in evidenza le differenti stagioni: Bianco – sviluppo del grafico lungo la temperatura con stacco per il termoclino; A13 – sviluppo lungo la temperatura ma nessuna separazione (termoclino assente); I14 – colonna d'acqua omogenea e campioni tutti in un *range* minimo; P14 e E14 – colonna omogenea per salinità con forte escursione di temperatura. In Estate (E14) è visibile il nuovo termoclino al centro grafico.

Anche l'andamento dell'ossigeno disciolto percentuale, **DO%**, mostra un andamento caratterizzato dall'influenza delle stagioni: si passa dal Bianco con valori compresi nel *range* 80-117%, all'Autunno (A13) con valori 75-100%, all'Inverno (I14) 70-90%, alla Primavera (P14) 87%-112%, ed infine all'Estate (E14) con range 83%-108% evidenziando una diminuzione e un successivo incremento della percentuale di saturazione proprio legato all'avanzare della stagione. $\Delta DO\%$ nelle 4 stagioni è comunque compreso tra 20% e 25%.

La **Torbidità** varia tra 0 e 4 NTU, ma mostra per lo più valori prossimi allo 0, con una media raramente superiore ad 1 NTU. Sono stati registrati nel periodo di osservazione anche valori molto alti non legati però a particolari situazioni locali ma piuttosto alla dinamica dell'area.

Il **pH** aveva mostrato, nella fase di Bianco, valori (7,6-7,9) tipici dell'acqua di mare (7,7-8,4). Durante la fase di esercizio i valori hanno mostrato un range di variazione maggiore, compreso tra 5,6 a 9,1. Tale ampliamento dell'intervallo ha interessato per lo più i survey condotti in A13 e in I14 per i quali si sono raggiunti i valori estremi indicati nel range.

Valori bassi (pH acido) sono stati registrati sia nelle immediate vicinanze del rigassificatore sia lontano da esso e pertanto non correlabili alle attività di rigassificazione. Per quanto riguarda i valori alti di pH (pH basico-alcalino) è ipotizzabile che possano essere dovuti all'immissione in mare di una soluzione alcalina (Ipoclorito di sodio) che induce un innalzamento dei valori naturali. Tuttavia, valori elevati di pH sono stati osservati anche a circa 2000 m dal Terminale fatto che non consente di escludere altre possibili cause che inducano un innalzamento di questo parametro. Ad ogni modo la letteratura annovera molti studi sulla diminuzione del pH. In particolare esiste un'ampia gamma di studi su coralli o briozoi (e più in generale su organismi con gusci calcarei) per stimare il tasso di accrescimento (come tasso di deposizione del carbonato) in relazione alla diminuzione di pH. Minore attenzione è stata data allo studio degli effetti causati da un aumento di pH. E' noto che esso può danneggiare la pelle e le branchie degli animali e che favorisce la formazione di ammoniaca, tossica, a partire dallo ione ammonio per combinazione con gli ioni OH. Situazioni di rischio si possono raggiungere con pH maggiori di 10.

I valori del potenziale redox, **ORP**, risultano limitate. I profili di questo parametro sono in accordo con quelli del pH tendendo a calare al diminuire di quest'ultimo.

La profondità della zona eufotica (Zeu), cioè la profondità alla quale arriva 1% della radiazione PAR superficiale, è un indice sintetico della trasparenza delle acque. Zeu è variabile in relazione alle concentrazioni delle sostanze otticamente attive, fra le quali le più importanti sono il fitoplancton, il particolato sospeso non fitoplanctonico di cui il TSM rappresenta un proxy, e la sostanza organica disciolta cromofora (CDOM). Le variazioni stagionali della Zeu, in due stazioni ritenute rappresentative, si osserva che questa profondità è massima in P14 ed E14 e Bianco (primavera-estate), e minima in A13 e I14 (autunno-inverno). La profondità della zona eufotica maggiore (78,5 m) è stata registrata in entrambe le stazioni in P14, mentre i valori più bassi sono stati registrati in A13, con 30,5 e 39 m rispettivamente nella stazione A13 MG10 e nella A13 MG7. I valori di Zeu, passando da A13 a I14 mostrano un leggero incremento. Nel Bianco e in E14 Zeu risulta simile passando rispettivamente da 60,5 a 69 m alla MG7 e da 65 a 69 m nella stazione MG10.

Le concentrazioni dei nutrienti azotati ($DIN = NO_3 + NO_2$), del fosfato (PO_4) e del silicato (SiO_2) rilevate nel corso delle campagne B, A13, I14, P14 e E14 sono tipiche delle condizioni oligo-mesotrofiche delle acque indagate e presentano sostanzialmente la variazione stagionale attesa, con concentrazioni più elevate in A13 e I14 e concentrazioni minori in P14, Bianco, E14. Il riscaldamento dalla primavera all'estate produce infatti la stratificazione della colonna d'acqua con la presenza del termocline, mentre il raffreddamento invernale ne determina l'omogeneità dovuta al mescolamento verticale, che ha poi l'effetto di "fertilizzare" con i nutrienti gli strati più superficiali. Gli intervalli delle concentrazioni sono diversi da nutriente a nutriente in quanto il silicato è sempre presente in quantità più elevate rispetto a NO_2 , NO_3 e PO_4 . Quest'ultimo presenta sempre le concentrazioni minori.

Per quanto riguarda in particolare il DIN, le concentrazioni più elevate sono state rilevate in A13 e I14, particolarmente nelle stazioni MG5, MG12 e MG13, mentre le più basse, quasi al limite della rilevabilità, sono presenti nella campagna P14.

Il silicio segue lo stesso andamento dell'azoto, con le minori concentrazioni durante la campagna di Bianco e in E14 e le più elevate durante I14. In questa stagione sono da evidenziare le concentrazioni molto alte rilevate a 12,5 m nelle stazioni MG5, MG12 e MG13. I fosfati sono presenti sempre in quantità molto basse e con una stagionalità che può prevedere anche aumenti estivi che si avvicinano ai valori invernali, come visibile anche nei nostri dati. Le concentrazioni in E14 risultano infatti maggiori che nel Bianco.

La distribuzione batimetrica media dei solidi sospesi (TSM) nelle cinque campagne è abbastanza omogenea lungo la colonna d'acqua nel Bianco (estate) ed in I14 (inverno). Nella prima, che ha come media generale $1,492 \pm 0,746 \text{ mg L}^{-1}$, le concentrazioni tendono ad aumentare leggermente verso il fondo, sebbene la variabilità fra le stazioni risulti sempre abbastanza elevata e massima in superficie, mentre nella seconda (media di $1,146 \pm 0,222 \text{ mg L}^{-1}$) i massimi sono superficiali e la variabilità è molto minore. I profili medi delle altre campagne, A13 (media generale $1,176 \pm 0,829 \text{ mg L}^{-1}$), P14 (media generale $1,337 \pm 0,787 \text{ mg L}^{-1}$), ed E14 (media generale $1,500 \pm 0,961 \text{ mg L}^{-1}$), mostrano un evidente massimo a 12,5 m; a questa profondità in A13 e P14 risulta molto marcata la variabilità fra le stazioni. Le medie generali più alte si riscontrano nelle campagne estive di Bianco e E14 che presentano valori medi molto simili, e elevata variabilità fra le stazioni alle quote superficiali. La componente organica (POM) presenta medie generali differenziate fra il Bianco dove si registrano valori più elevati ($0,801 \text{ mg L}^{-1}$) rispetto a quelli delle altre campagne. I profili medi hanno i massimi a 12,5 m, i quali sono poco accentuati rispetto ai valori alle altre profondità, solo in I14 e in Bianco. La variabilità fra le stazioni è in generale sempre elevata in particolare a 12, 5 m e nella campagna Bianco.

Considerando le medie generali delle varie campagne i valori di $a_{\text{CDOM}}(325)$ più alti sono quelli in A13 ($0,346 \pm 0,051 \text{ m}^{-1}$), e I14 ($0,314 \pm 0,073 \text{ m}^{-1}$) e i valori minimi sono quelli di P14 ($0,249 \pm 0,061 \text{ m}^{-1}$), Bianco ($0,251 \pm 0,059$) ed E14 ($0,285 \pm 0,071 \text{ m}^{-1}$). La variabilità fra le stazioni a parità di profondità risulta bassa e abbastanza simile. Per quanto riguarda la distribuzione batimetrica le differenze maggiori sono nello strato superficiale (0,5 e 12,5 m) dove, in A13 e I14, sono presenti i massimi con valori quasi doppi rispetto a quelli delle campagne P14, Bianco e E14. Nelle campagne P14, Bianco, E14 (primaverili-estive) al contrario i massimi sono profondi. Confrontando tutte le campagne le differenze minori sono a 70 e 50 m; a queste profondità ed in particolare a 50 m sono collocati i massimi primaverili ed estivi, questi risultano simili ai minimi dei profili medi delle campagne A13 e I14. L'andamento stagionale di CDOM registrato risulta simile a quanto riportato in un recente lavoro sul ciclo della CDOM nel Mare Ligure.

Le variazioni della concentrazione della Clorofilla *a* (Chl *a*) e della sua distribuzione batimetrica sono coerenti con le variazioni stagionali conosciute per l'area considerata, che tipicamente sono caratterizzate: in estate da valori minimi assoluti che si collocano negli strati superficiali e incrementi a 50 e 70 m; in inverno-primavera dai massimi assoluti negli strati superficiali e nette diminuzioni negli strati profondi. Le campagne estive, Bianco e E14 rispettano queste caratteristiche, con concentrazioni basse e simili negli strati superficiali (sempre inferiori a $0,3 \text{ mg m}^{-3}$) ed i valori massimi collocati a 70 m, questi massimi profondi risultano in media più alti nella campagna E14 ($0,166 \pm 0,117 \text{ mg m}^{-3}$). Nella campagna P14 il profilo medio ed i valori registrati sono simili ai precedenti a testimonianza che le condizioni ambientali nel momento del campionamento erano quelle di una primavera molto avanzata. Nelle campagne A13 e I14 (autunno-inverno) i profili e le concentrazioni rilevate sono tipiche delle condizioni invernali con i valori massimi negli strati superficiali a 0,5 e 12,5 m e concentrazioni fino a circa $0,5 \text{ mg m}^{-3}$ in A13 e raggiungono il massimo di circa 1 mg m^{-3} nella campagna I14. In entrambi i casi il profilo batimetrico risulta decrescente da 0,5 a 70 m. La composizione pigmentaria è legata prevalentemente alla composizione fitoplanctonica, e nelle campagne risulta differenziata essenzialmente secondo due modalità: in A13 (autunno) e in I14 (inverno) dominanza di Fuco (marker delle diatomee) con significative presenze di Chl *b* (marker Chlorophyta), di Hex-Fuco (marker di Prymnesiophyceae coccolitofori), con una minore ma caratteristica presenza di Allo (marker delle Chryptophyta) e con uno scarso contributo delle forme picoplanctoniche appartenenti ai cianobatteri; in P14 e in Bianco e E14, la Hex-Fuco (marker di Prymnesiophyceae coccolitofori) costituisce il pigmento dominante con la sempre significativa presenza delle forme picoplanctoniche dei cianobatteri caratterizzate in superficie dalla dominanza della Zea (marker dei Cyanobatteri rispettivamente del tipo di *Synechococcus*) ed in profondità dalla DVA (marker dei Cyanobatteri del tipo di *Prochlorococcus*), altra presenza caratterizzante per questo periodo è quella della Perid (marker dei dinoflagellati fotosintetici), ed infine da una sempre importante presenza di Chl *b* (marker Chlorophyta).

3.2.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

Non si osservano variazioni nelle caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche riconducibili alla presenza dell'FSRU nelle concentrazioni dei contaminanti ricercati.

3.2.3 Saggi eco tossicologici su campioni di acqua

L'analisi ecotossicologica delle acque mostra assenza di tossicità acuta (saggi biologici con *V. fischeri* e *D. labrax*) in tutte le campagne svolte (B, I14 ed E14). Il saggio di tossicità cronica (inibizione della crescita algale) condotto con *P. tricornutum* mostra assenza di tossicità nelle campagne B, I14 ed E14, eccetto che per il campione superficiale E14 MG9/0,5 (stazione individuata come controllo).

Differente è invece l'andamento del test cronico di embriotossicità condotto con embrioni di *P. lividus*. Nella campagna E14, rispetto alla campagna B (Estate 2013 – E13), si osserva infatti un aumento della tossicità, espressa come percentuale di embrioni non sviluppati esposti al campione al 100% in assenza di diluizioni, sia nei campioni prelevati in prossimità del rigassificatore (E14 MG6/0,5; E14 MG6/12,5; E14 MG6/50; E14 MG7/0,5; E14 MG7/12,5; E14 MG7/50; E14 MG12/0,5; E14 MG12/12,5; E14 MG12/50; E14 MG13/0,5; E14 MG13/12,5; E14 MG13/50) sia in campioni prelevati a 200 m (E14 MG5/0,5; E14 MG5/12,5), 800m (E14 MG3/0,5), 1000 m (E14 MG9/12,5) e 2000 m (E14 MG10/50). Pertanto quanto osservato non può essere unicamente riconducibile alla presenza del terminale. Va precisato, inoltre, che in tutti i casi il livello di tossicità rilevato risulta "medio", in taluni casi "basso". Infine, si sottolinea che in qualche campione prelevato nella campagna B (es. B MG3/12,5; B MG3/50; B MG9/50) i livelli di tossicità erano addirittura superiori a quelli osservati nella campagna E14.

La campagna I14 ha mostrato, in questo saggio biologico, mediamente livelli di tossicità assente o bassa.

3.2.4 Plancton

Il confronto delle densità fitoplanctoniche nelle 5 stazioni analizzate (MG6, MG7, MG10, MG12, MG13) nelle diverse campagne evidenzia una variazione in accordo con quanto atteso per le acque indagate. Sia dai valori medi ricavati per ogni campagna che dai profili delle singole stazioni si osservano le minime abbondanze totali nel Bianco, un incremento notevole in A13, valori massimi per la campagna I14 e una riduzione delle densità in P14. In E14 si arriva ai minimi estivi che sostanzialmente si allineano sui valori del Bianco. I massimi sono superficiali o subsuperficiali, dell'ordine di grandezza di 10^5 cell L⁻¹ e non si sono quindi presentate fioriture anomale.

Anche la composizione tassonomica per classi evidenzia un aspetto tipico delle comunità fitoplanctoniche e un avvicinarsi delle dominanze in accordo con la variazione stagionale. Le comunità sono dominate dalla componente del nanoplancton (2-20 µm) flagellato, rappresentato dal raggruppamento "Altro", che arriva a superare il 50% del popolamento, e da gran parte dei dinoflagellati e coccolitofori, come spesso evidenziato dalle conoscenze che si hanno delle acque aperte mediterranee. Le diatomee sono la classe dominante in A13 e I14, particolarmente in A13, con una notevole copresenza di taxa abbondanti, i dinoflagellati prevalgono nelle altre campagne, i coccolitofori hanno una presenza meno variabile, variazioni stagionali quindi come atteso. Nel raggruppamento "Altro" sono presenti Cryptophyceae, Chrysophyceae, Dictyochophyceae, Prasinophyceae (chlorophyta), oltre ad una variabile quantità di flagellati indeterminati, che contribuiscono a costituire comunità sempre altamente differenziate, come evidenziato anche dalla diversità pigmentaria. L'elevata diversità si evidenzia sia per il numero di classi e di taxa che contemporaneamente concorrono alle densità totali, che per la diversità specifica (H', Indice di Shannon). Sia l'indice di Shannon che l'equitabilità hanno i valori più alti nelle campagne Bianco ed E14 (estate) e in A13 (autunno), mentre in I14 (inverno) si assiste ad una diminuzione di questi valori in quanto alcune specie mostrano accrescimenti nettamente dominanti su quelli delle altre. E' stata rilevata la dominanza di specie o generi, come, *Cylindrotheca closterium*, *Thalassionema* spp., *Chaetoceros* spp., *Pseudo-nitzschia* spp. (diatomee), *Emiliania huxleyi* (coccolitofori), *Tetraselmis* sp., *Pyramimonas* spp. (Prasinophyceae), noti per le nostre acque e che sostanzialmente determinano le differenze nella variazione stagionale della composizione.

Il dendrogramma (metodo Ward, programma Past) mostra come si raggruppano in ordine di distanza decrescente, i campioni (n=100) in base alla composizione tassonomica delle comunità fitoplanctoniche

utilizzando i 90 taxa che rappresentano circa il 90% della densità totale. Ad un primo livello di distanza si separano due gruppi che comprendono, uno i campioni A13 e I14 e l'altro i campioni B, E14, P14. All'interno di questi, i cluster a maggiore similarità raggruppano ulteriormente i campioni in base alla campagna di appartenenza. Sono quindi evidenti sia la suddivisione tra le campagne, con un maggiore "mescolamento" tra P14 ed E14, presumibilmente legato alla maggiore similarità tra la primavera avanzata di P14 e l'estate di E14, sia la similarità tra campioni di stazioni diverse.

L'analisi qualitativa del microfitoplancton dei campioni d'acqua raccolti con retino nelle stazioni MG6, MG7, MG10, MG12 e MG13 durante la campagna di bianco (B) e le prime quattro campagne di monitoraggio, A13, I14, P14 e E14, ha permesso di identificare 375 taxa totali, di cui 125 taxa in B, 121 taxa in A13 (valore minimo), 169 taxa in I14, 201 taxa in P14 (valore massimo) e 193 taxa in E14. Se si considera come si ripartiscono i taxa tra i diversi gruppi tassonomici, il numero di taxa più elevato appartiene ai dinoflagellati (174), seguito da diatomee (140) e coccolitofori (44). Le diatomee sono risultate la classe più rappresentata in A13 (autunno) (59 taxa), anche se il numero di taxa appartenenti a questa classe è risultato poco variabile nell'arco dell'intero anno (da 48 a 63 taxa individuati). I dinoflagellati sono risultati invece la classe più ricca in taxa sia in I14 (81), cioè in inverno che, soprattutto, in P14 e E14 (104 e 107 taxa, rispettivamente). Il periodo primaverile è generalmente caratterizzato da condizioni di luce e nutrienti favorevoli alla crescita microalgale, infatti in P14 si è registrato il numero più elevato di taxa (201) di cui 63 appartenenti alle diatomee; d'altra parte le condizioni più tipicamente oligotrofiche estive (E14) favoriscono la presenza di dinoflagellati mixotrofi ed eterotrofi. Il numero totale di taxa osservati nell'arco dell'anno di campionamento per ciascuna stazione è compreso tra un minimo di 215 in MG13 ed un massimo di 250 in MG10. Se si considera il numero di taxa osservati in ciascuna stazione nelle singole campagne si osserva un andamento generale, con un'elevata diversità microalgale nel periodo tardo invernale (P14), al contrario una diversità minima nel periodo autunnale (A13) e nell'estate del B. Per quanto riguarda il numero di taxa nelle singole stazioni, nessun sito si distingue in modo univoco dagli altri, tuttavia le stazioni MG13 e MG10 risultano mediamente rispettivamente la meno e la più ricca in taxa. Il numero di taxa appartenenti alle diverse categorie tassonomiche comuni a tutti e 5 i campionamenti è molto basso, al contrario la maggior parte dei taxa è presente solo in una delle stagioni. E' evidente quindi che la presenza della maggior parte dei taxa è fortemente dipendente dalla stagione di campionamento. Nel confronto tra Bianco ed E14, questa seconda campagna presenta una minore ricchezza di taxa, presumibilmente dovuta ai differenti volumi osservati. Se si confronta, infine, il numero di taxa microplanctonici rilevati con campionamento da bottiglia con quelli da retino, si osserva che per i campionamenti B e A13 il numero di taxa da retino è minore di quello da bottiglia, presumibilmente a causa del volume scarso/insufficiente di campione sedimentato e osservato, mentre da I14 a E14 il numero di taxa da retino è maggiore di quello da bottiglia. D'altra parte, il numero dei taxa individuati con entrambi i metodi (cioè i taxa 'comuni') mediamente è solo la metà, quindi i due metodi risultano complementari e nessuno dei due può prescindere dall'altro ai fini della valutazione, pur qualitativa, della diversità microplanctonica dei campioni.

I copepodi rappresentano la componente largamente dominante (fino a 80 – 90 %) di tutti i campionamenti e a tutte le profondità di indagine. Complessivamente, ossia dal Bianco all'E14, sono stati determinati 142 taxa. Dai 5 survey (ossia dal Bianco all'E14) sono stati raccolti taxa appartenenti a 29 delle 40 famiglie di copepodi oloplanctonici attualmente conosciuti nei mari italiani, fornendo un quadro esaustivo della biodiversità dell'area di studio. Il maggior numero di taxa (101) è stato campionato nel periodo invernale, stagione in cui sono stati rilevati anche i picchi di biomassa. Al contrario, il numero minore di taxa planctonici è stato rilevato nelle campagne estive (B e E14). In linea generale le retinate orizzontali sono caratterizzate dalla presenza di un numero maggiore di specie. L'andamento degli individui per m⁻³ lungo il gradiente verticale risulta essere piuttosto omogeneo nel tempo: i massimi valori si riscontrano in superficie nella fase di bianco, nella porzione compresa tra 0 e 50 m nelle tre campagne successive (A13, I14 e P14) e nella zona più profonda nel survey E14. Come già evidenziato al termine della fase di bianco, tale andamento è probabilmente legato al profilo batimetrico dell'area dove non si verificano escursioni e migrazioni dello zooplancton lungo l'asse verticale così accentuate come generalmente accade in aree con profondità maggiori. Questa caratteristica dell'area di studio consente la caratterizzazione della comunità a copepodi di ambiente pelagico presente nell'intera colonna d'acqua. I Clausocalanidae sono la famiglia maggiormente

rappresentata in tutti i survey, seppur con un'alternanza di specie in differenti periodi dell'anno. Anche le tre principali famiglie afferenti all'ordine Cyclopoida, sebbene esibiscano abbondanze nettamente inferiori, mostrano un picco di presenza durante la stagione più fredda (I14).

Data la elevata variabilità stagionale sono stati confrontati esclusivamente i campioni raccolti nello stesso periodo dell'anno.. Complessivamente il survey E14 ha portato al riconoscimento di 88 taxa appartenenti a 24 famiglie, contro i 73 taxa e 20 famiglie raccolti durante la fase di bianco. Tale differenza, peraltro modesta, non è al momento indice di una modifica della composizione della comunità a copepodi presente nella colonna d'acqua, ma è riconducibile alla presenza di sporadici o isolati individui (*singleton*), fatta eccezione per il Miracide *Distiocolus minor*. Questa specie, mai segnalata nei mari italiani, è stata identificata esclusivamente nel corso dell'osservazione *in toto* durante la fase di bianco, divenendo progressivamente più abbondante nel corso dei survey successivi fino a raggiungere il valore di 2,74 ind/m³ nella stazione MG10 del campionamento E14. Non è ancora possibile formulare ipotesi sulle cause che possano aver indotto la comparsa della specie nell'area. Sebbene la distribuzione del plancton nella colonna d'acqua segua preferenzialmente una distribuzione cosiddetta a *patches*, nel corso del confronto tra le due stagioni estive si riscontra una migrazione della fauna a copepodi verso porzioni più profonde della colonna. Tale fenomeno può essere riconducibile a una modificazione del corpo idrico dell'area dovuta a molteplici fattori, quali le oscillazioni fra una stagione e l'altra di uno o più termoclini a seguito di variazioni di temperatura e densità della colonna d'acqua. I termoclini rappresentano naturali barriere in opposizione alle normali migrazioni nictemerali caratteristiche dei copepodi. La Simper analysis rappresenta l'andamento della dissimilarità emersa tra la fase di bianco (B) e l'analoga campagna realizzata nell'estate 2014 (E14). La percentuale pari al 49,89% mostra che i due campioni siano significativamente associabili, se pur differenti. I Clausocalanidi *Clausocalanus arcuicornis* e *C. lividus* contribuiscono maggiormente a differenziare i due stock. Anche il *Nannocalanus minor* esibisce un elevato contributo percentuale alla dissimilarità, passando da specie dominante a specie presente con moderati valori di individui per m⁻³.

Dai dati relativi alla stima della biomassa sulla componente oloplanctonica si evince che i volumi di sedimentazione più elevati sono stati registrati nei campioni orizzontali di tutte le campagne. In particolare durante la stagione fredda (I14), si raggiunge il picco con valori medi per le stazioni pari a 157 ml. Nel medesimo survey è stato registrato un numero di esemplari di copepodi maggiore rispetto agli altri survey, dato dovuto, in particolare, al contributo della famiglia, dominante, dei Clausocalanidae. Un contributo determinante, alla biomassa complessiva del campione oloplanctonico è garantito dal plancton gelatinoso, in particolare Salpidi e Taliacei, e dai Crostacei Misidacei ed Eufasiacei particolarmente abbondanti in inverno. Complessivamente non emergono particolari differenze dal confronto delle campagne B ed E14 nel campione orizzontale, mentre aumenta il volume di sedimentazione nei livelli 100-50m e 50-0m. Tale aumento, al momento, non è correlabile alla presenza del Terminale, ma sembra piuttosto legato alle naturali fluttuazioni interannuali.

Tra il Bianco e l'E14 sono stati raccolti e determinati, complessivamente, 123 taxa nel Meroplancton. I retinaggi orizzontali sono tipicamente caratterizzati da un numero di taxa maggiore rispetto alle pescate verticali. Per contro, tranne il campione primaverile, le stazioni del livello profondo hanno stabilmente registrato il minor numero di taxa. Nell'I14, in ciascuno dei tre livelli investigati, è stato raccolto il numero di taxa più elevato, sebbene analizzando il numero di taxa totali provenienti dai tre livelli, la stagione più ricca sia quella primaverile (P14, 57 taxa totali). Tra i taxa presenti nel meroplancton delle cinque campagne, i Crostacei Decapodi rappresentano il taxon animale maggiormente differenziato (82 taxa = 66,1% del totale), confermandosi il gruppo di maggior rilevanza ecologica. Il maggior numero di taxa (46) appartenenti ai decapodi è stato rilevato in P14. Essi tendono preferenzialmente a concentrarsi nei campioni orizzontali tanto che nella stagione estiva (sia B sia E14) costituiscono la quasi totalità del campione.

Dall'analisi delle singole campagne si evince che la dinamica del meroplancton dipende prevalentemente dalla stagionalità, particolarmente evidente nei Crostacei Decapodi. A conclusione di un anno di studio, emerge, infatti, che i picchi demografici stagionali sono dovuti a specie differenti. Pertanto, per escludere la stagionalità come fonte di variabilità, la fase di bianco è stata confrontata unicamente con l'estate 2014. Dal

confronto si osserva la diminuzione del numero delle larve di Crostacei Decapodi da 38 a 25. Dal punto di vista qualitativo si assiste alla scomparsa del genere *Philocheras* e delle specie *Parthenopoides massena* e *Jaxea nocturna* e alla riduzione del genere *Processa*. Tali variazioni non sono attualmente riconducibili alla presenza del Terminale, in quanto una singola osservazione non consente di escludere l'effetto della variabilità interannuale e di affermare che il popolamento sia stabilmente modificato.

Comportamento opposto è stato osservato per gli Echinodermi. Nella fase di bianco era stata identificata solo la specie *Spatangus purpureus* (Echinoidi Irregolari) e alcune fasi larvali di ridottissime dimensioni riconducibili alla famiglia Spatangidae. Nell'estate 2014 il numero di *taxa* è incrementato (8 in totale) e nei campioni raccolti sono presenti sia Echinoidi Regolari (*Arbacia lixula*, specie dominante, *Paracentrotus lividus*, *Psammechinus microtuberculatus*), sia Irregolari (*Spatangus purpureus*, *Brissoopsis lyrifera*, *Echinocardium* sp), sia larve di Ophiuroidei (*Ophiotrix fragilis* e *Ophiura albida*). La causa di tale incremento potrebbe essere correlabile all'incremento di aggregati fitoplanctonici che agiscono sulle larve degli Echinodermi intrappolandone le espansioni e determinandone l'accumulo nel campione. La percentuale di dissimilarità tra queste due campagne (B e E14), rilevata tramite la Simper analysis, è pari a 80,73%, conferma quanto già evidenziato dal dato quali - quantitativo. Le differenze nella composizione degli *stock* specifici coinvolgono soprattutto il genere *Processa*, gli Anomuri del genere *Anapagurus*, *Clibanarius erythropus* e *Calcinus tubularis* e il genere *Philocheras*.

Dallo studio sono stati raccolti e identificati complessivamente 64 *taxa* nell'Ittioplancton. Il maggior numero di *taxa* è stato sempre rinvenuto nei campioni di acqua raccolti con il retinaggio orizzontale. I picchi di abbondanza sono stati registrati nelle stagioni più calde ossia in estate (B ed E14, rispettivamente con 22 e 23 *taxa*) e primavera (P14, 23 *taxa*). Esiguo e talvolta completamente assente il contingente ittioplanctonico nel livello profondo ossia tra 100 m e 50 m di profondità. Le fasi larvali dei pesci tendono quindi a occupare gli strati più superficiali della colonna d'acqua. Analogo comportamento è stato osservato per le uova che, contenendo piccole gocce oleose, rimangono sostanzialmente in superficie. Ne deriva che lo *stock* specifico di superficie sia di fatto rappresentativo dell'intera comunità ittioplanctonica presente nell'area. Dall'analisi qualitativa dei campioni si evince che la variabile temporale risulta preponderante nel determinare l'alternanza dei cicli riproduttivi delle tre principali specie di pesci osteitti gregari pelagici (*Sardinella aurita*, *Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*). Queste specie rivestono un ruolo fondamentale non solo nella catena trofica che in parte contribuiscono ad alimentare, ma anche dal punto di vista economico per la pressione della pesca alla quale sono sottoposte.

Nella fase di bianco (B) è stata osservata la dominanza del Clupeidae *Sardinella aurita* (alaccia) in fase di post schiusa (6,5 mm) con la caratteristica goccia oleosa ventrale a favorirne il galleggiamento. A questa specie segue l'Engraulidae *Engraulis encrasicolus* (acciuga), altra specie largamente diffusa nel bacino mediterraneo soprattutto nel periodo tardo primaverile, estivo. A conferma di questo dato, nel campione sono state rinvenute anche numerose uova in avanzato stato di maturazione dal caratteristico aspetto oblungo e quindi facilmente identificabili. Le campagne condotte nella fase di esercizio hanno confermato, come osservato per il meroplancton, che i *pattern* di distribuzione dell'ittioplancton sono rigidamente dipendenti dalla stagionalità e conseguentemente influenzati dalla dinamica dei termoclini che ne regolano sostanzialmente tutto il ciclo vitale. In A13 la specie dominante è il Clupeidae *Sardina pilchardus* (sardina) che, come riportano i dati di letteratura, ha picchi riproduttivi durante la stagione fredda dal tardo autunno all'inverno. Nel campione, peraltro molto povero, come si conviene alla fase di latenza riproduttiva di moltissime specie, non vi sono né l'alaccia, né l'acciuga. Il *survey* della stagione successiva (I14) ha confermato tale andamento. *Sardina pilchardus*, come atteso, si è confermata la specie dominante sebbene con una flessione dal punto di vista quantitativo. L'indagine condotta in primavera (P14) ha, invece, mostrato l'attesa sostituzione di specie ossia si è verificata la scomparsa di *S. pilchardus*, mentre *Engraulis encrasicolus* è divenuta la specie dominante. Nel medesimo *survey* sono state campionate anche numerose uova di quest'ultima specie. Nelle pescate orizzontali, inoltre, il numero di *taxa* è aumentato (18 vs 23), in particolare è stata registrata la presenza di numerosi *singleton* (52%). Gli Sparidae sono la famiglia maggiormente rappresentata con 6 *taxa* in totale e con *Diplodus sargus* (sarago maggiore) specie dominante. Confrontando il Bianco con il *survey* estivo della fase di esercizio (E14), si osserva che il numero di *taxa* è rimasto pressoché invariato (B=22; E14=23) e che *Engraulis encrasicolus* si conferma, come in P14, la

specie dominante, analogamente a quanto atteso dai dati presenti in letteratura. La differenza sostanziale tra i due survey risiede nella scomparsa di *Sardinella aurita*, dominante in B. Anche nel caso della frazione ittioplanctonica dello zooplancton l'analisi multivariata conferma quanto emerso nell'analisi descrittiva e quali - quantitativa dei campioni analizzati.

3.2.5 Sedimenti

Le variazioni maggiori sono state riscontrate nelle stazioni più vicine al terminale. Nella stazione MG6, in particolare, si è verificato un brusco calo della componente ghiaiosa a vantaggio di quella siltosa. Similmente, sebbene con magnitudine inferiore, nelle stazioni MG12 e MG13, la ghiaia e la sabbia hanno esibito un decremento a vantaggio della componente pelitica. Nella stazione MG7 si è verificato un comportamento opposto con un calo della pelite ed un aumento della frazione sabbiosa. Nella stazione MG9 il calo della sabbia è stato compensato da un aumento del silt, mentre nella stazione MG10 le variazioni osservate sono molto modeste al di sotto del 10%. Dall'analisi dei metalli in tracce non si rilevano anomalie degne di nota. Per quanto riguarda gli Idrocarburi Policiclici Aromatici sono stati osservati comportamenti differenti. Essi sono calati nel 50% dei siti sia prossimi (MG6, MG12) sia lontani (MG9, MG10) dall'FSRU. Non hanno mostrato variazioni in MG13, mentre sono incrementati in MG7 in cui, in particolare, si rileva un incremento di fluorantene e dei composti del benzene. Gli idrocarburi totali, come gli IPA, esibiscono comportamenti differenti nelle varie stazioni. Complessivamente si mantengono su tenori modesti. I composti organo stannici esibiscono un diffuso decremento. Il carbonio organico totale mostra un diffuso decremento tranne che nella stazione MG7 dove aumenta da 10023 mg/kg a 13000 mg/kg. Non ci sono anomalie da segnalare relativamente ai composti cloro derivati. Infine non si osservano segnali di contaminazione fecale.

Le analisi ecotossicologiche rivelano un effetto di tossicità, quantificabile da basso a medio, dei sedimenti sia nella campagna di bianco (B) che nella campagna estate 2014 (E14), talvolta anche nelle stazioni identificate come controlli (E14 MG9 ed E14 MG10). Tale effetto è osservabile soprattutto nei test di tipo cronico condotti con *C. orientale* (saggio di mortalità su sedimento tal quale) e *P. lividus* (saggio di embriotossicità su elutriato di sedimento). Differentemente, il saggio di tossicità acuta con *V. fischeri* ha mostrato assenza di tossicità sia nella campagna B che in E14, ad eccezione del campione E14 MG6 che ha mostrato tossicità bassa. Dal test con *C. orientale* emerge, nell'E14, una riduzione della percentuale di mortalità degli organismi (quantificabile da bassa a media) rilevata nella campagna di bianco B. Dal test di embriotossicità condotto con gli embrioni di *P. lividus* sugli elutriati di sedimento è stato osservato un basso livello di tossicità cronica già nella fase di bianco, confermata anche nella successiva campagna E14, con alcune variazioni relative ai campioni MG6, MG9 ed MG13 (diminuzione della tossicità in E14 rispetto a B) ed ai campioni MG10 ed MG12 (lieve aumento della tossicità in E14 rispetto a B). La tossicità del campione MG7 rimane sostanzialmente invariata nelle due campagne.

3.2.6 Biota

Confrontando i dati dell'intero periodo di studio emerge che, nell'area d'indagine relativamente al Macrozoobenthos, complessivamente i valori di abbondanza totale (N) e del numero di specie hanno subito un graduale incremento dal bianco all'inverno 2014 seguito da un graduale decremento. Nell'estate 2014 i valori di abbondanza sono risultati inferiori rispetto al bianco, mentre il numero di specie totali era del tutto confrontabile. Il panorama faunistico complessivo risulta dominato, per l'intero periodo di studio, dai policheti (Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.) i cui valori di abbondanza (N) hanno seguito il trend generale appena descritto. Questo gruppo domina la lista faunistica anche in termini di numero di specie (S). Il numero massimo di specie campionato risale alla primavera 2014. Nell'estate successiva si è verificato un calo di S fino a tornare ad un valore comparabile con quello del bianco. Il secondo gruppo in ordine di importanza è quello dei crostacei. Come i policheti, anch'essi hanno esibito un picco di abbondanza nell'inverno 2014 ed il più elevato numero di specie nell'autunno 2013. Nell'estate 2014 si sono ripristinati valori confrontabili con quelli del bianco. Il medesimo pattern, sia per S sia per N, osservato per i crostacei è stato rilevato anche per i molluschi. Infine gli echinodermi hanno rappresentato per l'intero periodo

d'indagine la frazione meno cospicua del popolamento. Dall'analisi multivariata condotta tramite n-MultiDimensional Scaling (n-MDS), applicata alla matrice di presenza/assenza, è molto evidente che i punti stazione sono distribuiti in accordo al periodo stagionale, rispecchiando, pertanto, la naturale dinamica temporale dei popolamenti bentonici. Per valutare meglio le eventuali variazioni riconducibili alla presenza del terminale l'analisi è stata rifatta utilizzando unicamente i dati del Bianco e dell'estate 2014 poiché relativi alla medesima stagione. Da piano di ordinamento si evince che i popolamenti del bianco risultano differenti da quelli dell'estate 2014 seppur condotti nella medesima stagione. Il fattore deriva temporale, appare, in questo caso, più importante nel determinare la dinamica dei popolamenti rispetto al fattore stagione. Per calcolare per ciascuna stazione, la dissimilarità tra i due survey, è stata utilizzata la Simper analysis. Le stazioni sono state quindi raggruppate sulla base della distanza dall'FSRU: dai più vicini ai più lontani sono stati definiti i seguenti gruppi: FSRU (MG6, MG7, MG12, MG13), Intermedi (MG4, MG1, MG8, MG4), Controlli (MG1, MG2, MG9, MG10). Da questo calcolo si evince che il popolamento presente nelle stazioni prossime al rigassificatore si modifica nel tempo di più rispetto a quello delle stazioni più lontane. Questo dato, potrebbe essere ricondotto alle naturali fluttuazioni interannuali oppure potrebbe indicare che nelle immediate vicinanze del terminale si possano creare delle condizioni in grado di modificare la dinamica del popolamento. Un singolo confronto (B vs E14) non consente di discriminare queste due tesi.

Nella fase di bianco (B) nell'area investigata sono stati rinvenuti in totale organismi appartenenti a diciannove gruppi tassonomici di Meiobenthos, dei quali otto presenti in tutte le stazioni; quattro di questi, Nematodi, Copepodi, Nauplii e Policheti risultano di gran lunga più abbondanti, seguiti in ordine di importanza numerica da Ciliati, Ostracodi, Turbellari ed Anfipodi, i valori numerici di questi ultimi sono davvero minimi. Dei rimanenti taxa, alcuni, come Chinorinchi, Tanaidacei e Bivalvi sono abbastanza frequenti, risultanti assenti solo in poche stazioni, al contrario di Gastrotrichi, Loriciferi, Gasteropodi e Caudofoveati rinvenuti sporadicamente ed in numeri molto bassi. La densità media totale dell'area investigata è stata pari a 359 ± 224 ind./10 cm². I Nematodi sono risultati il taxon dominante, con una densità media complessiva di 272 ± 164 pari a circa 76% del popolamento totale, seguiti nell'ordine dai Copepodi (densità media = 35 ± 36 ind./10 cm²), che insieme ai Nauplii (15 ± 21 ind./10 cm²) danno un apporto percentuale alla meiofauna totale di quasi il 14%. I Policheti sono il terzo gruppo per rilevanza numerica e contribuiscono per il 5% alla comunità complessiva. Gli altri gruppi sono presenti con densità e percentuali quasi irrilevanti, ad eccezione dei Ciliati e degli Ostracodi ciascuno dei quali contribuisce per oltre l'1% al popolamento totale. In ogni caso, la densità complessiva dei taxa meno abbondanti da un valore di affatto trascurabile, di circa 18 ± 15 ind./10 cm², pari a oltre il 5% dell'intero popolamento meiobentonico. Nella fase di esercizio Inverno (I14) nella stessa area sono stati rinvenuti organismi appartenenti a diciannove gruppi tassonomici di cui solo quattro presenti in tutte le stazioni: Nematodi, Copepodi, Nauplii e Policheti. Dei rimanenti taxa, alcuni, come Turbellari, Chinorinchi, Tanaidacei e Ostracodi, sono abbastanza frequenti, risultanti assenti solo in poche stazioni, al contrario di Idrozoi, Acari, Cumacei e Ofiuroidi, rinvenuti in singole stazioni ed in numeri molto bassi. La densità media totale dell'area investigata è stata pari a $221,8 \pm 121,6$ ind./10 cm². I Nematodi sono risultati il taxon dominante, con una densità media complessiva di $171,0 \pm 96,7$ pari a circa 77% del popolamento totale, seguiti nell'ordine dai Policheti (densità media = $20,3 \pm 11,9$ ind./10 cm²; 9,1%), dai Copepodi ($19,4 \pm 11,0$ ind./10 cm²; 8,8%) e infine dai Nauplii ($5,7 \pm 4,6$ ind./10 cm²; 2,6%). I primi quattro gruppi costituiscono nel complesso oltre il 98% della biocenosi. Gli altri taxa sono presenti con densità e percentuali molto basse, fornendo un valore di densità complessiva pari al 2,4% dell'intero popolamento meiobentonico. Nella fase di esercizio estate (E14) nell'area investigata sono stati rinvenuti organismi appartenenti in totale a venti gruppi tassonomici di cui solo tre presenti in tutte le stazioni: Nematodi, Nauplii e Policheti. I Copepodi sono assenti in un unico sito. Dei rimanenti taxa, alcuni, come Chinorinchi, Tanaidacei e Ostracodi, sono abbastanza frequenti, risultando assenti solo in poche stazioni, al contrario di Ciliati, Rotiferi, Sipunculidi e Priapulidi, rinvenuti in singole stazioni ed in numeri molto bassi. La densità media totale dell'area investigata è pari a $260,7 \pm 161,6$ ind./10 cm². I Nematodi sono risultati il taxon dominante, con una densità media complessiva di $212,2 \pm 133,8$ pari a oltre l'81% del popolamento totale, seguiti nell'ordine dai Copepodi (densità media = $19,2 \pm 18,7$ ind./10 cm²; 7,4%), dai Policheti ($13,9 \pm 11,0$ ind./10 cm²; 5,3%) e infine dai Nauplii ($8,2 \pm 10,0$ ind./10 cm²; 3,1%). I primi quattro gruppi costituiscono nel complesso oltre il 97% della biocenosi. Gli altri taxa sono presenti con abbondanze

e percentuali molto basse, fornendo un valore di densità complessiva pari al 2,8% dell'intero popolamento meiobentonico; tra questi solo gli Ostracodi raggiungono quasi l'1% della biocenosi. Nel corso delle tre campagne di studio condotte nell'area (B, I14, E14) sono stati rinvenuti globalmente organismi appartenenti a ventisette gruppi tassonomici, di cui solo quattordici presenti in tutte le fasi di monitoraggio. Diciannove major groups erano presenti nelle fasi E12 e I14 saliti a 20 nella fase E14.

La densità media totale dell'area investigata è variata da $358 \pm 168,3$ ind./10 cm² durante il Bianco a $221,2 \pm 121,4$ ind./10 cm² durante I14 fino a raggiungere $260,7 \pm 161,6$ ind./10 cm² in E14. I Nematodi sono risultati sempre il taxon dominante (range: 170-272 ind./10 cm²), con percentuali variabili tra il 75,8% durante il Bianco all'81,4% in E14, seguiti nell'ordine dai Copepodi (range: 19-34 ind./10 cm²; 7,4-9,7%), dai Policheti (range: 13-20 ind./10 cm²; 5,1-9,1%) e infine dai Nauplii (range: 5-15 ind./10 cm²; 2,6-4,2%). I primi quattro gruppi costituiscono nel complesso e a seconda dei survey il 95-97% della biocenosi. Gli altri taxa sono presenti con densità e percentuali molto basse, fornendo un valore di abbondanza variabile tra il 2,4% (I14) e il 5,1% (B) dell'intero popolamento meiobentonico. Tra questi solo Ostracodi, Turbellari e Ciliati raggiungono in alcune occasioni l'1% della biocenosi. Gastrotrichi, Caudofoveati e Loriciferi risultano presenti solo durante il Bianco, mentre Idrozoi, Rotiferi, Sipunculidi, Solenogastri, Acari e Ofiuroidi sono stati rinvenuti solamente in uno o entrambi i survey del 2014 (I14, E14). Il rinvenimento o meno questi taxa nei campioni prelevati nelle diverse fase è verosimilmente legata di più alla loro rarità, caratteristica cosa rende occasionale il loro campionamento, che ad altre cause. L'analisi della varianza (ANOVA) ha consentito di evidenziare differenze statisticamente significative tra le densità medie di alcuni taxa rilevate nell'area indagata nel passaggio tra le diverse fasi. In particolare la Meiofauna totale, Nematodi, Copepodi, Nauplii e taxa meno abbondanti (Altri) mostrano una riduzione delle abbondanze dal bianco al 2014 (I14 e E14). Per contro la densità dei Policheti risulta ridursi significativamente dall'I14 all' E14. La riduzione generalizzata delle abbondanze verificatasi tra il bianco e l'E14, campagne entrambe condotte nel periodo estivo, porta ad escludere che la riduzione osservata sia un fenomeno legato alla stagionalità. Tale diminuzione, inoltre, risulta particolarmente accentuata nei siti lontani dal terminale (ad esempio MG9) e quindi verosimilmente non influenzati da eventuali effetti stressogeni da esso generati. Pertanto, è ipotizzabile che le variazioni osservate siano legate a fattori, presumibilmente dipendenti dalla variabilità interannuale, e quindi indipendenti dalla presenza dell'FSRU. Dalle analisi multivariate è emerso che le stazioni investigate sono caratterizzate complessivamente da una bassa similarità faunistica, ciò a causa principalmente del comportamento della stazione MG9. Infatti, l'analisi dei cluster, basata sulle abbondanze medie dei diversi taxa e sulla matrice di similarità di Bray-Curtis mostra una prima separazione delle stazioni indagate ad un valore di similarità di poco superiore al 50% nodo che vede il sito MG9 campionato nelle fasi di esercizio I14 e E14 nettamente separato dagli altri. L'anomalia faunistica di questa stazione nelle fasi sopra ricordate e già evidenziata dall'analisi ANOVA viene quindi qui ribadita e resa graficamente esplicita. Le restanti stazioni risultano suddivise in due grossi clusters con punto nodale che si attesta ad un valore di poco oltre il 72%. I due cluster raccolgono lo stesso numero di stazioni, 17, e, dato alquanto rilevante, la stessa stazione indagata nelle diverse fasi, in particolare nelle fasi B e E14 risulta collocata nel medesimo cluster a testimonianza del fatto che se variazioni faunistiche ci sono state nel corso delle tempo queste risultano di minima entità. A questo livello di analisi non sembrano emergere relazioni generali tra raggruppamento e posizione geografica delle stazioni in relazione al terminale o fase di monitoraggio considerata. Quanto appena indicato viene confermato anche dal piano di ordinamento bidimensionale ottenuto dall'analisi nMDS. Anche in questo caso la disposizione delle stazioni prescinde dalla loro collocazione geografica e dalla fase di monitoraggio considerata. Il nMDS separa molto chiaramente la stazione MG9 di entrambe le stagioni (I14, E14) da tutte le altre, a motivo della bassa diversità e scarsa abbondanze della fauna ad essa associata in questi periodi. In conclusione, dalle analisi effettuate non appaiono essere intervenuti cambiamenti sostanziali a carico della comunità meiobentonica nell'area indagata nel corso delle diverse campagne di studio, fatta eccezione per la stazione MG9 la cui componente faunistica appare impoverita sia in I14 sia in E14. La maggiore distanza dal rigassificatore di questo sito rispetto ad altri porta ad escludere che il cambiamento sia dovuto ad un effetto del terminale.

Non ci sono segni evidenti di processi di bioaccumulo in atto. Inoltre non sono stati rilevati segnali di contaminazione fecale.

Il test di ritenzione del rosso neutro non ha evidenziato variazioni significative tra i due campionamenti anche se i valori osservati in estate sono risultati mediamente superiori rispetto a quelli della primavera. I mitili traslocati lungo il terminale non hanno mostrato alcuna riduzione del tempo di ritenzione del colorante vitale rispetto ai controlli e/o ai mitili analizzati subito dopo il prelievo dall'allevamento.

Anche per quanto concerne il biomarker di genotossicità (Comet Assay), non sono state riscontrate variazioni significative del grado di integrità del DNA tra la campagna primaverile e quella estiva. L'unica eccezione è stata osservata per la stazione D (pos 4) dove i mitili hanno mostrato, nella campagna E14, un livello di danno genetico significativamente superiore ai controlli, ma non rispetto ai mitili analizzati al tempo zero.

A differenza degli altri biomarker, l'analisi istologica delle branchie di mitilo ha evidenziato differenze tra le due campagne di monitoraggio. In particolare, la frequenza degli emociti granulari nel lume dei filamenti branchiali è risultata inferiore durante il campionamento estivo rispetto a quello primaverile, sia nei mitili di controllo che in quelli traslocati lungo il terminale FRSU. Diversamente, i mitili tempo zero non hanno mostrato differenze sostanziali per questo parametro. In entrambe le campagne di monitoraggio, il numero medio di emociti granulari nel lume dei filamenti branchiali dei mitili traslocati presso il terminale FRSU è risultato simile a quello degli organismi di controllo. Per quanto riguarda l'indice di condizione delle branchie, sono state osservate solo modeste fluttuazioni nel grado di integrità dell'epitelio ciliato tra i campionamenti primaverile ed estivo e tra le diverse stazioni indagate. Come per il parametro precedentemente descritto, i mitili di controllo hanno manifestato il più elevato grado di integrità.

Il confronto tra le due campagne di bianco (B ed BP) e le campagne invernale I14 ed estiva E14 ha mostrato, per quanto riguarda le specie catturate, una tendenza alla diminuzione da 80 specie della campagna estiva 2012 a 63 specie di quella estiva 2014. Non emergono però sostanziali differenze tra i siti trattamento (T) e controllo (C). La differenza tra campagne è invece imputabile alla dinamica stagionale del popolamento ittico, che mostra una maggiore ricchezza nel periodo estivo rispetto a quello autunnale e invernale. Va inoltre ricordato che nella campagna E12 il numero delle cale effettuate è stato doppio rispetto a quello delle due campagne successive. Gli indici strutturali del popolamento ittico non mostrano sostanziali differenze tra le stazioni trattamento ed il controllo, né particolari differenze tra le campagne, fatta eccezione per la campagna invernale I14 in cui è possibile osservare un numero totale di individui più elevato. Anche le stazioni campionate con rete a strascico hanno mostrato un'elevata similarità, come è evidente nel dendrogramma; dalla figura emerge che le stazioni hanno un grado di similarità complessivo di almeno il 60%. Tuttavia le stazioni che hanno mostrato maggiori differenze sono quelle effettuate in inverno, in analogia a quanto osservato per le reti da posta. Non emergono inoltre sostanziali differenze tra i siti trattamento ed il controllo, come si evince dalla rappresentazione n-MDS. Il dendrogramma e l'ordinamento n-MDS ottenuti dalle analisi effettuate considerando la prima campagna di Bianco (B), condotta nell'Estate 2012 e la campagna estiva E14, effettuata in "fase di esercizio" evidenziano anche in questo caso un'elevata similarità complessiva tra le stazioni. Da entrambi i grafici si può evidenziare che alcune stazioni della campagna E 14 presentano una similarità leggermente diversa rispetto alle altre.

Con i dati raccolti nelle prime tre campagne è stato fatto un primo confronto al fine di evidenziare eventuali differenze nella composizione della fauna ittica tra siti controllo (C) e trattamento (T). Sono stati studiati i componenti della diversità specifica; a partire dalla matrice specie/stazioni sono stati calcolati, per ciascuna stazione, il numero totale di specie e di esemplari catturati, gli indici di ricchezza specifica di Margalef (d), di equitabilità di Pielou (J') e di diversità specifica di Shannon-Wiever (H'). È stata studiata l'evoluzione di tali indici nel corso delle campagne. La stessa matrice è stata utilizzata anche per effettuare un ordinamento delle stazioni attraverso l'indice di similarità di Bray-Curtis e la rappresentazione n-MDS (Multi Dimensional Scaling). I risultati di queste analisi sono riportati di seguito.

Il confronto tra le campagne B e BP e quelle del 2014 (I14 e E14) nelle reti di posa ha mostrato, per quanto riguarda il numero totale di specie catturate, una diminuzione (da 30 a 22 a 19) con un successivo aumento nella campagna E14. Tale andamento è imputabile alla dinamica stagionale del popolamento, che mostra una

maggior ricchezza nel periodo estivo rispetto a quello autunnale ed invernale. Non emergono differenze sostanziali tra stazioni controllo (C) e trattamento (T). Per quanto riguarda l'evoluzione degli indici strutturali del popolamento ittico campionato con le reti da posta, dai grafici non emergono differenze sostanziali tra le stazioni trattamento ed il controllo. Per quanto riguarda il numero di specie, il numero di esemplari e la ricchezza specifica, è possibile osservare un aumento dei valori passando dalla campagna invernale I14 a quella Estiva E14. Questo è da mettere in relazione con la maggior ricchezza in specie ed il numero di esemplari osservati nel popolamento estivo. Va ricordato che nel caso delle reti da posta, le catture sono state sempre caratterizzate da un basso numero di specie e di esemplari, e da un'elevata dominanza a carico del condritto *S. canicula*; è stata altresì riscontrata un'elevata variabilità nei rendimenti, aspetto tipico della pesca con reti da posta. I grafici mostrano un'elevata similarità tra stazioni, dovuta all'omogeneità della loro composizione specifica. Tuttavia è possibile, seppure con difficoltà, individuare dei raggruppamenti sulla base della loro affinità stagionale; in particolare alcune stazioni relative alla campagna invernale (I14) si differenziano maggiormente dalle altre. Infine non appaiono evidenti differenze tra i siti di trattamento ed il controllo.

Dal Dendrogramma e dall'Ordinamento n-MDS delle stazioni ottenuti analizzando la prima campagna di Bianco (B), condotta nell'Estate 2012, e la campagna estiva E14 emerge un'elevata similarità tra le stazioni prese in considerazione, senza l'evidenza di particolari raggruppamenti, né tra differenti campagne, né tra trattamento e controllo.

L'area scelta per il posizionamento del Terminale FSRU Toscana ricade all'interno del Santuario Pelagos e quindi il monitoraggio della presenza di cetacei e tartarughe risale all'anno 2000. Sono riportati quindi gli avvistamenti antecedenti alla campagna di Bianco. Al termine della campagna di Bianco gli avvistamenti sono stati effettuati principalmente nelle zone Est e Sud all'interno delle 6 nm dal Terminale e Sud-Ovest all'esterno dell'area. Confrontando tali avvistamenti con i risultati delle prime 4 campagne effettuate (A13-I14-P14-E14) si nota una maggiore concentrazione dell'85% nelle zone a Nord e Nord-Est e solo un 15% nell'area ad Est. Gli spostamenti del gruppo di delfini tursiopi appartenenti al Gruppo ALFA avvengono in funzione della ricerca del cibo e della normale vita sociale. Alcuni di tali spostamenti sono il risultato di comportamenti appresi dai delfini nell'interazione con le attività di pesca a strascico commerciale la quale rappresenta una facilitazione durante la fase di nutrizione (alimentazione opportunistica). La presenza del Terminale e soprattutto delle corrispondenti aree d'interdizione alla navigazione e alla pesca potrebbe influenzare i quotidiani spostamenti acquisiti nelle aree di permanenza per l'assenza di attività di pesca all'interno dell'area. Dopo il 1° anno di monitoraggio si rileva una maggiore presenza nella zona Nord del Terminale.

3.2.7 Misura del rumore

Sono stati selezionati alcuni dati rappresentativi di ognuna delle quattro campagne di indagine (A13, I14, P14, E14) per il confronto con le misure di "bianco" condotto nell'estate 2012 (B) e per conformità sono stati rappresentati i dati registrati sempre nelle stesse stazioni (E100 e E1K) alla profondità di 55m. Queste due distanze sono state scelte per avere livelli di segnale più significativi. I grafici di confronto descrivono il livello di rumore nel dominio della funzione di densità spettrale di potenza (PSD), con rappresentazione dei dati in terzi d'ottava, che è ritenuta più adeguata per un confronto di sintesi. Dai grafici del rumore in funzione delle frequenze si evince che nella stazione E100 si verifica un innalzamento di livello di tutte le curve rispetto a quella del Bianco per tutta la banda superiore ai 50 Hz, variabile, ma mediamente intorno ai 15 dB. Questo non significa necessariamente che il Terminale emetta rumore in tutta questa banda, poiché si deve tenere conto della presenza di imbarcazioni e di passaggi di navi nella zona riscontrati in modo quasi costante per ogni campagna. I plot relativi alla stazione E1K confermano la presenza di diffuso rumore da traffico navale, in quanto l'innalzamento di livello rispetto al bianco è pressoché lo stesso di fino ai 2000 Hz. Se tale aumento fosse dovuto ad emissioni del Terminale ci sarebbe da aspettarsi una diminuzione dei livelli dovuto all'aumento di distanza dal Terminale stesso al conseguente "spreading geometrico", passando dalla stazione E100 alla stazione E1K, che invece non si riscontra. Nella banda oltre i 6-7 kHz e fino a circa 20 kHz il rumore di traffico marittimo si riduce decisamente, limitandosi a quello di barche piccole, veloci e molto vicine. Anche in questa banda si riscontra un innalzamento generalizzato rispetto al Bianco di tutte le

curve di dati registrati in E100. Confrontando il Bianco e la campagna A13 abbiamo un incremento massimo di oltre 18 dB (da circa 44 a circa 62 dB) intorno ai 10-12 kHz. L'aumento del livello di rumore rispetto al Bianco riscontrato in E1K corrisponde alla Transmission Loss causata dall'allontanamento dalla sorgente come confermato dalle simulazioni realizzate per ogni campagna nelle diverse condizioni di propagazione acustica. Appare plausibile come l'innalzamento in questa banda sia da attribuirsi prevalentemente al rumore emesso dal Terminale. Prendendo come riferimento il valore di 12 kHz come quello approssimativamente centrale nella sotto-banda di interesse 7-20 kHz, il valore medio di rumore a 100m dal Terminale su tutte le campagne a 12 kHz è circa 60 dB re 1uPa/ $\sqrt{\text{Hz}}$. Considerando poi i risultati delle simulazioni ottenute con il modello acustico Bellhop per ogni campagna nelle stazioni a 100m il modello calcola sempre una Transmission Loss tra i 38 e i 40 dB a 55m di profondità che si verifica tra il Terminale, considerato come punto di emissione, e le stazioni a 100m. In ogni campagna le simulazioni tengono conto dell'effettivo profilo di velocità del suono in funzione delle condizioni ambientali realmente verificate durante le misure. Misurando un livello di rumore di 60 dB re 1uPa/ $\sqrt{\text{Hz}}$ a 12 kHz per le stazioni a 100m, ed una caduta di segnale dovuta alla distanza di 38/40 dB porta a concludere che il Source Level medio di emissione da parte del Terminale sia pari a 60 + 38/40 dB, cioè tra i 98 e i 100 dB re 1uPa @ 1m. Questo valore rappresenta il livello di emissione del Terminale riportato alla distanza standard di 1m. Le "Linee Guida per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne - Parte II" (ISPRA Borsani, Farchi, 2011) definiscono valori soglia per rumori di natura sia impulsiva sia continua, in grado di provocare risposte comportamentali, danni temporanei o permanenti ai cetacei. La tipologia di rumore a cui riferirsi è il rumore non impulsivo con valori soglia di 100-110 dB per cetacei a bassa frequenza. Il livello di emissione del Terminale è intorno ai 98-100 dB, coincidente o inferiore al valore soglia. E' opportuno notare che per cetacei a media frequenza, quali sono i Tursiopi che frequentano l'area del Terminale, il valore soglia è di 110-120 dB, quindi superiore al livello di emissione del Terminale. Inoltre a tali frequenze è significativa l'attenuazione dovuta alla distanza, ed infatti si registrano valori di 60 dB già a 100 metri dal Terminale.

Per quanto riguarda il confronto con il documento di "Valutazione previsionale di impatto acustico subacqueo" (inviato con lettera OLT del 14/07/2010 con riferimento alla verifica di assoggettabilità alla VIA del 2010, con riferimento alle modifiche ingegneristiche apportate al terminale) redatto nella fase progettuale, lo stesso chiarisce a pagina 48 l'impossibilità di un rilievo puntuale delle singole sorgenti di rumore subacqueo, ed adotta quindi un'analisi basata sulla potenza complessiva installata, che appare fortemente cautelativa in cui era riportata una pressione acustica stimata di 148 dB re 1uPa @ 1 m (a 100m di distanza), mentre i livelli misurati, ascrivibili all'attività del Terminale, sono dell'ordine dei 60 dB re 1uPa @ 1m (alla stessa distanza). I livelli di rumore del Terminale in esercizio misurati sperimentalmente appaiono quindi notevolmente inferiori a quanto ipotizzato nell'analisi di progetto. Le misure di rumore ambientale eseguite per lo studio preliminare riportano valori ben confrontabili con quelli rilevati nella successiva campagna di bianco B12. Si conferma un'elevata variabilità alle basse frequenze dovuta al traffico marittimo, la banda limitata a 8 kHz invece non permette confronti con le analisi compiute nel presente studio e con le frequenze più elevate (7-20 kHz) oggetto di interesse.

4. ADDENDUM AL PRIMO RAPPORTO ANNUALE

4.1 Analisi eseguite

Sono stati eseguiti profili su tutta la colonna d'acqua ottenuti tramite sonda multiparametrica finalizzati alla "verifica dell'eventuale risospensione dei sedimenti di fondo nei periodi considerati critici a cause del getto di acqua di riscaldamento emesso dalla nave". In particolare sono stati registrati la temperatura, la salinità, l'ossigeno disciolto, la concentrazione di clorofilla, il pH, il potenziale di ossidoriduzione e la torbidità durante tutte e quattro le campagne di misura autunnale, invernale, primaverile ed estiva.

4.2 Risultati

I risultati delle quattro campagne eseguite (autunno 2013, inverno 2014, primavera 2014 ed estate 2014) mostrano che vi sono variazioni significative nella colonna d'acqua di ciascun punto misurato che possono

essere per la maggior parte collegate alle normali variazioni stagionali del mare nel sito del terminale di rigassificazione. Tali variazioni si riscontrano tra la superficie ed il fondo indicando che anche la parte più profonda partecipa attivamente alla dinamica del moto marino che coinvolge anche la componente biotica. In particolare, durante i monitoraggi si riscontrano variazioni di temperatura (autunno 2013), di pH (autunno 2013, inverno 2014, estate 2014), della concentrazione di clorofilla (primavera 2014, estate 2014), o di torbidità (inverno 2014, estate 2014) negli strati più profondi delle colonne d'acqua che non sembrano sufficientemente giustificati.

5. VALUTAZIONI di Ispra

PRESO ATTO delle valutazioni di Ispra sulla Verifica di Ottemperanza in oggetto, assunte agli atti con prot. n. 856/CTVA del 21/03/2017, che includono a loro volta le valutazioni di ARPA Toscana.

5.1 Parere ARPA Toscana

In riferimento ai seguenti aspetti ARPA Toscana conclude che:

Colonna d'acqua, sedimenti, biota

“Per quanto riguarda il monitoraggio chimico dei sedimenti si segnalano superamenti degli standard di qualità ambientale per alcuni metalli e arsenico, oltre che per alcuni microinquinanti organici; questi ultimi, in particolare, risultano presenti nei punti di monitoraggio più prossimi al terminale. Anche le indagini tossicologiche forniscono un quadro ove si rileva la presenza di effetto tossico in alcuni punti, anche prossimi al terminale. Considerata l'elevata complessità della documentazione, si ritiene necessario che, almeno per i parametri con concentrazioni nei sedimenti superiori agli standard di qualità ambientale e per i risultati delle indagini ecotossicologiche, il gestore valuti e rappresenti i trend temporali per ciascun punto di monitoraggio con adeguata elaborazione statistica rivolta a valutare la significatività eventuale degli andamenti, considerando anche i livelli ante-operam. La documentazione dovrebbe anche contenere i dati grezzi in formato digitale idoneo ad effettuare eventuali elaborazioni da parte dell'organo di controllo.”

Fauna ittica, cetacei e tartarughe marine

“Per quanto riguarda la fauna ittica, cetacei e tartarughe marine, in sintesi si concorda con la conclusione generale del documento confermando che non si sono verificate, durante i primi due anni d'esercizio del terminale, situazioni di rischio per la fauna marina.”

Rumore in ambiente marino

“La documentazione esaminata descrive le attività di monitoraggio strumentale del rumore subacqueo eseguite, con cadenza trimestrale, presso dodici stazioni individuate sulle quattro direzioni cardinali, a distanza crescente da 100 m fino a 10 km, e le corrispondenti elaborazioni teoriche per la valutazione dell'impatto acustico prodotto dal Terminale OLT nell'ambiente marino circostante durante il secondo anno di esercizio. Pur rilevando alcune carenze in merito alle informazioni e alle analisi riportate nella documentazione, si ritiene che la prescrizione n. 7 di cui al Decreto VIA MATTM DVA-2010-0025280 del 20/10/10 possa essere considerata ottemperata per il secondo anno di monitoraggio. In ogni caso, al fine di consentire un più accurato esame dei risultati forniti ed incrementare il grado di attendibilità delle valutazioni e delle analisi fatte dal proponente sui dati di misura, per le prossime campagne di monitoraggio si richiede che, oltre a quanto già riportato, vengano fornite le seguenti informazioni e analisi supplementari:

- 1. dettagli in merito alle specifiche tecniche della strumentazione acustica utilizzata (range dinamico, risposta in frequenza, direzionalità, rumore intrinseco vs freq., ecc.) e indicazioni in merito alle certificazioni di taratura (secondo standard IEC 60565:2006 oppure ANSI/ASA S1.20:2012) della stessa;*
- 2. insieme completo dei report dei rilevamenti acustici effettuati presso tutte le 12 stazioni di misura per tutte le profondità impostate (da riportare in un'apposita appendice);*

3. informazioni di dettaglio in merito a tipologia, caratteristiche, ripetitività e durata delle particolari operazioni svolte sul terminale in concomitanza con ogni rilevamento acustico, specificando l'eventuale presenza di imbarcazioni o altre sorgenti di rumore in prossimità delle stazioni di misura durante i rilevamenti;
4. in relazione alle simulazioni teoriche di TL si ritiene opportuno specificare:
 - a. il grado di attendibilità del modello utilizzato nel range di frequenze considerato di interesse mediante dati di letteratura o confronto esplicito con i risultati delle misure strumentali;
 - b. il profilo batimetrico e la composizione del fondale (tipologia dei sedimenti, granulometria, presenza di substrati, ecc.) lungo gli assi di analisi verificando, eventualmente con simulazioni specifiche, la variazione delle modalità di propagazione delle onde sonore nel range di frequenza di interesse e la possibilità di formazione di canali di propagazione in relazione sia ai fenomeni di riflessione, diffusione e rifrazione, sia alla diversa configurazione batimetrica del fondale (soprattutto nella direzione est-ovest, lungo la quale si accentuano le condizioni di shallow-water);
 - c. in relazione alla presenza di possibili componenti a frequenza medio bassa (da circa 400 Hz in su) imputabili all'impianto e deducibili dai risultati delle misure strumentali eseguite durante il secondo anno di esercizio, e considerato che la tipologia di operazioni che si svolgono presso il terminale non esclude la possibilità di componenti a tali frequenze, sono da richiedere le mappe di TL per le bande di ottava da 250 Hz fino ad almeno 16 kHz; a tal proposito si ritiene opportuno che l'intervallo di frequenze associabile alla rumorosità emessa dall'impianto sia valutato non per una sola attività ma per tutte le diverse operazioni che possono essere svolte presso il terminale;
 - d. una stima attendibile dei profili di velocità da inserire come input al modello che copra tutta la colonna d'acqua (cioè dal fondale alla superficie) al fine di verificare la presenza di particolari modalità di propagazione del suono fino alla massima profondità (soprattutto lungo la direttrice est-ovest dove il fondale decresce in modo significativo);
 - e. una stima del SL medio di emissione da parte del Terminale per tutte le bande di ottava di analisi (almeno 250 Hz ÷ 16 kHz), eventualmente differenziato in base alla tipologia di attività svolta sul Terminale; è da richiedere anche una valutazione dell'incertezza delle stime effettuate.”

5.2 Valutazioni aggiuntive di Ispra

Ispra evidenzia alcuni aspetti che nel prosieguo delle attività dovranno essere approfonditi ed integrati:

- “si sottolinea l'importanza della richiesta fatta da ARPAT a pagina 8, in riferimento ai risultati delle analisi su colonna d'acqua, sedimenti e biota, relativa alla necessità di “rappresentare i trend temporali per ciascun punto di monitoraggio con adeguata elaborazione statistica rivolta a valutare la significatività eventuale degli andamenti,.....”. Si ritiene che la rappresentazione dei dati debba essere fatta in modo tale che siano chiaramente individuabili le stazioni di campionamento, e che i relativi dati graficati siano rappresentati in modo chiaro e leggibile, evitando aggregazioni che pongono problemi interpretativi. Si richiama inoltre l'attenzione sulle scale di rappresentazione utilizzate.”
- “Relativamente alle misurazioni con CTD si richiede di fornire indicazioni riguardanti le attività di calibrazione dei sensori.”
- “I risultati relativi al macrozoobenthos devono essere restituiti secondo una matrice di abbondanza degli organismi ritrovati in una tabella stazione/specie, così come già fatto per il meiobenthos.”
- “ISPRA ritiene necessario integrare i report del piano di campionamento con una scheda di bordo che riporti le condizioni meteo-marine e altre indicazioni correlabili con le caratteristiche chimico-fisiche delle acque (soleggiamento ecc.).”
- “Per quanto riguarda i dati correntometrici, sarebbe auspicabile che l'OLT dotasse l'impianto, oltre che dei già installati correntometri orizzontali, anche di un correntometro doppler (ADCP) che rilevi le caratteristiche idrodinamiche verticali dell'intera colonna d'acqua.”

- *“E’ inoltre opportuno che sia fornita l’intera documentazione con i dati grezzi per tutti i parametri monitorati, relativi alle singole stazioni di campionamento e ai singoli campionamenti, in modo, come già sottolineato da ARPAT, da consentire eventuali elaborazioni e valutazioni generali. Inoltre si richiede di specificare se i profili relativi ai singoli parametri siano effettuati nello stesso giorno o su più giornate.”*
- *“Si ritiene inoltre necessario che anomalie di dati o variazioni particolarmente significative vengano puntualmente e ampiamente argomentate, specialmente per quanto riguarda ad esempio pH e sua variabilità, torbidità, temperatura, clorofilla, ecc.”*
- *“Si ritiene che il modello di diffusione delle acque di scarico vada completato ed illustrato per tutta l’estensione della colonna d’acqua, analizzando diverse condizioni di densità dell’acqua.”*
- *Appare necessario fornire le caratteristiche del sistema di scarico delle acque di raffreddamento dei vaporizzatori anche con immagini.”*
- *“Si richiede di argomentare la possibile relazione esistente tra risospensione dei sedimenti, sistema di ancoraggio e riser. In particolare si richiede di fornire uno schema del sistema di ancoraggio in cui risultino le dislocazioni delle catene delle ancore, la loro lunghezza ed eventualmente una stima dell’area di sedimento interessata dal loro movimento orizzontale e verticale.”*
- *“I dati di monitoraggio devono essere correlati con i dati meteo-marini e le condizioni di esercizio del terminale.”*
- *“Come evidenziato da ARPAT, si richiede che per le analisi del biota le concentrazioni dei metalli e degli altri inquinanti vengano espressi su peso umido anziché su peso secco, come riportato nel D.M. 260/2010 e nel D.Lgs 172/2015.”*

6. VALUTAZIONI

VALUTATO e CONDIVISO in toto il parere di Ispra e di ARPA Toscana.

VALUTATO infine che:

- È stato eseguito il monitoraggio secondo il Piano di monitoraggio a suo tempo stabilito.
- I risultati del monitoraggio mostrano come:
 - o i monitoraggi relativi al primo anno di attività, considerato che il terminale di rigassificazione è stato utilizzato in regime minimo, mostrano che l’influenza dello stesso terminale sulle varie componenti ambientali può essere considerato trascurabile;
 - o vi sono state tuttavia delle variazioni misurabili nelle componenti ambientali che necessitano di successivi approfondimenti, come ad esempio non esaustivo, la presenza di microinquinanti in prossimità del terminale stesso, il pH, il rumore e la variazione dei sedimenti di fondo verso componenti maggiormente pelitiche – variazione quest’ultima che non appare sufficientemente chiarita –,
 - o anche se piccole, vi potrebbero essere interferenze in un numero di altri parametri ambientali.
- I risultati sono presentati in una forma per la quale è impossibile distinguere i valori rilevati nella colonna d’acqua per ciascun punto di monitoraggio. Altresì non è possibile mettere in relazione i dati rilevati con le condizioni orarie meteorologiche (vento, marea, corrente, moto ondoso, ecc.) e di attività del terminale.

- In futuro dovranno essere necessariamente monitorate anche le attività del terminale, incluso lo scarico delle navi metaniere durante le prossime campagne, in modo da poter conoscere quantitativamente le immissioni nell'ambiente di tutte le attività collegate del terminale stesso.

6.1 IN RIFERIMENTO ALLA RICHIESTA DI VARIAZIONE DELL'OTTEMPERANZA ALLA PRESCRIZIONE 7e

VISTA la richiesta della OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. (prot. m_ante.DVA.REGISTRO UFFICIALE.I.0008705.01-04-2016) nella quale il Proponente, in riferimento alla al punto "e" della prescrizione 7 precisa

"che lo scarico in questione non può mai raggiungere i 120 m di profondità (fondale), ma arriva ad una quota di circa 25 m (misurati in termini di dispersione della Temperatura), come riportato nella Relazione D'Appolonia 'Analisi dei dati Correntometrici e Modello di Dispersione', Doc. No. 12-982-H3, Rev. 0 del Febbraio 2015, relativo al 1° anno di esercizio, allegata al Rapporto Annuale consegnato.

Si precisa altresì che la prescrizione viene comunque verificata attraverso le misure di torbidità fatte sulla colonna l'acqua mediante sonda multiparametrica CDT che indaga su tutta la profondità (da 0 a 120 metri), come riepilogato nel Piano di monitoraggio Tabella 4.1.2 a pagina 17 (categoria: Colonna d'acqua – Profili idrogeologici).

Inoltre, nelle conclusioni del Rapporto Annuale (pag. 122, II° volume, primo anno di esercizio), in termini di torbidità, si riportano le seguenti considerazioni:

'La torbidità ha sempre esibito valori molto bassi ed indipendenti dalla presenza del Terminale.'

Con la presente si richiede quindi di considerare ottemperato il punto e) sopramenzionato poiché in definitiva, risulta sempre compreso nel punto a) della succitata prescrizione, in quanto rientrante nelle misure delle componenti chimico-fisiche effettuate sulla colonna d'acqua."

VISTA la nota della DVA (Registro Ufficiale – Ingresso prot. n.. 1398/CTVA del 19/04/2016) con la quale la stessa Divisione richiede il parere ad ISPRA in riferimento alla succitata richiesta di OLT di eliminazione della prescrizione 7e.

VALUTATO che la profondità raggiunta dal flusso di acqua indotto dallo scarico del terminale non è equivalente, ma probabilmente maggiore, della profondità raggiunta dalla dispersione della temperatura.

PRESO ATTO che dalle modellazioni termiche riportate nella citata "Relazione D'Appolonia 'Analisi dei dati Correntometrici e Modello di Dispersione', Doc. No. 12-982-H3, Rev. 0 del Febbraio 2015", l'effetto termico stagionale del Terminale OLT nel caso estivo (che è quello specifico del Bianco) raggiunge una profondità che supera i 70 m, con più 1 °C di differenza termica rispetto all'acqua circostante ed una profondità massima mostrata di 75 m.

PRESO ATTO che le misure effettuate vengono riportate fino ad una profondità di oltre 110 m e rappresentano condizioni di grande variabilità anche a profondità superiori agli 80 m.

PRESO ATTO che dal confronto dei monitoraggi eseguiti dal Proponente tra la campagna di Bianco e le campagne successive si evidenzia come a seguito dell'arrivo e messa in esercizio del Terminale è aumentata la componente fine dei sedimenti nell'intorno dello stesso Terminale.

VALUTATO che tale componente fine può venire più facilmente risospesa non soltanto dal flusso di acqua di scarico del Terminale, ma anche dal movimento stesso del sistema di ancoraggio della nave e del "raiser".

VALUTATO che durante la campagna di monitoraggio autunno 2013, quando secondo quanto affermato dal Proponente la rigassificazione era in funzione, sono stati registrati a profondità superiori ai 60 m fin quasi al

fondo variazioni di temperatura anche superiori ad 1 °C nelle varie colonne d'acqua, con variazioni anche significative di pH e di potenziale di ossidoriduzione.

VALUTATO che anche durante le altre campagne di monitoraggio sempre a profondità superiore ai 60 m vi sono significative differenze tra quanto rilevato nei vari profili sia a livello di concentrazione di clorofilla, che di pH e torbidità.

VALUTATO in conclusione che possano esserci delle condizioni critiche di risospensione dei sedimenti che debbano essere specificatamente monitorate.

VALUTATO pertanto che la prescrizione 7e debba al momento essere mantenuta.

***_**

7. DISPOSITIVO

Tutto ciò VISTO, PRESO ATTO E VALUTATO la Commissione Tecnica per la Verifica dell'Impatto Ambientale - VIA e VAS, in riferimento al Provvedimento di Esclusione dalla VIA prot. DVA-2010-25280 del 20/10/2010,

RITIENE CHE

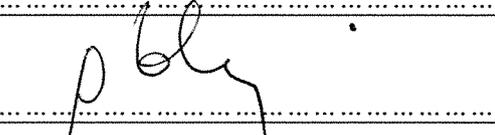
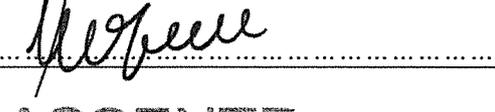
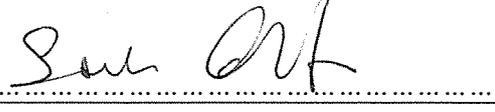
- in riferimento al primo anno di monitoraggio le prescrizioni n. 7a, 7b, 7c, 7d e 7e

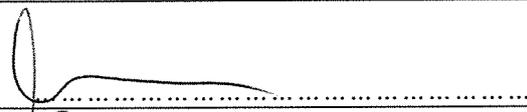
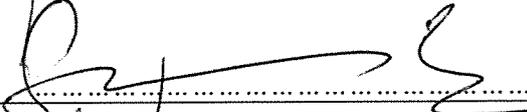
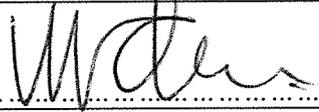
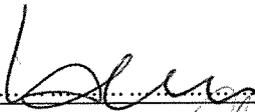
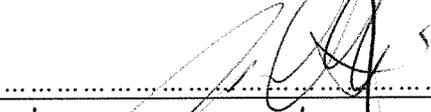
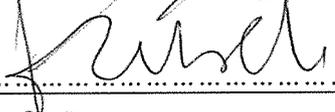
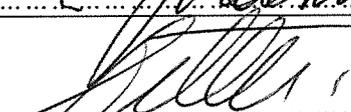
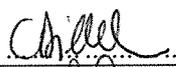
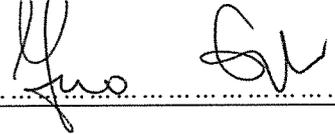
siano OTTEMPERATE;

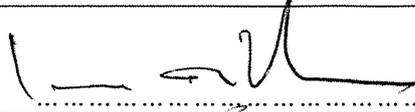
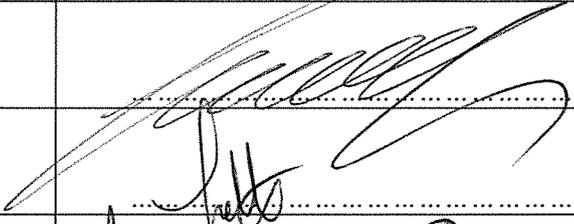
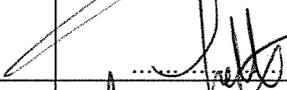
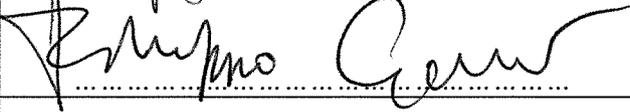
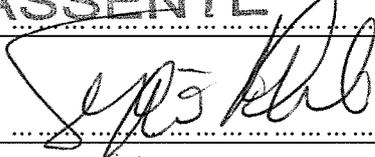
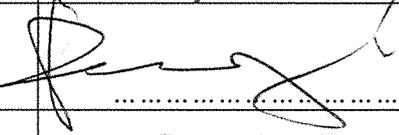
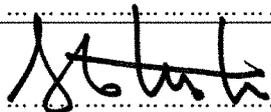
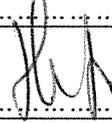
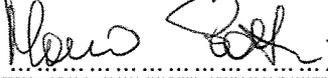
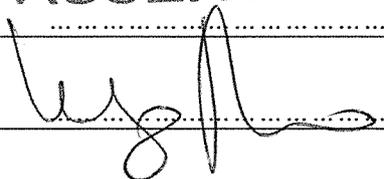
- durante le future campagne di monitoraggio si dovrà:

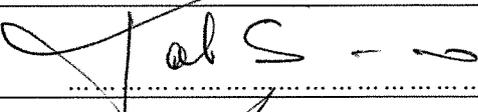
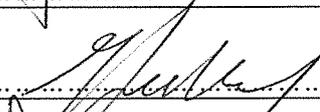
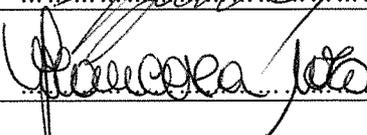
- mantenere un record accurato di tutte le attività del terminale durante i monitoraggi;
- ripresentare i dati delle campagne di monitoraggio pregresse di "bianco" e del "primo anno" all'interno del piano di monitoraggio del secondo anno e successivi per ogni stazione di misura in modo da poter meglio valutare eventuali variazioni misurate;
- rappresentare i dati in modo tale che siano chiaramente individuabili le stazioni di campionamento, e che i relativi dati graficati siano rappresentati in modo chiaro e leggibile, evitando aggregazioni che pongono problemi interpretativi;
- relativamente alle misurazioni con CTD, fornire indicazioni riguardanti le attività di calibrazione dei sensori;
- restituire i risultati relativi al macrozoobenthos secondo una matrice di abbondanza degli organismi ritrovati in una tabella stazione/specie, così come già fatto per il meiobenthos;
- accompagnare i report del piano di campionamento da una scheda di bordo che riporti le condizioni meteo-marine e altre indicazioni correlabili con le caratteristiche chimico-fisiche delle acque (soleggiamento ecc.);

- per quanto riguarda i dati correntometrici, auspicabilmente dotare il terminale, oltre che dei già installati correntometri orizzontali, anche di un correntometro doppler (ADCP) che rilevi le caratteristiche idrodinamiche verticali dell'intera colonna d'acqua;
- fornire l'intera documentazione con i dati grezzi per tutti i parametri monitorati con il rispettivo tempo di misura, relativi alle singole stazioni di campionamento e ai singoli campionamenti, in modo da consentire eventuali elaborazioni e valutazioni generali;
- argomentare le anomalie di dati o variazioni particolarmente significative, specialmente per quanto riguarda ad esempio pH e sua variabilità, torbidità, temperatura, clorofilla, ecc;
- completare il modello di diffusione delle acque di scarico per tutta l'estensione della colonna d'acqua, analizzando diverse condizioni di densità dell'acqua e velocità della corrente (che includa anche la condizione zero-corrente);
- fornire le caratteristiche del sistema di scarico delle acque di raffreddamento dei vaporizzatori anche con immagini;
- argomentare la possibile relazione esistente tra risospensione dei sedimenti ed il sistema di ancoraggio e riser; in particolare si richiede di fornire uno schema del sistema di ancoraggio in cui risultino le dislocazioni delle catene delle ancore, la loro lunghezza ed eventualmente una stima dell'area di sedimento interessata dal loro movimento;
- per le analisi del biota, esprimere le concentrazioni dei metalli e degli altri inquinanti su peso umido anziché su peso secco, come riportato nel D.M. 260/2010 e nel D.Lgs 172/2015.

Ing. Guido Monteforte Specchi (Presidente)	
Cons. Giuseppe Caruso (Coordinatore Sottocommissione VAS)	ASSENTE
Dott. Gaetano Bordone (Coordinatore Sottocommissione VIA)	
Arch. Maria Fernanda Stagno d'Alcontres (Coordinatore Sottocommissione VIA Speciale)	
Avv. Sandro Campilongo (Segretario)	ASSENTE
Prof. Saverio Altieri	
Prof. Vittorio Amadio	

Dott. Renzo Baldoni	ASSENTE
Avv. Filippo Bernocchi	
Ing. Stefano Bonino	
Dott. Andrea Borgia	
Ing. Silvio Bosetti	ASSENTE
Ing. Stefano Calzolari	
Ing. Antonio Castelgrande	
Arch. Giuseppe Chiriatti	
Arch. Laura Cobello	
Prof. Carlo Collivignarelli	ASSENTE
Dott. Siro Corezzi	
Dott. Federico Crescenzi	
Prof.ssa Barbara Santa De Donno	ASSENTE
Cons. Marco De Giorgi	ASSENTE
Ing. Chiara Di Mambro	
Ing. Francesco Di Mino	

Avv. Luca Di Raimondo	
Ing. Graziano Falappa	
Arch. Antonio Gatto	
Avv. Filippo Gargallo di Castel Lentini	
Prof. Antonio Grimaldi	
Ing. Despoina Karniadaki	ASSENTE
Dott. Andrea Lazzari	ASSENTE
Arch. Sergio Lembo	
Arch. Salvatore Lo Nardo	
Arch. Bortolo Mainardi	
Avv. Michele Mauceri	ASSENTE
Ing. Arturo Luca Montanelli	
Ing. Francesco Montemagno	ASSENTE
Ing. Santi Muscarà	
Arch. Eleni Papaleludi Melis	
Ing. Mauro Patti	
Cons. Roberto Proietti	ASSENTE
Dott. Vincenzo Ruggiero	

Dott. Vincenzo Sacco	
Avv. Xavier Santiapichi	ASSENTE
Dott. Paolo Saraceno	
Dott. Franco Secchieri	
Arch. Francesca Soro	
Dott. Francesco Carmelo Vazzana	ASSENTE
Ing. Roberto Viviani	