

**Ministero dell'Ambiente
e della Sicurezza Energetica**Direzione generale valutazioni ambientali
(VA)*Divisione V – Procedure di valutazione VIA e
VAS*VA@pec.mite.gov.it**p.c. ARPAT - Area vasta Centro**
Settore Rischio industrialearpat.protocollo@postacert.toscana.it

Oggetto: Rigassificatore FSRU OLT di Livorno. VIII Rapporto annuale relativo al monitoraggio ambientale per la fase di esercizio [Autunno 2020, Inverno 2021, Primavera 2021, Estate 2021] di cui alla prescrizione n. 7 della Determinazione Direttoriale prot. n. 25280/DVA del 20/10/2010.

In riferimento a quanto prescritto dalla Determina Direttoriale prot. n. 25280/DVA del 20/10/2010 di cui all'oggetto, in relazione alla quale ISPRA valuta i dati di monitoraggio ambientale trasmessi annualmente dalla Società OLT Offshore LNG Toscana, si trasmette il documento che riporta le osservazioni tecniche al VIII rapporto annuale di monitoraggio ambientale.

Tanto premesso e alla luce del D.Lgs. 74/2017, che ha previsto la partecipazione delle PP.AA. al processo di misurazione delle performance organizzative, richiedendo a ciascuna Amministrazione di adottare sistemi di rilevazione del grado di soddisfazione degli utenti in relazione ai servizi erogati, si invia il questionario di soddisfazione dell'utente con l'invito a volerlo inoltrare allo Scrivente compilato con il proprio contributo.

Cordiali saluti

SERVIZIO PER LE VALUTAZIONI AMBIENTALI,
INTEGRATE E STRATEGICHE E PER LE RELAZIONI
TRA AMBIENTE E SALUTE
Dott. Massimo Gabellini

U

ISPRA ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE

Protocollo N.0003288/2023 del 23/01/2023

Firmatario: MASSIMO GABELLINI

OSSERVAZIONI ISPRA IN MERITO ALLA VERIFICA DELLA PRESCRIZIONE N. 7 DELLA DETERMINA DIRETTORIALE N. 25280/DVA DEL 21/10/2010 RELATIVA AL VIII ANNO DI ESERCIZIO DEL TERMINALE DI RIGASSIFICAZIONE FSRU TOSCANA CONDOTTA DI LIVORNO

PROGETTO

PIANO DI MONITORAGGIO DELL'AMBIENTE MARINO

VIII RAPPORTO ANNUALE (FASE DI ESERCIZIO)

AUTUNNO 2020 (A20), INVERNO 2021 (I21), PRIMAVERA 2021 (P21), ESTATE 2021 (E21)

PROPONENTE

OLT OFFSHORE LNG TOSCANA S.P.A.

Roma, 23/01/2023

SOMMARIO

1	PREMESSA	1
2	ANALISI E VALUTAZIONE DELLE ATTIVITA' CONDOTTE	1
2.1	CONFORMITÀ DELLE ATTIVITÀ CONDOTTE RISPETTO AL PIANO DI MONITORAGGIO IN ESSERE	1
2.2	ATTIVITÀ CONDOTTE E CONSIDERAZIONI CRITICHE.....	7

ALLEGATO 1. Contributo ARPAT

1 PREMESSA

Presentazione del Progetto

Descrizione generale dell'opera:

INTERVENTO	VIII Rapporto annuale relativo al monitoraggio ambientale per la fase di esercizio [AUTUNNO 2020 (A20), INVERNO 2021 (I21), PRIMAVERA 2021 (P21), ESTATE 2021 (E21)] di cui alla prescrizione n. 7 della Determinazione Direttoriale prot. n. 25280/DVA del 20/10/2010.
REGIONE	Regione Toscana

Di seguito sono riportate le osservazioni di ISPRA relative all'analisi della documentazione trasmessa dalla Società OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. con prot. n. 2022/OUT/GENER/B/0308 del 22/11/2022, acquisita al prot. ISPRA n. 64527 del 22/11/2022:

- *“Piano di monitoraggio dell'ambiente marino. Autunno 2019 (A19), Inverno 2020 (I20), Primavera 2020 (P20), Estate 2020 (E20). Fase di esercizio VII rapporto annuale.”* Volume 1 (Rev. 1 del 11/05/2022) e Volume 2 (ultima Rev. 1 del 11/05/2022), compresi gli Allegati, elaborati dal CIBM di Livorno
- *“Analisi dei Dati Correntometrici Misurati nell'Area del Terminale OLT, Ottavo Anno di Esercizio”* (doc. n. TR-22-03, revisione 0, del 15/03/2022), elaborato dalla Società Oceanira S.r.l.;
- *“Analisi dei dati delle 4 campagne dell'VIII anno di monitoraggio (A20, I21, P21, E21) e modellizzazione del rumore sottomarino”* (doc. n. P0029592-1-H1 rev.1 – novembre 2022).

Questi elaborati rispondono alla **prescrizione n. 7** della Determinazione Direttoriale n. 25280 del 20/10/2010 e si riferiscono al Rapporto annuale del Piano di monitoraggio dell'ambiente marino per il **VIII anno di attività**, svolte a partire dall'autunno 2020 (A20), inverno 2021 (I21), primavera 2021 (P21) ed estate 2021 (E21).

Per i confronti con la campagna di “bianco” è stato preso in considerazione il documento “Piano di monitoraggio dell'ambiente marino. Verifica di ottemperanza – Determinazione prot. DVA – 2012-001592 del 15/05/2012. Fase di bianco” (Rev. 0 del 13/02/2013) definito dal CIBM di Livorno su incarico della Società OLT.

Il contributo fornito da ISPRA con la presente relazione è chiarito all'interno della prescrizione n. 7 della Determinazione Direttoriale n. 25280 del 20/10/2010. In Allegati 1 al presente elaborato, inoltre, come da nota ISPRA prot. n. 10583 del 04/03/2020 (trasmessa anche alla DG-CRESS del MATTM), è riportato, in accordo, il contributo di ARPA Toscana per alcune componenti ambientali. Si ricorda, infine, che il piano di monitoraggio ambientale dovrà essere sottoposto a revisione per ciascuno dei parametri idrografici previsti nei programmi di monitoraggio del Descrittore 7 (D7) della Strategia Marina (MSFD) secondo le indicazioni presenti nella *“Guida metodologica per il monitoraggio di infrastrutture soggette a VIA nazionale e potenzialmente in grado di alterare in modo significativo e permanente le condizioni idrologiche e caratteristiche fisiografiche”* adottata con il D.M. 2 febbraio 2021 *“Aggiornamento dei programmi di monitoraggio coordinati per la valutazione continua dello stato ambientale delle acque marine”*.

2 ANALISI E VALUTAZIONE DELLE ATTIVITA' CONDOTTE

2.1 Conformità delle attività condotte rispetto al piano di monitoraggio in essere

Nel seguito si riporta la verifica della corrispondenza delle attività enumerate ed esplicitate nel VIII Rapporto annuale, rispetto al Piano di Monitoraggio Ambientale originariamente approvato. L'area di studio e la sintesi delle attività di monitoraggio eseguite sono riportate rispettivamente nella Figura 1 e nella Tabella 1, mentre nella Tabella 2 vengono riportate le date di esecuzione delle indagini. Sono state condotte quattro campagne di monitoraggio, nell'Autunno 2020 (A20), nell'Inverno 2021 (I21), nella Primavera 2021 (P21) e nell'Estate 2021 (E21).

Indagini fisiche, chimiche, biologiche ed ecotossicologiche delle acque marine (CTD, analisi fisiche, chimiche e microbiologiche, plancton, saggi ecotossicologici).

La posizione delle stazioni di campionamento e il numero di campagne di monitoraggio sono riportati rispettivamente nella Figura 2 e nella Tabella 3.

- Corrispondenza del numero di campagne di campionamento per le indagini sulla colonna d'acqua (CTD, analisi fisiche, chimiche e microbiologiche, plancton), sono state effettuate 4 campagne (Autunno 2020, Inverno 2021, Primavera 2021 ed Estate 2021);
- Corrispondenza del numero di campagne di campionamento per l'esecuzione dei saggi ecotossicologici: 2 campagne/anno (Inverno 2021, Estate 2021);
- Corrispondenza del numero di stazioni per le indagini con CTD (n. di stazioni 14), per le analisi fisiche, chimiche e microbiologiche (n. di stazioni 8), per i saggi ecotossicologici (n. di stazioni 8) e per il plancton (n. di stazioni 5);
- Corrispondenza della posizione delle 4 stazioni vicine alla struttura (100m);
- Corrispondenza delle quote di prelievo dei campioni per le analisi fisiche, chimiche e microbiologiche;
- Corrispondenza delle quote di prelievo dei campioni per i saggi ecotossicologici;
- Corrispondenza delle quote di prelievo dei campioni per lo studio del fitoplancton e congruenza delle retinate orizzontali e verticali per lo studio dello zooplancton e dell'ittioplancton;
- Corrispondenza dei parametri acquisiti con CTD;
- Corrispondenza dei parametri indagati per le analisi fisiche, chimiche e microbiologiche;
- Corrispondenza delle specie utilizzate per i saggi ecotossicologici (*Vibrio fischeri*, *Paracentrotus lividus*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Dicentrarchus labrax*).

Indagini fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche sui sedimenti

La posizione delle stazioni di campionamento e il numero di campagne di monitoraggio sono riportati rispettivamente nella Figura 2 e nella Tabella 3.

- Corrispondenza del numero di campagne eseguite per le analisi fisiche, chimiche, microbiologiche e per i saggi biologici (1/anno – Estate 2021);
- Corrispondenza del numero di stazioni per l'esecuzione delle analisi fisiche, chimiche, microbiologiche e per l'esecuzione dei saggi biologici (n. di stazioni 6);
- Corrispondenza della posizione delle 4 stazioni vicine alla struttura (100m);
- Corrispondenza dei parametri analizzati (granulometria, metalli, IPA, cloroderivati, TOC, organostannici, microbiologia);

- Anziché il parametro Idrocarburi totali sono stati determinati i parametri Idrocarburi C10-C40 e Idrocarburi C<10;
- Corrispondenza delle specie utilizzate per l'esecuzione dei saggi biologici (*Vibrio fischeri*, *Corophium orientale*, *Paracentrotus lividus*).

Indagini sui popolamenti bentonici

La posizione delle stazioni di campionamento e il numero di campagne di monitoraggio sono riportati rispettivamente nella Figura 2 e nella Tabella 3.

Macrobenthos

- Corrispondenza del numero di campagne di campionamento eseguite: 4 campagne/anno (Autunno 2020, Inverno 2021, Primavera 2021, Estate 2021);
- Corrispondenza del numero di stazioni campionate (n. di stazioni 12) e del numero di repliche per stazione (n. di repliche 4);
- Corrispondenza della posizione delle stazioni di prelievo dei campioni.

Meiobenthos

- Corrispondenza del numero di campagne eseguite: 2 campagne/anno (Inverno 2021 e Estate 2021);
- Corrispondenza del numero di stazioni campionate (n. di stazioni 12) e del numero di repliche per stazione (n. di repliche 4);
- Corrispondenza della posizione delle stazioni di prelievo dei campioni.

Indagini di bioaccumulo sui mitili

- Le indagini sono state eseguite su organismi allevati in strutture di biomonitoraggio per indisponibilità di organismi sulla carena della nave. Tale modalità era prevista come seconda opzione dal Piano di Monitoraggio;
- Corrispondenza del numero di campagne eseguite (4 campagne/anno) (Autunno 2020, Inverno 2021, Primavera 2021, Estate 2021);
- Corrispondenza del numero di stazioni campionate (4 stazioni di impatto presso il terminale ad una profondità di 12m più una stazione di controllo presso l'Isola di Gorgona);
- Corrispondenza dei parametri analizzati (metalli, IPA, cloroderivati, organostannici, microbiologia);
- Anziché il parametro Idrocarburi totali sono stati determinati i parametri Idrocarburi C10-C40 e Idrocarburi C<10.

Indagine dei biomarkers sui mitili

- Eseguiti su organismi allevati in strutture di biomonitoraggio per indisponibilità di organismi sulla carena della nave. Tale modalità era prevista come seconda opzione dal Piano di Monitoraggio;
- Sono state eseguite quattro campagne (Autunno 2020, Inverno 2021, Primavera 2021, Estate 2021);
- Corrispondenza del numero di stazioni campionate (4 stazioni di impatto presso il terminale ad una profondità di 12m più una stazione di controllo presso l'Isola di Gorgona).

Indagini sulla pesca

Fauna ittica bentonectonica

- Corrispondenza del numero di campagne di indagine eseguite (2 campagne/anno) (Inverno 2021, Estate 2021).

Fauna ittica pelagica

- Corrispondenza del numero di campagne di indagine eseguite (1 campagna/anno) (Estate 2021).

Indagini sulla componente rumore subacqueo, bioacustica, Cetacei e tartarughe marine

- Corrispondenza del numero di campagne di indagine eseguite (4 campagne/anno) (Autunno 2020, Inverno 2021, Primavera 2021, Estate 2021).

In sintesi, si evidenzia che:

1. il numero di campagne di indagine è corrispondente a quanto previsto nel piano di monitoraggio per tutte le matrici ambientali (colonna d'acqua, sedimenti e biota) oggetto di indagine;
2. le matrici ambientali investigate (colonna d'acqua, sedimenti e biota) ed il piano di campionamento eseguito risultano conformi con quanto indicato nel piano di monitoraggio;
3. i parametri analizzati nelle diverse matrici ambientali oggetto del monitoraggio risultano conformi con quanto specificato nel piano di monitoraggio;

Infine, si ritiene utile poter acquisire informazioni ed aggiornamenti riguardo l'implementazione del database dedicato alla raccolta dei dati acquisiti nel corso delle campagne annuali d'indagine e previsto dalle specifiche del piano di monitoraggio ambientale.



Figura 1. Area di studio (estratto dal *Piano di monitoraggio dell'ambiente marino - Fase di esercizio VIII report annuale vol. I*)

Tabella 1. Indagini eseguite nelle quattro campagne annuali. (estratto dal *Piano di monitoraggio dell'ambiente marino - Fase di esercizio VIII report annuale vol. 1*).

	Campagna minima (Autunno)	Campagna intermedia (Inverno)	Campagna minima (Primavera)	Campagna completa (Estate)
COLONNA D'ACQUA				
Caratteristiche fisico-chimiche				
Analisi microbiologiche, solidi sospesi, idrocarburi totali, tensioattivi, cloro derivati.	*	*	*	*
Nutrienti, d. pigmentaria, clorofilla a, sostanza organica particellata		*	*	*
Profili idrologici				
Temperatura, conducibilità, pH, , ossigeno disciolto, potenziale di ossidoriduzione.	*	*	*	*
Irradianza, irradianza spettrale, trasparenza fluorescenza della clorofilla a.	*	*	*	*
Fitoplancton	*	*		*
Zooplancton	*	*	*	*
Meroplancton	*	*	*	*
Ittioplancton	*	*	*	*
Saggi ecotossicologici				
<i>Vibrio fischeri</i> , <i>Phaeodactylum tricornutum</i> , <i>Dicentrarchus labrax</i> , <i>Paracentrotus lividus</i> .		*		*
SEDIMENTI				
Caratteristiche fisico-chimiche-microbiologiche				
Metalli pesanti, IPA, Cloroderivati, C. organo stannici, TOC, Idrocarburi totali, analisi microbiologiche				*
Saggi ecotossicologici				
<i>Vibrio fischeri</i> , <i>Corophium orientale</i> , <i>Paracentrotus lividus</i>				*
BIOTA				
Meiobenthos		*		*
Macrozoobenthos	*	*	*	*
Bioaccumulo				
Metalli ed elementi in tracce, Idrocarburi Policiclici Aromatici, Cloroderivati, Composti organo stannici, Idrocarburi totali, analisi microbiologiche	*	*	*	*

Biomarkers				
Alterazione strutturale e funzionale della membrana lisosomiale, 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*	*	*	*	*

Tabella 2. Calendario delle indagini eseguite nelle quattro campagne annuali (estratto dal *Piano di monitoraggio dell'ambiente marino - Fase di esercizio VIII report annuale vol. 1*).

	Autunno 2020 – A20 (Campagna minima)	Inverno 2021 – I21 (Campagna intermedia)	Primavera 2021-P21 (Campagna minima)	Estate 2021-E21 (Campagna completa)
Indagini ambientali	10.11-30.11/2020	1.03-25.03/2021	24.05-11.06/2021	30.08-15.09/2021
Emissioni acustiche e censimento visivo	7.11-13.11/2020	6.03-2.04/2021	2.06-15.06/2021	8.09-03.10/2021
Fauna ittica bentonectonica	-	2.03-3.03/2021	-	7.09-14.09/2021
Fauna pelagica	-	7.03-8.03/2021	-	1.09-2.09/2021

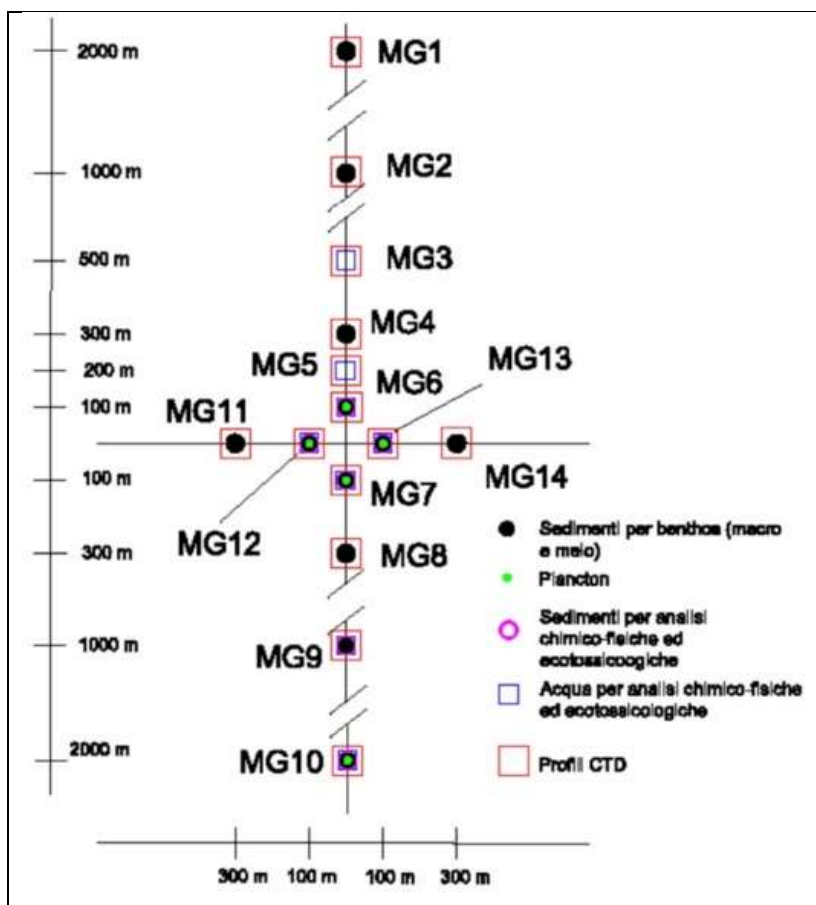


Figura 2. Disposizione dei punti di campionamento rispetto al rigassificatore con indicate le attività previste nelle diverse stazioni (estratto dal *Piano di monitoraggio dell'ambiente marino - Fase di esercizio VIII report annuale vol. 1*)

Tabella 2. Piano di campionamento delle analisi previste nelle stazioni MG1-MG14. Le stazioni in neretto sono quelle prossime al terminale. L'asterisco (*) indica la presenza dell'analisi prevista dal piano di campionamento stagionale (estratto dal *Piano di monitoraggio dell'ambiente marino - Fase di esercizio VIII report annuale vol. 1*).

Indagine		Stazioni di campionamento	Autunno	Inverno	Primavera	Estate
Colonna d'acqua	Caratteristiche fisico-chimiche e microbiologiche	MG6, MG7, MG12, MG13, MG3, MG5, MG9, MG10	*	*	*	*
	Profili idrologici (CTD) e Irradianza spettrale	MG1-MG14	*	*	*	*
	Fitoplancton e Zooplancton	MG6, MG7, MG12, MG13, MG10	*	*	*	*
	Analisi ecotossicologiche	MG6, MG7, MG12, MG13, MG3, MG5, MG9, MG10		*		*
Biota	Macrozoobenthos	MG6, MG7, MG12, MG13, MG1, MG2, MG9, MG10; MG4, MG8, MG11, MG14	*	*	*	*
	Meiobenthos	MG6, MG7, MG12, MG13, MG1, MG2, MG9, MG10; MG4, MG8, MG11, MG14		*		*
Sedimenti	Analisi fisiche e chimiche	MG6, MG7, MG12, MG13, MG9, MG10				*
	Analisi ecotossicologiche	MG6, MG7, MG12, MG13, MG9, MG10				*

2.2 Attività condotte e considerazioni critiche

Indagini sui profili idrologici

Sono stati misurati i **parametri chimico-fisici** della colonna d'acqua in 14 stazioni, posizionate da 100 a 2000 dal rigassificatore, in ciascuna delle quattro stagioni considerate. Le acquisizioni sono state condotte l'11 novembre 2020, campagna "autunno 2020", il 20 marzo 2021, campagna "inverno 2021", l'8 giugno 2021, campagna "primavera 2021", e, come detto sopra non è riportata la data per la campagna "estate 2021". In totale sono stati acquisiti 56 profili dei seguenti parametri: temperatura, salinità, pH, torbidità, ossigeno disciolto, clorofilla a, potenziale di ossido-riduzione. Inoltre, sono stati registrati dati sul PAR (Photosynthetic Available Radiation) e irradianza spettrale. **I risultati delle campagne di autunno 2020, inverno 2021, primavera 2021 ed estate 2021 non evidenziano andamenti anomali sia all'interno delle singole stazioni che tra di esse. I valori inoltre risultano coerenti con quanto atteso nella stagione indagata. Anche i risultati PAR e irradianza sono in linea con quanto atteso.**

Per quanto riguarda la **caratterizzazione correntometrica** dell'area si ribadiscono le osservazioni già espresse nelle precedenti valutazioni.

Nel capitolo 2.9 del documento "Piano di monitoraggio dell'ambiente marino, Revisione 1" sono riportate alcune considerazioni riguardo alle finalità del monitoraggio delle caratteristiche idrodinamiche dell'area e sulla metodologia da adottare per realizzarle. A tale proposito vengono di seguito proposte alcune osservazioni al riguardo.

"...la fenomenologia attesa, nonché un impatto nullo derivante dalla presenza del Terminale, quindi di fatto nessuna variabilità spaziale del campo di corrente. Dai risultati ottenuti si evince che le misure di corrente siano di scarsa rilevanza ai fini del monitoraggio dell'ambiente marino"
(testo del documento sopra citato)

In merito a tali considerazioni si precisa che le caratteristiche idrodinamiche dell'area sono da considerarsi come una "variabile di stato" piuttosto che una "variabile di impatto" e pertanto la conclusione sulla sua scarsa rilevanza non appare giustificata. Lo studio delle correnti dell'area, specialmente di quelle più prossime all'impianto è di notevole importanza in quanto ad esso devono essere correlate le discussioni sugli andamenti spaziali e temporali di altri indicatori chimici o chimico-fisici: conoscere l'areale di distribuzione, prodotto dalle correnti, delle acque di produzione è fondamentale per stimare eventuali perturbazioni osservate.

"Come scaturito durante la riunione con il Gruppo Istruttore della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAS, tenutasi il giorno 27 luglio 2017 (rif. CTVA.REGISTRO UFFICIALE.2017.0002360) si ritiene che l'installazione aggiuntiva di un profilatore ADCP di tipo verticale risulterebbe ridondante e superflua, considerando, inoltre, le difficoltà di installazione e manutenzione dello stesso: si ritiene quindi non necessario dotare il Terminale di tale strumento"
(testo del documento sopra citato)

Al momento non sono stati messi in campo metodi per lo studio delle caratteristiche idrodinamiche del sito direttamente interessato dal flusso di scarico delle acque di produzione e, pertanto, non è possibile conoscere l'area di distribuzione di esse. Da ciò consegue che l'installazione di un ADCP verticale non solo non è ridondante e superflua ma è quanto mai necessaria ed urgente. La considerazione sulle difficoltà di installazione e manutenzione dell'ADCP verticale in un siffatto impianto, come quello in oggetto, appare improprio ed inaccettabile. Si ricorda al riguardo che, a suo tempo, fu suggerito di affiancarlo all'ADCP orizzontale installato nell'impianto per facilitare le

operazioni di manutenzione.

“Non verranno effettuate le misure in continuo lungo tutta la colonna d’acqua dall’isobata dei 20 m fino all’area del Terminale, mediante profilatore ADCP installato su idonea imbarcazione, poiché la qualità del dato misurato lungo transetti con natante in moto non è da considerarsi accettabile”
(testo del documento sopra citato)

Gli ADCP possono essere dotati di un sistema di “bottom tracking” che è in grado di “sottrarre” dai dati correntometrici registrati durante la navigazione quelli relativi al movimento del natante (direzione, velocità, rollio e beccheggio).

Pertanto, in generale, il monitoraggio delle correnti proposto nel cap. 2.9 non appare congruo alle finalità del monitoraggio, in quanto le misurazioni condotte 3 volte l’anno sono insufficienti a definire le caratteristiche idrodinamiche del sito. Si propone pertanto:

- **di installare un ADCP verticale nelle vicinanze del sito di uscita delle acque di produzione;**
- **di effettuare un approfondito studio delle caratteristiche correntometriche dell’intera area di studio tramite l’analisi delle osservazioni satellitari di tali parametri condotto per un congruo periodo di tempo.**

Modello di dispersione

Nel rapporto tecnico *“Analisi dei dati correntometrici nell’area del terminale OLT ottavo anno di esercizio”* (rif. doc. TR-22-03) si confrontano i risultati delle campagne di misura correntometriche con i risultati del modello di dispersione per il giorno 15/06/2021 in cui sono disponibili dati di campo in corrispondenza all’operatività del terminale. Dalla comparazione descritta nel testo si evince un buon accordo tra i risultati modellistici e quelli di campo.

Si ritiene di evidenziare, tuttavia, che **alcune delle considerazioni presenti in forma scritta nel documento citato non sono di facile riscontro nella figura 14, che sintetizza i risultati del modello, per via della scala scelta per rappresentare la figura stessa. In particolare, per quel che riguarda l’andamento del delta termico nelle vicinanze dello scarico servirebbe una ulteriore figura che mostri uno zoom dell’area immediatamente adiacente al punto di scarico (distanza entro i 20 m). Inoltre, per facilitare il confronto con i dati di campo per lo scenario del 15 giugno 2021, la figura 14 andrebbe affiancata con grafici rappresentanti il profilo verticale di temperatura estratto dal modello e quello risultante dai dati di campo in corrispondenza di transetti verticali co-localizzati con i punti di campionamento.**

Indagini fisiche, chimiche e microbiologiche delle acque marine

I campioni sono stati prelevati in corrispondenza di n. 6 stazioni posizionate nell’intorno del Terminale (MG3, MG5, MG6, MG7, MG12, MG13) e n. 2 stazioni di controllo (MG9 e MG10), posizionate rispettivamente a 1.000 e 2.000 m a sud del Terminale. I campioni di acqua sono stati prelevati per ogni stazione in corrispondenza di n. 4 quote batimetriche (rispettivamente: 0,5 - 12,5 - 50 - 70 m). Le analisi microbiologiche sono state effettuate unicamente per i campioni prelevati in superficie. I valori dei parametri della colonna d’acqua (**nutrienti, Chla e pigmenti fitoplanctonici**) rientrano in un intervallo di variabilità naturale e non si evidenziano anomalie negli andamenti correlabili alla operatività dell’FRSU.

I profili batimetrici di **TSM** mostrano basse concentrazioni con valori minimi in profondità e comunque scarsamente variabili lungo tutta la colonna d’acqua ad eccezione di alcuni incrementi isolati dei valori nella colonna d’acqua nelle diverse campagne che rientrano comunque nella variabilità del parametro. La concentrazione della frazione organica del TSM (POM) rappresenta circa

in media il 40% del TSM. Le variazioni si mantengono in uno stretto intervallo e non si riscontrano valori anomali.

Per quanto riguarda il **CDOM** si evince un apporto di sostanze cromoforiche tipico di bloom fitoplanctonici stagionali o da risospensione di materiale detritico in profondità, senza evidenziare tuttavia anomalie nelle quattro campagne. Le concentrazioni di clorofilla a mostrano un profilo molto simile in tutte le stazioni, con alcuni boom di diatomee senza che si evidenzino anomalie attribuibili alla presenza del terminale. I **tensioattivi non ionici** e **anionici** sono risultati in tutte le campagne di monitoraggio sotto il limite di quantificazione del metodo applicato anche se nella fase di bianco erano stati rilevati tensioattivi anionici in diverse stazioni e a differenti profondità.

I **composti cloderivati (Acidi Aloacetici, Aloacetonitrili e Alofenoli)** sono risultati sotto i limiti di quantificazione dei metodi in tutte le campagne analizzate. Gli **Alometani e VOC** sono risultati in generale sotto il limite di quantificazione ad eccezione della campagna E21 dove sono stati riscontrati superamenti per il 1,1,1- Tricloro-etano in quasi tutte le stazioni e del Carbonio Tetracloruro solo in alcune stazioni. Il **Bromoformio** è risultato presente in tutte le campagne. In particolare, in A20 il bromoformio è presente in 8 stazioni con valori compresi tra 0,017-0,36 µg/l, in P21 sono in una stazione (0,013 µg/l), in I21 in tre stazioni (0,013-0,015 µg/l); non si registrano picchi di concentrazione come invece evidenziato nella precedente annualità di monitoraggio.

I valori degli **idrocarburi totali** nel VIII anno di monitoraggio variano nelle diverse campagne di monitoraggio sia tra le stazioni che nelle diverse quote di campionamento (A20 109-248 µg/l; I21 136-386 µg/l; P21 76-236 µg/l; E21 152-381 µg/l), con un generale aumento delle concentrazioni in particolare nelle campagne I21 ed E21 rispetto alla fase di bianco (<10-241 µg/l), già rilevato nei precedenti monitoraggi.

Non è stata riscontrata **contaminazione microbiologica** da coliformi totali, coliformi fecali e streptococchi fecali in tutte le campagne in analogia con quanto riscontrato nella fase di bianco.

Saggi ecotossicologici delle acque marine

Il prelievo delle acque per i test ecotossicologici è stato effettuato nell'inverno e nell'estate del 2021, tramite bottiglia Niskin, in 6 stazioni (MG3, MG5, MG6, MG7, MG13, MG12) più due controlli (MG9, MG10). I saggi sono stati condotti con 4 specie (*V. fischeri*, *P. lividus*, *P. tricornutum* e *D. labrax*).

La colonna d'acqua campionata nell'inverno del 2021 è risultata priva di tossicità, per tre delle quattro specie utilizzate. Eccezione è stata il riccio di mare, che ha mostrato alcune risposte di tossicità bassa. In particolare, la presenza di tossicità bassa è stata rilevata nelle stazioni n. 3, 5, 6, 9, 12 (a tutte e tre le prof.) e 13, ovvero nel 75% dei campioni analizzati. Nell'estate del 2021 sempre il riccio di mare ha confermato una bassa tossicità nel 60% dei campioni analizzati (stazioni n. 3, 5, 6, 7 e 10), con aggiunta di effetti tossici medi ad una delle quote (50 m) della stazione n. 3.

Osservando l'andamento delle risposte ecotossicologiche nel tempo, a partire dal bianco fino all'estate del 2021, fermo restando la variabilità di risposta riconducibile alle singole specie e dai commenti riportati nelle relazioni, si evince un aumento nel tempo della risposta di tossicità probabilmente determinata da variazioni oceanografiche nell'intera area.

Indagini fisiche, chimiche e microbiologiche sui sedimenti

Per i sedimenti, come previsto, è stata eseguita una sola campagna di campionamento in estate (E21). Il prelievo dei sedimenti superficiali (primi 2 cm) è stato effettuato in corrispondenza di n. 4 stazioni (MG6, MG7, MG12, MG13) poste a 100 m di distanza dal Terminale e n. 2 stazioni di controllo (MG9, MG10), poste rispettivamente a 1.000 e 2.000 m a sud della struttura.

Le caratteristiche granulometriche dei sedimenti sono risultate poco omogenee in analogia con il precedente anno, ma diversamente dal penultimo anno di monitoraggio. I sedimenti, infatti, ricadono, secondo la classificazione di *Shepard*, nel campo del *loam* (stazione, E21 MG10), *pelite sabbiosa* (E21 MG6, E21 MG7, E21 MG13), argilla *siltosa* (E21 MG9) e *sabbia pelitica* (E21 MG12). Nelle stazioni E21 MG6, E21 MG7, E21 MG12 e E21 MG13, ossia presso il Terminale, è risultata maggiormente presente rispetto all'anno precedente la ghiaia, con percentuali comprese tra 6,4% e 19,3 %, potenzialmente attribuibile, come già segnalato, ai sedimenti portuali sversati negli anni in tale area. Si ricorda che nella fase di bianco si rilevava una situazione di omogeneità granulometrica con una preponderanza di sedimenti classificabili come *loam*.

Per alcuni metalli (**As, Cr, Ni**) in tutte le stazioni, comprese quelle di controllo E21 MG9 e E21 MG10, si sono verificati superamenti dei rispettivi Standard di Qualità Ambientale (SQA) indicati nel DM 260/2010 e nel D. lgs 172/2015. Simile trend si era già evidenziato nei precedenti anni di monitoraggio e nella fase di bianco. Anche il **Pb** in 3 stazioni (E21 MG6, E21 MG9 ed E21 MG13) e lo **Zn** nelle medesime 3 stazioni, superano in modo modesto i rispettivi Livelli Chimici di Riferimento Nazionale (L1) riportati nel DM 173/16. I dati in generale non evidenziano un trend spaziale rispetto al Terminale. Si registra inoltre un elevato valore di **Cu** (91,58 mg/kg nella sola stazione E21 MG13). Le stazioni E21 MG6, E21 MG12 e E21 MG13 risultano essere maggiormente contaminate da **IPA totali** con superamenti anche consistenti (1445 µg/kg s.s. nella MG6, 940 µg/kg s.s. MG12 e 1333 µg/kg s.s. nella MG13) rispetto al SQA (800 µg/kg s.s.) riportato dal DM 260/2010.

Gli idrocarburi policiclici aromatici sono diffusamente presenti e mostrano i tenori più elevati presso il Terminale. Si osservano dei superamenti, come nel monitoraggio 2019, dei rispettivi SQA del DM 260/2010 e del D.Lgs. 172/2015 per: Antracene, Benzo(a)antracene, Benzo(b)fluorantene e Benzo(a)pirene Benzo(g,h,i)perilene, Benzo(k)fluorantene, Indeno(1,2,3)pirene, Pirene e Fluorantene in alcune stazioni (E21 MG6, E21 MG9, E21 MG12, E21 MG13). Anche nella fase di bianco erano stati rilevati superamenti sia di alcuni congeneri (Fluorantene, Pirene, Crisene, Benzo(K)fluorantene, Benzo(a)pirene, Dibenzo(a,h) antracene), sia della sommatoria degli IPA in alcune stazioni.

Si evidenzia che il parametro **idrocarburi totali** previsto dal piano di monitoraggio è stato sostituito dai parametri idrocarburi C<10 e idrocarburi C10-C40 nel VIII Rapporto come nei precedenti, e da idrocarburi C<12 e C>12 nella fase di bianco.

Gli **idrocarburi C<10** sono risultati sempre sotto i limiti di quantificazione del metodo. Gli idrocarburi **C10-C40** sono risultati tutti rilevabili con valori compresi tra 26 e 90 mg/kg s.s. In fase di bianco sono stati analizzati gli idrocarburi C<12, risultati sempre sotto il limite di quantificazione e C>12 risultati sempre quantificabili, con valori anche superiori a 100 mg/kg.

I **composti organostannici** (tributilstagno-TBT, dibutilstagno-DBT e monobutilstagno-MBT), sono stati rilevati ovunque con valori non trascurabili. Solamente nella stazione E21 MG10 si rilevano per il mono e dibutile valori inferiori ai limiti di quantificazione. Le concentrazioni di TBT sono risultate superiori rispetto allo SQA (5 µg/kg come catione), riportato nel D.M. 260/2010 e nel D.lgs 172/2015, in tutte le stazioni ad eccezione della stazione E21 MG10. Concentrazioni molto elevate erano state determinate in fase di bianco (299-649 µg/kg come sommatoria dei tre composti).

I valori di **TOC** sembrano essere abbastanza elevati in relazione alle caratteristiche della tessitura del sedimento. E' possibile che tali concentrazioni siano da imputare parzialmente ad una non efficiente rimozione della componente carbonatica nella fase analitica.

I **composti cloroderivati (Acidi aloacetici, Aloacetoni-trili, Alometani e VOC, Alofenoli)** sono risultati sempre sotto i limiti di quantificazione della metodica analitica utilizzata, ad esclusione dei composti

1,1,2 Tricloroetano, e del Bromoformio in estate rispettivamente in 5 e 3 stazioni di cui 3 in comune (E21 MG6 e E21 MG9 e MG13).

Si rileva l'assenza di **contaminazione microbiologica** (Coliformi totali e fecali, Streptococchi fecali) nei sedimenti. In fase di bianco era stata rilevata una presenza diffusa di Streptococchi fecali.

In conclusione, i TBT, alcuni metalli (As, Cr, Ni, Pb) e gli IPA hanno evidenziato concentrazioni superiori rispetto al relativo SQA riportato nel D.M. 260/2010 e nel D.Lgs. 172/2015. Gli idrocarburi policiclici aromatici sono diffusamente presenti e mostrano i tenori più elevati presso il Terminale. Gli elementi di contaminazione riscontrati, con molta probabilità, sono da correlare alla notevole variabilità delle caratteristiche fisico chimiche dell'area di indagine nell'intorno del Terminale FRSU, in quanto coincidente con il sito di immersione utilizzato per molti anni per lo sversamento dei materiali portuali provenienti dal dragaggio del Porto di Livorno.

Saggi ecotossicologici per i sedimenti

Il sedimento per le analisi ecotossicologiche è stato campionato solo nell'estate 2021, 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). I saggi sono stati condotti con tre specie: *V. fischeri* (fase solida), *P. lividus* (elutriato), *C. orientale* (sedimento intero).

Gli elutriati esposti al riccio di mare hanno evidenziato una diffusa tossicità cronica bassa, riscontrata nelle stazioni (n. 6, 7, 9 e 10) prossime e lontane rispetto all'FSRU e una tossicità media registrata in due stazioni (n. 12 e 13) più vicine all'impianto. La risposta sul sedimento tal quale è stata ancora più marcata, evidenziando una diffusa tossicità alta in tutte le stazioni campionate, indipendentemente dalla distanza dall'FSRU. Il batterio invece non ha evidenziato effetto tossico della fase solida.

Osservando l'andamento delle risposte ecotossicologiche nel tempo, a partire dal bianco fino all'estate del 2021, fermo restando la variabilità di risposta riconducibile alle singole specie e dai commenti riportati nelle relazioni, si evince un iniziale miglioramento del grado di tossicità dei sedimenti analizzati fino al 2017, ma un peggioramento della qualità dei sedimenti negli anni successivi (2018-2021). Nell'estate 2021 il peggioramento riguarda unicamente le stazioni prossime al Terminale (n. 12 e 13) per il test sul riccio di mare. Tuttavia, il test con il *C. orientale*, invece, mostra tossicità alta ovunque, ossia indipendentemente dalla distanza dall'FSRU. **Nel complesso, il monitoraggio, non evidenzia pattern temporali univoci, né nelle stazioni prossime all'FSRU, né in quelle lontane, suggerendo che le variazioni non possono essere causalmente riferibili al Terminale.**

Indagini sui popolamenti bentonici (macrozoobenthos)

Il macrozoobenthos è stato indagato con frequenza stagionale (autunno 2020, inverno 2021, primavera 2021, estate 2021) in 12 stazioni, posizionate secondo uno schema radiale rispetto alla fonte di disturbo (nave gasiera). Sono state acquisite 4 repliche per ciascuna stazione tramite benna Van Veen (con volume pari a 25 litri e superficie di campionamento di 0,1m²). Ciascun campione è stato setacciato su maglia 0,5mm e fissato in formalina al 8 % in acqua di mare. I campioni sono stati esaminati in laboratorio mediante sorting e successivamente mediante determinazione tassonomica, quando possibile, a livello di specie con l'ausilio di stereomicroscopi da dissezione. Gli individui sono stati conservati in alcool al 70%.

La matrice di abbondanza specie x stazioni è riportata in Allegato 4 in accordo alla prescrizione 5 delle Determina 2990 DVA R.D.R0000100.04-04-2017 e 3337 DVA R.D.R 0000277.28-09-2017. I dati sono stati elaborati per ciascuna delle quattro stagioni oggetto di analisi del presente documento; inoltre,

i dati sono stati analizzati congiuntamente con gli altri dati pregressi, per vedere l'andamento complessivo nel periodo che va dal Bianco (Estate 2012) all'estate 2021.

L'area è caratterizzata da una diversità faunistica dominata da poche specie molto abbondanti e da un elevato numero di specie presenti con pochi individui. Si evidenzia una elevata variabilità tra le stazioni oggetto di indagine non riconducibili alla loro posizione geografica. Le analisi statistiche utilizzate nei documenti in esame, sia di tipo univariato che multivariato, sono adeguate alla finalità dello studio. **I dati mostrano che non sussiste un impatto significativo del FSRU sul popolamento macrozoobentonico. A tal proposito, i popolamenti prossimi al Terminale evolvono nel tempo (dal 2012 al 2021) analogamente a quelli presenti nelle aree di Controllo, molto distanti dalla fonte di disturbo (nave gasiera), evidenziando, quindi, patterns imputabili alla normale variabilità naturale.**

Indagini di bioaccumulo sui mitili

In assenza di mitili insediati naturalmente sulle strutture del FRSU, il monitoraggio è stato avviato con la modalità definita "attiva", ovvero i mitili sono stati prelevati dall'impianto di acquacoltura presente nell'area marina antistante l'Isola di Palmaria (Golfo di La Spezia), poco o affatto influenzata da fonti di impatto, e quindi traslocati in corrispondenza di 4 stazioni di monitoraggio, **A** (a poppa), **B**, **C** e **D** (a prua) scelti lungo un solo lato del terminale e in una stazione di controllo presso l'Isola di Gorgona (Stazione **E**). I mitili, alloggiati in reticelle di nylon sono stati collocati all'interno di una gabbia di acciaio inox alla profondità di 12 metri. Dopo circa 4 settimane i mitili sono stati prelevati e sottoposti alle analisi. All'atto della traslocazione, un ulteriore campione di mitili (denominato **Tempo 0**), appena prelevato dall'impianto di acquacoltura dell'Isola di Palmaria, è stato sottoposto alle medesime analisi.

Per le analisi di **bioaccumulo sui mitili** nella I campagna (A20) si rileva un parziale aumento di concentrazione di alcuni contaminanti (Ba, Cd, Fe, V, Zn) nelle stazioni lungo la fiancata del Terminale rispetto al tempo zero. Si segnala invece un evidente aumento di concentrazione della maggior parte dei contaminanti (Ba, Cd, Cr totale, Fe, Mn, Ni, V, Zn) nella stazione E (Bianco Gorgona) di questa campagna, cosa non confermata nelle successive campagne. Il **Vanadio** non rilevato al tempo zero è risultato presente in tutte le stazioni anche in quella di controllo E (Isola di Gorgona) seppur con valori bassi. Nella II campagna (I21) la stazione di Bianco Gorgona in fase di prelievo non è stata ritrovata pertanto non sono possibili confronti con questa stazione. In generale per la maggior parte dei metalli analizzati si rileva una riduzione delle concentrazioni lungo la fiancata del Terminale rispetto al tempo zero, ad esclusione dell'As e del Cd. Nella campagna primaverile (P21) si registra in generale una leggera e generale diminuzione delle concentrazioni delle stazioni lungo la fiancata del terminale rispetto al tempo zero, ad esclusione dell'As e dello Zn che subiscono un lieve aumento anche nella stazione E (Bianco Gorgona). Nella campagna estiva (E21) per la gran parte dei metalli analizzati si sono registrati valori di concentrazione confrontabili o minori a quelli rilevati al tempo zero, ad esclusione di modesti incrementi per il Vanadio e per lo Zinco nella stazione D.

Si evidenzia che il parametro **idrocarburi totali** previsto dal piano di monitoraggio è stato sostituito dai parametri idrocarburi C<10 e idrocarburi C10-C40 nel VIII Rapporto come nei precedenti, e da idrocarburi C<12 e C>12 nella fase di bianco.

Gli **idrocarburi C<10** sono risultati tutti inferiori o prossimi al limite di quantificazione del metodo (0,5 mg/kg). Fa eccezione la stazione A nella campagna P21 che supera tale limite.

Gli **idrocarburi C10-C40** nella campagna A20 si osservano valori tutti superiori al limite di quantificazione con valori paragonabili tra le stazioni. Nella campagna I21 tutte le stazioni hanno concentrazioni superiori al limite di quantificazione ma minori rispetto al tempo zero. Nella

campagna P21 le concentrazioni risultano più elevate di tale limite in tutte le stazioni, in particolare nelle stazioni A e B dove si riscontrano valori maggiori rispetto al tempo zero. Nella campagna E21 tutte le stazioni presentano valori sopra il limite di quantificazione ad esclusione della stazione E sotto tale limite (5 mg/kg) con valori in generale confrontabili tra tutte le stazioni.

Le concentrazioni degli **IPA** in tutte le campagne e in tutte le stazioni risultano in genere prossime o inferiori ai limiti di quantificazione della metodica analitica. Tuttavia, nella campagna A20 si riscontrano valori più elevati per i congeneri Acenaftene (solo nella stazione D), Acenaftilene, Benzo (a) pirene, Fenantrene, Fluorantene, Fluorene, e Naftalene. Nella campagna I21 si riscontrano valori superiori al limite per Benzo (a) pirene, Fenantrene, Naftalene e Fluorene (Stazioni B e C e al tempo zero).

Nella campagna P21 si riscontrano valori di poco superiori ai rispettivi limiti di quantificazione per Acenaftilene e Naftalene. Nella campagna E21 sono stati riscontrati valori di poco superiori ai limiti di quantificazione per il Naftalene in tutte le stazioni.

I **composti organostannici (TBT, DBT e MBT)** sono risultati sempre sotto il limite di quantificazione del metodo in tutte le campagne.

I valori dei **composti cloderivati** sono risultati generalmente inferiori o prossimi ai rispettivi limiti di quantificazione. Uniche eccezioni sono rappresentate, nella campagna I21, da Carbonio tetracloruro e Tricloro etilene nella stazione C, Cloroformio e Tetracloroetilene nelle stazioni C e D.

Non è stata rilevata in generale **contaminazione microbiologica** da coliformi totali e fecali, e da streptococchi fecali nei campioni analizzati in tutte le campagne eseguite.

In generale, relativamente alle analisi di bioaccumulo sui mitili trapiantati, nonostante alcuni segnali di modesti ed occasionali incrementi di alcuni contaminanti, rispetto al tempo zero, non si osservano particolari problematiche di contaminazione.

Indagine dei biomarkers sui mitili

Sebbene siano state posizionate le strutture di biomonitoraggio in tutte e 5 le stazioni previste (4 presso il terminale e 1 presso il sito di controllo), nella campagna invernale (I21) non è stato possibile recuperare la stazione di controllo (E) "... a causa di mareggiate impreviste...", come segnalato nel testo della relazione. Dal momento che per la campagna invernale (I21), non è stato possibile effettuare i confronti statistici con il sito di controllo, solo per questa campagna, i confronti sono stati effettuati rispetto al "tempo zero" (T0). Tale confronto non risulta ideale in quanto non consente di discernere in modo appropriato se la risposta osservata nei mitili trapiantati nelle strutture di biomonitoraggio sia derivata da un effetto dovuto alla struttura quanto piuttosto alla procedura di traslocazione a cui invece sono stati sottoposti gli organismi.

Sui mitili delle 5 stazioni previste dal PMA, più 1 stazione di controllo a T0, sono state eseguite le 3 analisi di biomarker previste nel PMA:

- alterazione strutturale e funzionale della membrana lisosomiale in emociti
- saggio comet in cellule branchiali
- istologia dell'epitelio branchiale

Dalle analisi eseguite si evince che, così come già osservato nei precedenti anni, in generale i mitili prelevati mostrano uno stato fisiologico "abbastanza buono", come evidenziato sia dall'analisi della stabilità delle membrane lisosomiali negli emociti che dall'analisi istologica delle branchie, e dal buon grado di integrità del DNA nelle cellule branchiali. E' stata rilevata qualche alterazione solo in alcune campagne e solo per alcune stazioni.

In particolare, i valori di *Neutral Red Retention Time* (NRRT), sia nei mitili posizionati presso la struttura che in quelli del controllo, presentano valori elevati, nella maggior parte dei casi tra 90 e 120 min, in linea con i valori di background definiti per il Mar Mediterraneo e Oceano Atlantico (ICES 2012; OSPAR, 2013; UNEP/MAP, 2016). Tali valori, quindi, attestano un buono stato fisiologico degli individui campionati. Fanno eccezione solo i mitili trapiantati presso la poppa della nave in autunno 2020 (stazione A in A20), in cui sono stati misurati valori medi di ritenzione del colorante *Rosso Neutro* inferiori ai 43 minuti, attestanti alterazioni delle membrane lisosomiali e quindi compromissione dello stato fisiologico.

La morfologia dell'epitelio branchiale risulta quasi sempre normale, al massimo con qualche alterazione di carattere per lo più lieve senza discostarsi mai significativamente da quanto osservato nel tessuto prelevato dagli esemplari della stazione di controllo (staz. E) o da quelli provenienti dall'impianto di mitilicoltura (T0).

I valori di percentuale di DNA nella coda (indice del grado di frammentazione del DNA) risultano generalmente superiori, ma comunque prossimi, al valore soglia del 25% indicato in letteratura per *M. galloprovincialis* (Piva et al., 2011).

Inoltre, per la sola campagna invernale I21, per la quale non era possibile effettuare i conforti con la stazione di controllo (E) non rinvenuta, si ritiene si possa effettuare un confronto con le analisi effettuate con i precedenti anni di monitoraggio. Analizzando i valori dei singoli biomarker rilevati rispetto a quelli riscontrati nelle sole campagne invernali dei precedenti anni di monitoraggio, si può osservare come: 1) i valori del NRRT della I21, risultino lievemente inferiori a quanto riscontrato nelle precedenti annualità, ma comunque sopra i 90 min (indice di buono stato fisiologico); 2) la misura del danno al DNA (Comet Assay % DNA coda), pur rimanendo prossima al 30%, non si discosti sostanzialmente da quanto osservato nei precedenti inverni; 3) le alterazioni a carattere dell'epitelio branchiale, sebbene in quest'ultimo anno abbiano presentato valori leggermente più alti che in passato, siano comunque non preoccupanti.

L'elaborazione dei dati dei biomarker indagati finora raccolti è stata effettuata mediante regressione lineare per la valutazione di eventuali trend e tramite il programma *Sediqualsoft* che, invece, fornisce una buona misura del livello di rischio ambientale (Piva et al., 2011). Nei vari anni di monitoraggio (2014-21) non è stato rilevato alcun trend significativo per i 3 biomarker analizzati, mentre solo nella campagna I15 è emerso un moderato livello di rischio ambientale. In tutte le altre campagne il rischio ambientale è risultato solo lieve o assente.

L'analisi statistica dei dati, come indicato nei materiali e metodi, è stata effettuata mediante MANOVA, usando come variabili indipendenti stazione, campagna e replica, e il multiple range test per il confronto tra stazioni.

Pertanto, nonostante permanga, a nostro avviso, il suggerimento di fornire ulteriori approfondimenti in merito al danno al DNA (es. analisi della frequenza dei micronuclei), non ci sono particolari osservazioni o indicazioni da segnalare.

Indagini per l'ittioplancton

Dalle tabelle 2-3 (vol. 1) risulta che campioni di ittioplancton (uova e larve di Teleostei) sono stati ottenuti tramite prelievi, effettuati con diversi retini e a diversi livelli della colonna d'acqua, in giornate di campionamento dell'autunno 2020 e della primavera ed estate 2020, presso le stazioni MG6, MG7, MG 12 e MG13 situate ortogonalmente a circa 100 m di distanza dall'impianto di gassificazione, mentre per controllo si fecero analoghe pesche nella stazione MG 10 situata a circa 2.000 m a sud della struttura (cfr. mappa alla pag. 12 del Vol. 1 del Rapporto VIII anno).

I dati e le informazioni riguardanti l'ittioplancton delle citate stazioni di campionamento sono riportati in brevi paragrafi alla pag. 52 del Vol. 1 del Rapporto VIII anno e alle pagg. 32 e 69-70 del secondo volume dello stesso rapporto. Analogamente a quanto rilevato negli ultimi rapporti (IV-VII anno di monitoraggio) i dati sulla composizione e l'abbondanza di uova e larve di Teleostei risultano essere riportati in forma quasi esclusivamente qualitativa, indicando solo la presenza di larve o uova di alcune specie ittiche (o taxa più elevati) nei campioni.

È da notare che per i campioni dell'estate 2021 (in una o più giornate nel periodo 30/8-15/9) si riportano elevate abbondanze di larve di alici (*Engraulis encrasicolus*; valori di 19,8 e 18,4 larve/m³ di acqua filtrata nelle stazioni MG6 e MG13 prossime al terminale di gassificazione) e ciò contrasta nettamente coi bassi valori ottenuti nello stesso periodo del 2020. Giacché la seconda metà di settembre è un periodo "di coda" nella stagione riproduttiva della specie non è facile spiegare l'abbondanza rilevata, però può darsi che le larve fossero di dimensioni relativamente cospicue e quindi derivassero da deposizioni di una o due settimane prima e che per imprecisati motivi ambientali la deposizione della specie sia avvenuta sensibilmente più tardi del solito nell'estate 2021. Un'altra possibile ipotesi è che vi sia stata qualche confusione con le larve di *Sardinella aurita* (clupeide che depone nei mesi estivi in acque marine costiere, o a qualche distanza dalla costa, in coincidenza con elevate temperature superficiali dell'acqua), in quanto le larve delle due specie non sono facilmente distinguibili nelle prime fasi di sviluppo. Tuttavia, essendo ambedue le specie gregarie e assai feconde, la presenza delle rispettive uova (facilmente distinguibili perché quelle di alici sono ellissoidali) consente di distinguere le due situazioni (almeno in parte, se deposizioni delle due specie effettivamente coesistono), unitamente all'esame dettagliato di alcune delle loro larve. Nelle pagine 114-117 del vol. 2 dello VIII Rapporto annuale si pongono a confronto le composizioni in specie e loro rilevanza in campioni di ittioplancton (più in generale dei vari campioni di zooplancton) prelevati nella "campagna di bianco" e nelle varie campagne estive del 2014-2021, il tutto tramite il coefficiente R di Bray-Curtis di dissimilarità e valutazione statistica della dissimilarità stimata per i campioni. Nella Tab. 81 si rileva che in molti confronti il valore R stimato è statisticamente significativo, ad indicare un'effettiva differenza nella composizione in specie (in termini qualitativi e/o quantitativi) dei vari campioni ittioplanctonici estivi. Per i campioni dell'estate 2021 potrebbero esservi dubbi sulla validità dei confronti, in relazione all'eventuale avvenuta confusione tra larve di alici o di Sardinella.

Indagini per la pesca

Sono state valutate le indagini condotte sulla pesca (eseguita sia con rete a strascico sia con rete da posta da fondo e da superficie) e non si hanno particolari osservazioni sui risultati delle indagini condotte e le conseguente considerazioni riportate nella documentazione in oggetto.

Indagini sulla componente rumore subacqueo

Nella relazione dell'VIII anno, la componente rumore subacqueo è stata affrontata in modo approfondito, ma permangono alcune criticità che si ritiene utile riportare, per facilità di riscontro, nella seguente tabella.

Documentazione di riferimento: Analisi dei Dati delle 4 Campagne dell'VIII° Anno di Monitoraggio (A20, I21, P21, E21) e Modellizzazione del Rumore Sottomarino, Doc. No. P0029592-1-H1 Rev. 1 - Novembre 2022		
Riferimento	Criticità	Commento
Pag. 3, Tabella Abbreviazioni e	SPL o L _p	Modificare la nomenclatura usando solo L _p come indicato dagli standard ISO18405:2017

Acronimi		
Pag. 8, paragrafo 3, riga 5	Nomenclatura usata per indicare la “pressione di picco (PK)”	Modificare la nomenclatura seguendo gli standard ISO18405:2017 e specificare se si tratta di $L_{p,0-pk}$ o $L_{p,pk}$. Tali dati inoltre non sono riportati tra i risultati.
Pag. 8, paragrafo 3, riga 15	“livello di pressione acustica (Sound Pressure Level, SPL o LP)”	Modificare la nomenclatura usando solo L_p come indicato dagli standard ISO18405:2017
Pag. 8, paragrafo 3, riga da 15 a 17	“una soglia di riferimento corrispondente a un livello di pressione acustica (Sound Pressure Level, SPL o LP) di 120 dB re 1 μ Pa non ponderato, identica per tutti i gruppi uditivi dei mammiferi marini (ACCOBAMS, 2013, ACCOBAMS, 2020);”	Le linee guida ACCOBAMS non hanno valore normativo e perciò non devono essere considerate come indicative.
Pag. 9, Tabella 3.1	Intera tabella	L’intera tabella è ridondante e fuori dagli scopi della relazione in quanto TTS e PTS non sono disturbi ammessi dalla normativa italiana. Vedere anche commenti successivi.
Pag. 9, Tabella 3.1	“Pinnipedi focidi in aria: Phocid carnivores in air (PCA) Otaridi in aria* Otarids carnivores in air (OCA)”	I valori di riferimento in aria di Pinnipedi e Focidi vanno eliminati.
Pag. 11, paragrafo 4 Sintesi dei risultati, da riga 20 a 36	<ul style="list-style-type: none"> • i livelli mediani misurati a 63 Hz per intervallo temporale di pressione sonora ricevuti da un ipotetico recettore posto ad una distanza di circa 100 metri dal Terminale sono risultati compresi tra i 92,4 (A20) e i 98,6 (P21) dB re 1 μPa (banda larga compresa fra 10Hz e 20kHz) ad entrambe le profondità di campionamento (8 m e 55 m dalla superficie), • i livelli mediani misurati a 63 Hz per intervallo temporale di pressione sonora ricevuti da un ipotetico recettore posto ad una distanza di circa 1000 metri dal Terminale sono risultati compresi tra i 91,2 (A20) e i 104,4 (I21) dB re 1 μPa (banda larga compresa fra 20Hz e 20kHz) ad entrambe le profondità di campionamento, • i livelli mediani misurati a 125 Hz per intervallo temporale di pressione sonora ricevuti da un ipotetico recettore posto ad una distanza di circa 100 metri dal Terminale sono risultati compresi tra i 93,1 (P21) e i 103,9 (P21) dB re 1 μPa (banda larga compresa fra 20Hz e 	Per ogni misura riportata andrebbe chiarito se si parla del valore calcolato nella banda di un terzo d’ottava centrata a 63 Hz e 125 Hz o se nella banda larga da 20 Hz a 20 kHz. Manca inoltre il riferimento temporale su cui sono misurati i valori di L_p .

	<p>20kHz) ad entrambe le profondità di campionamento,</p> <ul style="list-style-type: none"> • i livelli mediani misurati a 125 Hz per intervallo temporale di pressione sonora ricevuti da un ipotetico recettore posto ad una distanza di circa 1000 metri dal Terminale sono risultati compresi tra i 89,9 (P21) e i 98,6 (A20) dB re 1 μPa (banda larga compresa fra 20Hz e 20kHz) ad entrambe le profondità di campionamento;” 	
<p>Pag.11, punto 2, da riga 11 a 16 e relativa Tabella 4.2</p>	<p>Descrizione dei danni uditivi e tabella riportante le distanze corrispondenti alle soglie di impatto temporaneo o permanente per i diversi gruppi di mammiferi marini</p>	<p>In Italia la Direttiva Habitat (Direttiva 92/43/CEE DEL CONSIGLIO del 21 maggio 1992 recepita tramite il Regolamento D.P.R. 8 settembre 1997 n. 357) stabilisce il divieto a perturbare deliberatamente le specie come i cetacei inseriti nell’Allegato IV - Specie animali e vegetali di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa (articolo 12.1). Di conseguenza incrementi di rumore sottomarino che determinino il raggiungimento di livelli tali da causare TTS o PTS non possono essere accettati e i livelli a cui è necessario fare riferimento sono quelli di disturbo comportamentale.</p>
<p>Documentazione di riferimento: Allegato A, Rapporto Tecnico “Monitoraggio Del Rumore Subacqueo presso il Terminale FSRU Toscana, Monitoraggio Anno VIII” Doc. No. P0029592-1-H1 Rev. 1 - Novembre 2022</p>		
Riferimento	Criticità	Possibile soluzione
<p>Pag. 5, da riga 4 a riga 6</p>	<p>Una soglia di riferimento corrispondente a un livello di pressione acustica (Sound Pressure Level, L_p) di 120 dB re 1 μPa non ponderato, identica per tutti i gruppi uditivi dei mammiferi marini (ACCOBAMS, 2013, ACCOBAMS, 2020);</p>	<p>Le linee guida ACCOBAMS non hanno valore normativo e perciò non devono essere considerate come indicative.</p>
<p>Pag. 5, da riga 14</p>	<p>Analisi delle soglie relative a PTS e TTS</p>	<p>In Italia la Direttiva Habitat (Direttiva 92/43/CEE DEL CONSIGLIO del 21 maggio 1992 recepita tramite il Regolamento D.P.R. 8 settembre 1997 n. 357) stabilisce il divieto a perturbare deliberatamente le specie come i cetacei inseriti nell’Allegato IV - Specie animali e vegetali di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa (articolo 12.1). Di conseguenza incrementi di rumore sottomarino che determinino il raggiungimento di livelli tali da causare TTS o PTS non possono essere accettati e i livelli a cui è necessario fare riferimento sono quelli di disturbo comportamentale.</p>
<p>Pag. 5, Tabella 2</p>	<p>Sirenidi* Sirenians (SI)</p>	<p>Le specie non presenti in Mar Mediterraneo nonché i valori di riferimento in aria vanno eliminati.</p>

	<p>Pinnipedi focidi in acqua: Phocid carnivores in water (PCW) Otaridi in acqua* Otarid carnivores in water (OCW) Pinnipedi focidi in aria: Phocid carnivores in air (PCA) Otaridi in aria* Otarid carnivores in air (OCA)</p>	
Pag. 9, riga 8	“..curva di sensibilità piatta corrispondente a -156 dB re 1 V/μPa..”	La calibrazione effettuata sopra i 5 kHz non è di interesse per le misure richieste dalla MSFD e riportate nel documento. La banda di interesse è tra i 20 Hz e i 2 kHz. Su questo punto si rimanda all’ultimo commento della tabella.
Pag. 10, figura 4		Verificare la corrispondenza tra immagine e modello dell’idrofono utilizzato.
Pag. 15, paragrafo 2.4.1 Livelli sonori complessivi	pressione di picco (PK)	Modificare la nomenclatura seguendo gli standard ISO18405:2017 e specificare se si tratta di $L_{p,0-pk}$ o $L_{p,pk}$. Tali dati inoltre non sono riportati tra i risultati.
Pag. 15, paragrafo 2.4.2 Livelli sonori ricevuti dalle navi	“I livelli sonori delle navi sono stati caratterizzati con l’ L_p calcolato con una finestra Hanning di 1 secondo (sovrapposizione del 50%) per l’intervallo di frequenza 10Hz -20kHz. La rappresentazione dei livelli di rumore continuo secondo questa metrica e finestra temporale è coerente con i risultati ottenuti per il progetto JOMOPANS”	<p>Come da voi stessi identificato nella relazione del VII anno, pag. 17, paragrafo 2.3.2. allegato A del documento 028000 Versione 2.1, la finestra temporale utilizzata per l’analisi di L_p non può essere di un secondo ma deve essere superiore. A tal riguardo si sottolinea come le linee guida a cui fare riferimento sono quelle accettate dalla Commission Expert Group on Strategic Coordination for the Marine Strategy Framework Directive (MSCG), ovvero Dekeling et al. 2015, Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas Part I, II e III. Essendo JOMOPANS un progetto, i suoi risultati non hanno valore normativo e non sono trasferibili a questo contesto. In merito alla durata della finestra temporale per l’ analisi di L_p la Monitoring Guidance riporta una durata massima di un minuto e riportano come sufficientemente descrittiva una finestra temporale di 10 secondi (pag. 27 e pag. 19, Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part II).</p> <p>Si rimanda al commento successivo in merito alla tipologia di finestra utilizzata.</p>
Pag. 19, didascalia figura 9	finestra di Hamming	A pag. 15, paragrafo 2.4.2 Livelli sonori ricevuti dalle navi, si fa riferimento alla finestra Hanning. Quale delle due è stata utilizzata?
Pag. 37, paragrafo 4.1 Migliorie	“La calibrazione dell’idrofono e dell’intero sistema di acquisizione del	Si suggerisce di effettuare un confronto con i dati raccolti durante la campagna del VII anno tramite

implementate nelle future campagne	segnale dovrebbe essere effettuata almeno ogni due anni e includere le basse frequenze (al di sotto di 1kHz) dato che tali bande sono rilevanti per caratterizzare l'impronta acustica del terminale FSRU. CIBM ha già messo in atto dei nuovi protocolli per la calibrazione, incluso l'utilizzo di un pistonofono a bordo per verificare la sensibilità dell'idrofono a basse frequenze, a partire dalla stagione P22"	strumentazione correttamente calibrata e quelli qui riportati, al fine di verificare l'attendibilità dei risultati della presente relazione. Da un confronto tra i dati riportati in Tab.7 (pag. 28) della relazione dell'VIII anno e quelli riportati nelle tabelle 7 e 8 della relazione del VII anno (pag.33 del documento 028000Versione 2.1, fase di pre-allibo e post-allibo) si evincono infatti delle discrepanze che andrebbero approfondite e discusse.
------------------------------------	--	---

Indagini condotte per i Cetacei

Nel corso delle campagne di monitoraggio per il VII anno non si sono avuti avvistamenti.

Dai rapporti Fase di Esercizio VIII Report Annuale Volumi I e II si evidenziano i seguenti risultati delle attività di monitoraggio effettuate sui cetacei:

- Autunno 2020 (A20), Inverno 2021 (I21):
 - Autunno 2020 (A20): 1 avvistamento
 - Inverno 2021 (I21): sono stati effettuati due avvistamenti entrambi in data 23 marzo
- Primavera 2021 (P21), Estate 2021 (E21) -
 - Primavera 2021 (P21): 1 avvistamento
 - Estate 2021 (E21): Nessun avvistamento di cetacei o tartarughe è stato effettuato durante la campagna E21.

Per le quattro campagne comprese nel periodo tra l'autunno 2020 e l'estate 2021 sono riportate sinteticamente il totale delle miglia percorse e il relativo tempo di navigazione per le indagini. Queste sono condotte sui tre cerchi concentrici aventi come centro il rigassificatore stesso. Non è indicato come le ore di navigazione e le miglia percorse siano realizzate nel tempo, ossia se le indagini siano state condotte in più giorni o in una singola giornata.

Le valutazioni dei risultati relativi al VII Rapporto annuale confermano quanto già espresso nelle precedenti relazioni ISPRA in merito ai metodi, alla conseguente conduzione del monitoraggio ed alla restituzione del dato, che così come condotta, non può restituire risultati indicativi della presenza dei cetacei nell'area. **Il monitoraggio dovrebbe essere distribuito all'interno delle stagioni poiché l'indagine condotta in una singola giornata non fornisce che una indicazione puntuale. Si ribadisce, pertanto, l'opportunità di ripensare la strategia di indagine e la loro frequenza, al fine di renderla meglio adattata al caso specifico.**

Indagini condotte per le Tartarughe marine

Gli Autori riferiscono che, anche durante l'VIII annualità (A20; I21; P21; E21) il monitoraggio effettuato tramite visual survey da natante non ha fatto registrare casi di presenza/passaggi di tartarughe marine, riportando in proposito che: *“Riguardo le tartarughe marine l'assenza di rilevamenti dalla terza campagna ad oggi (con l'eccezione di 3 avvistamenti rispettivamente nelle prime due campagne) non risulta allarmante. Questo dato dovuto presumibilmente al loro comportamento specifico: apnee di ore, stazionamento in superficie solo per brevissimi periodi, rapida immersione in caso di disturbi esterni e scelta neritica di stazionamento e ricerca del cibo, piuttosto*

che pelagica.” (VIII Report Annuale, Volume 2, Cap. 3.3.7, pag. 141).

Nelle conclusioni, inoltre, il Proponente dichiara che *“I risultati delle Campagne, ivi incluse quelle relative all’ottavo anno di esercizio oggetto della presente Relazione, permettono di asserire che non si sono verificate, durante i primi otto anni di esercizio del Terminale, situazioni di rischio per la fauna marina.”* (VIII Report Annuale, Conclusione generale, pag. 143).

In conclusione, alla luce di quanto esposto sopra, non si è nella condizione di poter fare ulteriori osservazioni.

ALLEGATO 1

CONTRIBUTO ISTRUTTORIO INTERNO IN MATERIA DI VIA

Classificazione: LI.01.17.07/11.80.

Riferimento: Richiesta interna del Settore Rischio Industriale del 28/11/2022.

Contributo su: Agenti Fisici - Rumore subacqueo.

Progetto: Terminale galleggiante di Rigassificazione “FRSU Toscana”.

Proponente: OLT Offshore LNG Toscana S.p.A.

Area interessata: Ambiente marino al largo dei Comuni di Livorno e Pisa.

Procedimento: statale regionale provinciale comunale ente parco.

- Procedura di verifica di assoggettabilità.
- Procedura di fase preliminare.
- Procedura di VIA.
- Art.81 DPR 616/77 e DPR 383/94 e smi; art. 25 L 210/85 e smi.
- Verifica di ottemperanza delle prescrizioni.
- Esame della documentazione integrativa.

DOCUMENTAZIONE ESAMINATA

- Doc. No. P0029592-1-H1 Rev. 1 – Novembre 2022 – *Analisi dei dati delle 4 Campagne dell’VIII° Anno di Monitoraggio (A20, I21, P21, E21) e Modellizzazione del Rumore Sottomarino.*

ESAME DELLA DOCUMENTAZIONE PRESENTATA.

In ottemperanza alle disposizioni del decreto ministeriale di VIA DVA-2010-0025280 del 20/10/10 - Prescrizione 7, e in applicazione a quanto previsto dal corrispondente Piano di Monitoraggio Ambientale Marino (di seguito PMAM), OLT ha eseguito, tra l’autunno 2020 e l’estate 2021, le indagini strumentali post-operam di rumore sottomarino per l’ottavo anno di esercizio del terminale i cui risultati sono oggetto della presente valutazione. I risultati strumentali sono stati poi utilizzati per simulare, tramite specifico modello, lo scenario di propagazione e ottenere i livelli di sorgente del Terminale. Infine, questi sono stati usati come input per stimare, con ulteriore simulazione, i campi di livello sonoro riferiti alla posizione dell’FSRU-OLT come punto sorgente per la valutazione dell’impatto del suono sui mammiferi marini.

In relazione alla matrice rumore sottomarino, ARPAT si è più volte espressa nel merito dei report di monitoraggio presentati per i primi sette anni di esercizio evidenziando la necessità di ulteriori approfondimenti nelle indagini e di rendere disponibili una serie di dati e chiarimenti necessari per la completa caratterizzazione dell’impatto prodotto dalla piattaforma. Il report relativo alle indagini qui esaminate, al netto delle osservazioni di seguito riportate, tiene conto delle indicazioni e delle richieste contenute nei diversi contributi istruttori di ARPAT fornendo una più chiara definizione delle problematiche legate all’emissione di rumore sottomarino.

Misure strumentali.

In accordo con quanto indicato nel PMAM, l'indagine strumentale si è svolta in quattro fasi temporali distinte corrispondenti alle quattro condizioni stagionali tra l'Autunno 2020 e l'Estate 2021 (denominate A20, I21, P21, E21) in 12 postazioni individuate attorno al punto di ancoraggio del FSRU distribuite sulle radiali dei quattro punti cardinali a distanza di 100 m, 1.000 m e 10.000 m dal centro impianto. Tuttavia, nel report è evidenziato che:

1. in base all'analisi dei dati di monitoraggio, i tecnici ritengono che il rumore subacqueo misurato a 10km dal terminale è risultato dominato da sorgenti di rumore, diverse rispetto al terminale, situate più in prossimità dell'idrofono, come ad esempio navi di passaggio; pertanto i livelli di rumore risultanti da tali misure sono stati esclusi dall'analisi modellistica finalizzata alla caratterizzazione delle sorgenti, perché il ricevitore (l'idrofono) è ritenuto troppo lontano dalla sorgente per essere in grado di distinguere il contributo di rumore emesso del terminale;
2. il monitoraggio della stagione E21 è stato effettuato in condizioni di manutenzione straordinaria/modifica del Terminale ritenute non rappresentative della normale fase di esercizio della FSRU; pertanto, i risultati per la stagione E21 non sono stati utilizzati per ottenere i livelli di sorgente e per calcolare le zone di potenziale impatto sui mammiferi marini.

La strumentazione utilizzata per i rilevamenti descritta nel report è identica a quella utilizzata per i rilevamenti del VII anno di esercizio: idrofono digitale omnidirezionale Aguatech Smid Technology Serie DH 200GP + sonda CTD Ageotec IMSV (manca il n° serie di entrambi i dispositivi), tarato nel 2019 con procedura conforme a standard ANSI/ASA S1.20:2012; pertanto, pur non essendo stati indicati, nella presente documentazione, i dettagli della taratura, si ritiene che possano essere considerati validi quelli descritti nell'Allegato 9 del report del VII anno.

I rilevamenti di rumore e dei parametri meteo-salini sono stati eseguiti a due profondità (sopra il termoclino a 8 m e sotto il termoclino a 55 m) per ogni stagione ad esclusione dell'estate 2021 (E21) durante la quale sono stati eseguiti ad un'ulteriore profondità di 85 m (ma, come si è detto, questi dati non sono stati considerati nell'analisi). Per ogni stagione, le misurazioni alle diverse profondità e nelle 12 stazioni di campionamento sono state effettuate con lo stesso idrofono e quindi in maniera consecutiva l'una dall'altra.

Il tempo di misura per la registrazione dei segnali sonori, per ogni stazione di campionamento e per ogni profondità, è stato di 3-4 minuti per le stagioni A20, I21 e P21 e di 10 minuti per la stagione E 21 (non considerata); lo spettro di analisi è compreso tra 10 Hz e 96 kHz.

L'assetto operativo del terminale durante le sessioni di acquisizione dei dati per le prime tre campagne di monitoraggio, cioè A20, I21 e P21 corrispondono alla fase di ' *Holding* ', cioè di ' *normale operatività* ' che contempla l'attività di rigassificazione del Terminale in assenza di scarico di GNL da nave metaniera. Le prime registrazioni della campagna E21 sono state effettuate durante la condizione di ' *zero send out* ' ed altre durante la condizione di ' *Plant off tank cold* ', periodo in cui operazioni di manutenzione straordinaria/ modifica del terminale hanno avuto luogo. Per tale motivo, come già riportato sopra, questa stagione non è stata considerata rappresentativa del normale funzionamento del terminale. Si rileva, pertanto, che anche in questa occasione non è stata fatta alcuna misura nella modalità ' *Unloading* ' caratterizzata dalla contemporanea presenza di una nave metaniera che scarica GNL al Terminale e del send-out (rigassificazione e invio di gas a terra) e che potrebbe rappresentare la condizione operativa più rumorosa del terminale.

In uno specifico paragrafo del report, sono proposte alcune possibili migliorie da apportare a strumenti e metodi di misura da implementare per il monitoraggio del nono anno (tempi di misure più lunghi, incertezza dell'idrofono, calibrazione, presenza di navi vicino all'idrofono, ecc.).

Simulazioni teoriche e calcolo dei livelli di rumore percepiti dai mammiferi.

Per stimare il livello di rumore irradiato e il livello di sorgente partendo dai dati strumentali per bande di 1/3 d'ottava è stato utilizzato un recente metodo (modello SL.SCA) ritenuto adeguato nelle condizioni di 'shallow waters' (acque poco profonde) che include fattori di correzione per tenere conto dell'interazione del fondale marino e della variabilità dell'assorbimento acustico.

Una volta stimati i livelli sorgente, è stato ricreato lo scenario di propagazione sottomarino utilizzando il modello MONM-Bellhop e come input i dati acquisiti di profilo di velocità del suono (dai parametri meteo-salini) e le ipotesi di conformazione batimetrica e geoacustica del fondale. Da queste simulazioni sono stati ricavati dei contorni delimitati dalle distanze entro cui il livello sono percepito dai mammiferi si mantiene sopra un determinato livello di soglia (Rmax e R95%). L'utilizzo del modello Bellhop anche per frequenze più elevate è giustificato, nel report, mediante una validazione nel range di frequenze superiori ai 10 kHz, eseguita confrontando il risultato delle simulazioni con il dato reale che avrebbe sempre fornito valori compatibili fra le misure vere e le previsioni del Bellhop.

Sulla base dei risultati delle misure e delle simulazioni, i tecnici arrivano alle seguenti conclusioni:

- Le sorgenti riscontrate nelle registrazioni sono tutte di tipo continuo, come da definizione dei descrittori riportati nella Marine Strategy Framework Directive 2008/56/EC, (MSFD). Gli indicatori del Descrittore 11 Criterio 2 (D11C2) della MSFD sono le frequenze di 63 Hz e 125 Hz. Per tutte le stagioni di misura, i livelli mediani di LP 1s misurati a 100 m dal terminale per la frequenza a 63 Hz sono sempre compresi entro 98 dB re 1 µPa per entrambe le profondità di misura; a 125Hz sono compresi entro 104 dB re 1 µPa per entrambe le profondità.
- Durante le stagioni A20, I21 e P21 è possibile osservare toni continui e discreti associati all'attività dei generatori e delle turbine del terminale, ed ogni tono è stato rilevato con le sue armoniche (fino a 4 o 5 armoniche).
- Le distanze a cui il livello soglia di Lp 120 dB re 1µPa, preso in considerazione (ACCOBAMS, 2013) per l'insorgenza del disturbo comportamentale per tutti i gruppi uditivi di mammiferi marini, sono raggiunte entro poche centinaia di metri dal terminale, cioè a distanze paragonabili con la lunghezza totale del terminale FSRU.
- Se si considerano i range delle soglie presentate da Borsani and Farchi (2011), le eccedenze sono riscontrate per alcuni chilometri per i cetacei a bassa frequenza e per i cetacei ad alta frequenza; i primi sono meno frequenti nell'area d'interesse. Si deve tener presente, tuttavia, che tali eccedenze (livelli compresi fra Lp 100 e 120 dB re 1µPa) sono regolarmente riscontrate nel rumore di fondo per aree molto trafficate come questa zona nel Mediterraneo.
- La stagione che presenta le maggiori distanze d'impatto appare essere l'A20. Le distanze di impatto R95% sono comprese fra 3,9 e 7,9 km per LP di 100 dB re 1 µPa, fra 1,8-1,9 km per LP di 110 dB re 1 µPa, e sono sempre al di sotto della soglia di LP di 140 dB re 1 µPa (insorgenza della soglia comportamentale per i cetacei ad alta frequenza definita dalle linee guida di Borsani e Farchi).
- Relativamente alle soglie di insorgenza dei danni temporanei (TTS) o permanenti (PTS) è affermato che la PTS non viene mai ecceduta, mentre la TTS per i cetacei a bassa frequenza (balenottere, secondo Southall 2019) viene ecceduta entro un raggio di 110 metri nel peggiore dei casi (A20) e per i cetacei a frequenza molto alta (secondo Southall 2019) solo nel caso di P21 entro 70 metri dal terminale; pertanto, ben al di sotto della lunghezza dello stesso Terminale.

In appendice al report sono, infine descritte le modalità di effettuazione del monitoraggio visivo per la sorveglianza e l'avvistamento diurno dei cetacei transitanti entro 1 km dal Terminale durante le operazioni più rumorose, come individuate dai risultati del PMAM grazie alla presenza fissa di una nave di sorveglianza (LNG Guardian).

Si ricorda, inoltre, che in base alle indicazioni di altri enti coinvolti nel presente procedimento, saranno poste in atto azioni che hanno come effetto aggiuntivo la riduzione ed il controllo delle emissioni di rumore sottomarino. In particolare, è fatto riferimento alle Ordinanze della Capitaneria di Porto di Livorno che prevedono che all'interno delle 4 miglia dal Terminale, la velocità di transito di qualsiasi imbarcazione non potrà essere superiore ai 10 nodi e che tutte le operazioni di accosto dovranno essere condotte in condizioni di massima sicurezza e pertanto a velocità estremamente limitate (velocità massima per le navi in allibio di 6 nodi entro le 2 miglia nautiche dal Terminale).

CONCLUSIONI.

In base a quanto riportato nell'istruttoria sopra esposta, si ritiene che la prescrizione n.7 di cui al Decreto VIA MATTM DVA-2010-0025280 del 20/10/10 **possa essere considerata ottemperata anche per l'ottavo anno di monitoraggio.**

Tuttavia, per le prossime attività di monitoraggio si ritiene opportuno richiedere i seguenti approfondimenti finalizzati a definire in modo più completo ed accurato il possibile impatto del terminale FRUSU sull'ambiente sonoro sottomarino:

1. Si specifichi, se individuabile, il numero di serie della strumentazione acustica utilizzata e si forniscano i dettagli necessari in merito alle procedure di taratura e calibrazione.
2. I tempi di misura dei rilevamenti strumentali di rumore dovrebbero essere commisurati alla variabilità temporale della rumorosità presente e, comunque, non inferiore ai 10 minuti.
3. Si ritiene necessario indagare strumentalmente l'emissione del terminale anche in corrispondenza della modalità operativa '*Unloading*', presumibilmente più rumorosa (caratterizzata dalla contemporanea presenza di una nave metaniera che scarica GNL al Terminale e delle operazioni di rigassificazione ed invio di gas a terra).
4. Si raccomanda l'attuazione di quanto dichiarato dai Proponenti in merito alle attività di monitoraggio visivo dei cetacei in occasione del procedimento di VIA per l'incremento del numero di accosti. In particolare, in caso di avvistamento ed avvicinamento di cetacei in concomitanza con l'avvio di operazioni particolarmente rumorose presso il terminale, è stato specificato che l'evento sarà comunicato al Terminale e, congiuntamente, si procederà con il seguire gli individui avvistati, verificando la direzione di navigazione degli stessi ed il comportamento (e annotando il tutto nella *scheda cetacei* dell'Istituto idrografico della Marina); in caso di avvicinamento verso il Terminale, alle distanze rispettivamente di 300 m per i Tursiopi (e altri cetacei sensibili alle medie frequenze) e di circa 1 km per i cetacei sensibili alle basse frequenze ed in caso di disorientamento degli individui, verranno posticipate le operazioni rumorose. Naturalmente, nell'attuare tali disposizioni si dovrà tenere conto dell'importanza di intervenire prima dell'inizio delle operazioni in quanto l'aborto di manovre o azioni già iniziate porterebbe, oltre ad un aumento del rumore, anche a problematiche di sicurezza.

LA RESPONSABILE SAF-AVL.
Dott.ssa Barbara Bracci*

*Documento informatico sottoscritto con firma elettronica qualificata così come definita all'art.1, co.1, lett. r) del D.Lgs 82/2005.

SETTORE LABORATORIO U.O. BIOLOGIA - PISA

Classificazione : LI.01.17.07/11.80

Riferimento

Risposta alla richiesta di Direzione tecnica di ARPAT – Pianificazione contributo istruttorio interno del 01/12/2022 (istruttore Andrea Papi – Rischio industriale).

Progetto: OLT - Verifica di Ottemperanza alla prescrizione N. 7 di cui al provvedimento Direttoriale PROT. DVA-0025280 DEL 20/10/2010 - PIANO DI MONITORAGGIO MARINO, QUARTO ANNO DI ESERCIZIO

Proponente: OLT Offshore LNG Toscana S.p.A

Procedimento: statale regionale provinciale comunale enti parco

- Procedura di verifica di assoggettabilità
- Procedura di fase preliminare
- Procedura di VIA
- Art.81 DPR 616/77 e DPR 383/94 e smi; art. 25 L 210/85 e smi
- Verifica di ottemperanza delle prescrizioni
- Esame della documentazione integrativa

DOCUMENTAZIONE ESAMINATA

Piano di Monitoraggio dell'ambiente marino – VIII Report annuale (Autunno 2020, Inverno 2021 Primavera 2021, Estate 2021) – Volume I & II ; Maggio 2022

ESAME DELLA DOCUMENTAZIONE PRESENTATA

Il VIII rapporto annuale del piano di monitoraggio dell'ambiente marino, volume I & II, è prodotto da CIBM per conto della Società OLT. Prende in considerazione i campionamenti effettuati in Autunno 2020, Inverno 2021, Primavera 2021, Estate 2021.

1. COLONNA D'ACQUA

Analisi microbiologiche

Per tutti e tre i parametri monitorati (Coliformi totali, Streptococchi fecali e Coliformi totali) non sono mai stati rilevati segnali di contaminazione fecale in nessuna delle campagne effettuate.

Saggi ecotossicologici

Il prelievo delle acque per i test ecotossicologici è stato effettuato nell'inverno 2021 e nell'estate 2021.

V. fischeri

Tutti i campioni saggiati con *V. fischeri* sono risultati con tossicità assente.

Pheodactylum tricornutum

Per quanto riguarda la campagna invernale 2021, tutti i campioni risultano privi di tossicità.

Anche nella campagna estiva 2021 tutti i campioni risultano privi di tossicità ad eccezione del punto MG3 che presenta una tossicità bassa alla profondità 0,5 m e 12,5m.

Dicentrarchus labrax

I saggi eseguiti con forme giovanili di *Dicentrarchus labrax* non hanno evidenziato tossicità per nessuno dei campioni prelevati sia durante la campagna invernale 2021 che in quella estiva 2021.

Paracentrotus lividus

Per quanto riguarda la campagna invernale 2021 tutti i campioni analizzati hanno dimostrato una tossicità assente o bassa. Solo il punto MG7 risulta privo di tossicità a tutte e tre le profondità di campionamento mentre solamente il punto MG12 risulta avere una tossicità bassa a tutte tre le profondità campionate. Per tutti gli altri punti, almeno una profondità di campionamento risulta avere una tossicità bassa.

Per quanto concerne la campagna estiva 2021 tutti i campioni analizzati hanno dimostrato una tossicità assente o bassa con prevalenza dei campioni con tossicità assente. Unica eccezione è il campione MG3 che presenta una tossicità media alla profondità di 50m.

Solamente il punto MG6 risulta avere una tossicità bassa a tutte tre le profondità campionate, mentre i punti MG9, MG12 e MG13 hanno assenza di tossicità a tutte e tre le profondità di campionamento.

2. SEDIMENTI

Analisi microbiologiche

Per tutti e tre i parametri monitorati (Coliformi totali, Streptococchi fecali e Coliformi totali) non sono stati rilevati segnali di contaminazione fecale in nessuno dei campioni analizzati.

Saggi ecotossicologici su sedimento

V. fischeri

Tutti i campioni di sedimento saggiati con il test in fase solida con *V. fischeri* sono risultati con tossicità assente.

Paracentrotus lividus

4 campioni (MG6, MG7, MG9 E MG10) presentano una tossicità media, mentre due campioni prossimi al terminale (MG12 EMG13) presentano una tossicità media.

Corophium orientale

Per tutti i 6 campioni analizzati, il test cronico con *Corophium orientale* ha dato una tossicità alta, così come era già stato rilevato nella VII campagna di monitoraggio.

3. BIOTA

Bioaccumulo

L'analisi eseguita nella primavera 2021 sui mitili prelevati presso le 4 stazioni non rileva contaminazione da parte di nessuno di tre parametri analizzati (Coliformi totali, Streptococchi fecali e Coliformi totali).

CONCLUSIONI

Colonna d'acqua

I saggi con *V. fischeri* e con *Dicentrarchus labrax* confermano nel tempo assenza di tossicità.

Anche il saggio con *Pheodactylum tricornutum* conferma una generale assenza di tossicità, ad eccezione della stazione MG3 che comunque presenta un basso livello di tossicità su due delle tre profondità campionate.

In un contesto di generale bassa tossicità, si nota come le stazioni più prossime al terminale siano più soggette ad una positività nel test di tossicità con *Paracentrotus lividus* (E21MG6, I21MG12).

L'analisi statistica della serie di dati dal 2014 ad oggi, presentata dal Proponente, ha evidenziato come la risposta dei saggi ecotossicologici mostri un trend di crescita negli anni escludendo però la presenza del terminale come causa di questo andamento.

Non sono presenti risultati che indichino un peggioramento delle condizioni microbiologiche.

Sedimenti

Il saggio con *V. fischeri* conferma nel tempo una tossicità assente.

Anche il saggio con *Paracentrotus lividus* non sembra avere un andamento di peggioramento nell'arco delle campagne di monitoraggio dal 2014 ad ora. Anche rispetto al bianco c'è una sostanziale conferma dei livelli di tossicità anche se, durante la campagna 2021, gli unici due punti con tossicità media risultano relativi a due stazioni di campionamento prossimi al terminale.

Per quanto riguarda il saggio con *C. orientale*, c'è la conferma di un trend di peggioramento che è iniziato a partire dal 2019. Dal 2020 tutti i punti di campionamento presentano una tossicità alta, indipendentemente dalla distanza del terminale.

Occorre sottolineare che il saggio con *C. orientale* è un test cronico eseguito con il sedimento tal quale, a differenza del saggio con *P. lividus* che è eseguito con un elutriato. Mentre un elutriato consente di valutare l'eventuale tossicità dovuta alle sole sostanze idrosolubili estratte dal campione, con il saggio sul sedimento tal quale l'organismo vive direttamente nel sedimento venendo a contatto con tutte le sostanze lì presenti. Questo, quindi, oltre al maggiore tempo di esposizione (28gg), è il motivo della maggiore sensibilità di questo test e della sua importanza nella valutazione della eventuale tossicità della totalità delle sostanze presenti nel campione.

Sebbene sia stata ipotizzata come possibile causa della elevata tossicità registrata la maggiore biodisponibilità dei contaminanti presenti nei fanghi portuali sversati in passato nell'area, sarebbe interessante comunque approfondire questa ipotesi e nel contempo indagare su possibili altre cause.

Per questa matrice non sono presenti risultati che indichino un peggioramento delle condizioni microbiologiche.

Biota

I risultati ottenuti durante la VIII campagna di monitoraggio non indicano presenza di contaminazione fecale.

NOTA. Con riferimento al capitolo 1.2 (Normativa di riferimento) del Piano di Monitoraggio Ambientale – Fase di esercizio 2022, si evidenzia che le normative di riferimento sono datate 1996, 2004 e 2010. Lo scrivente Settore ritiene, quindi, che il proponente debba effettuare uno studio volto a verificare l'adeguatezza del Piano di monitoraggio alla luce delle ultime normative, in particolare al Dlgs 173 /2016 _ *Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini.*

Data: 14/12/2022

Responsabile del Settore

(Dott. Ivano Gartner) ()*

(*) Documento informatico sottoscritto con firma elettronica ai sensi del D.Lgs.892/2005 - Codice dell'amministrazione digitale.