

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
NEL MARE ADRIATICO MERIDIONALE - LUIPIAE MARIS
35 WTG – 525 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

Progettazione e SIA



Indagini ambientali e studi specialistici



Studio misure di mitigazione e compensazione



supervisione scientifica



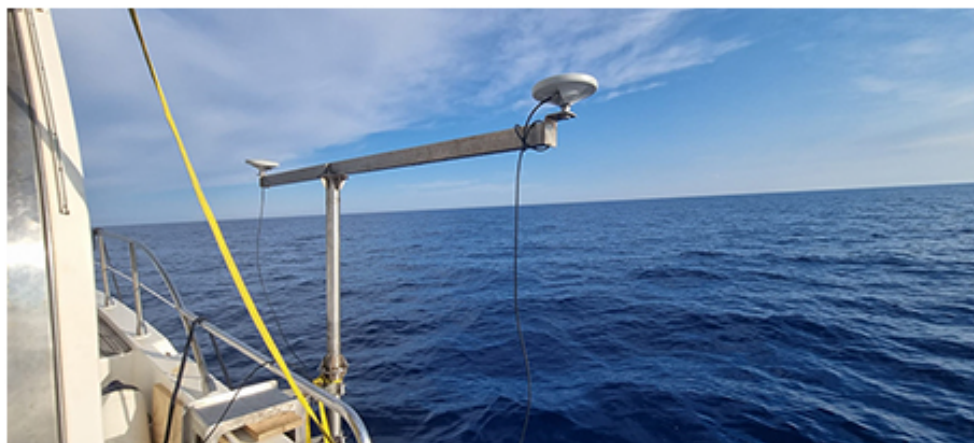
SIA.ES.6 INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE DEI FONDALI

ES.6.1.1 Relazione indagini batimetriche e biocenotiche

REV.	DATA	DESCRIZIONE
01	05/23	int volon



**PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO OFF-SHORE
AL LARGO DELLE COSTE ADRIATICHE TRA BRINDISI E LECCE**



Committente

**GEOAMBIENTE s.r.l., con sede legale in Cavallino alla via Beatrice
Acquaviva d'Aragona n. 5, codice fiscale e partita iva: 03170290757
Amm.re Unico: Amministratore Unico e Legale Rappresentante
Dott. Calò Giuseppe Cesario**

RELAZIONE TECNICA

Data

Agosto 2022

I Redattori

Dott.ssa Biol. Luciana Muscogiuri PhD

Dott. Biol. Marco Dadamo PhD

Sommario

1. PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO	2
2. AREA DI STUDIO	3
2.1 Inquadramento geografico	3
3. MATERIALI E METODI	5
3.1 Strumenti impiegati	5
3.2 Metodologia	9
4. RISULTATI	20
4.1 Risultati di indagine sull'area del parco eolico	21
4.2 Verifica bibliografica	24
Dati geologici	24
Dati sulla Biocenosi	27
4.3 Campagna ROV, verità a mare sull'area del parco eolico	28
4.4 Risultati di indagine sul percorso del cavidotto marino	33
4.5 Campagna ROV, verità a mare sul percorso del cavidotto marino	37
5. CONCLUSIONI	40

1. PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

Il presente lavoro descrive le attività ed i risultati ottenuti dai rilievi Side Scan Sonar e Multibeam eseguiti nel mese di Luglio 2022 in uno specchio acqueo antistante i comuni di Brindisi e Lecce. Tali prospezioni subacquee sono state commissionate ai professionisti scrivente dalla società Geoambiente srl con sede legale in Cavallino alla via Beatrice Acquaviva d'Aragona n. 5. Quest'ultima ha sottoscritto un contratto con la società Lupiae Maris srl per offrire le competenze tecniche necessarie per la predisposizione del fascicolo ambientale, nonché per l'espletamento delle indagini specialistiche necessarie per la progettazione e realizzazione di un impianto eolico off-shore situato al largo delle coste adriatiche tra Brindisi e Lecce

I rilievi geoacustici ottenuti hanno permesso di elaborare cartografie tematiche di dettaglio (cartografia biocenotica, e batimetrica), da utilizzare quali strumenti di supporto alla stesura del progetto in parola e alla individuazione delle soluzioni progettuali caratterizzate dal minor impatto sull'ambiente e sulla biodiversità.

2. AREA DI STUDIO

2.1 Inquadramento geografico

L'area di studio è ubicata lungo la costa adriatica, tra i comuni di Lecce e Brindisi, ed è delimitata dai seguenti punti GPS (gg pp ss) (Tabella 1):

Tabella 1

UTM 33N		WGS 84	
X	Y	LAT	LONG
783538	4495014	+40° 33' 26,53"	+18° 20' 55,59"
784533	4494297	+40° 33' 02,09"	+18° 21' 36,66"
784592	4494378	+40° 33' 04,64"	+18° 21' 39,30"
786432	4496947	+40° 34' 25,53"	+18° 23' 1,59"
790268	4494140	+40° 32' 49,85"	+18° 25' 39,81"
790298	4494180	+40° 32' 51,11"	+18° 25' 41,15"
791422	4495716	+40° 33' 39,42"	+18° 26' 31,40"
794724	4493300	+40° 32' 17,00"	+18° 28' 47,50"
793601	4491765	+40° 31' 28,74"	+18° 27' 57,29"
800677	4486586	+40° 28' 31,97"	+18° 32' 48,62"
798493	4483602	+40° 26' 58,21"	+18° 31' 10,99"
786889	4491959	+40° 31' 43,48"	+18° 23' 12,84"
783226	4494598	+40° 33' 13,45"	+18° 20' 41,67"
783300	4494692	+40° 33' 16,40"	+18° 20' 44,96"
783376	4494788	+40° 33' 19,42"	+18° 20' 48,34"
783538	4495014	+40° 33' 26,54"	+18° 20' 55,59"

L'area si estende parallela alla costa per circa 19 km e si protrae verso il largo fino a 12 miglia dalla costa dalla fascia batimetrica dei 95 metri a quella dei 127 metri di profondità, ricoprendo una superficie totale di circa 8.162 ettari.

Lo specchio acqueo oggetto di realizzazione del campo non contempla alcun ZSC/SIC al suo interno o nelle immediate vicinanze (Figura 1). Il SIC/ZSC marino più vicino risulta "Aquatina di Frigole" – CODICE IT9150003 che dista dall'area di intervento ben 4,8 miglia nautiche. Al contrario, il cavidotto progettato attraversa interamente nella sua parte terminale il SIC/ZSC marino Bosco Tramazzone - IT9140001, situato a cavallo tra i comuni di Brindisi e San Pietro Vernotico.

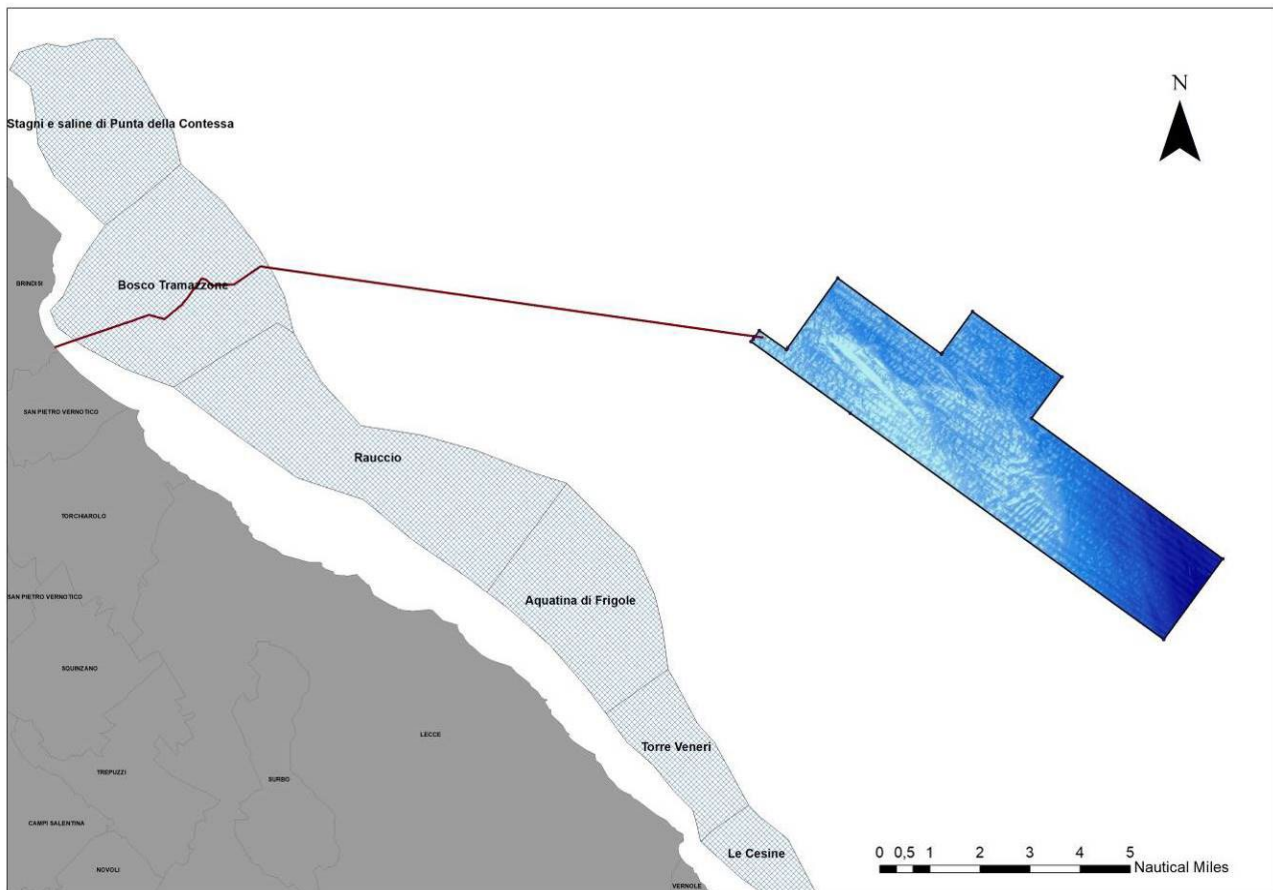


Figura 1

3. MATERIALI E METODI

3.1 Strumenti impiegati

I rilievi Multibeam e Side Scan Sonar rappresentano una metodologia d'indagine inserita nell'ambito dei Programmi di monitoraggio previsti dalla Direttiva Quadro sulla strategia per l'ambiente marino 2008/56/CE (MSFD, Marine Strategy Framework Directive), entrata in vigore nel luglio del 2008. Lo studio tramite ecoscandaglio multifascio permette di conoscere, in modo dettagliato, la morfologia dei fondali e di ottenere un Modello di Elevazione Digitale dell'area indagata, ovvero una superficie continua formato raster del fondale, costituita da celle (anche centimetriche) che descrivono la profondità del fondo in ogni punto. Il rilievo Side Scan Sonar (SSS) permette di ottenere un'immagine (Fotomosaico) georeferenziata del fondale indagato. La fotogrammetria acustica mediante SSS permette di studiare la tipologia del substrato, ed eventuali target antropici presenti sul fondale ispezionato.

Si specifica che il Side Scan Sonar è stato utilizzato esclusivamente lungo il tratto del cavidotto che attraversa il SIC/ZSC marino Bosco Tramazzone - IT9140001 al fine di indagare e mappare la biodiversità delle biocenosi presenti all'interno del sito Natura 2000.

Di seguito sono riportate e specifiche tecniche degli strumenti utilizzati:

- Side Scan Sonar Klein 3900 (Figura 2): Il sistema è costituito da un'unità di bordo (TPU) per l'acquisizione, il controllo e la registrazione dei dati e da un veicolo sottomarino detto "pesce" che, mentre viene trainato sott'acqua, emette degli impulsi di energia acustica ad intervalli regolari di tempo. Subito dopo l'emissione dell'impulso, il sistema riceve le eco di ritorno dal fondo marino e dal sottosuolo. La quantità di energia riflessa dipende dalla variazione di impedenza acustica tra gli elementi presenti nel sottosuolo, mentre il tempo di riflessione dipende dalla profondità della superficie stratigrafica o dell'oggetto che ha generato la riflessione. Durante il rilievo geomorfologico la TPU è stata collegata ad un GNSS modello Hemisphere Vector VS 131 e ad una stazione di registrazione mediante software (SonarPro) di acquisizione-navigazione con capacità di registrazione delle coordinate geografiche e dei sonogrammi.

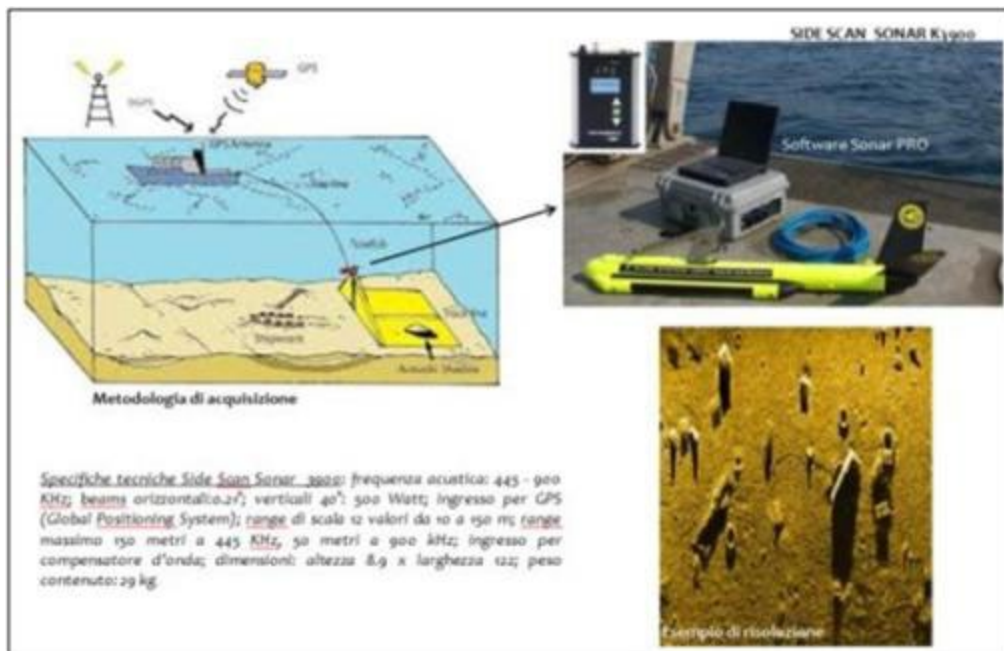


Figura 2: Side Scan Sonar 3900: specifiche tecniche ed esempio di risoluzione

Le componenti del sistema Multibeam (Figura 3) utilizzato e le relative specifiche tecniche sono riportate di seguito:

- Ecoscandaglio multi-fascio (MBES - MultiBeam EchoSounder) – R2 Sonic 2022 opzione SSS con sonda (Batimetria a morfologia del fondo): è un ecoscandaglio in grado di interpretare contemporaneamente gli impulsi di ritorno su diverse angolazioni piuttosto che un singolo dato di profondità zenitale, quale il normale ecoscandaglio idrografico monofascio. Uno dei principali vantaggi della tecnologia multibeam è di indagare su una fascia di fondale che varia da 3 a 8 volte la profondità e permettere, pertanto, di rappresentare il fondale mediante modellazione tridimensionale. Il Multibeam R2 Sonic 2022 è uno strumento in grado di operare con ricezione simultanea di 256 beams (fasci) separati di 1° per un'apertura totale (swath coverage) di 160°, così da rilevare una fascia di fondale pari a circa 8 volte la profondità e così diminuire i tempi di rilievo. Lo strumento è abbinato ad un trasduttore con venti frequenze disponibili (200-400kHz) a step di 10° kHz, permettendo all'operatore di settare al meglio il sistema in funzione alla risoluzione richiesta, profondità di esercizio, caratteristiche della colonna d'acqua ed infine in termini di rumore acustico nella colonna d'acqua. Il sistema, inoltre, comprende una compatta unità di superficie di processamento SIM (Sonar Interface Module).

- Il sistema *Multibeam R2 Sonic 2022* è integrato con una piattaforma inerziale (sistema GNSS con *Motion sensor* e *Heading*) di altissime prestazioni chiamato *R2SONIC INS*.

La tecnologia utilizzata nella piattaforma Inerziale deriva dalla piattaforma Inerziale *Applanix Wave Master* della *TRIMBLE*. Il sistema integra una piattaforma IMU (con accelerometri), in contenitore stagno che ne permette l'installazione direttamente sul trasduttore del *multibeam*, due antenne GPS e una interfaccia di superficie (SIM – *Sonar Interface Module*). La piattaforma inerziale *R2Sonic INS* è in grado di fornire al sistema *Multibeam* tutti i dati di posizionamento: coordinate, I dati di assetto (rollio, beccheggio, onda) e il dato di rotta per il calcolo del fondale e delle quote batimetriche. Esistono tre tipi di piattaforma inerziale con diversa precisione: Tipo I, Tipo II e Tipo III. La piattaforma di Tipo II è quella impiegata in questo sistema:

Integrated INS	DGPS	RTK	Accuracy During GNSS Outages
Position	0.5-2m depending on quality of differential corrections	Horizontal: 1cm or better Vertical: 1.5cm or better	~3m for 30 s total outages (RTK) ~2m for 60 s total outages (IAPPK)
Roll & Pitch	0.03°	0.02°	0.04°
Heading	0.015° w/4m baseline 0.03° w/2m baseline	Same	Negligible for outages < 60s
Heave	5cm or 5% 2cm or 2% TrueHeave™	5cm or 5% 2cm or 2% TrueHeave™	5cm or 5% 2cm or 2% TrueHeave™

- Sonda *Valeport Mini SV*, installata sul trasduttore, per la misurazione in continuo della velocità del suono in acqua in grado di fornire i valori di velocità del suono in acqua con una accuratezza di ± 0.02 m/s e risoluzione 0.001 m/s;
- Sonda Profilatrice auto registrante, modello AGEOTEC IMSVP: l'esatta misurazione del dato di profondità è funzione del tempo di ritorno delle onde sonore emesse dal trasduttore dello scandaglio, la cui velocità è variabile secondo la composizione temperatura, conducibilità e profondità dell'acqua. Il dato di velocità sulla colonna in

esame è stato rilevato mediante l'utilizzo della sonda AGEOTEC IMSVP, in grado di fornire i valori di velocità del suono in acqua con una accuratezza di ± 0.45 m/s ($p = 100$ bar) e risoluzione 0.001 m/s;

- Unità di controllo (PC) con software idrografico QINSy: è un software modulare, cioè costituito da un insieme di applicazioni indipendenti tra di loro in grado di svolgere tutte le funzioni richieste durante l'esecuzione del rilievo a mare (programmazione e progettazione del rilievo, navigazione ed acquisizione dati, filtraggio ed elaborazione dati). Gli applicativi che costituiscono il software possono essere utilizzati contemporaneamente durante la fase di acquisizione dati, consentendo di visualizzare tutti i dati di supporto alla navigazione (piano di navigazione con il *background* della cartografia dell'area, rotta, velocità e profondità in tempo reale, mappa di copertura *multibeam* e *side scan sonar*, ecc.), nel contempo alla verifica ed al controllo di qualità dati, quali la correzione di marea in tempo reale, la velocità del suono in acqua, lo stato degli strumenti.

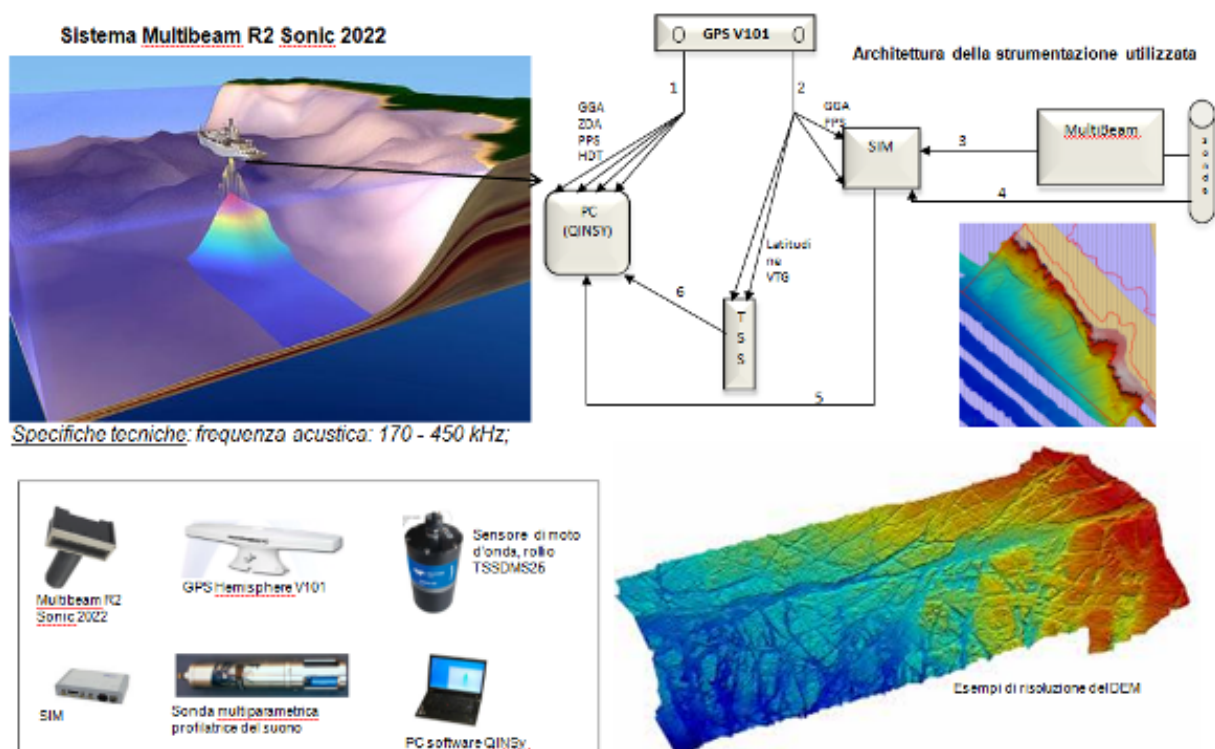


Figura 3: Sistema Multibeam R2 Sonic 2022.

3.2 Metodologia

La caratterizzazione biocenotica e morfo-batimetrica di dettaglio ha previsto la realizzazione delle seguenti fasi lavorative:

- A1. Pianificazione della survey e definizione del piano rotte;
- A2. Acquisizione in mare;
- A3. Processing ed elaborazione dati;
- A4. Attività di interpretazione dati;
- A5. Restituzione cartografica.

A1. Pianificazione della survey e definizione del piano rotte;

L'area di studio è stata suddivisa in rotte di navigazione. L'interasse delle rotte è stato stabilito in funzione alla profondità d'indagine e in modo da garantire una adeguata e funzionale copertura dei dati acquisiti da entrambi gli strumenti utilizzati nell'indagine (Figura 4).

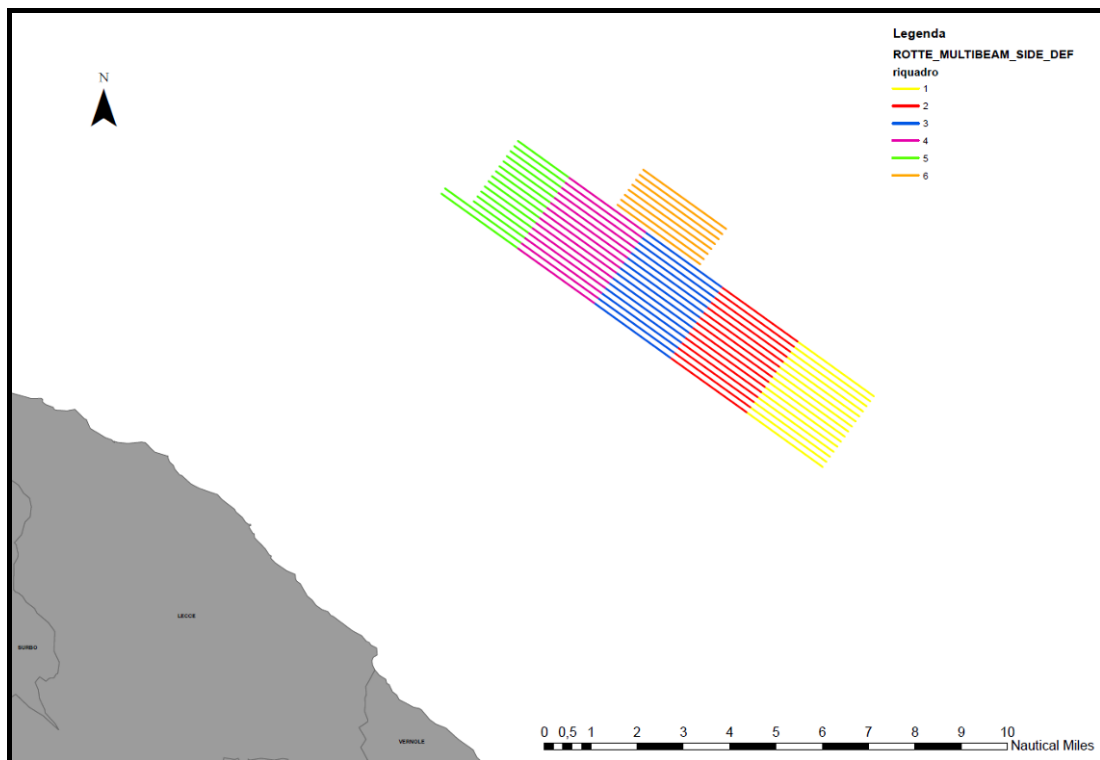


Figura 4: si riportano le rotte elaborate per le attività di campionamento, suddivise in 6 aree di lavoro.

A2. Attività di acquisizione dati in mare

L'attività di rilievo è stata eseguita nel mese di giugno in nove giornate differenti: 02/06 (giornata dedicata alla taratura dello strumento multibeam), 07/06, 16/06, 17/06, 23/06, 24/06, 25/06, 27/06 e 30/06. Per il rilievo è stata utilizzata un'imbarcazione predisposta e attrezzata ad effettuare indagini off shore, in grado di contenere e trasportare strumentazione tecnica ingombrante (Figura 5, Figura 6, Figura 7).



Figura 5

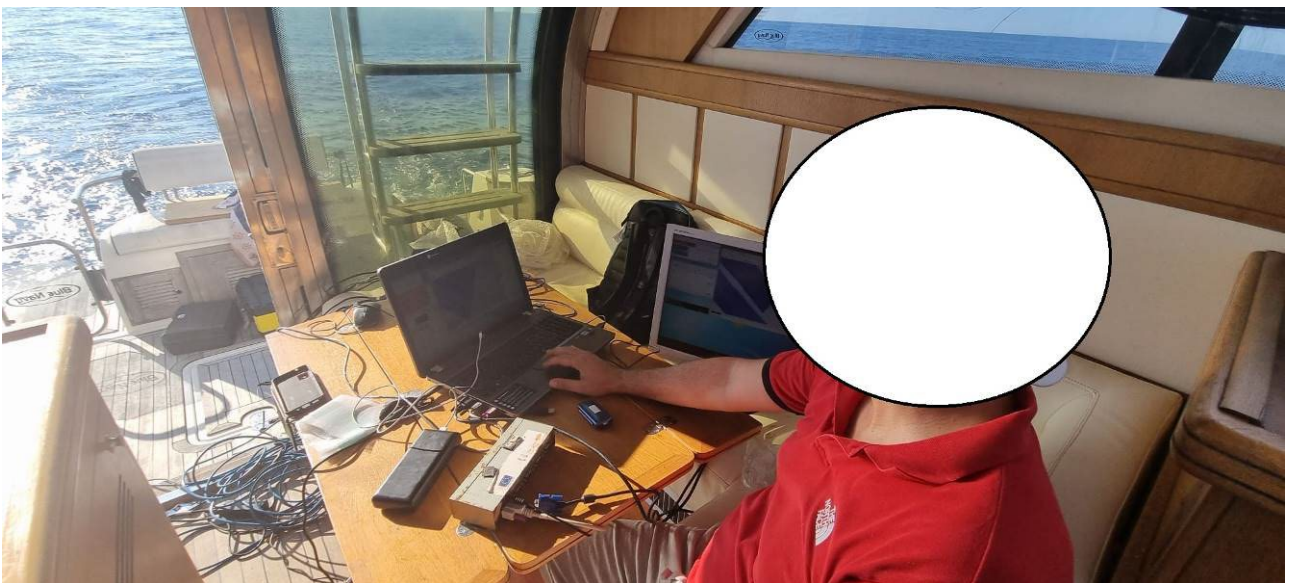


Figura 6



Figura 7

A2. L'attività di rilievo e acquisizione dati ha previsto i seguenti step:

- mobilitazione (MOB) e installazione a bordo del sistema MEBS (Figura 8), impostazione degli offset degli strumenti (distanze dell'antenna GPS, trasduttore Multibeam, sensore di moto rispetto dal punto di riferimento scelto che in questo caso è stato stabilito il centro dell'IMU (sensore di moto). I valori numerici determinati per ciascun offset sono stati conseguentemente computati nei software dedicati per l'acquisizione e navigazione dati Multibeam e navigazione (QINSy/PosView).

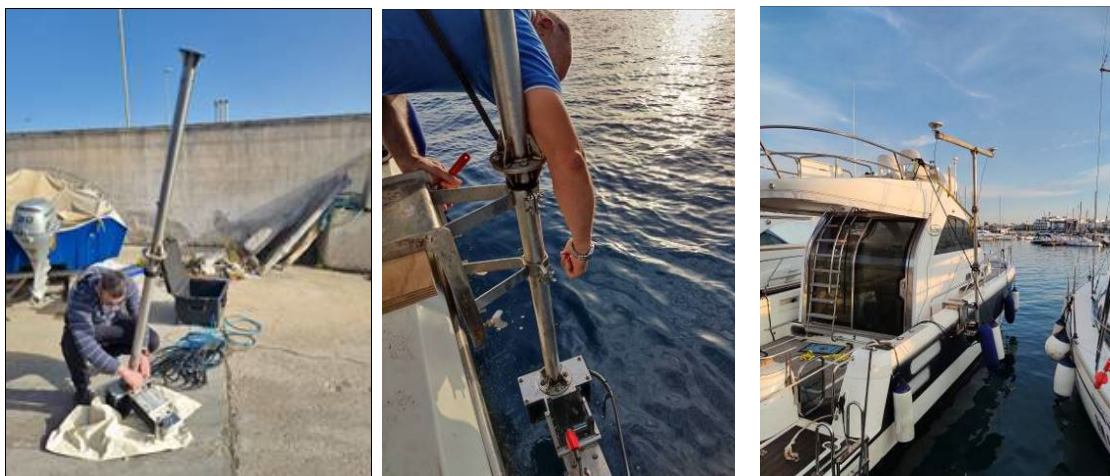


Figura 8: Mobilitazione e montaggio Multibeam

- impostazione dei parametri geodetici:
 - Datum: WGS 84
 - Proiezione: UTM
 - Fuso 33 N
 - Meridiano Centrale: 15°00'00"
 - Falso Est: 500000
 - Fattore di scala: 0.9996

Il dato verticale utilizzato come riferimento per le quote di rilievo è il livello medio marino corretto dei valori di marea. Il dato di riferimento temporale utilizzato durante il rilievo per l'acquisizione dei dati è il sistema di tempo universale coordinato UTC +0.

- Misurazione della velocità del suono lungo la colonna d'acqua e l'inserimento dei dati di velocità nel software di acquisizione (Figura 9).

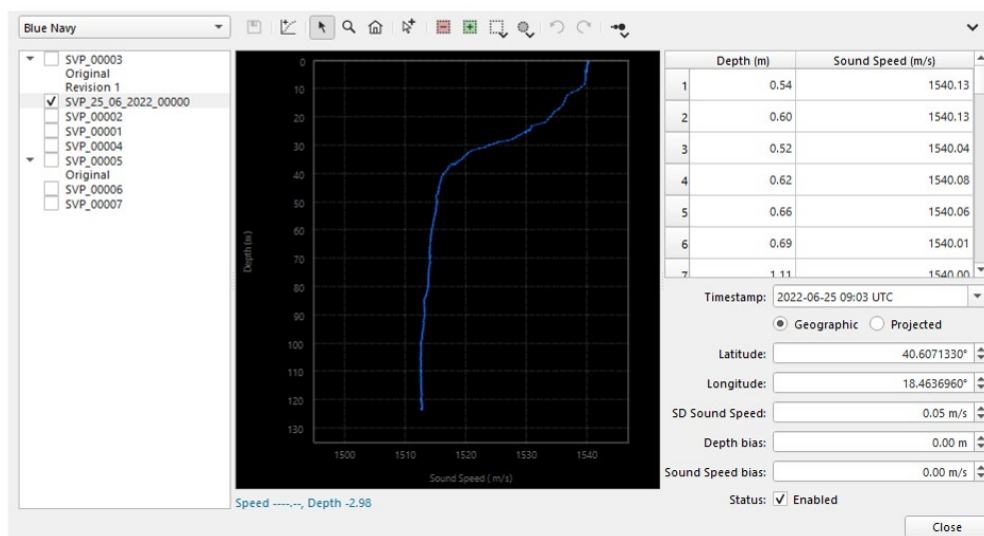


Figura 9: Profilo della velocità del suono (SVP) misurato il 25\06\2022

- Calibrazione dell'intero sistema mediante l'acquisizione lungo linee situate in un'area caratterizzata da un fondale pianeggiante su cui è riconoscibile un target sul fondo (scarpata);
- Acquisizione e registrazione dei dati lungo le rotte prestabilite nell'Azione 1, mantenendo una velocità di navigazione 3/5 nodi (Figura 10).

L'acquisizione del dato lungo le rotte prestabilite nell'azione A1, è stata eseguita impostando lo strumento ad una frequenza acustica di 300 KHz e con un angolo di apertura variabile (swath coverage) di circa 100°/130° (Figura 11).



Figura 10

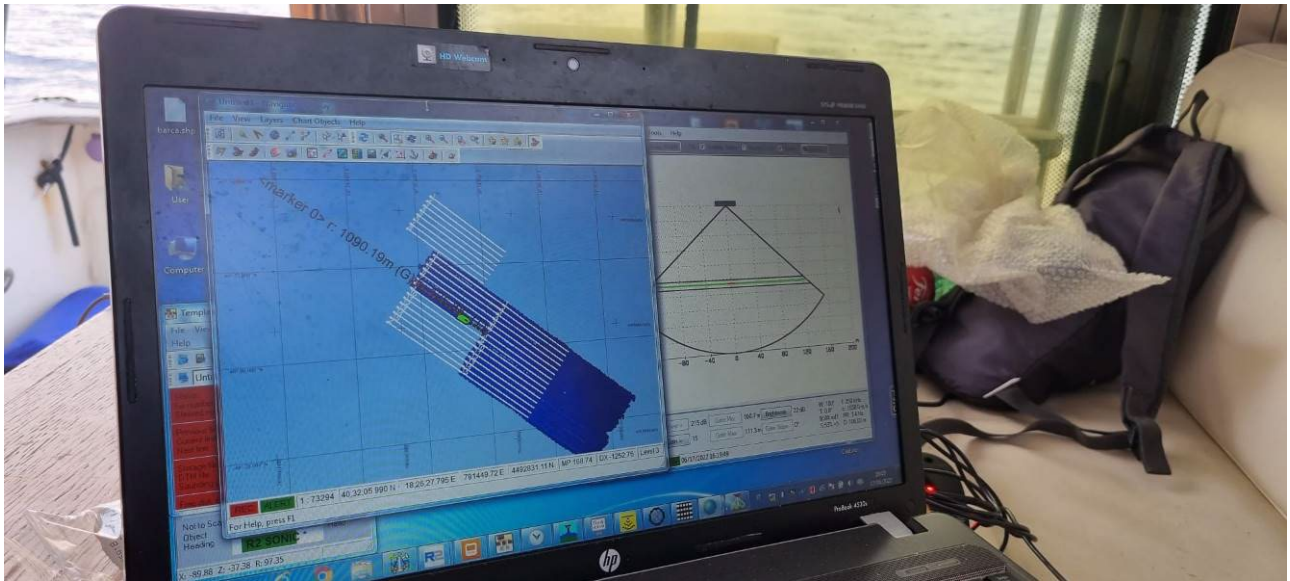


Figura 11

- Smobilitazione (DEMOB): smontaggio del sistema eseguito a conclusione delle attività di campionamento.

Il Side Scan Sonar, utilizzato esclusivamente lungo il tratto del cavidotto che attraversa il SIC/ZSC marino Bosco Tramazzone - IT9140001 al fine di indagare e mappare la biodiversità delle biocenosi presenti all'interno del sito Natura 2000 ed in particolare le biocenosi a *Posidonia oceanica*, è stato impostato ad una frequenza acustica di 445 KHz ed un range laterale di 200 metri garantendo una copertura totale dell'area e un over-lap di 100 metri tra un sonogramma e l'altro (Figura 12, Figura 13).



Figura 12: Prospezioni del fondale marino tramite Side Scan Sonar. Il veicolo sottomarino detto “pesce” viene trainato sott’acqua dall’imbarcazione

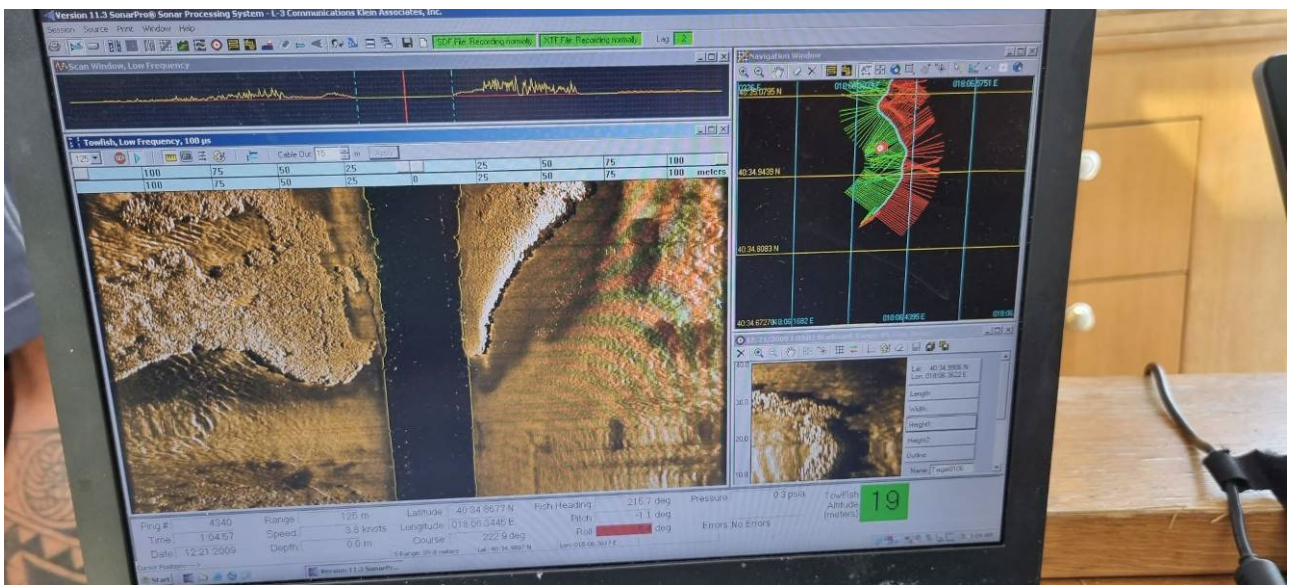


Figura 13: Strisciate Side Scan Sonar lungo la porzione di cavidotto che attraversa il SIC/ZSC Bosco Tramazzone - IT9140001

A4 Attività di elaborazione e processing dei dati acquisiti

In questa fase, i dati acquisiti sono stati elaborati, seguendo gli *step* di seguito elencati:

1. Correzione dei dati con il valore di marea. In particolare, i dati di marea sono stati estrapolati dal Servizio Mareografico Nazionale (www.mareografico.it), gestito

dall'ISPRA e contenente i dati provenienti dalla Rete Mareografica Nazionale (RMN) composta da 36 Stazioni di misura uniformemente distribuite sul territorio nazionale ed ubicate prevalentemente all'interno delle strutture portuali. Nel caso specifico sono stati utilizzati i dati di marea del mareografo situato presso la banchina del Porto di Otranto (Latitudine 40° 08' 49.74", Longitudine 18° 29' 49.52").

2. Controllo dei valori di calibrazione e dei valori di velocità del suono.
3. Verifica e controllo dei filtri applicati ed eventuale correzione.
4. Verifica e controllo dei dati di marea ed eventuale correzione.
5. Verifica e controllo delle linee di navigazione per eventuali problemi connessi a salti di posizione e/o gaps di copertura.
6. Editing qualitativo e quantitativo (applicazioni di filtri e utilizzo di specifici tools per il despiking dei dati) dei singoli profili Multibeam (Figura 14).
7. Produzione del DTM batimetrico ovvero superficie quotata del fondale indagato.
8. Elaborazione del modello tridimensionale.
9. Elaborazione delle curve di livello.

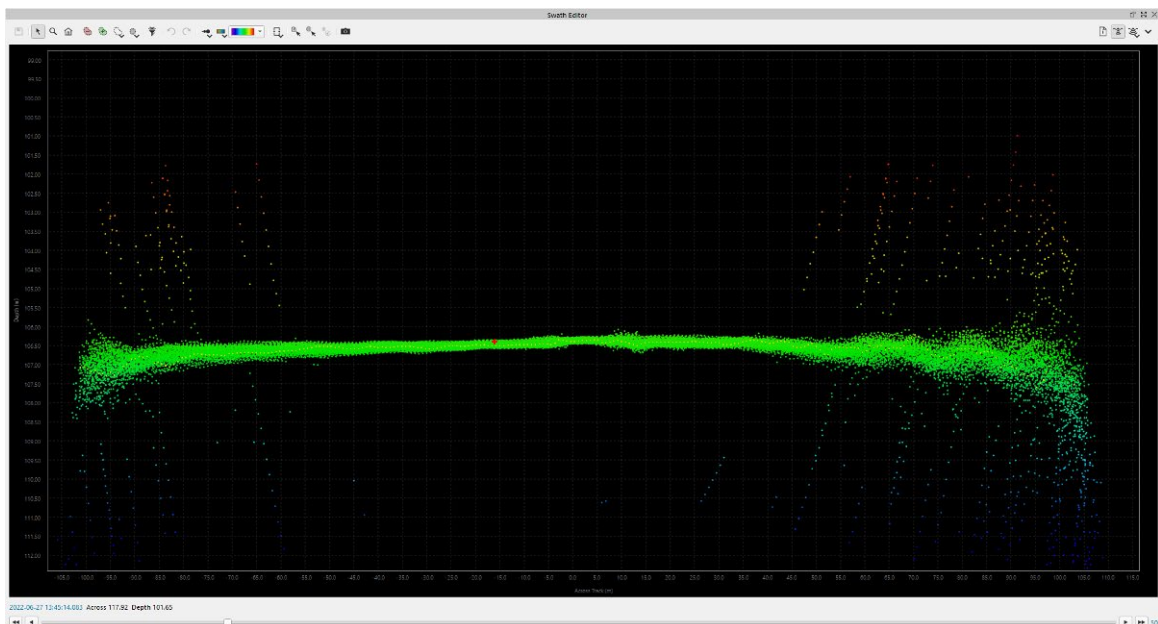


Figura 14: Attività di despiking dei dati dei singoli profili Multibeam

In Figura 15 è riportato uno schema di sintesi del flusso di lavoro applicato alle fasi di processing dei dati Multibeam.

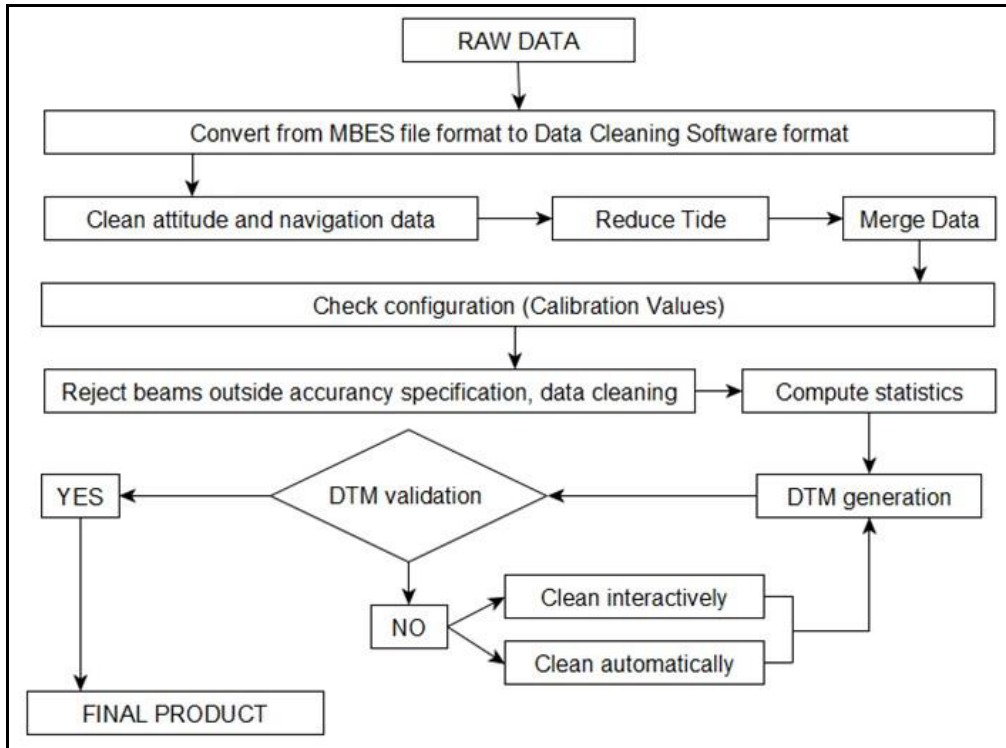


Figura 15: Schema semplificato del flusso di lavoro durante le fasi di processing

Di seguito, inoltre, sono riportati gli step del processing dei sonogrammi prodotti dalle prospezioni Side Scan Sonar:

1. Pulizia dei salti di navigazione (in particolare salti di navigazione) dai sonogrammi della prospezione Side Scan Sonar.
2. Applicazione della correzione slant range (zona centrale non coperta dai fasci laterali del Side) e degli algoritmi di "Gain" (necessari ad ottimizzare la visualizzazione dei sonogrammi).
3. Produzione del fotomosaico in formato raster dai sonogrammi Side Scan Sonar (Figura 16).

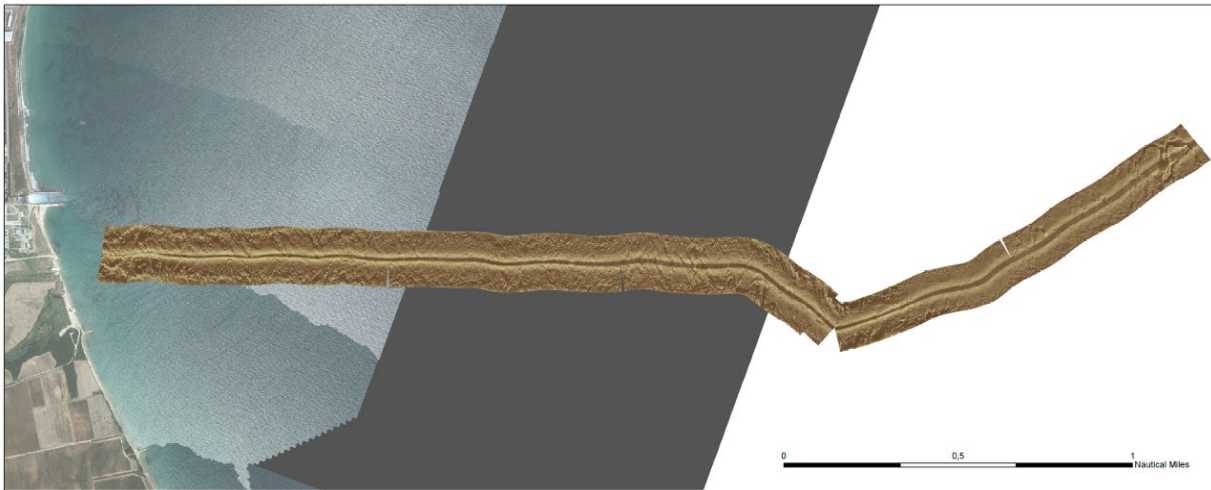


Figura 16

A5 Attività di interpretazione dei dati

Il fotomosaico è stato oggetto di interpretazione con software dedicati. In questa fase, in particolare, sono stati delimitati i pattern di distribuzione dei diversi habitat e substrati riscontrati. Le categorie degli habitat riscontrati sono state definite secondo la nomenclatura e lo schema di classificazione stabilito dal RAC-SPA (*Regional Activity Centre for Specially Protected Areas* del Piano d'Azione per il Mediterraneo (MAP) del Programma per l'Ambiente delle Nazioni Unite (UNEP), adottata anche dal Servizio per la Conservazione della Natura del MATT (Decreto SCN 9038 dell'11 giugno 1998).

Restituzione cartografica.

Tutti i dati acquisiti e processati nel presente lavoro sono stati inseriti in geodatabase predisposto in ambiente GIS. Questa procedura ha consentito di elaborare cartografie tematiche di dettaglio per una visualizzazione spazialmente esplicita dei risultati ottenuti.

4. RISULTATI

I rilievi effettuati tramite multibeam hanno permesso di elaborare, in ambiente GIS, la mappa delle batimetrie dell'area di studio. L'elaborazione spaziale di questo tematismo ha consentito la produzione delle isobate ogni metro di profondità sia sull'area occupata dal parco eolico che sul tracciato del cavidotto marino (Figura 17).

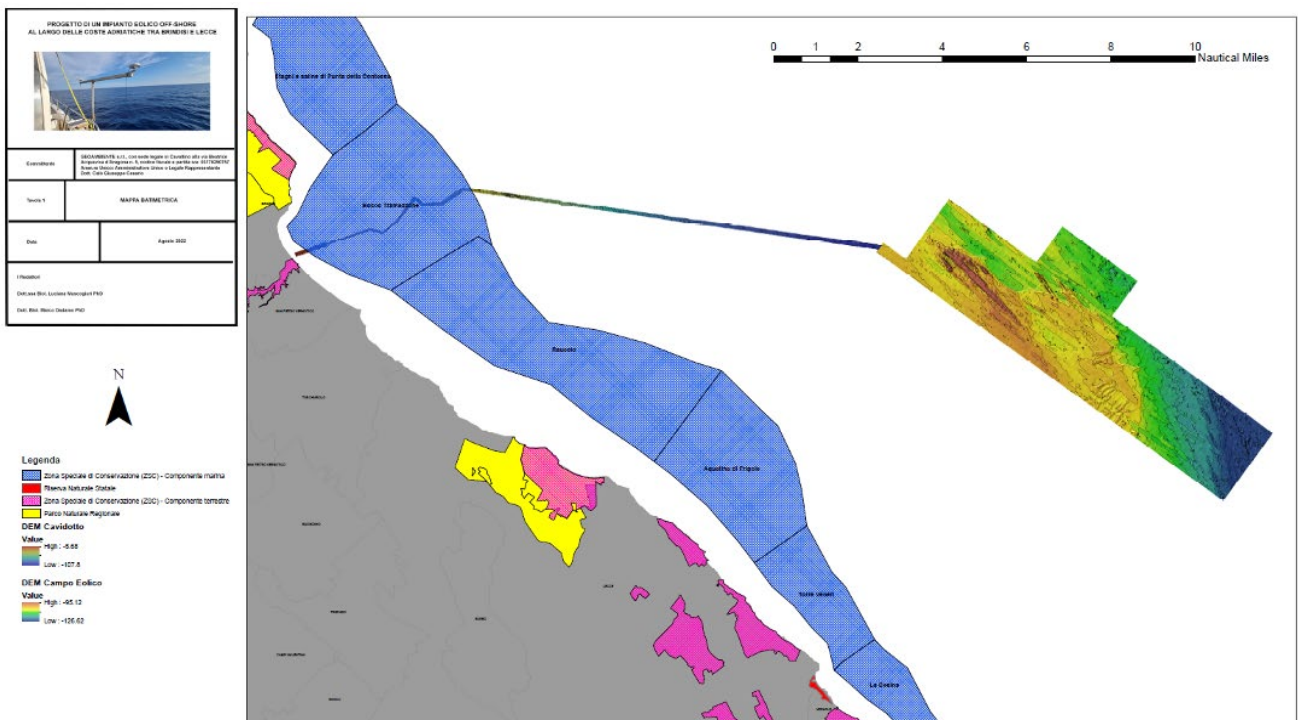


Figura 17

4.1 Risultati di indagine sull'area del parco eolico

La profondità media riscontrata nello specchio acqueo destinato ad ospitare il campo eolico è pari a 110,19 m, la profondità massima rilevata è pari a 126,62 m, quella minima è di 95,12 m (Figura 18).

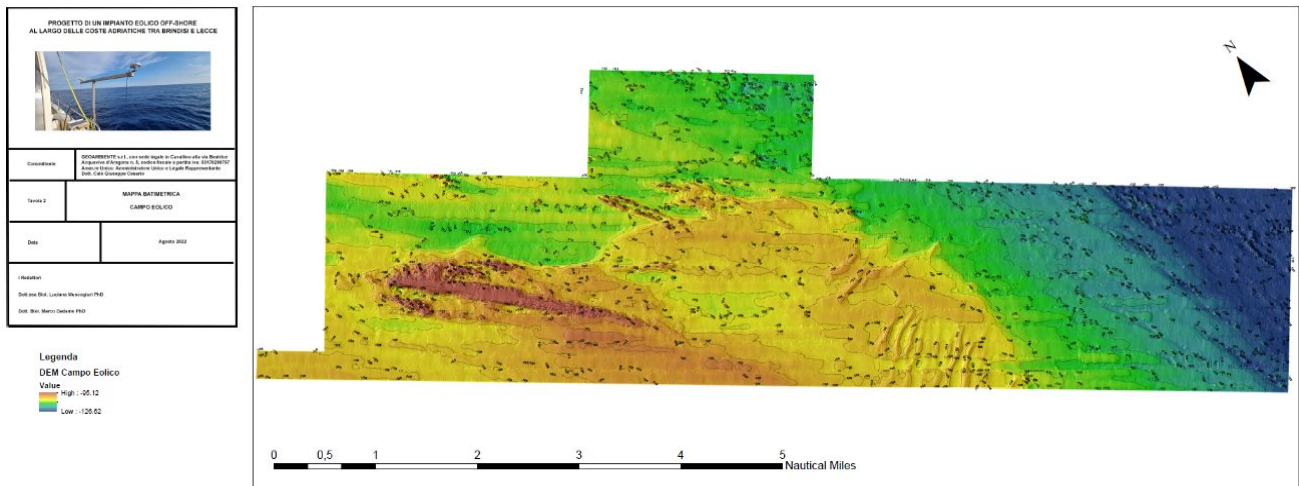


Figura 18 mappa batimentrica dell'area del parco eolico

Il DEM (Digital Elevation Model) prodotto con una risoluzione di 5 m è stato spazializzato in ambiente GIS ai fini dell'individuazione ed elaborazione della mappa biocenotica dei tematismi presenti nello specchio acqueo interessato dal campo eolico. Questa operazione è stata possibile utilizzando il tematismo raster hillshade, elaborato in ambiente GIS sul DEM che ha consentito, attraverso il calcolo delle ombreggiature, di avere una migliore rappresentazione grafica degli elementi mappati caratterizzati da un innalzamento di quota (Figura 21).

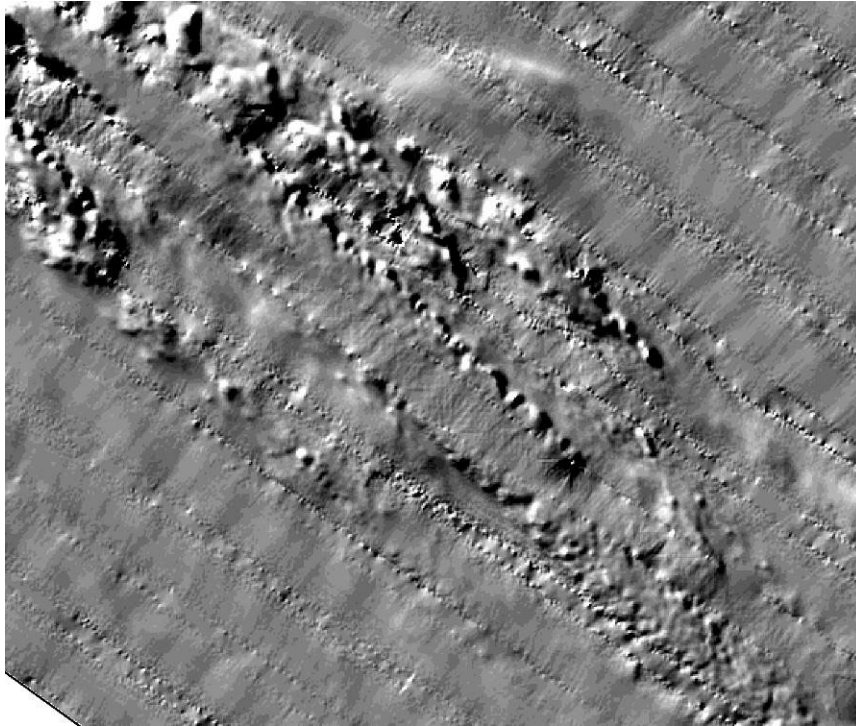


Figura 19 Rappresentazione del DEM area del parco eolico

In Figura 20 si riporta la mappa che individua le posizioni delle costruzioni biocenotiche realizzata il progetto offshore Lupiae Maris.

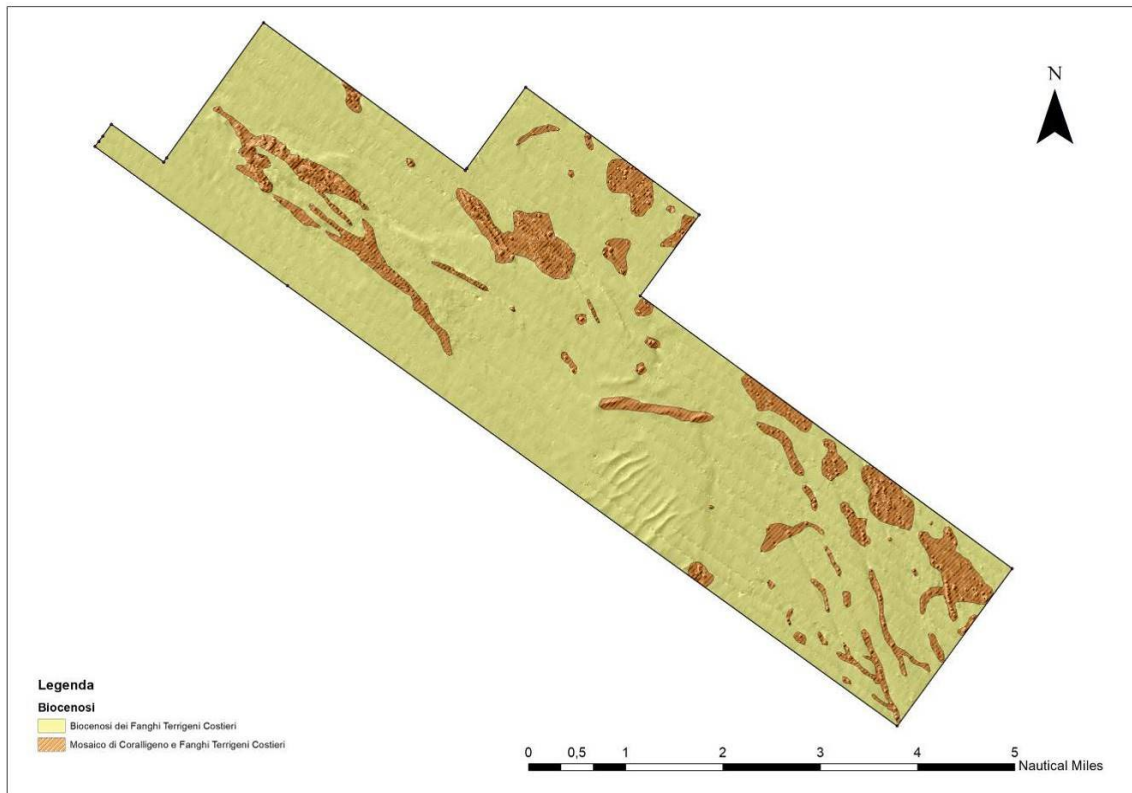


Figura 19

Attraverso l'utilizzo della classe "mosaico di Coralligeno e Fanghi Terrigeni costieri" si è inteso rappresentare la diversità morfologica che caratterizza alcune porzioni del fondale dell'area di studio, contraddistinte dalla presenza di strutture rocciose su fondo molle e/o di strutture di fondo duro coperte da un sottile strato di sedimento sabbioso

Si sono pertanto ipotizzate le seguenti tipologie di habitat:

Tabella 2

Habitat	Area_ha	Percentuale
Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri	6.407,3	86,1%
Mosaico di Coralligeno e Fanghi Terrigeni Costieri	1.034,5	13,9 %

Sulle stratificazioni ipotizzate si riportano le seguenti descrizioni di dettaglio:

Le Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC) fanno parte delle biocenosi dei fondi mobili e si caratterizzano per la presenza di fanghi di origine continentale che tendono a depositarsi alle maggiori profondità del piano circalitorale e le specie che li colonizzano possono essere diverse secondo la velocità di sedimentazione:

- a) "Endobionti": numerosi Policheti, tra cui *Phyllodoce lineata*, *Nereis longissima*, *Nephtys hystricis*, *Goniada maculata*, *Pectinaria belgica*, *Sternopsis scutata* e *Lepidasthenia maculata*, i Molluschi *Cardium paucicostatum*, *Turritella communi*, *Turritella tricarinata* e *Thyasira croulinensis*, *Misella bidentata*, *Abra nitida*, *Thracia convexa*, le Oloturie *Oestergrenia digitata*, *Trachythyone elongata* e *Trachythyone tergestina* ed i Crostacei *Pontocaris cataphracta*, *Callianassa tyrrhena*, *C. truncata*, *Gonoplax rhomboides*;
- b) "Epibionti": il Polichete *Aphrodite aculeata* e *Maldane glebifex*, il Decapode *Dorippe lanata* e le Oloturie *Lapidoplax digitata* e *Stichopus regalis*;
- c) "Sessili": il Celenterato *Alcyonium palmatum*, il Bivalve *Pteria hirundo* e l'Ascidiaceo *Diazona violacea*;
- d) "Pivotanti": i Celenterati *Virgularia mirabilis*, *Veretillum cynomorium* e *Pennatula phosphorea*.

Il popolamento coralligeno ipotizzato si sviluppa a partire da bioconcrezioni originate da alghe calcaree e organismi fissatori. Il coralligeno di piattaforma ha origine da concrezionamenti sul fondo molle soprattutto ad opera di alghe calcaree, ma anche di briozoi, serpulidi, ecc., in genere al disotto di 50 m e fino ad una profondità massima di 140 m. All'interno della formazione, costituita dalla sovrapposizione dei talli delle alghe calcaree in gran parte subfossili, con una copertura di epifauna fra cui gli animali a scheletro calcareo concrezionato, si trovano numerose microcavità e fessure, ripiene di sedimento, in parte di origine piogena, in cui trovano ricetto una ricca endofauna mentre la superficie è ricoperta da un'abbondante epiflora ed epifauna.

Le ipotesi suddette sono state raffrontate, in prima istanza, dal punto di vista bibliografico e poi verificate attraverso la conduzione di una campagna di “verità a mare” ROV al fine della verifica diretta dello stato dei fondali.

4.2 Verifica bibliografica

Dal punto di vista letterario ci si è riferiti a studi condotti nell'areale del Mare Mediterraneo meridionale che individuano le tipologie di formazione presenti dal punto di vista Geologico e appunto Biocenotico.

Dati geologici

Dal punto di vista geologico si rimanda ai recenti studi condotti da Cattaneo et al. (2003) e da Trincardi et al. (2004) oltre che allo studio denominato “*Mud volcanoes and Coral mounds related to gas seepages in the Otranto Channel - South Adriatic Sea*” redatto da Geletti et al. (2020).

I rilievi di piccola scala, denominati ‘mud reliefs’ (vulcani di fango) dagli autori, sono osservabili lungo il cuneo sedimentario del tardo Olocene sulla piattaforma dell'Adriatico occidentale. Tali rilievi sono caratterizzati da un nucleo acusticamente trasparente nelle immagini sismiche e posti al di sopra di un'unità discontinua basale di riflettori ad alta impedenza. Queste formazioni sono generalmente riscontrate a profondità d'acqua superiori ai 70 m e si estendono tipicamente dai 2 ai 4 m al di sopra del fondale. Inoltre, si dispongono in maniera sub-parallela alle curve di livello, suggerendo un'origine potenzialmente correlata all'espulsione di fluidi da zone in pressione alla base del cuneo sedimentario tardo-olocenico (Cattaneo et al., 2002).

Gli studi basati su indagini del tipo Multibeam hanno evidenziato la presenza di queste formazioni geologiche in diversi punti dell'areale (fig 21)

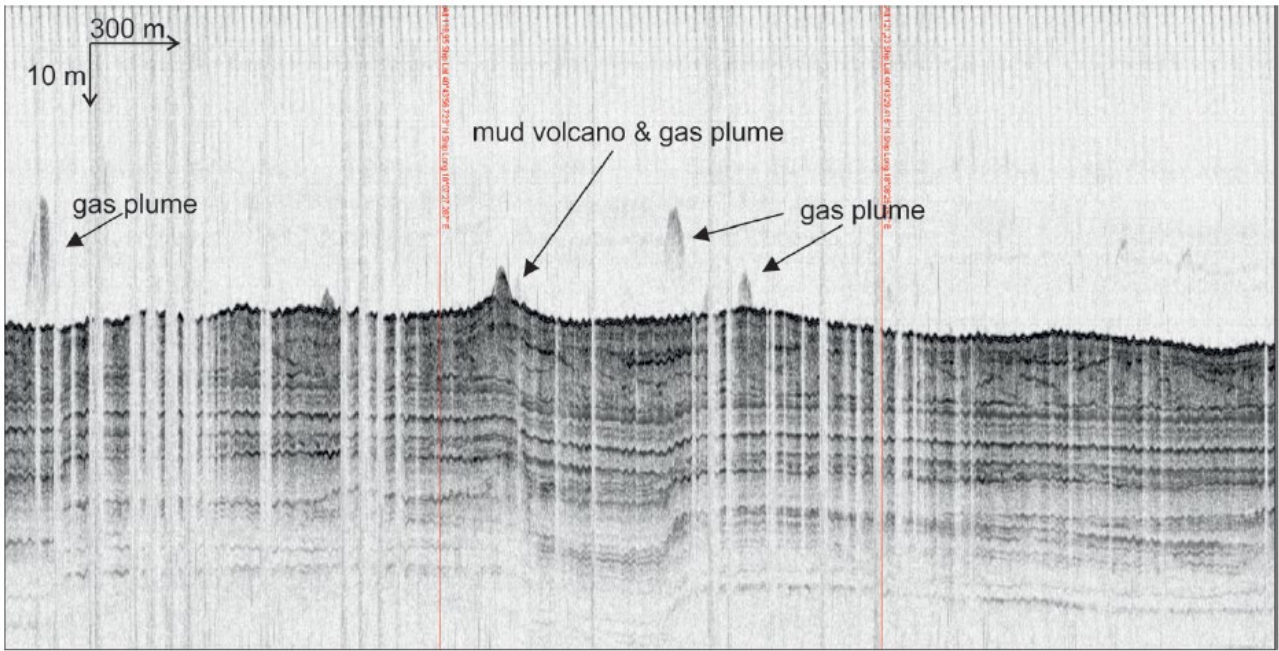


Fig. 21 particolare di un profilo SBP con particolare del gas pume

La Figura 24 mostra in confronto tra le caratteristiche dei 'mud reliefs' descritti in Cattaneo et al. ed i rilievi osservati nei dati SBP del progetto Lupiae Maris (vedi relazione ES.6.2.1). Mentre ci sono alcune chiare somiglianze, si osserva che le formazioni osservate nell'area di progetto Lupiae Maris tendono ad essere leggermente più grandi, raggiungendo fino a 10 m di altezza dal fondale.

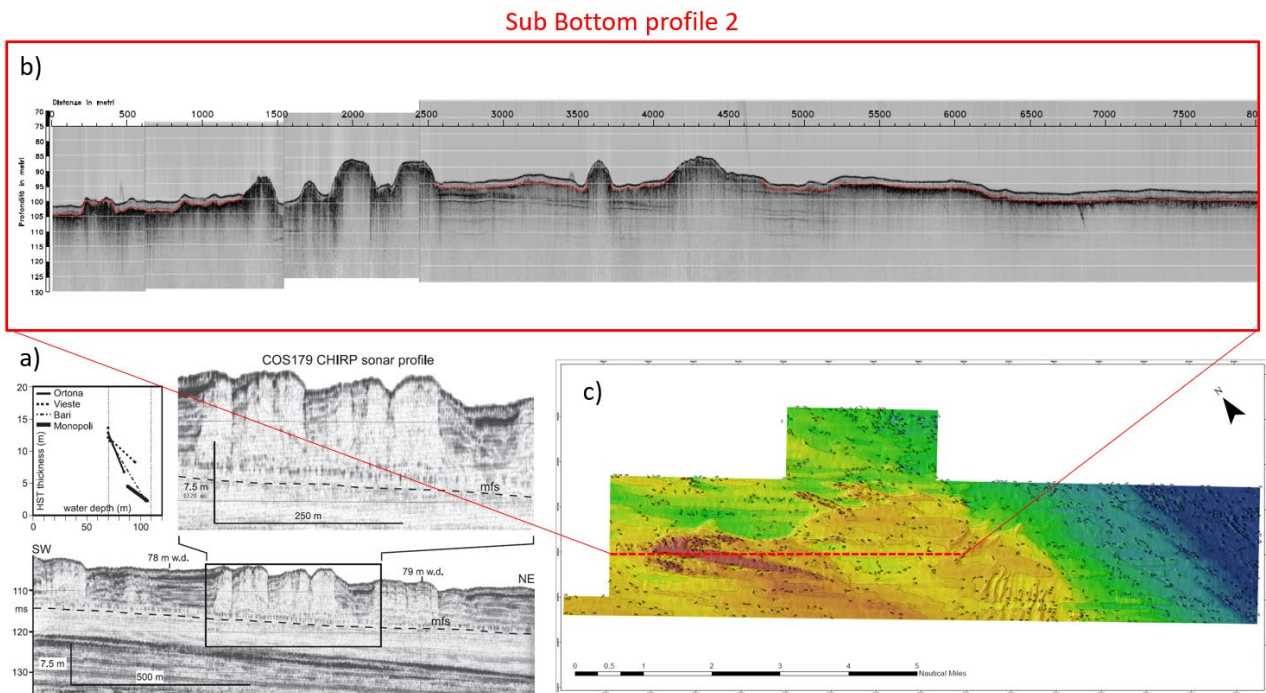


Figura 23: Confronto tra (a) 'mud reliefs' descritti in Cattaneo et al. (2003); (b) formazioni osservate nei dati SBP del progetto Lupiae Maris; (c) espressione bathymetrica delle formazioni riscontrate nell'area di progetto.

Infine, è interessante citare anche l'analisi geomorfologica della piattaforma continentale lungo il tracciato del gasdotto TAP (2014), effettuata ai fini dello studio di impatto ambientale per la realizzazione dell'opera, tale studio identifica aree con presenza di vulcani di fango in un range di profondità d'acqua comparabile a quello dell'area interessata dal progetto Lupiae Maris. La presenza di vulcani di fango su questa porzione della piattaforma continentale è confermata da Geletti et al.(2020), mentre Hovland e Curzi (1989) descrivono strutture simili, definite come "mud diapirs" nell'Adriatico centrale. In entrambi i casi i rilievi osservati sul fondo marino sono interpretati come il risultato dell'espulsione di fluidi e gas dalle formazioni sottostanti.

Dati sulla Biocenosi

Lo studio di riferimento in questo caso è quello denominato “*Mud volcanoes and Coral mounds related to gas seepages in the Otranto Channel - South Adriatic Sea*” redatto da Geletti et al. (2020), e lo studio “*Benthic Habitat Map of the Southern Adriatic Sea (Mediterranean Sea) from Object-Based Image Analysis of Multi-Source Acoustic Backscatter Data*” di Prampolini et al (2021).

L’insieme delle analisi effettuate dagli studi dimostra come le morfologie di fondo mare, quali vulcani di fango, carbonate mound e strutture coralline, siano associate a strutture tettoniche e morfologiche più antiche poste a maggiori profondità.

Geletti et al. (2020) forniscono evidenze di coralli campionati in corrispondenza di uno di questi rilievi, situato sulla piattaforma continentale all’altezza dello stretto d’Otranto (fig. 25). Queste evidenze risultano in linea con la classificazione 'Mosaico di Coralligeno e Fanghi Terrigeni Costieri' di cui alla ipotesi riportata in questo studio.

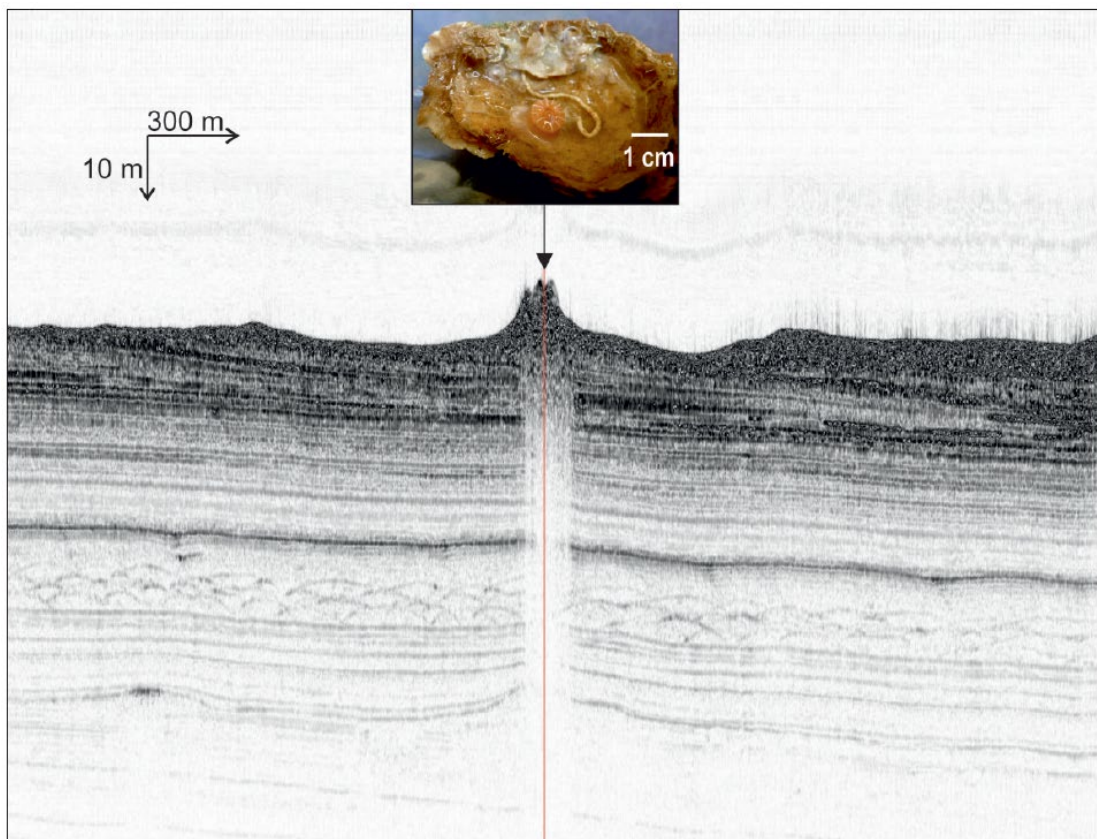


Fig. 22, Studio condotto da Geletti ed al (2020). Rilievo su cui sono state campionate le formazioni coralligene

4.3 Campagna ROV, verità a mare sull'area del parco eolico

Nelle aree oggetto di indagine in zona off-shore tra San Foca (LE) e Brindisi (BR) sono state realizzate nei giorni 24/25/25 marzo 2023 delle ispezioni visive del fondale tramite veicolo robotico filoguidato ROV, equipaggiato con videocamera digitale a colori HD, funzione auto- profonditàmetro (auto-deep) e autopilota (auto-heading).

Sulla scorta dell'analisi delle biocenosi individuate nella porzione di fondale marino interessata dal campo eolico, tramite l'interpretazione dei dati geoacustici, sono stati realizzati n.6 percorsi concentrici, con lo scopo di validare e verificare i risultati delle proiezioni nel campo eolico oggetto di indagine



Figura 23 punti di indagine ROV nell'area del parco eolico

Le localizzazioni planimetriche dei punti indagati corrispondono alle aree indicate con classe "mosaico coralligeno" nella mappa biocenotica SBP (fig. 24)

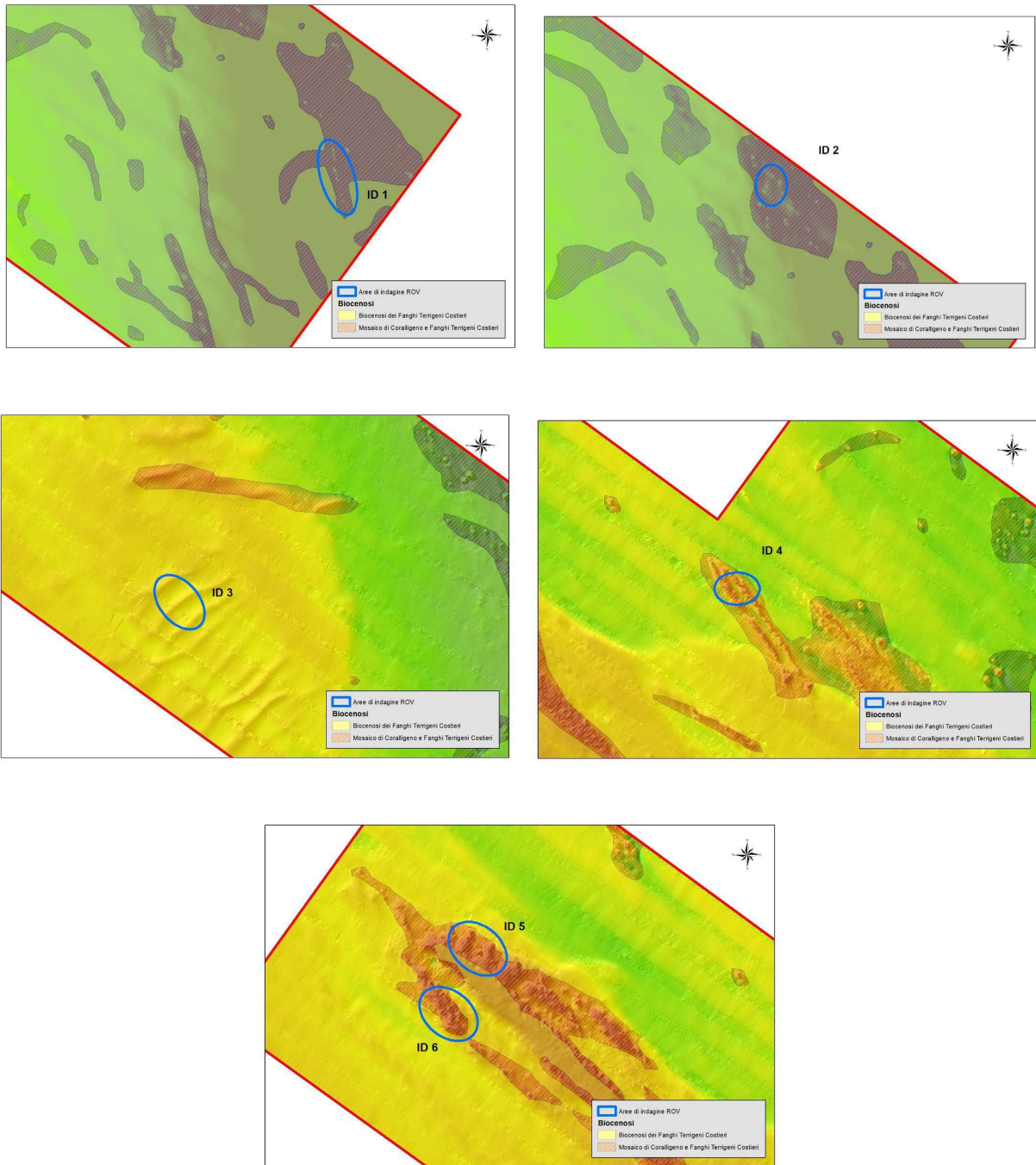
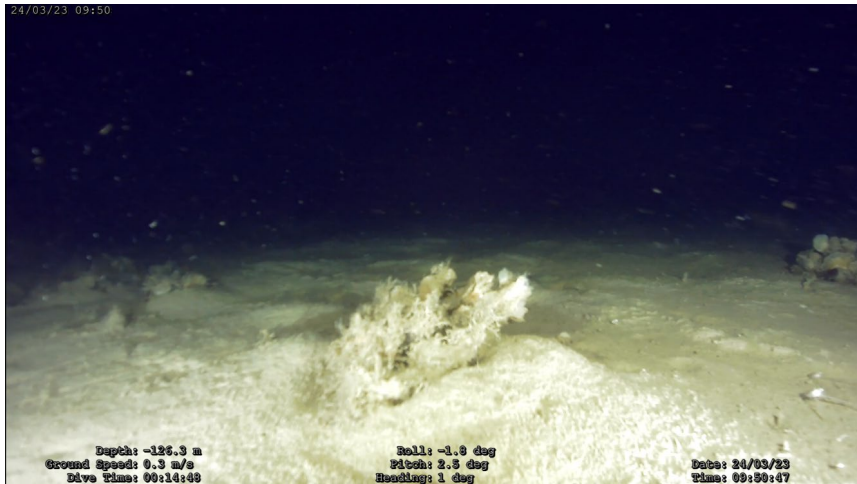


Figura 24 posizionamento indagini ROV su mappa biocenotica

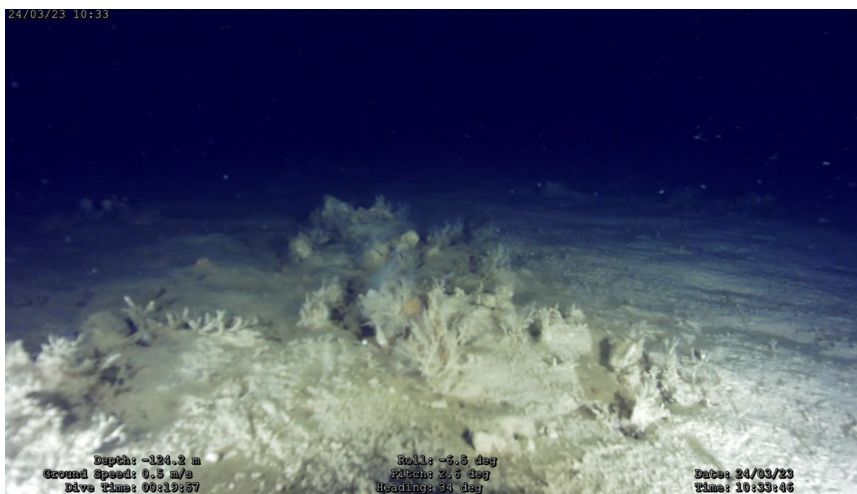
L'attività di analisi del filato e dei fotogrammi acquisiti confermano l'interpretazione dei dati geoaustici e nello specifico la presenza di un mosaico di Coralligeno di ambiente profondo e Fanghi Terrigeni Costieri.

Si evidenziano tuttavia alcune differenze fra le aree indagate:

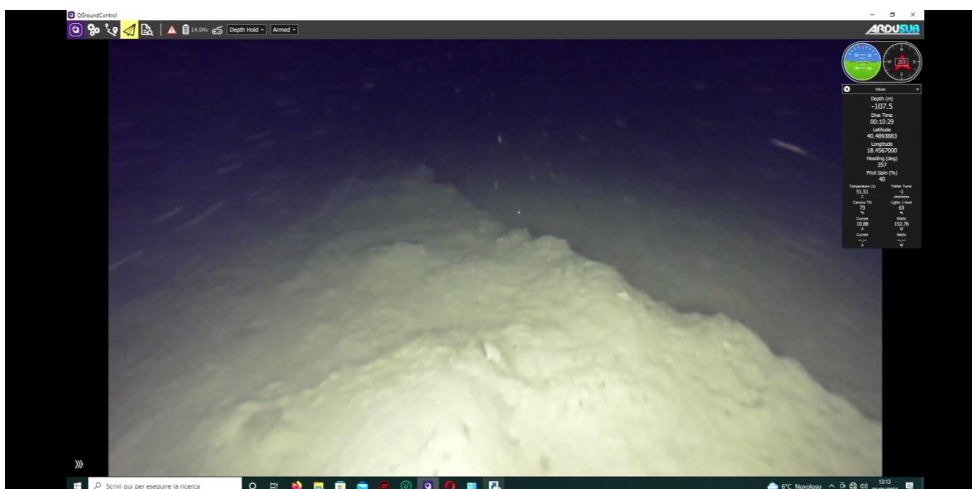
- si rileva la presenza di biocostruzioni isolate (ID 1)



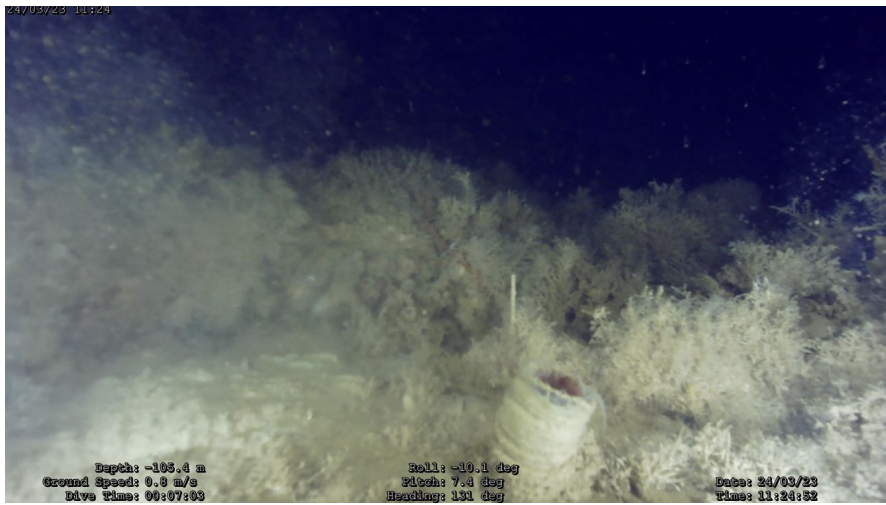
- presenza di un mosaico di habitat a coralligeno infangato di ambiente profondo e di biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (ID 2)



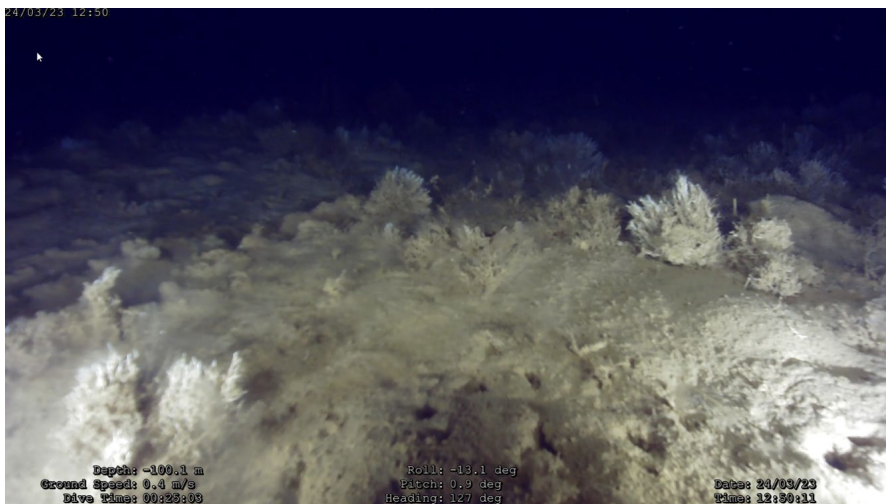
- presenza di una biocenosi a Fanghi Terrigeni Costieri che assumono una particolare conformazione a duna (ID 3)



- presenza di biocostruzioni compatte e di idroidi isolati (ID 4)



- presenza di biocostruzioni compatte e ben strutturate (ID 5)



- presenza di biocostruzioni ramificate (ID 6)



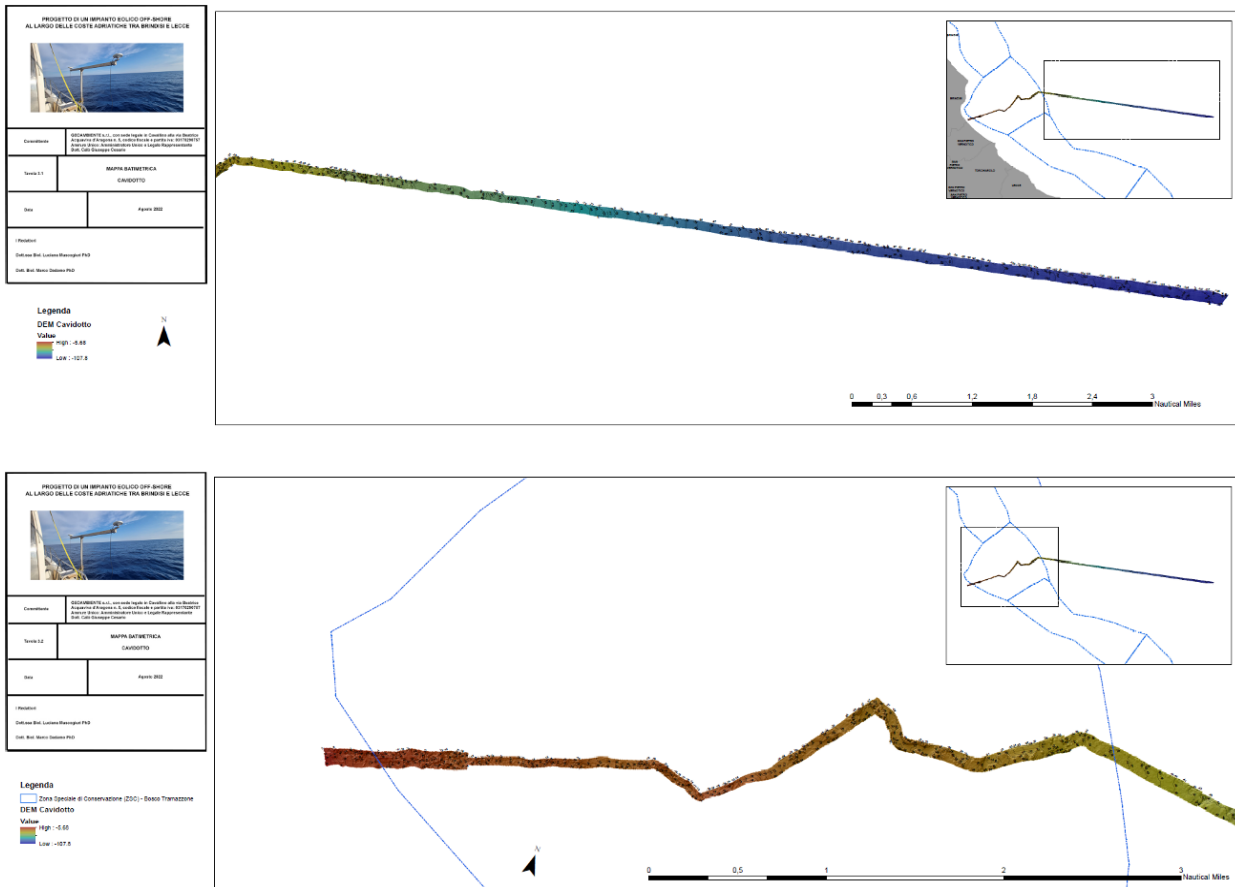
Riassumendo, le indagini effettuate mediante strumentazione ROV confermano la presenza del mosaico coralligeno e di fanghi coralligeni costieri. L'approfondimento di indagine ha evidenziato, sulla vasta area individuata dal progetto per l'installazione del parco eolico, alcune differenze e dettagli che nello specifico potremo descrivere come segue:

Il mosaico presente nelle zone più a sud, così come evidenziato anche dai filmati delle verità a mare (ID1, ID2, ID 4), presenta biocenosi del coralligeno caratterizzate da una configurazione spaziale molto meno compatta rispetto a quelle più a nord (ID 5 e 6). Nelle zone più a sud, difatti, il mosaico evidenzia vaste porzioni di fondi molli contraddistinte dalla presenza puntiforme di habitat a coralligeno. Al contrario nelle porzioni di fondale più a nord, il mosaico presenta aree di coralligeno più estese e maggiormente concentrate.

Tale classificazione di dettaglio risulta molto utile al dimensionamento e posizionamento degli ancoraggi e degli ormeggi delle fondazioni flottanti, per il dettaglio delle scelte effettuate si rimanda agli elaborati specifici del progetto definitivo.

4.4 Risultati di indagine sul percorso del cavidotto marino

Il tratto di mare investigato interessato dal cavidotto presenta una profondità massima di 108 m ed una minima (limite inferiore di acquisizione) pari a 5 m (Figura 25).



In Figura 26 si riporta la mappa biocenotica realizzata all'interno dell'area di indagine del cavidotto che si estende con un buffer di 100 metri intorno al tracciato del cavidotto stesso (100 metri a destra e 100 metri a sinistra).

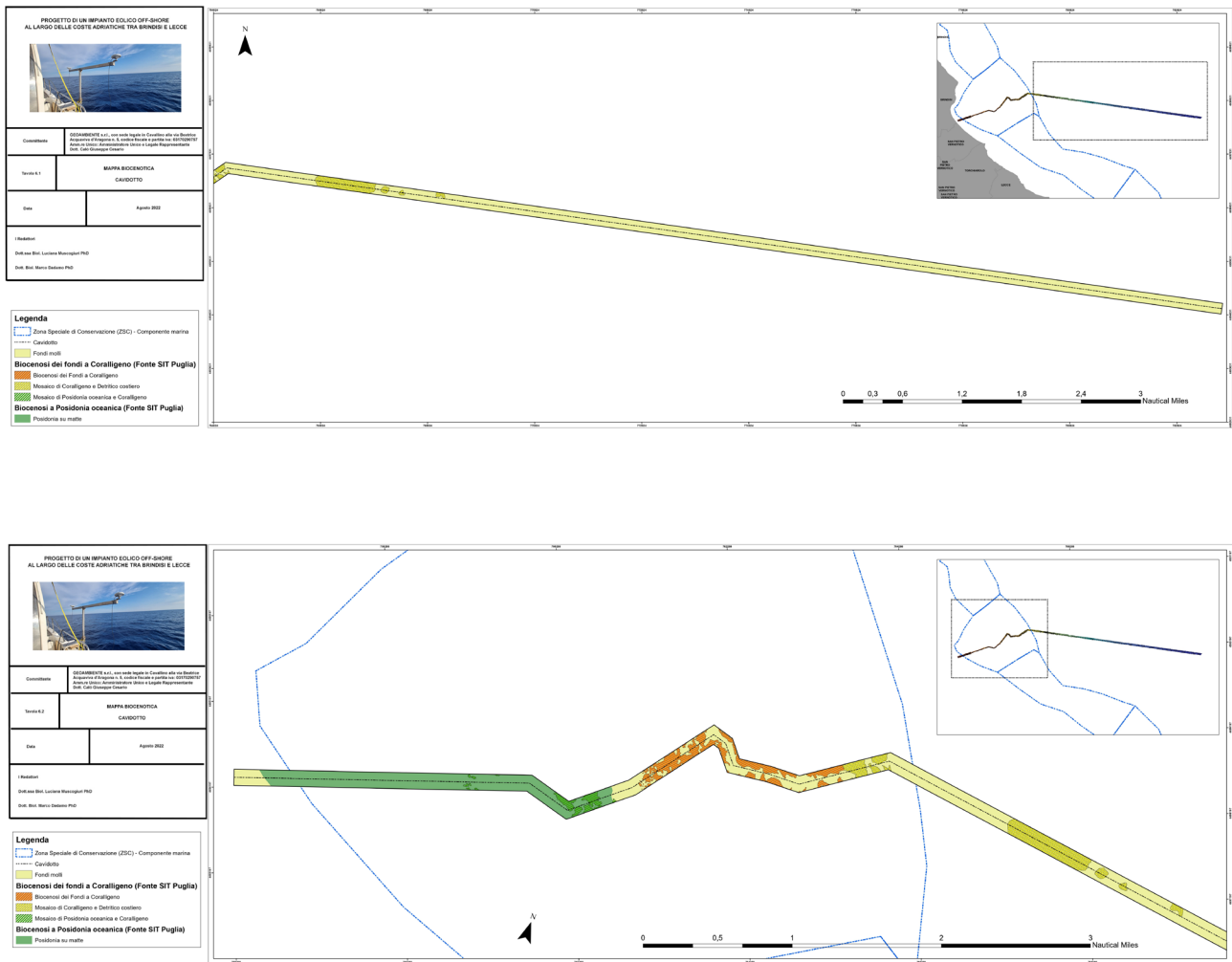


Figura 26 mappa biocenotica cavidotto marino

La mappa biocenotica in questione è stata redatta utilizzando due differenti modalità (fig.27):

- le biocenosi presenti nell'area di indagine esterna al SIC/ZSC marino Bosco Tramazzone - IT9140001 attraverso l'elaborazione delle prospezioni multibeam e l'utilizzo del tematismo raster hillshade;
- le biocenosi presenti nell'area di indagine interna al SIC/ZSC marino Bosco Tramazzone - IT9140001 attraverso l'utilizzo degli strati informativi regionali approvati con DGR 2442/2018 inerenti alla mappatura degli habitat della Direttiva 92/43/CEE all'interno delle ZSC di Puglia, sovrapposti ai sonogrammi del Side Scan Sonar.



- Aerogeneratori
- Stazione Elettrica Offshore (66/400kV)
- Punto di approdo
- SE RTN Brindisi
- Elettrodotti interni 66 kV
- Elettrodotto di connessione AT mare
- Elettrodotto di connessione AT terra
- ▨ ZSC MARE
- ▨ ZPS MARE
- ▨ ZPS_ZSC MARE

Figura 27, Inquadramento del percorso del cavo marino con evidenza delle ZSC interessate

Di seguito si riportano le tipologie di habitat individuate e le classificazioni ipotizzate con sistema SBP:

Tabella 3: Calcolo delle superfici delle biocenosi del cavo fuori e dentro la ZSC

Biocenosi cavo fuori dal SIC/ZSC marino Bosco Tramazzone - IT9140001	Area_ha
Biocenosi dei Fondi Mollì	350,64
Mosaico di Coralligeno e Detritico costiero	25,38
Posidonia su matte	7,57
Biocenosi cavo ricadenti all'interno del SIC/ZSC marino Bosco Tramazzone - IT9140001	Area_ha
Biocenosi dei Fondi a Coralligeno	28,44
Mosaico di Coralligeno e Detritico costiero	50,30

Mosaico di Posidonia oceanica e Coralligeno	7,26
Posidonia su matte	7,09
Biocenosi dei Fondi Molli	74,64

Tabella 4: Calcolo delle superfici delle biocenosi del cavidotto

Biocenosi cavidotto	Area_ha	Inc %
Biocenosi dei Fondi a Coralligeno	28,44	5,16%
Mosaico di Coralligeno e Detritico costiero	400,94	5,92%
Mosaico di Posidonia oceanica e Coralligeno	32,64	1,29%
Posidonia su matte	7,09	14,91%
Biocenosi dei Fondi Molli	82,21	72,72%
TOTALE	551,31	100%

4.5 Campagna ROV, verità a mare sul percorso del cavidotto marino

Sulla scorta dell'analisi delle biocenosi individuate nella porzione di fondale marino interessata dal percorso del cavidotto, tramite l'interpretazione dei dati geoacustici, sono stati realizzati n.3 transetti, con lo scopo di validare e verificare i risultati delle prospezioni nel campo eolico oggetto di indagine (fig. 28)

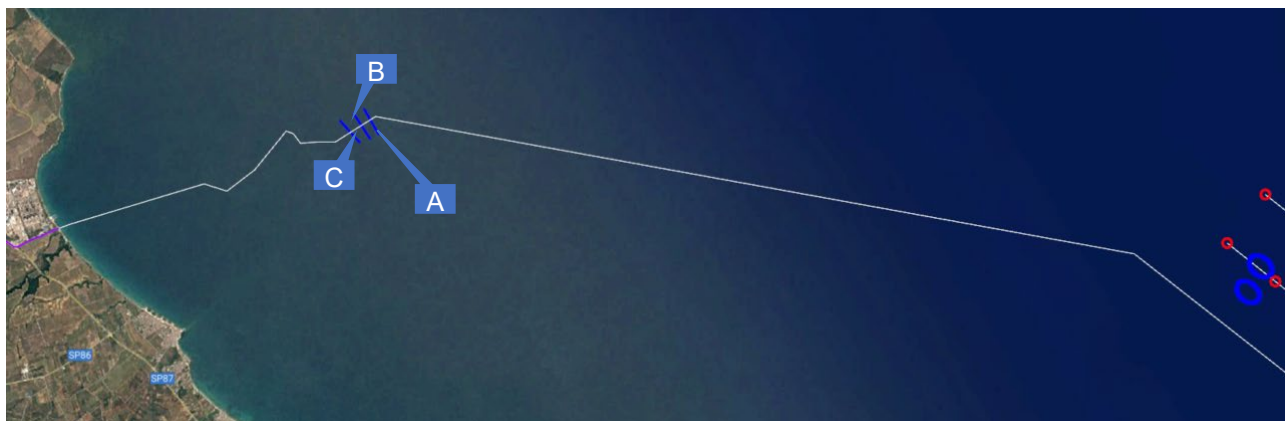


Figura 28, ubicazione indagini ROV svolte sul percorso del cavidotto

Tutti e tre i transetti realizzati confermano quanto riportato nella mappa biocenotica evidenziando la presenza di un mosaico di habitat a coralligeno e detritico costiero: porzioni di fondale caratterizzate da substrato duro concrezionato caratterizzato da Rodoficee calcaree, Poriferi (nei video sono visibili esemplari di *Axinella cannabina* di importante dimensione), Policheti e Briozoi, intervallati da ampie zone contraddistinte da biocenosi dei fondi molli (fig. 29).

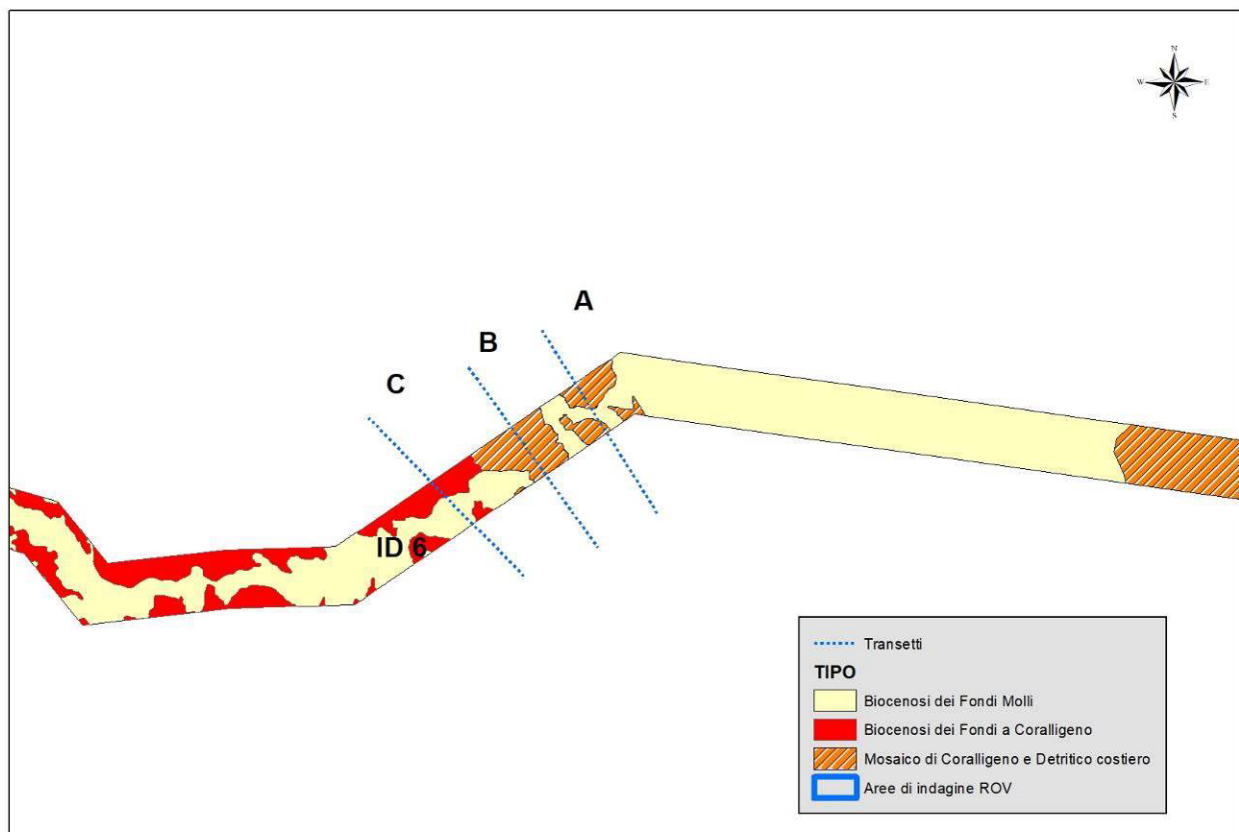


Figura 29, transetti ROV sulla mappa biocenotica del cavidotto

Si trascrivono di seguito alcuni risultati, rimandando alla relazione sull'indagine di Verità a Mare per maggiori approfondimenti:

- Transetto A - Panettoni isolati di coralligeno su substrato sabbioso



- Transetto B - Panettoni isolati di coralligeno



- Transetto C - Mosaico di biocenosi del Coralligeno e biocenosi dei fondi molli



5. CONCLUSIONI

L'area di indagine destinata ad ospitare l'impianto eolico off-shore risulta caratterizzata prevalentemente da biocenosi dei fondi molli (più dell'86%). L'analisi delle prospezioni multibeam ha evidenziato la presenza di strutture in rilievo sia in forma isolata che aggregata. Le strutture individuate come "Mosaico di Coralligeno e Fanghi Terrigeni Costieri" sulla mappa biocenotica sono state verificate e validate mediante analisi bibliografica e indagine ROV, pertanto si conferma la tematica identificata e si indica di avere particolare attenzione nella scelta dei punti di ancoraggio degli ormeggi necessari per le fondazioni flottanti.

Anche l'area di indagine destinata ad ospitare il cavidotto risulta caratterizzata prevalentemente da biocenosi dei fondi molli (più dell'72%). L'analisi dei dati mette in evidenza un evidente gradiente di biodiversità che trova il suo maggior valore all'interno della ZSC Bosco Tramazzone - IT9140001.

L'indagine ROV ha validato tale caratterizzazione. Si prende atto in questo studio che le aree analizzate mediante Verità a Mare, saranno interessate dalla posa del cavidotto mediante tecnologia in semplice appoggio, proprio per non eseguire operazioni di scavo e limitare gli effetti negativi sulla biodiversità presente nel Bosco di Tramazzone.



- TOC
- Trenching
- appoggio su fondale con protezione meccanica