



OLT OFFSHORE LNG TOSCANA S.p.A.

PIANO DI MONITORAGGIO DELL'AMBIENTE MARINO VERIFICA DI OTTEMPERANZA – DETERMINAZIONE PROT. DVA – 2012-001592 DEL 15/05/2012

FASE DI ESERCIZIO

RELAZIONE TECNICA

PER L'ESECUZIONE DI UN RILIEVO BATI-MORFOLOGICO NELL'AREA DEL
TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GNL - OFFSHORE LIVORNO
OTTOBRE 2014

RAPPORTO COMMESSA N: GPLS 24-14 Geofisica OLT Livorno

Cliente: **OLT Offshore LNG Toscana S.p.A.**

Data del rilievo: 15-21 Ottobre 2014

Data del rapporto: 20 Novembre 2014

Rapporto redatto da: Dott. F. Giannino

Rapporto approvato da: Dott. F. P. Galloni

CERTIFICAZIONE DI QUALITA'

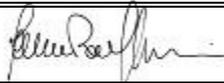
I lavori di campagna sono stati condotti sotto la supervisione di:

Dott. Stefano Padovani
Capo missione

Questo rapporto è stato redatto da:

Dott. Fabio Giannino
Geofisico

Questo rapporto è stato redatto in accordo con le procedure di Qualità della GeoPolaris S.r.l.u. ed è stato controllato e approvato da:

Revisione n°.	Data:	Descrizione:	Nome:	Firma
0	20/11/2014	Rapporto Finale	Dott. F. P. Galloni Supervisore QC	

INDICE

	Pag
1. INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO	3
1.1 RICHIAMI E CONTENUTI DEL PIANO DI MONITORAGGIO MARINO	3
1.2 GENERALITÀ.....	4
1.3 AREA DI RILIEVO	4
1.4 PERIODO DEI RILIEVI	5
2. METODI OPERATIVI.....	6
2.1 PERSONALE	6
2.2 MEZZI NAUTICI	6
2.3 STRUMENTAZIONE	8
2.4 PARAMETRI GEODETICI	8
2.5 POSIZIONAMENTO	8
2.6 CALIBRAZIONI E TEST	9
2.7 ACQUISIZIONE BATIMETRICA MEDIANTE MBES.....	9
2.8 ACQUISIZIONE MORFOLOGICA MEDIANTE SSS	10
3. ELABORAZIONE ED ANALISI DEI DATI.....	10
3.1 MULTIBEAM	10
3.2 SIDE SCAN SONAR	11
4. RISULTATI.....	12
4.1 BATIMETRIA.....	13
4.2 MORFOLOGIA	13
4.3 CONFRONTO CON I RILIEVI OLT 2006 (DOC. D'APPOLONIA) E OLT2013 (DOC. GEOPOLARIS).....	15

ALLEGATI

Appendice A Strumentazione
 Appendice B Calibrazione
 Appendice C Cartografia

CARTE

TAV 01 Carta Batimetrica passo 0,5 mtr scala 5000
 TAV 02 Carta Batimetrica passo 0,25 mtr scala 5000
 TAV 03 Carta Morfologica con sovrapposizione della batimetria 0,5 mtr scala 5000

1. INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO

1.1 Richiami e contenuti del piano di monitoraggio marino

Il progetto della Società OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. (di seguito OLT) ha previsto la realizzazione e messa in esercizio di un terminale galleggiante per la rigassificazione di GNL (di seguito Terminale FSRU Toscana o Terminale), localizzato a circa 12 miglia nautiche al largo delle coste toscane tra Livorno e Marina di Pisa.

Nell'ambito della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (di seguito VIA) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (di seguito MATTM) dopo aver valutato la documentazione relativa, ha espresso giudizio positivo circa la compatibilità ambientale del progetto (Decreto DEC/DSA/01256 del 15/12/2004), prescrivendo (Prescrizione n.26) la predisposizione e l'esecuzione di un programma di monitoraggio ambientale marino da elaborare in accordo con l'Istituto Superiore per la Protezione Ambientale. I contenuti di tale prescrizione sono stati integrati con successivo Provvedimento MATTM DVA-2010-0025280 del 20/10/10 (Prescrizione 7).

Il Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino circostante il Terminale è stato predisposto in conformità a quanto indicato nella Prescrizione n. 26 del Decreto VIA prot. DEC/DSA/01256 del 15/12/2004 e nella Prescrizione n. 7 del Provvedimento di Esclusione dalla VIA prot. DVA-2010-0025280 del 20/10/10. Il MATTM, di "concerto" con ISPRA, ha concluso positivamente la Verifica di Ottemperanza con l'emissione della Determinazione prot. DVA-2012-001592 del 15/5/2012.

Tra le attività da svolgere secondo il Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino approvato come da paragrafo 4.8, vi è uno studio delle caratteristiche morfologiche e batimetriche del fondale. Per la campagna di bianco, come da Piano, si considera la documentazione fornita dalla società OLT nel 2006 (Rapporto Finale Indagine geofisica predisposto da D'Appolonia n. 06 366-H2 trasmesso al MATTM con lettera 490/RI del 27 maggio 2009 in occasione della richiesta di verifica di assoggettabilità del tracciato del gasdotto sottomarino di cui al provvedimento MATTM n. DSA 2009 24270 del 15 settembre 2009). Si fa inoltre riferimento (e confronto) alle medesime indagini condotte nel 2013, descritte nella Relazione Tecnica sottoposta da GeoPolaris s.r.l.u dal titolo, *Relazione tecnica per l'esecuzione di un rilievo bati-morfologico nell'area del terminale di ricezione e rigassificazione GNL - offshore Livorno* (RAPPORTO COMMESSA N: GPLS 07-13 Indagini morfo-batimetriche Costa Pisana – OLT).

La campagna di misure oggetto della presente relazione, rappresenta la seconda delle tre in programma per la fase di esercizio. Tale campagna è stata effettuata all'inizio del mese di Ottobre 2014 come definito dal Piano, ovvero dopo un anno dall'entrata in funzione del Terminale FSRU.

1.2 Generalità

Il presente documento costituisce report tecnico relativo all'esecuzione di una campagna di indagini geofisiche morfo-batimetriche realizzata da **GeoPolaris s.r.l.u** per **OLT Offshore LNG Toscana s.p.a.**, presso l'area marina antistante la costa Pisana. Le indagini geofisiche sono state condotte in 7 giorni dal 15/10/2014 al 21/10/2014.

La campagna di misure geofisiche è stata condotta per il tramite di tecnologia Multibeam (MBES) e Side Scan Sonar (SSS), al fine di acquisire informazioni circa le caratteristiche batimetriche e morfologiche dell'area di interesse. In particolare, i rilievi idrografici e geofisici condotti all'interno dell'area, sono stati indirizzati verso i seguenti obiettivi:

- Acquisire le caratteristiche dell'andamento batimetrico dei fondali all'interno dell'area sottoposta a caratterizzazione;
- Fornire un'immagine del fondale con una risoluzione tale da evidenziare variazioni sedimentologiche e la presenza di possibili elementi antropici (rifiuti, corpi morti, catenarie, relitti e/o altro), nell'intorno del terminale FSRU;
- Fornire un'immagine dettagliata della morfologia del fondale marino, nell'intorno del terminale FSRU.
- Effettuare un confronto con i risultati delle medesime indagini, condotte negli anni 2006 e 2013 (cfr. Documento GPLS 07-13 Indagini morfo-batimetriche Costa Pisana – OLT).

Il presente rapporto comprende la descrizione dettagliata degli strumenti, dei parametri operativi e dei metodi impiegati nel rilievo, e anche dei metodi di interpretazione e di elaborazione dei dati su cui si basa la presentazione finale dei dati acquisiti.

Le coordinate utilizzate in questo rapporto sono riferite al sistema WGS84 UTM33.

1.3 Area di rilievo

L'area rilevata ha una estensione di circa 5,75 Km². Essa è delimitata su tutti i lati da mare aperto, si colloca a circa 12 Miglia nautiche a Nord-Ovest dalla linea di costa tra Livorno e Pisa, presenta forma quadrata di lato 1,3 Miglia nautiche il cui centro, rappresentato dal centro di ancoraggio del terminale FSRU, si colloca alle coordinate 43°38'40" N – 9°59'20" E. Nell'area di lavoro la batimetria varia dai -105 metri slmm ai -128 metri slmm. L'area di lavoro è illustrata in figura 1.

L'acquisizione di dati geofisici nella zona investigata, ha interessato l'intera area sopra descritta ed illustrata in figura 1, ed in particolare è stata condotta lungo 25 profili paralleli di lunghezza pari a 2700 metri ciascuno, con spaziatura laterale pari a 100 metri. Le linee di acquisizione dati sono state progettate ed eseguite secondo le prescrizioni illustrate nel *Piano di lavoro OLT rilievi Ottobre 2014 Rev2* ed in particolare, nella pianificazione delle attività e delle rotte di rilievo è stata prestata particolare attenzione alla presenza del terminale e delle strutture semi-sommerse collegate ad esso, in modo da garantire la massima sicurezza dell'impianto, dell'imbarcazione da rilievo, della strumentazione e del personale operante.

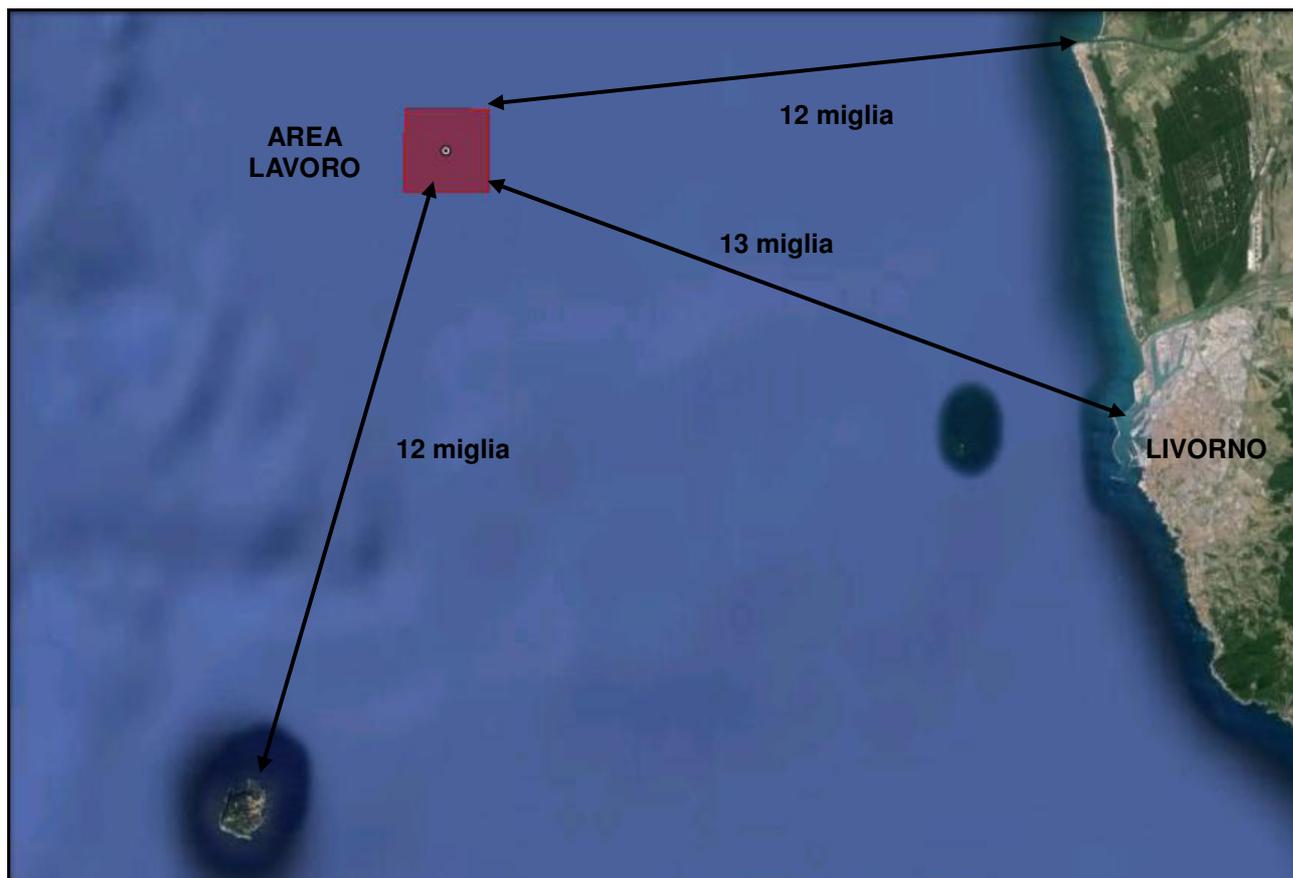


Figura 1 Area di Lavoro

1.4 Periodo dei rilievi

La campagna di indagini geofisiche è stata condotta all'interno dell'area illustrata in figura 1 a Nord-Ovest della città di Livorno, al fine di caratterizzare la batimetria del fondale marino e la morfologia dello stesso nell'intorno di un'area di forma quadrata di lato 1,3 Miglia Nautiche all'interno della quale è posto il terminale FSRU.

Le attività operative sono state suddivise in tre fasi:

FASE1: Allestimento imbarcazione, familiarizzazione con l'area di lavoro, testing strumentazione, calibrazione strumentazione.

FASE2: Survey Geofisico. Indagini MBES: Esecuzione indagini Multibeam per la caratterizzazione batimetrica del fondale marino, nell'area e per gli scopi di interesse; Indagini SSS: Esecuzione indagini Side Scan Sonar per la caratterizzazione morfologica del fondale marino, nell'area e per gli scopi di interesse.

FASE 3: De-mobilizzazione.

DATA	DESCRIZIONE ATTIVITÀ
15 Ottobre 2013	07.30 – 18.30 Imbarchi personale su MN Grecale Primo e calcolo degli offset,
16 Ottobre 2013	07.00 – 18.30 Allestimento MN Grecale Primo
17 Ottobre 2013	07.00 – 18.30 Completamento allestimento MN Grecale Primo
18 Ottobre 2013	06.00 – 21.00 Calibrazione MBES e test strumentazione
19 Ottobre 2013	06.00 – 22.00 Trasferimento per area lavoro, rilievi MBES, rilievi SSS, riscontrati problemi elettronici su cavo SSS, sostituzione SSS, si ripristina

	cavo, trasferimento per porto di Livorno.
20 Ottobre 2013	06.00 – 22.00 Trasferimento per area lavoro, rilievi MBES, rilievi SSS
21 Ottobre 2013	07.00 – 19.30 Smobilitazione cantiere

2. METODI OPERATIVI

2.1 Personale

Di seguito è riportato l'elenco del personale coinvolto nel lavoro in oggetto:

Francesco Paolo Galloni	CAPO PROGETTO - GEOLOGO SENIOR
Stefano Padovani	CAPOCANTIERE - GEOFISICO
Marco Ferro	TECNICO JUNIOR
Fabio Giannino	GEOFISICO SENIOR

2.2 Mezzi Nautici

L'imbarcazione utilizzata per i rilievi è stata la M/N Grecale Primo della GeoPolaris S.r.l.u. Le operazioni sono state eseguite nell'arco di 12 ore lavorative.



Figura 2 Imbarcazione utilizzata per i rilievi

La M/N *Grecale Primo* presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

GENERALE

Imo: 8745034

Call Sign: IUNI

Bandiera: ITALIANA

Porto di registrazione: LIVORNO
Anno di Costruzione: 1974
Classe: 100 – A – 1.1 NAV NC AP; REC OIL

CAPACITA' DI CARICO

Area Ponte: 95 mt²
Capacità carburante: 11,5 t
Capacità acqua potabile: 60,0 t

DIMENSIONI

Lunghezza totale: 27,05 metri
Lunghezza tra perp.: 25,50 metri
Beam: 6,00 metri
Pescaggio Max: 2,80 mt
Stazza netto: 47,15 t
Stazza lordo: 102,73 t

COMUNICAZIONE

VHF Furuno FS 8800S
VHF portable 2 x McMurdo R 2
GMDSS A 1

NAVIGAZIONE

Navtex Furuno NX 700
Radar: FAR 2117
G.P.S.: Furuno GP 150

PROPULSIONE

Potenza totale in uscita: 662 kw
Motore principale: 2 x 331 kw
Propulsione: Baudouin 12P15 diesel eng.
Eliche: 2 x 3 lame

ECQUIPAGGIAMENTO PONTE

Struttura di poppa: 3 t
Gru ponte: 5 t

EQUIPAGGIAMENTO DI SALVATAGGIO

Zattera: 3
Scialuppa: 1

Alloggi

Equipaggio: 3/4/6
Passeggeri: 12

2.3 Strumentazione

Il rilievo è stato effettuato impiegando la seguente strumentazione:

- Posizionamento Primario: Starfix HP8200
- Posizionamento Secondario: Trimble Marine BX982 DGPS Heading Receiver
- Software Navigazione e Aquisizione dati: QPS Qinsy
- Multibeam: R2Sonic 2024
- MRU TssMahrs
- Sonda SVP Ageotec IMSV
- Side Scan Sonar: EG&G tow fish 272 TD DF + workstation
- Side Scan Sonar: Klein 3900 + workstation

Una descrizione dettagliata degli strumenti è fornita nell'Appendice A.

2.4 Parametri Geodetici

I parametri geodetici di seguito elencati sono stati utilizzati durante i rilievi per l'acquisizione dei dati di navigazione:

DATUM	WGS84
PROIEZIONE	UTM
ZONA	Fuso 32N
MERIDIANO CENTR	09°E
LATITUDINE D'ORIGINE	0° N
Falso EST	500000 m
Falso NORD	0 m
Fattore Scalare	0.9996

La quota di riferimento per la batimetria è stata il Livello Medio Mare (LMM) corretto con i dati ISPRA del mareografo di Livorno.

2.5 Posizionamento

Come sistema di posizionamento primario è stato usato il sistema differenziale GPS Starfix HP8200 della Fugro.

Come sistema di posizionamento secondario e il bearing è stato usato il sistema differenziale Trimble Marine BX982 DGPS Heading Receiver.

I dati di posizione acquisiti con il GPS, sono stati corretti eliminando i picchi in fase di elaborazione dei dati, durante l'acquisizione sono stati acquisiti solo quei dati con qualità del segnale non inferiore a 4 (RTK mode). I dati sono stati acquisiti in HP DGPS utilizzando la tecnologia Omnistar con correzioni GPS via satellite.

Le posizioni delle antenne e degli altri strumenti sono riferite ad un unico punto (CRP= common reference point).

Le specifiche tecniche dei sistemi DGPS sono riportate in Appendice A.

2.6 Calibrazioni e test

Una volta completata l'installazione dell'imbarcazione e calcolati gli offset sono stati eseguiti i seguenti test e le calibrazioni sugli strumenti utilizzati:

1. dry test in banchina di tutta la strumentazione;
2. calibrazione del sistema DGPS-RTK, i ricevitori sono stati testati su un punto di coordinate note;
3. calibrazione girobussola, con il confronto del bearing di una banchina;
4. misurazione della velocità del suono nell'acqua da usare durante i rilievi batimorfologici, è stata eseguita giornalmente, più volte al giorno;
5. calibrazione del Multibeam Echo Sounder, eseguito una volta montato il trasduttore in prossimità delle aree di lavoro su opportuni target morfologici;
6. wet test e prove a mare di tutta la strumentazione, con bar-check del multibeam.

2.7 Acquisizione batimetrica mediante MBES

I dati batimetrici sono stati acquisiti mediante l'utilizzo di un ecoscandaglio multifascio R2 Sonic 2024 ad alta risoluzione. Il trasduttore è stato installato a scafo sul lato sinistro della M/N Grecale Primo. La profondità del trasduttore è stata inserita come parametro fisso dello strumento.

Le distanze sul piano orizzontale del trasduttore dall'antenna di navigazione sono state misurate e inserite nel software di navigazione QPS Qincy al fine di ottenere le posizioni geografiche al trasduttore stesso. La profondità del trasduttore è stata controllata quotidianamente.

L'ecoscandaglio è stato testato e calibrato prima dell'inizio dei rilievi. Quotidianamente prima dell'inizio delle operazioni ed a metà giornata è stata eseguita una misura di velocità del suono nell'acqua, mediante una sonda SVP, nell'area di lavoro.

Il sistema di acquisizione è stato interfacciato con un sistema integrato Gyro-sensore di moto di tipo MAHRS TSS opportunamente testato e calibrato.

Durante le attività di acquisizione batimetrica è stata verificata la variazione di marea riferita al Livello Medio Mare, corretto con i dati ISPRA del mareografo di Livorno.

Per motivi di sicurezza, come concordato con la OLT per i rilievi all'interno di un raggio di 400 metri dal centro del terminale, che corrisponde alla lunghezza del FRSU, si è ritenuto più sicuro acquisire il MBES su rotte alternative a quelle programmate, decise in base alla posizione ed alla direzione del rigassificatore.

Si è sempre mantenuta la distanza di sicurezza richiesta nell'ordinanza 137-2013 emessa dalla Capitaneria di Porto di Livorno.

Il rilievo batimetrico è stato tale da assicurare la copertura totale dell'area e una sovrapposizione laterale tra le rotte di circa il 30%.

2.8 Acquisizione morfologica mediante SSS

Il rilievo morfologico è stato effettuato con un Side Scan Sonar EG&G 272 DF equipaggiato con sistema di acquisizione ad alta frequenza (100 kHz-500 kHz) che ha garantito una risoluzione verticale di circa 0.05 m.

Il rilievo morfologico è stato programmato ed eseguito in modo da assicurare la copertura totale dell'area con una sovrapposizione laterale del 100% mediante l'utilizzo di un range laterale di 100 m e una interlinea di 100 metri.

Come previsto nel *Piano di lavoro OLT rilievi Ottobre 2014 Rev2* si è ritenuto più sicuro non eseguire il rilievo con SSS lungo le rotte che intercettano il terminale, il MWA, l'SSIV e la risalita delle catene dai TDP (S 11, S12, S13, S14, S15, S16 e S 17).

Lungo le rotte adiacenti a quelle acquisite solo con MBES (S10 e S18) il side scan sonar è stato settato con range di acquisizione di 600 metri in modo da ottenere comunque la copertura completa.

Il Sonar è stato trainato dalla nave a velocità costante. La posizione del pesce a traino è stata calcolata dal sistema di navigazione col sistema detto del "layback" che tiene conto della lunghezza del cavo, della profondità del pesce misurata dal suo stesso sensore di profondità e della direzione del pesce rispetto a quella della nave.

- frequenza Trasduttore: 100 kHz

Il sistema Side Scan permette di ottenere immagini in tonalità di grigi del fondale. Il dato sovrapposto ad un modello digitale da acquisizione multibeam permette una perfetta ricostruzione tridimensionale dei fondali indagati e quindi una interpretazione degli stessi con elevata risoluzione.

3. ELABORAZIONE ED ANALISI DEI DATI

3.1 Multibeam

La prima fase dell'elaborazione è stata eseguita con il software Quincy QPS che gestisce anche l'acquisizione dei dati multibeam, mentre la fase finale di calcolo del Modello Digitale del Fondale e restituzione cartografica è stata effettuata con i software Surfer 8 e AutoCad Map 2010.

Dapprima è stata verificata la posizione planimetrica del trasduttore del multibeam visualizzando le rotte di navigazione eseguite. Sono stati eliminati quei fix che, in funzione del tempo di acquisizione, presentano salti di posizione eccessivi. In una fase successiva con il software sono state interpolate le posizioni mancanti tra i fix immediatamente precedenti e quelli immediatamente successivi. A queste posizioni interpolate sono associati i dati multibeam acquisiti nello stesso periodo di tempo.

Dopo questa fase di interpolazione della posizione è stato eseguito il filtraggio automatico di ogni singolo profilo multibeam in funzione dei seguenti parametri:

- massimo e minimo range: saranno eliminate tutte le profondità che ricadono all'esterno del range di distanza dal trasduttore;
- massima e minima profondità: saranno eliminate tutte quelle profondità che ricadono al di fuori del range impostato dall'operatore;

- finestra di profondità: a partire dalla profondità rilevata lungo la verticale del trasduttore la profondità dei fasci successivi, a destra e a sinistra, sarà validata se questa ricade all'interno della finestra definita dall'operatore (es. 1 m), la quale è impostata poi per la profondità successiva;
- massimo angolo di inclinazione: a partire dalla profondità rilevata lungo la verticale del trasduttore vengono eliminate tutte le profondità che presentano inclinazioni eccessive rispetto alle precedenti;
- massimo angolo di tangente: in questo caso vengono confrontate le direzioni tra tre profondità successive ed eliminate quelle che eccedono di un certo angolo definito dall'operatore.

Dopo questo calcolo automatico ciascun profilo multibeam è stato riesaminato per eliminare eventuali dati spuri sfuggiti al filtraggio precedente. I dati ottenuti, epurati da eventuali spike, sono stati esportati in formato ASCII (X, Y, Z) nel modulo Surfer 8.

Successivamente la batimetria è stata corretta dalla escursione di marea con i dati ISPRA del mareografo di Livorno.

I dati batimetrici sono stati infine riportati al Livello Medio Mare come da specifiche tecniche.

Dopo aver inserito in un unico file i dati batimetrici acquisiti con multibeam si è proceduto quindi al calcolo finale del DTM a maglia quadra con passo 5 metri, mediante algoritmo di interpolazione Nearest Neighbor.

Il passaggio successivo è stato il processo di contouring eseguito su Surfer 8 dal quale sono state generate le polilinee 3d rappresentanti le isobate dell'area, indispensabili per la fase di restituzione cartografica in ambiente AutoCAD.

Il dato MBES è stato restituito sotto forma di una carta batimetrica di dettaglio, con isobate ad equidistanza pari ad 0,25 metri e 0,50 metri, stampabile, in formato .dwg ed in scala 1:5.000 con grigliato 200 mt per 200 mt (Vedi Appendice C).

3.2 Side Scan Sonar

I dati acquisiti in forma digitale dalla stazione Klein, sono stati processati mediante software Coda Survey (processamento e per l'esportazione delle immagini del side scan sonar).

La fusione dei dati è un aspetto fondamentale della filosofia del SSS. L'acquisizione simultanea di dati di navigazione e acustici permette il posizionamento in tempo reale di ogni pixel (georeferenziazione).

Il processo di trattamento dei records inizia con il controllo di qualità delle registrazioni side scan sonar avendo cura di evidenziare la presenza di eventuali echi spuri e prosegue con la costruzione del fotomosaico utilizzando il software CodaSurvey, che è un motore digitale capace di integrare files-dati separati di immagini sonar in un'unica mappa mosaicizzata.

Il modulo CodaSurvey è un software che costruisce il mosaico seguendo una sequenza di passi logici.

I dati acquisiti vengono replicati (Reply). Il playback dei record avviene con l'utilizzo del software CodaSurvey. Durante questa fase si definiscono i parametri ottimali da applicare per backscatter,

compensazioni di slant-range e TVG (Time Varied Gain). In particolare, il primo playback dei record SSS serve per verificare la qualità del dato acquisito e la complessità del fondale investigato. Si definisce quindi il valore di soglia per regolare il contrasto delle immagini e si variano i parametri che regolano l'inseguimento del fondo (bottom tracking); quest'ultimo passaggio è fondamentale per l'eliminazione della colonna d'acqua e la correzione dello slant range necessari per la georeferenziazione e mosaicatura dei record.

Ad ogni passaggio viene definito uno stage completo che diventa input per quello successivo:

- i dati di navigazione sono estratti dai file delle immagini sonar per essere utilizzati nello schema generale del mosaico;
- questi dati sono poi filtrati, secondo vari metodi di smoothing scelti dall'operatore, per essere utilizzati durante la fase di processamento delle strisciate;
- il mosaico è suddiviso in sezioni di 2000 pixel (il numero delle sezioni dipende dalla risoluzione richiesta e dall'area totale del mosaico);
- la navigazione filtrata è combinata, sezione per sezione, con le immagini relative a ciascun file dati. CodaSurvey organizza questi dati in directory. Le immagini processate sono composte in relazione ad ogni linea che passa per una sezione;
- dopo che ogni sezione è composta, il mosaico potrà essere assemblato e visualizzato sullo schermo, salvato in un file o inviato ad una stampante.

Lo stesso modulo infine permette la conversione delle immagini dai formati supportati CodaSurvey in altri formati usati dalle più comuni piattaforme grafiche e non (GIF, TIF, BMP, JPEG, etc..).

Le immagini raster ottenute sono state unite venendo a costituire un unico fotomosaico.

La fase successiva è rappresentata dalla interpretazione geomorfologica dei record del side scan sonar.

Il dato SSS è stato restituito sotto forma di una carta morfologica di dettaglio con sovrapposta la batimetria stampabile, in formato .dwg ed in scala 1:5.000 (Vedi Appendice C).

4. RISULTATI

Questo paragrafo conclusivo riguarda l'interpretazione integrata degli elementi acquisiti, effettuata sulla base dei dati batimetrici e morfologici. Mediante l'osservazione di elaborazioni tridimensionali del fondale, si è caratterizzata morfologicamente l'area di indagine.

Le finalità del rilievo bati-morfologico sono state:

- a) Acquisire le caratteristiche dell'andamento batimetrico dei fondali all'interno dell'area sottoposta a caratterizzazione;
- b) Fornire un'immagine del fondale con una risoluzione tale da evidenziare variazioni sedimentologiche e la presenza di possibili elementi antropici (rifiuti, corpi morti, catenarie, relitti e/o altro), nell'intorno del terminale FSRU;
- c) Fornire un'immagine dettagliata della morfologia del fondale marino, nell'intorno del terminale FSRU;

- d) Effettuare un confronto con le analisi del bianco (indagini geofisiche nell'aria di installazione del Terminale del 2006 – parte del documento redatto da D'Appolonia - Rapporto Finale Indagine geofisica n. 06 366-H2 trasmesso al MATTM con lettera 490/RI del 27 maggio 2009);
- e) Effettuare un confronto con le analisi effettuate da Geopolaris nel 2013 (Relazione Tecnica Rilievi Bati-morfologici Livorno – OLT 2013.doc, RAPPORTO COMMESSA N: GPLS 07-13 Indagini morfo-batimetriche Costa Pisana – OLT).

Sulla base dei dati batimetrici rilevati sono state elaborate mappe con le seguenti restituzioni cartografiche:

- TAV 01 Carta Batimetrica passo 0,5 mtr scala 5000
- TAV 02 Carta Batimetrica passo 0,25 mtr scala 5000
- TAV 03 Carta Morfologica con sovrapposizione della batimetria scala 1:5000

4.1 Batimetria

La batimetria è stata acquisita mediante ecoscandaglio multifascio combinato ad un sistema differenziale DGPS Starfix HP8200e corretta con i dati di marea del mareografo di Livorno al livello medio mare MSL.

Profondità minima acquisita all'interno dell'area: -104.75 m slmm
Profondità massima acquisita all'interno dell'area: -127.75 m slmm

Il fondale marino presenta un andamento regolare con un costante approfondimento verso Ovest, è individuabile un gradiente minore nella area orientale e gradiente leggermente maggiore procedendo verso Ovest, con un valore medio pari a circa 0.1°.

4.2 Morfologia

La caratterizzazione morfologica del fondale marino nell'area del Terminale FSRU è stata eseguita mediante sonar a scansione laterale. Le linee sonar sono state unite in un unico mosaico e interpretate tenendo conto degli indici di riflessione registrati.

La morfologia naturale del fondo dell'area di indagine, composto prevalentemente da materiale a basso backscatter, non presenta caratteristiche od anomalie peculiari.

In generale si possono evidenziare alcuni aspetti morfologici, alcuni dei quali già evidenziati nei rilievi effettuati nel 2013:

- Il fondo marino è caratterizzato da limo sabbioso ad argilla limosa (basso backscatter);
- Sono presenti tracce di ancoraggio o di pesca a strascico;
- Si rilevano accumuli di materiale, probabilmente dovuti a scarichi antropici, come già evidenziato nella relazione D'Appolonia 2006, presa come riferimento per la frase di bianco, e nella relazione Geopolaris 2013;
- Sul fondo sono presenti alcune anomalie morfologiche di dimensioni sub-metriche, di natura incerta;
- Sul fondale marino si rilevano segnali geofisici dovuti alle strutture sottomarine necessarie all'ancoraggio del Terminale FSRU (catene ed ancore), oltre che la pipeline da 32" visibile nel settore di SE dell'area investigata.

In particolare per quanto concerne gli elementi antropici derivanti dall'installazione del sistema di ormeggio del Terminale si può osservare:

- a) La presenza del sistema di catene ed ancore del Terminale FSRU. In particolare si identificano i punti di ancoraggio C3B, C5, mentre le ancore C1, C2 e C3A, C4 C6 non possono essere individuati dai dati SSS poiché probabilmente sepolte nel fondale; la posizione delle ancore e delle catene coincide con la cartografia SAIPEM "as built".^[1]
- b) La presenza del sistema di ancoraggio precedentemente installato le cui ancore (denominate A3, A4, A5, A6 e sostituite dalle C3A, C3B, C4, C5, C6) sono state lasciate in sito. In particolare, si identifica il solo punto di ancoraggio A3 (la posizione coincide con la cartografia SAIPEM "as built"), mentre le rimanenti ancore sono probabilmente sepolte nel fondale.^[1]
- c) La presenza di un solco in corrispondenza della catenaria C1, a circa 300 metri dal sistema di ancoraggio, profonda circa 50 cm e lunga circa 200 metri, generata probabilmente dalla catena corrispondente durante le attività di installazione del sistema di ancoraggio.
- d) La presenza di un solco posizionato tra le ancore C3A e C3B, profonda circa 20 cm e lunga circa 240 metri, generata probabilmente durante le attività di installazione e successiva sostituzione delle ancore.
- e) La presenza della trincea della condotta interrata del GN da 32" di collegamento a terra con direzione NW-SE; la posizione della trincea coincide con la cartografia SAIPEM "as built".^[1]
- f) La presenza del supporto galleggiante dei riser (tubazioni flessibili di GN tra Terminale e valvola SSIV) e dell'ombelicale. Tale supporto è denominato MWA (Mid Water Arch) Gravity Base.
- g) La presenza della struttura contenente il sistema di isolamento tra Terminale e condotta di collegamento denominata SSIV (Sub Sea Isolation Valve).

[1] Nota: per maggiori informazioni sulla modifica di ancoraggio si faccia riferimento alla Relazione per Verifica di Ottemperanza prescrizioni Provvedimento di Esclusione dalla VIA prot. DVA-2012-0023531- del 2/10/2012 per la modifica del sistema di ancoraggio., inviata dalla OLT con lettera prot 2012/OUT/GERNER/B/0698 a ARPAT e MATTM e alle successive integrazioni del 21/03/2013 inviate dalla OLT con lettera prot. 2013/OUT/GENER/B/0173 (relazione per verifica di ottemperanza in edizione C01 del 6 marzo 2013).

4.3 Confronto con i rilievi OLT 2006 (Doc. D'Appolonia) e con OLT 2013 (Doc. GeoPolaris)

Analizzando i dati batimetrici e morfologici acquisiti nell'Ottobre 2014, e confrontandoli con i medesimi, relativi alle campagne di rilievi condotte nel luglio 2013 (documento *GeoPolaris*) e nel 2006 (documento *D'Appolonia*) non si evidenziano, nell'area oggetto di studio, alterazioni sostanziali del fondale marino ad esclusione degli elementi antropici legati all'installazione del sistema di ancoraggio e delle apparecchiature provvisorie, che sono state rimosse dopo l'installazione del Terminale FSRU.

Non è stata rilevata la presenza di un presunto cavo sottomarino che nel 2006 era stato evidenziato lungo il limite sud dell'area di lavoro, passante in prossimità dei punti di ancoraggio C3A e C4. Da informazioni provenienti dal contractor SAIPEM S.p.A., il cavo è stato parzialmente rimosso durante le attività di installazione delle ancore, le due sezioni tagliate sono state posizionate lungo il tracciato originario, all'esterno dall'area interessata dall'impianto FSRU e dai rilievi in oggetto.

APPENDICE A
STRUMENTAZIONE

APPENDICE B

CALIBRAZIONE

APPENDICE C

CARTOGRAFIA