



UNIONE EUROPEA



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE SARDEGNA



OPERA:

PROGETTO DI UNA CENTRALE EOLICA OFFSHORE GALLEGGIANTE NEL MARE TIRRENO DENOMINATA "SARDINIA NORTH-EAST" E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

Art. 21, D.Lgs. n. 152/2006 - DEFINIZIONE DEI CONTENUTI SIA (SCOPING)

COMMITTENTE:



AVENHEXICON S.r.l.
 Viale Luigi Majno, 5
 20122 - Milano
 C.F. e P.Iva 12219810962

PROGETTISTA:



MPOWER S.r.l.
Dott. Ing. Edoardo Boscarino
 (Coordinatore Project Team)
 Via Niccolò Machiavelli, 2 - 95030 - Sant'Agata Li Battiati (CT)
 C.F. e P.Iva 04265440877



PROJECT TEAM:

Dott. Arch. Attilio Massarelli (Staff di Coordinamento e Rendering)
 Dott. Ing. Giovanni Battaglia (Staff di Coordinamento)
 Dott. Geol. Alessandro Treffeletti (GIS)
 Dott. Geol. Damiano Gravina (GIS)
 Dott. Geol. Marco Gagliano (GIS)
 Dott. Geol. Stefania Maria Nitopi (GIS)
 Dott. Geol. Salvatore Bannò (Geologia)
 Dott. Geol. Stefania Serra (Aspetti Naturalistici ed Ambientali)

Dott. Ing. Elio Occhino (Acustica Ambientale)
 Dott. Ing. Muhammad Saqib (Aspetti strutturali e geotecnici)
 Dott. Ing. Alessandro Cali (Aspetti aeronautici)
 Geom. Antonio Fleri (Aspetti demaniali)
 Dott. Rosario Pignatello - IBLARCHÈ s.r.l.s. (Aspetti Archeologici)
 Dott. Ing. Giancarlo Guenzi - ENERGOCONSULT s.r.l. (Impianti elettrici)
 Dott. Ing. Gianni Barletta (Impianti elettrici)

OGGETTO:

SCOPING PRELIMINARE AMBIENTALE
RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

REV.	DATA	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
00	10-03-2023	EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE	SB	SB	EB

SCALA: -
 FORMATO: A4

CODICE DOCUMENTO:

SNE	SCOP	R.04	00
COMMESSA	FASE	TAVOLA	REV.

CODICE ELABORATO:
R.04.00

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 1 di 54			Doc. Prop.:

INDICE

1. PREMESSA		2
2. AREE A MARE, AREA FLOATING E TRACCIATO CAVIDOTTO MARINO		3
2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E BATIMETRICO DELLE AREE A MARE		3
2.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STUTTURALE E GEOMORFOLOGICO		6
3. AREE A TERRA INTERESSATE DAL TRACCIATO DEL CAVIDOTTO		31
3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO		31
3.2 EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFICA A SCALA REGIONALE		32
3.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, STRATIGRAFICO E GEOMORFOLOGICO		34
3.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO		36
4. INQUADRAMENTO NEL PAI E NEL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONE		37
5. INQUADRAMENTO SISMICO AREE A MARE E A TERRA		38
6. CONCLUSIONI		48
ELENCO DELLE FIGURE E DELLE TABELLE		50
BIBLIOGRAFIA		52

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021			
	Rev. 0				
	Data: 10/03/2023		Pagina 2 di 54		Doc. Prop.:

1. PREMESSA

Nella presente relazione vengono descritte le caratteristiche geologiche, delle aree a mare e a terra per il progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica offshore di tipo galleggiante della potenza complessiva di 2.000 MW, da installare a largo delle coste nord-orientali della Sardegna e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) da realizzarsi a cura della **società proponente AVENHEXICON S.r.l.**, nata come joint venture paritetica tra la società di sviluppo di impianti rinnovabili **AVAPA ENERGY S.r.l.** con sede in Italia e la società svedese **HEXICON A.B.**

L'impianto eolico offshore in progetto denominato "SARDINIA NORTH-EAST", insiste su una superficie complessiva di specchio acqueo pari a 623 kmq nel Mare Tirreno a largo delle coste della Sardegna Nord-Orientale, ubicata a circa 13 miglia nautiche (24 km) dalle coste più vicine situate tra il Golfo di Olbia e l'Isola della Maddalena.

Esso è composto da n. 40 strutture di fondazione galleggianti a forma triangolare ancorate al fondale, dotate ciascuna di n. 2 aerogeneratori, ciascuno con potenza nominale di 25 MW, per un numero totale di aerogeneratori pari a 80 ed una potenza totale dell'impianto di 2.000 MW.

Per quanto riguarda l'energia prodotta e trasformata su n. 2 SSE offshore galleggianti da 150 kV C.A. a 500 kV C.C., si propone con il presente progetto l'immissione della energia prodotta sulla rete nazionale di Terna sulla SSE a 380 kV ubicata in corrispondenza della centrale termoelettrica di Torrevaldaliga nel territorio del Comune di Civitavecchia (RM). Tale ipotesi potrà essere successivamente confermata o modificata in funzione alla STMG che sarà fornita da Terna.

Il trasporto di tale energia avverrà tramite due coppie di cavidotti subacquei HVDC a 500 kV (Tensione totale per ciascuna coppia di cavi 1.000 kV), con una eventuale predisposizione per il raddoppio delle coppie di cavi per garantire il back-up, i quali attraverseranno l'intero Mare Tirreno per una lunghezza rispettivamente di 196 e 190 km fino al litorale laziale denominato "Spiaggia Valdaliga", in prossimità della centrale termoelettrica di Enel "Torrevaldaliga" nel Comune di Civitavecchia, e successivamente, attraverso due coppie di cavidotti terrestri, che percorreranno il breve tratto di rete stradale esistente fino alla SSE "Torrevaldaliga" di Terna S.p.A., per una lunghezza di circa 1,4 km.

Tale studio ha lo scopo di definire e caratterizzare da un punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico, stratigrafico e sismico l'area in esame, al fine di definire, eventuali situazioni che presentino livelli di pericolosità geologica tali da poter influenzare in maniera significativa le scelte progettuali, nel rispetto delle componenti ambientali e della naturale vocazione del territorio, secondo la normativa vigente.

A tali obiettivi si è giunti tramite questo primo lavoro di ricerche bibliografiche, consultazione di lavori eseguiti nelle aree oggetto di intervento, pubblicazioni di natura scientifica, rilievi fotogrammetrici estesi ad un intorno significativo del sito; alla quale seguirà una campagna più dettagliata di indagini dirette e indirette sia a mare che sulla terraferma, in fase di progettazione definitiva e/o esecutiva.

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Rev. 0	Contratto: 30/11/2021	Data: 10/03/2023	Pagina 3 di 54
					Doc. Prop.:

2. AREE A MARE, AREA FLOATING E TRACCIATO CAVIDOTTO MARINO

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E BATIMETRICO DELLE AREE A MARE

L'impianto eolico offshore in progetto denominato "SARDINIA NORTH-EAST", si sviluppa a largo della costa nord-orientale della Sardegna.

L'impianto eolico offshore insiste:

- sul mare della Piattaforma Continentale Italiana e della Scarpata superiore, all'esterno delle 12 miglia nautiche dalla costa ed entro le 200, ai fini dell'installazione delle torri eoliche, della sottostazione flottante, dei cavi marini in AT di collegamento degli aerogeneratori alla stazione off-shore e di parte del cavidotto marino in AAT;
- sul mare territoriale, entro le 12 miglia marine dalla cosiddetta linea di base, per il passaggio della restante parte di cavidotto marino in AAT sino alla terraferma;
- su parte del territorio regionale laziale, per il passaggio dei cavidotti terrestri, dal punto di approdo a terra sito nella spiaggia Valdaliga del Comune di Civitavecchia (RM), sino al punto di connessione alla RTN, rappresentato dalla SE a 380 kV di Terna nel Comune di Civitavecchia.

L'impianto prevede:

➤ una parte off-shore costituita da:

- due sottostazioni elettriche offshore galleggianti HVDC (OTM1 e OTM2) di trasformazione 150/500 kV e conversione AC/DC;
- cavi di interconnessione in AT tra i diversi gruppi di aerogeneratori e la sottostazione offshore;
- due coppie di cavi sottomarini di trasporto dell'energia in AAT HVDC, che raggiungono il punto di giunzione con i cavi terrestri sulla spiaggia Valdaliga nel territorio comunale di Civitavecchia (RM), coprendo la distanza di circa 196 km.

L'area di progetto, così come si evince dalle tavole di progetto, ricade al largo Capo Figari e del Golfo di Congianus, con batimetria compresa tra le quote 200 e 1000 m.

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata “SARDINIA NORTH-EAST”			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021				
Rev. 0					
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 4 di 54		Doc. Prop.:	

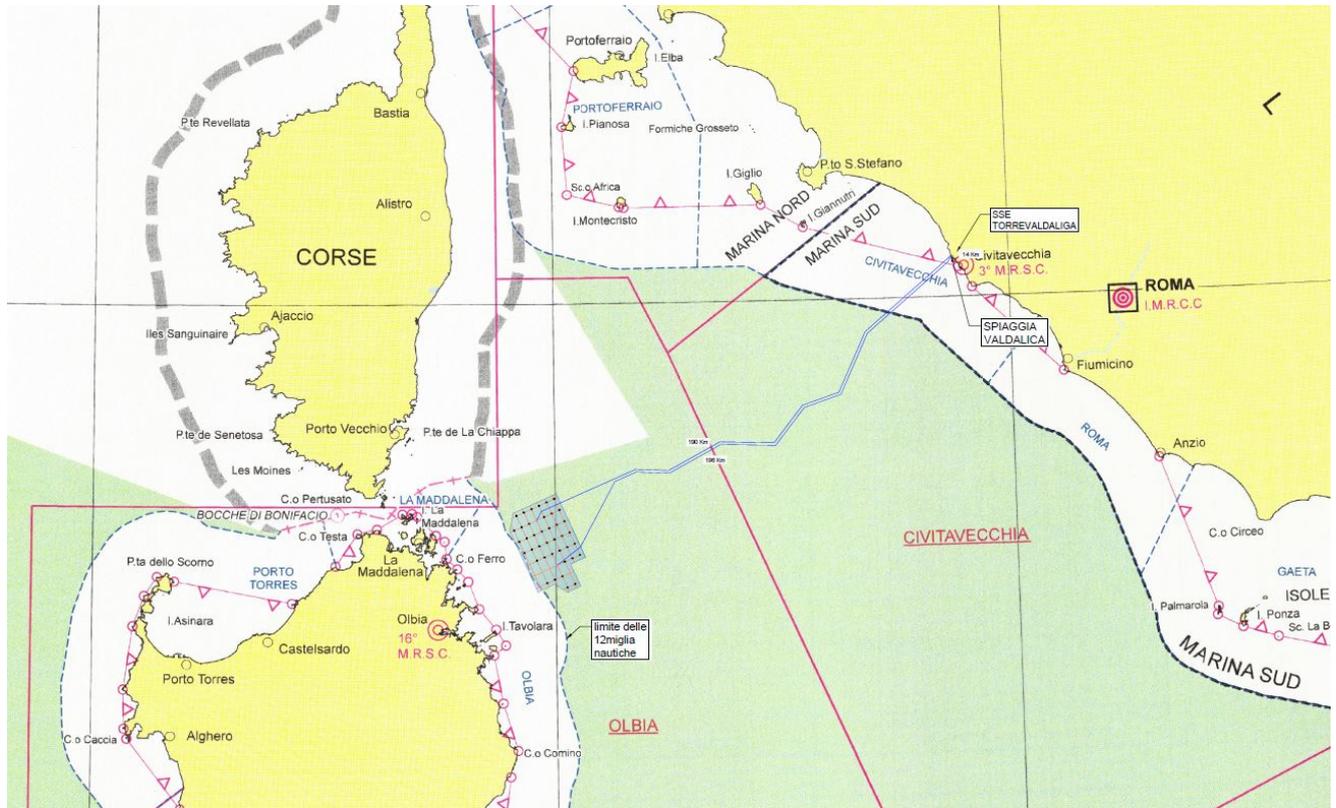


Fig. 1 – Ubicazione area impianto e tracciato cavidotto su carta nautica.

Si riporta una mappa batimetrica dell'area in esame, tratta dal sito emodnet.geology.eu

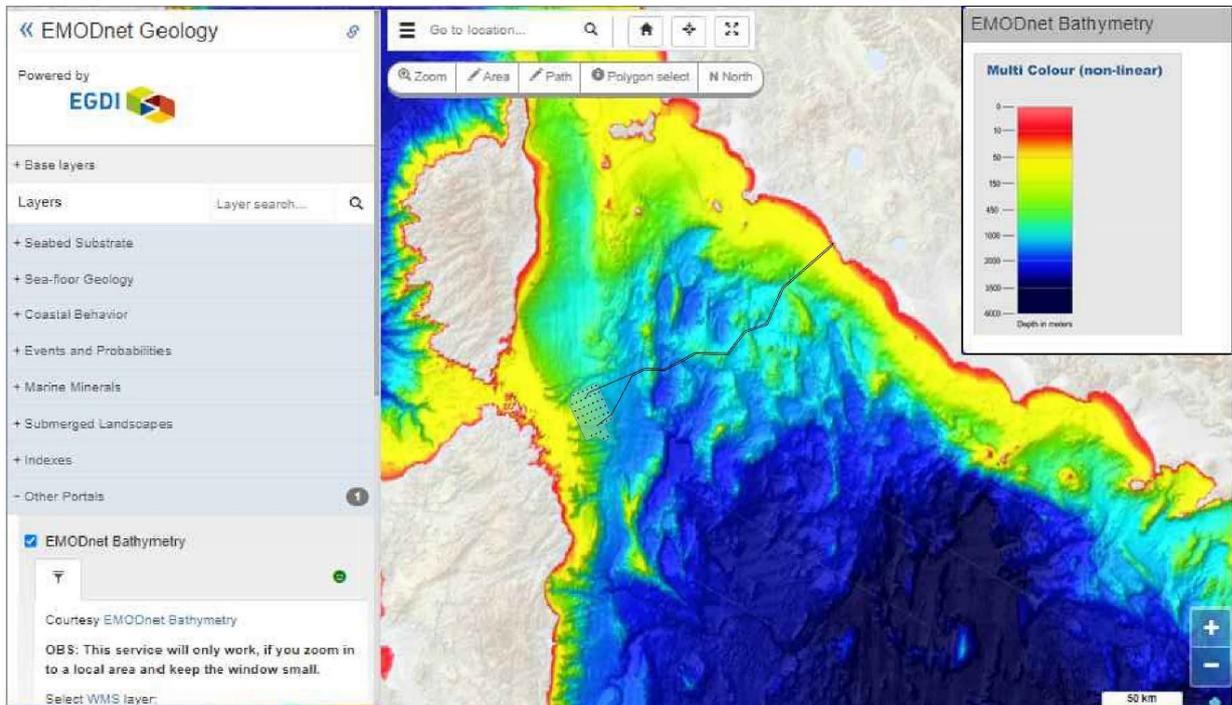


Fig. 2 – Mappa batimetrica tratta dal sito emodnet.geology.eu, con l'indicazione dell'area floating e del tracciato del cavidotto.

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 5 di 54		Doc. Prop.:	

Le coordinate dei vertici dell'area dell'impianto sono:

1° VERTICE:

COORDINATE GEOGRAFICHE UTM WGS84 FUSO 32: 584091.155 E
4581077.655 N

COORDINATE GEOGRAFICHE ED50: LONG: 10.006592
LAT: 41.377849

2° VERTICE:

COORDINATE GEOGRAFICHE UTM WGS84 FUSO 32: 594710.560 E
4557894.059 N

COORDINATE GEOGRAFICHE ED50: LONG: 10.129955
LAT: 41.16788

3° VERTICE:

COORDINATE GEOGRAFICHE UTM WGS84 FUSO 32: 589254.815 E
4555394.989 N

COORDINATE GEOGRAFICHE ED50: LONG: 10.064568
LAT: 41.145992

4° VERTICE:

COORDINATE GEOGRAFICHE UTM WGS84 FUSO 32: 593003.773 E
4547213.027 N

COORDINATE GEOGRAFICHE ED50: LONG: 10.107994
LAT: 41.071883

5° VERTICE:

COORDINATE GEOGRAFICHE UTM WGS84 FUSO 32: 588182.543 E
4545004.629 N

COORDINATE GEOGRAFICHE ED50: LONG: 10.050301
LAT: 41.05253

6° VERTICE:

COORDINATE GEOGRAFICHE UTM WGS84 FUSO 32: 583581.051 E
4547846.508 N

COORDINATE GEOGRAFICHE ED50: LONG: 9.995941
LAT: 41.078612

7° VERTICE:

COORDINATE GEOGRAFICHE UTM WGS84 FUSO 32: 577492.203 E
4545057.470 N

COORDINATE GEOGRAFICHE ED50: LONG: 9.923117
LAT: 41.054095

8° VERTICE:

COORDINATE GEOGRAFICHE UTM WGS84 FUSO 32: 567308.342 E
4567290.215 N

COORDINATE GEOGRAFICHE ED50: LONG: 9.804389
LAT: 41.255251

9° VERTICE:

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021				
Rev. 0					
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 6 di 54		Doc. Prop.:	

COORDINATE GEOGRAFICHE UTM WGS84 FUSO 32: 568360.138 E
 4573871.967 N
 COORDINATE GEOGRAFICHE ED50: LONG: 9.817682
 LAT: 41.314442

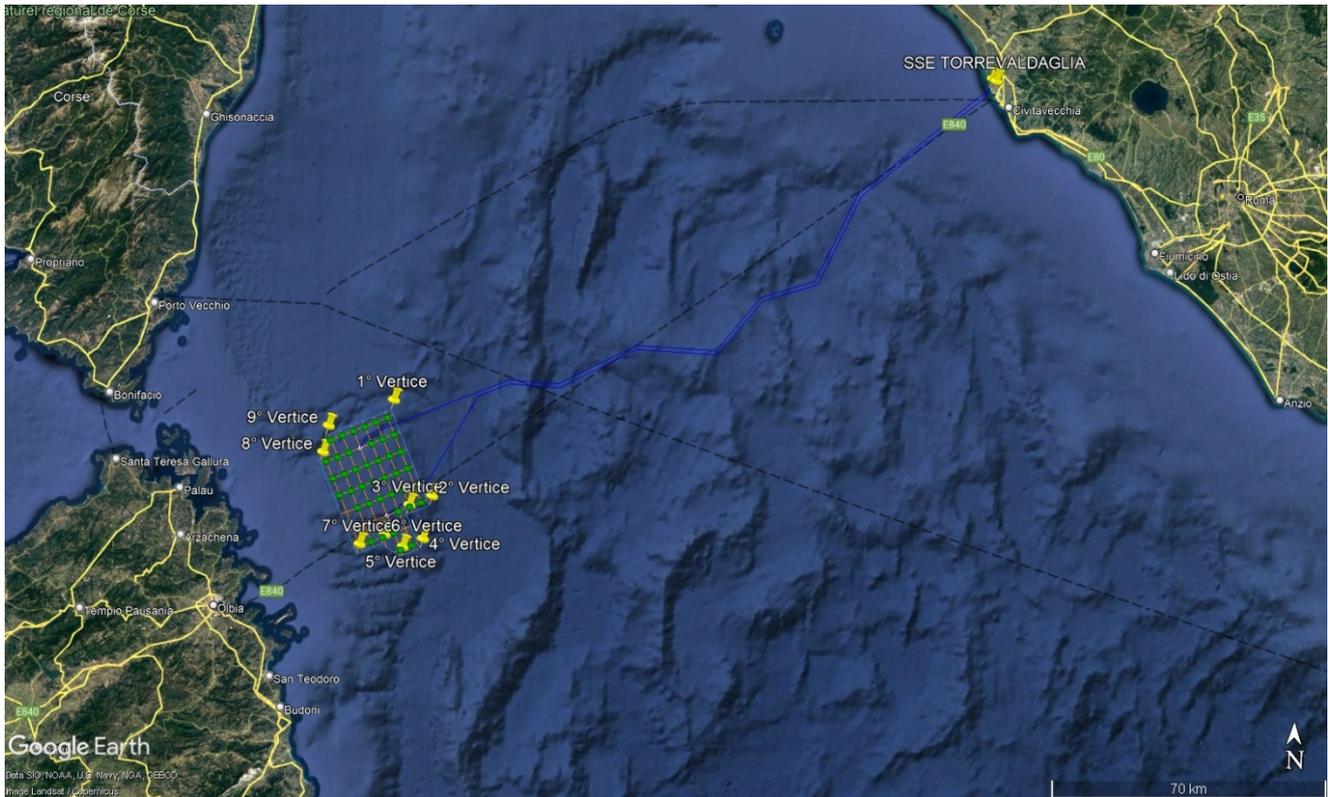


Fig. 3– Ubicazione geografica su Google Earth, con il poligono blu è segnata l'area floating e con le linee blu il tracciato del cavidotto sottomarino con approdo alla spiaggia di Valdaliga comune di Civitavecchia.

2.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE E GEOMORFOLOGICO

L'area interessata dalle opere in progetto interessa il margine continentale della Sardegna nord-orientale (Fig. 3), comprende oltre la piattaforma continentale anche la scarpata superiore che si estende fino ad una profondità di circa 1.000 metri, al largo della costa nord-orientale della Sardegna.

Le conoscenze dei fondali marini circostanti la Sardegna, estremamente limitate fino alla seconda metà degli anni '70, sono state acquisite una serie di informazioni oceanografiche fisiche dall'Istituto Idrografico della Marina Militare Italiana e raccolti in grafici su varie scale.

Tuttavia, questi documenti, redatti ad uso della navigazione con particolare riferimento alla sicurezza lungo la costa, al di là dei -20 metri risultavano essere difficilmente utili per la ricostruzione di morfologie sommerse.

Basandosi sui dati acquisiti durante le crociere oceanografiche eseguite nell'ambito del Progetto "Oceanografia e fondi marini" del CNR, sono state definite le principali caratteristiche

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata “SARDINIA NORTH-EAST”			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021			
	Rev. 0				
Data: 10/03/2023	Pagina 7 di 54		Doc. Prop.:		

strutturali e morfologiche che caratterizzano la piattaforma continentale della Sardegna.

Fisiograficamente si evidenziano le differenze della piattaforma tra la zona più a est e quella a ovest. La prima ha una larghezza media di pochi chilometri, con un pendio molto ripido che termina alla profondità di -1000 metri circa in corrispondenza con il bacino sardo, mentre la seconda ha una larghezza media variabile fino a circa 50 chilometri e un pendio ripido che si estende fino alla pianura abissale del Mare di Sardegna ad una profondità di circa -2800 metri.

Più complesse sono le caratteristiche geomorfologiche e geologiche, la cui natura è strettamente correlata con l'impostazione stratigrafica e strutturale delle terre emerse.

Sulla base dei dati acquisiti durante il Progetto “Oceanography and Marine Seabottom”, Ulzega e altri nel 1988 produssero il “Geomorphological Marine” e la “Continental Chart of Sardinia” scala 1: 500.000; mappando per la prima volta i margini continentali della Sardegna. Si riporta uno stralcio della carta geomorfologica della Sardegna marina e continentale, tratta da Ulzega et al., 1988 con ubicazione delle opere in progetto.

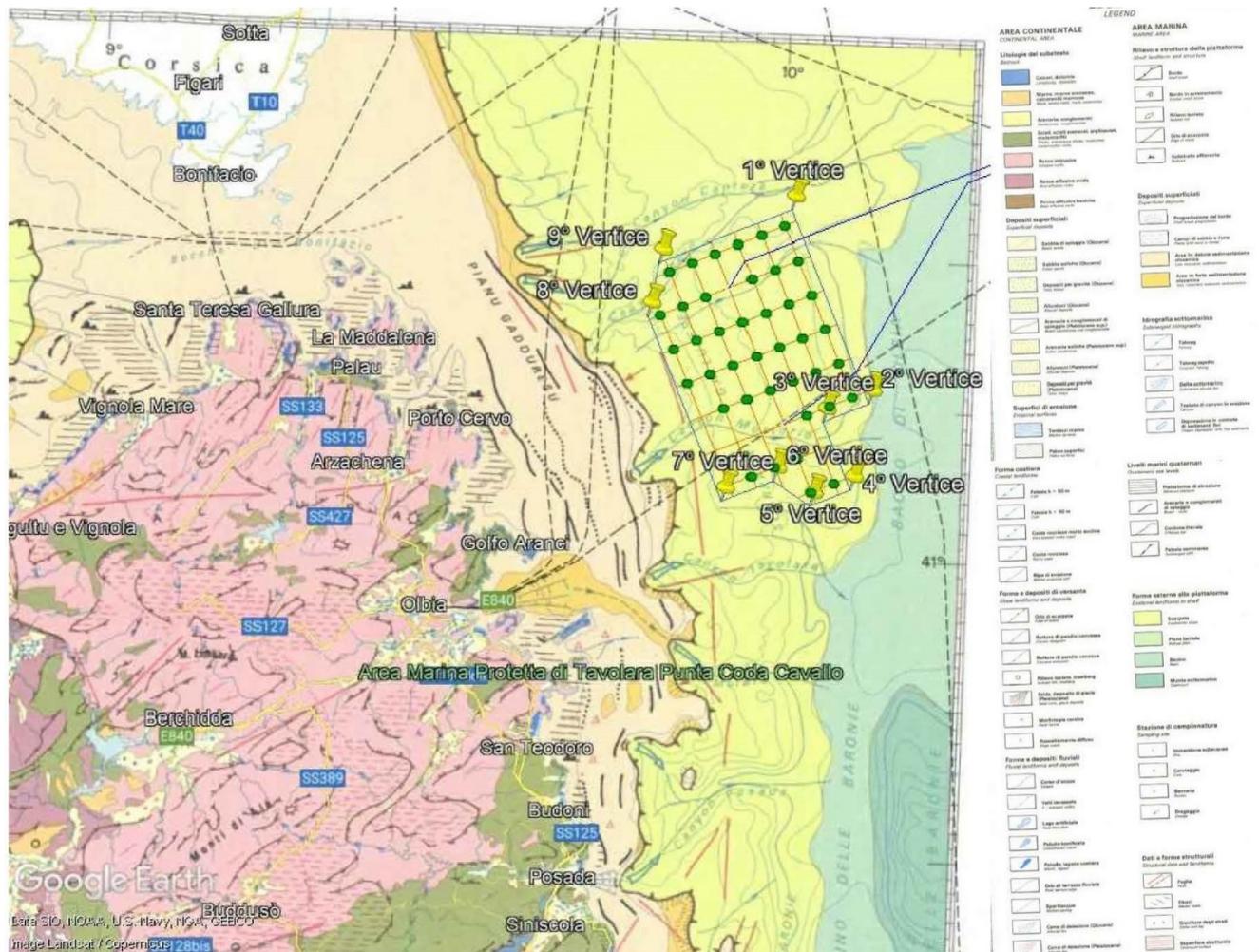


Fig. 4 – Stralcio della “Carta geomorfologica della Sardegna marina e continentale” CNR. Ulzega et al., 1988, con indicazione dell’area floating e del tracciato del caviodotto.

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 8 di 54			Doc. Prop.:

Con gli studi sopra riportati, accompagnate da numerose crociere oceanografiche e con la collaborazione dell'Istituto di Geologia dell'Università di Cagliari, si è proceduto allo studio dell'intera piattaforma continentale dell'isola.

Lo studio sistematico della piattaforma continentale sarda, al fine di ricostruire la morfologia, l'evoluzione geomorfologica e la struttura geologica, venne impostato inizialmente con lo scopo di individuare sulla piattaforma le condizioni, sia attuali che passate, che potevano aver favorito la concentrazione di minerali utili.

Nel corso delle crociere effettuate dal 1976 al 1991 sono stati eseguiti rilievi ecografici ad alta (Narrow Beam, 12 KHz) e bassa (SBP, 3.5 KHz) frequenza, rilievi sismici a riflessione ad alta risoluzione (sparker e uniboom) e magnetometrici, nonché numerose stazioni di campionatura dei sedimenti di fondo, mediante bennate, dragaggi, carotaggi e prelievi diretti con sommozzatori.

Il bacino sardo rappresenta un bacino peritirrenico ubicato sulla scarpata superiore della Sardegna, che si estende da capo Carbonara al canyon di Caprera.

Sulla scarpata inferiore, separato dal bacino Sardo tramite il rilievo delle Baronie, si estende poi il bacino del Cornaglia (Fig.5).



Fig. 5 – Carta batimetrica semplificata del Mar Tirreno.

Questi bacini sono originati da faglie distensive orientate prevalentemente N-S che producono una serie di graben e semi-graben.

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Rev. 0	Contratto: 30/11/2021	Doc. Prop.:	
	Data: 10/03/2023		Pagina 9 di 54		

Il basamento è costituito da rocce paleo-mesozoiche affini a quelle affioranti in Sardegna; sul Monte delle Baronie, che separa il bacino sardo da quello del Cornaglia, sono presenti rocce serpentinitiche a presunta affinità alpina.

I più antichi depositi all'interno di questi bacini, in accordo con quanto rilevabile a terra in Sardegna, sono attribuiti all'Oligocene.

I depositi pre-messiniani raggiungono lo spessore di 2600 m e la loro parte basale, di età anteriore al Tortoniano, si è deposta prima dell'inizio dell'attività distensiva che ha dato origine all'apertura tirrenica; a partire dal Tortoniano invece la sedimentazione è stata coeva con la rotazione dei blocchi bordati dalle faglie distensive.

Il Messiniano è rappresentato da depositi evaporitici cui seguono in discordanza i sedimenti pliocenico-quadernari che raggiungono lo spessore di 1600 m.

Nel bacino del Cornaglia il Messiniano è caratterizzato da uno spesso e continuo livello di sale che dà origine a frequenti strutture di tettonica salina.

Si riporta una figura tratta dal sito emodnet geology.eu della successione stratigrafica dei fondali marini al largo della costa sarda.

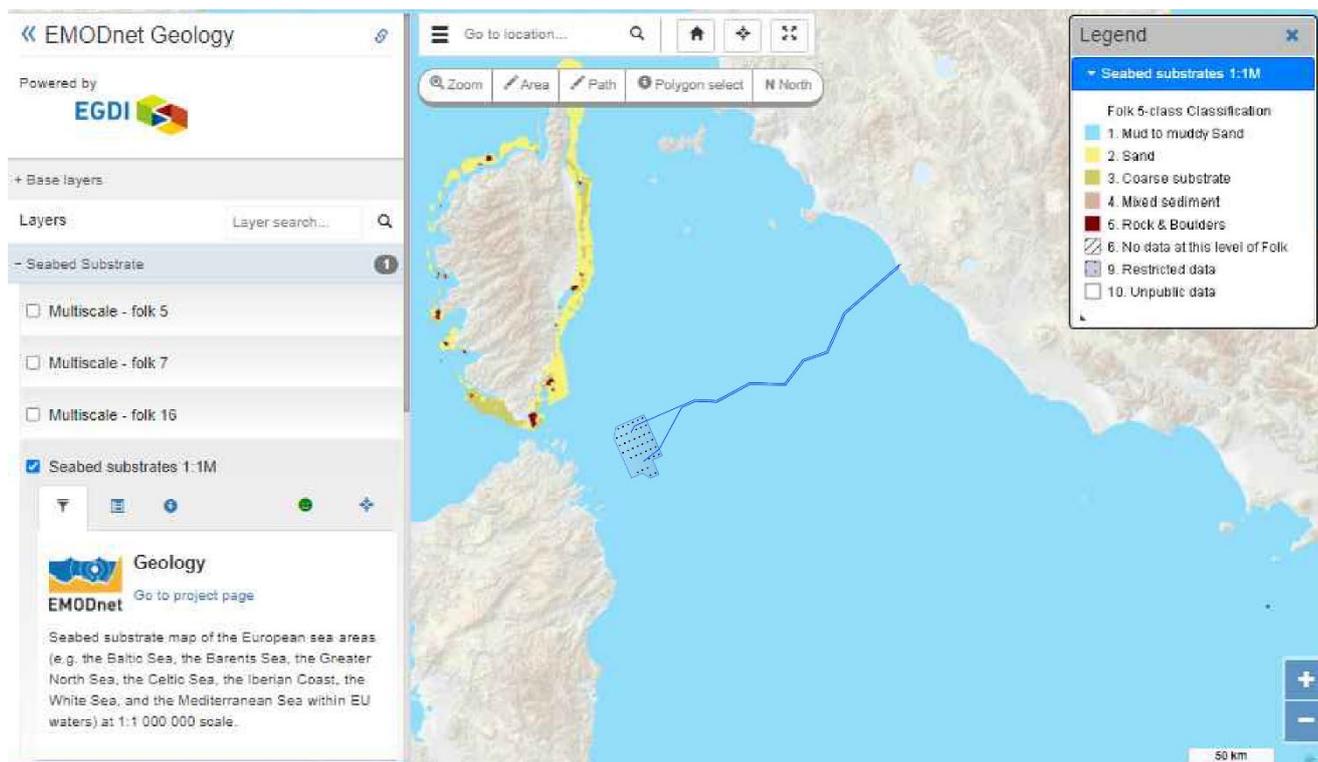


Fig.6 – Mappa del substrato tratta dal sito emodnet geology.eu, con l'indicazione dell'area floating e del tracciato del cavidotto.

Il basamento della piattaforma continentale orientale è ricoperto quasi completamente da uno spessore importante di sedimenti plio-quadernari che influiscono sulla morfologia rendendola estremamente monotona e regolare.

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Rev. 0	Contratto: 30/11/2021	Data: 10/03/2023	Pagina 10 di 54
				Doc. Prop.:	

In generale l'acclività si presenta pressoché costante dalla linea di costa fino al ciglio, il quale presenta una netta rottura di pendio ed è costituito da accumuli di sedimenti in progradazione.

Il ciglio, mediamente sopra i -120m, presenta una netta rottura di pendio con aree in progradazione estremamente limitate; in corrispondenza delle testate dei canyon l'erosione regressiva porta talora in affioramento il substrato.

Il bordo della piattaforma continentale sarda si presenta frastagliato in quanto caratterizzato dalla presenza di una serie di testate (in arretramento) di canyon (Canyon Caprera, Canyon Cervo, Canyon Mortorio) che incidono la sottostante scarpata (Scarpata Gallurese o Pianu Gadduresu).

La piattaforma continentale si divide in piattaforma interna o prossimale, molto articolata e complessa, e piattaforma esterna o distale.

La suddivisione risulta necessaria in quanto si esplicano differenti modalità della dinamica marina, che condizionano in modo determinante i processi evolutivi sia delle coste che dei fondali.

La parte interna della piattaforma si estende dalla linea di riva alla batimetrica -50 m. e comprende tutti i fondali prossimali in cui si trovano le isole maggiori e minori, gli scogli e le secche. La porzione esterna, si estende dalla batimetrica -50 m. sino alla massima profondità di circa -100 m.

L'area di piattaforma esterna è caratterizzata da debole sedimentazione a bassa energia su una morfologia estremamente regolare.

Nel paesaggio sommerso della piattaforma interna ed esterna, si rilevano depressioni, attualmente colmate da sedimenti olocenici, localizzate principalmente in corrispondenza delle grandi insenature (Golfo di Cugnana, Golfo di Marinella, Golfo del Pevero), la cui genesi è di natura tettonica, sviluppandosi secondo le principali linee di faglia (direzione NNE-SSW) che caratterizzano l'area.

Il loro modellamento è da imputarsi alle fasi glacio-eustatiche che caratterizzano l'ultima era geologica (Quaternario), soprattutto durante la forte fase regressiva wurmiana (stage 4,3,2); in quel periodo si verificano processi erosivi da parte sia degli agenti esogeni che dei corsi d'acqua, determinando un paesaggio ben diverso dall'attuale, con la formazione di sistemi cordone litorale-laguna, durante la progressiva regressione marina (massimo regressivo -110/-120 m), a cui è seguita la trasgressione versiliana che rimaneggia e rimodella le morfologie preesistenti.

Questa situazione è testimoniata dall'andamento delle principali linee di drenaggio sommerse che terminano in corrispondenza delle testate dei canyon precedentemente citati.

A completamento e ulteriore conferma dell'inquadramento geologico-morfologico-sismico delle aree a mare si riporta una sintesi dei risultati dello studio MAGIC (2007-2013) realizzato da CNR-IAMC, CONISMA ed OGS, foglio 55 Tavolara e dell'evoluzione del Mar Tirreno dell'area interessata dal tracciato del cavidotto.

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE		Contratto: 30/11/2021			
Rev. 0					
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 11 di 54		Doc. Prop.:	

Lo studio MAGIC ha definito e rappresentato i principali elementi morfobatimetrici dei fondali marini, in particolar modo quelli derivanti da dinamiche morfo-sedimentarie che implicano mobilità e/o instabilità dei sedimenti e conseguenti situazioni di pericolosità per le infrastrutture e le aree costiere urbanizzate.

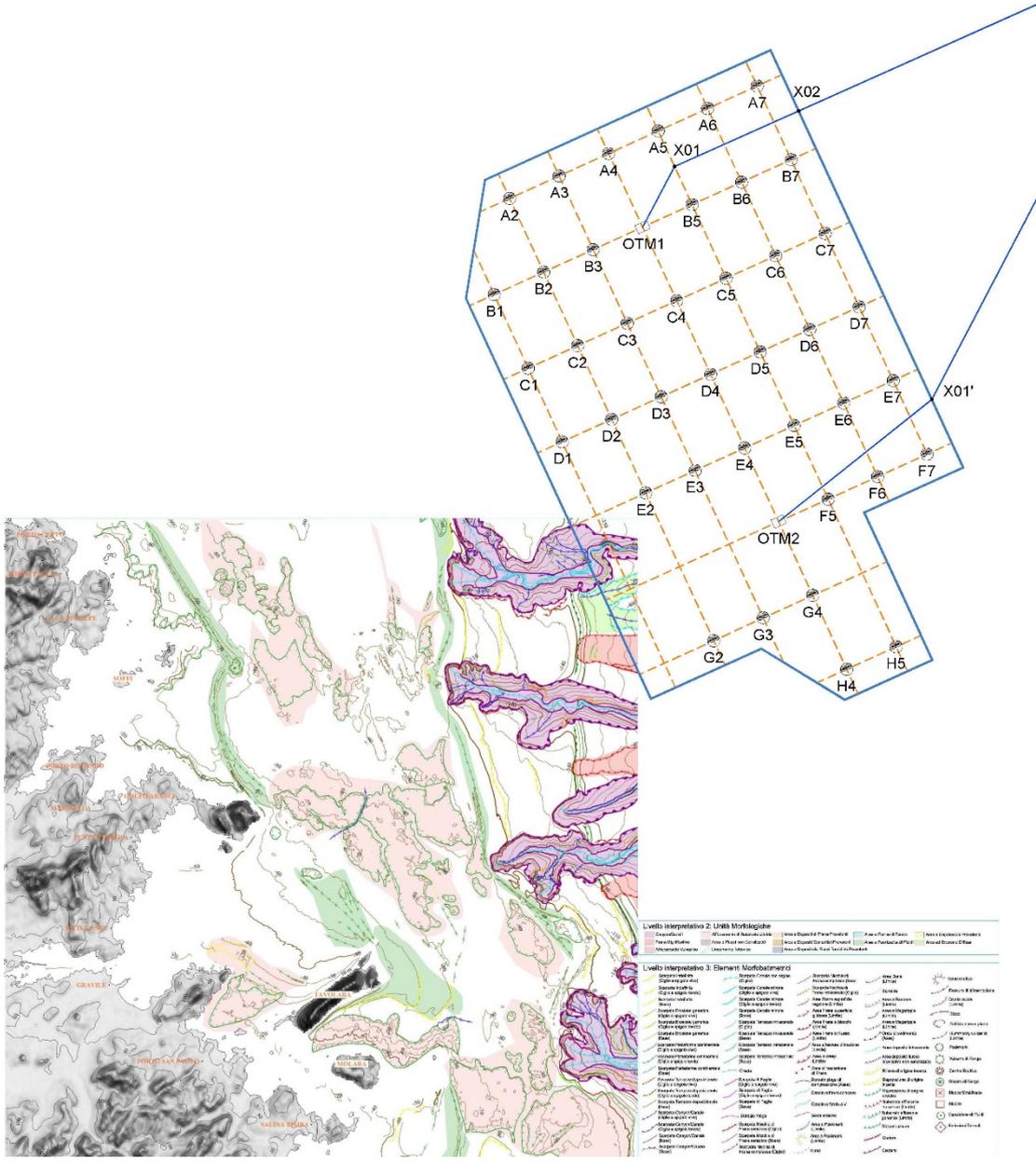


Fig. 7 - Unità morfologiche ed elementi morfobatimetrici presenti "progetto MAGIC", con le opere in progetto.

Il foglio 55 Tavolara interessa una parte dell'area floating, mentre lo sviluppo del caidotto marino interessa il Tirreno centro-settentrionale.

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Rev. 0	Contratto: 30/11/2021	Data: 10/03/2023	
			Pagina 12 di 54	Doc. Prop.:	

Il Foglio 55 ("Tavolara") è situato nel settore settentrionale del margine orientale della Sardegna (Tirreno centrale). Il margine orientale della Sardegna rappresenta il margine passivo del bacino del Mar Tirreno meridionale e centrale (Marani & Gamberi, 2004) (Fig. 8 e 9).

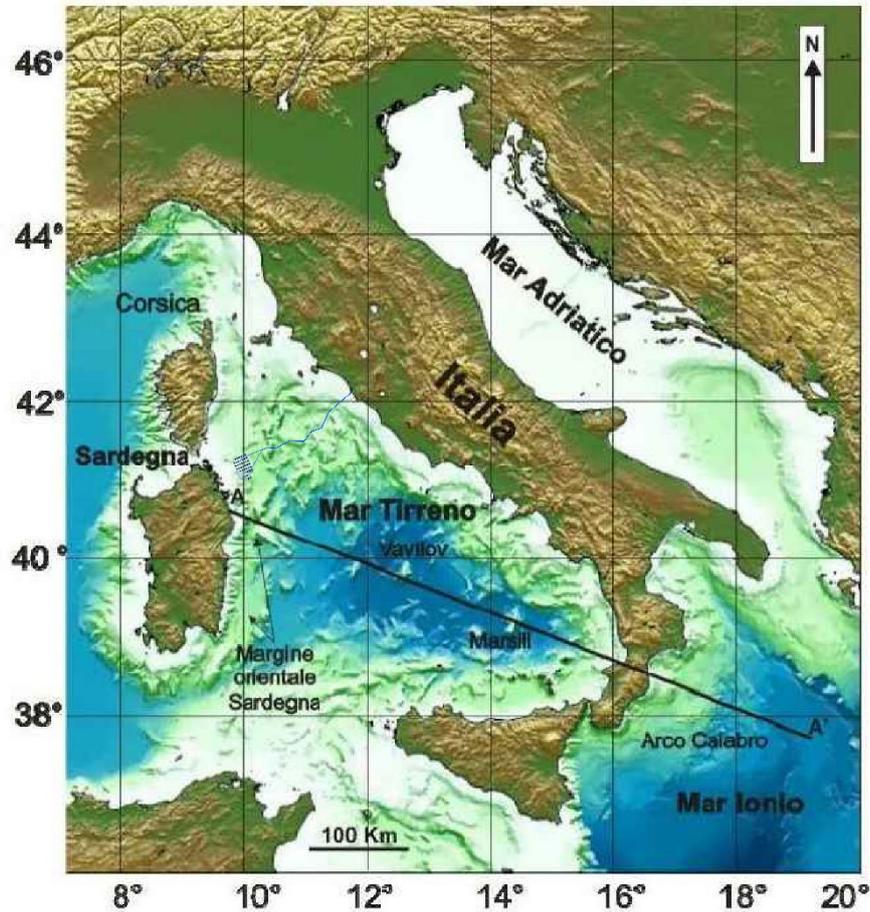


Fig. 8 - Shaded relief del Bacino tirrenico e del Mar Ionio e Mare Adriatico. Dati topografici Globe (1999) e dati batimetrici GEBCO (1997). Il profilo A-A' è mostrato in figura 9.



Fig. 9 - Schema geologico del Bacino Tirrenico. (Modificato da Bosellini, 2005).

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021				
Rev. 0					
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 13 di 54		Doc. Prop.:	

Il bacino del Tirreno rappresenta un bacino estensionale Neogenico, a carattere episuturale (sensu Bally & Snelson, 1980), formatosi a partire dal Miocene Superiore nel contesto di convergenza litosferica cretatico-terziari, fra le placche Africana, Adriatica ed Euro-asiatica (Kastens & Mascle, 1990). I modelli geodinamici volti a spiegare l'apertura del Tirreno sono diversi e non del tutto esaurienti. Tra questi modelli vanno segnalati: a) Tirreno come bacino di retroarco formatosi per arretramento da O verso E (roll-back) di un piano di Benioff immergente verso W e legato alla subduzione della placca Ionica (Malinverno & Ryan, 1986) e che attualmente sembra rappresentare il modello più attinente (Fig.); b) apertura del bacino Tirreno in conseguenza di una risalita diapirica di materiale astenosferico (Locardi & Nicholich, 1992); c) apertura legata ad estensioni a scala litosferica (Wang, 1989).

Negli ultimi decenni il bacino del Tirreno è stato oggetto di numerose indagini di carattere geologico, paleontologico e geofisico, culminate negli anni 70 con i Legs 12 e 42 del progetto DSDP (Ryan, Hsu et al., 1973; Montandert et al., 1978) e alla fine degli anni 80 con l'effettuazione del Leg 107 nell'ambito del progetto ODP (Kastens, Mascle et al., 1990). Dal punto di vista geodinamico queste indagini hanno messo in evidenza numerosi episodi di rifting che hanno interessato il margine orientale della Sardegna e successivamente sono migrati nel tempo e nello spazio in direzione E-SE, dando origine alla configurazione attuale del Tirreno (Fig. 10).

In particolare, basandosi sui dati raccolti durante la campagna ODP Leg 107, i processi di distensione crostale (rifting) che coinvolsero il settore del margine orientale della Sardegna e che successivamente portarono all'apertura del bacino Tirrenico iniziarono nel Tortonianiano Superiore (10 Ma) e si conclusero nel Pliocene Inferiore (5.3 Ma) (Kastens & Mascle, 1990).

Durante il Tortonianiano Superiore, i processi di fagliazione ed assottigliamento crostale si concentrano nel settore superiore del margine, mentre durante il Messiniano (6.5-4.8 Ma) il settore di massima estensione si sposta verso SE (Sartori et al., 1990; Kastens & Mascle, 1990). Durante il Messiniano il settore inferiore del margine, rappresentato attualmente dal Terrazzo di Cornaglia diviene sede di deposizione evaporitica: i sedimenti di syn-rift del Terrazzo Cornaglia sono infatti in prevalenza di età Messiniano-Pliocene Inferiore, e sono indicativi del fatto che questo settore del margine, in quel periodo, era il più attivo (Spadini et al., 1995). Le fasi finali di estensione crostale collegate all'apertura del Tirreno Meridionale e terminate con la messa in posto di crosta oceanica nel sottobacino del Vavilov, il più vecchio del Tirreno, sono state datate a circa 3.5 Ma (Sartori, 1990).

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

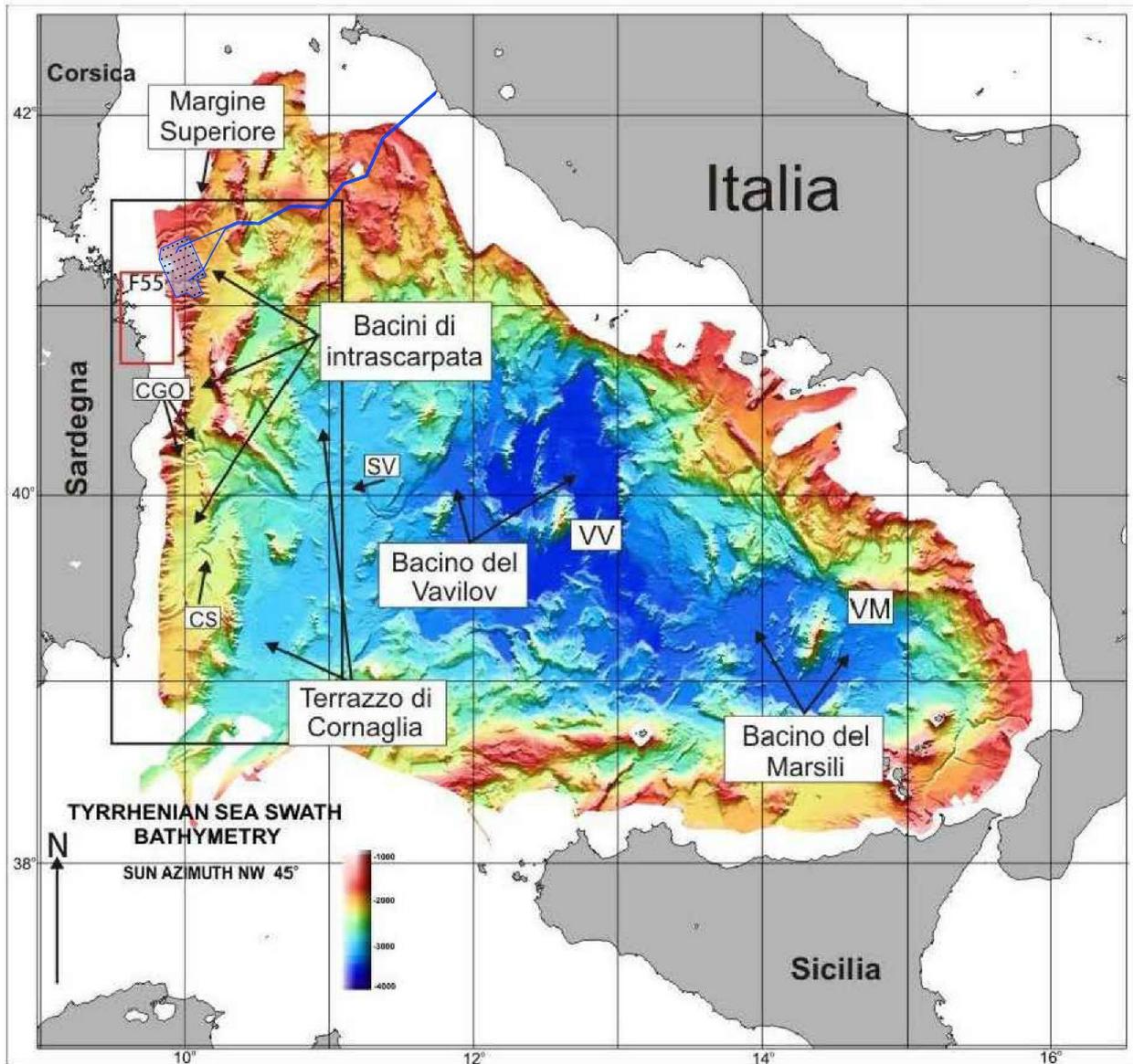


Fig. 10 - Rappresentazione a rilievo ombreggiato della batimetria del mar Tirreno Meridionale e Centrale acquisita tramite ecoscandaglio multi fascio dall'ISMAR-Bologna durante le campagne TIR96 e TIR99 (illuminazione da NO 45°).

Il rettangolo nero indica l'estensione areale del margine orientale della Sardegna, diviso in un settore superiore caratterizzato da bacini di intrascarpata, e un settore inferiore corrispondente al Terrazzo Cornaglia. CGO: canyon Gonone-Orosei; CS:canyon Sarrabus; SV: Valle di Sardegna; VV: Vulcano del Vavilov; MV: Vulcano del Marsili. (Immagine modificata da Marani & Gamberi, 2004).

L'apertura del Mar Tirreno è comunque avvenuta successivamente alla strutturazione della catena appenninica e le sue fasi sono mostrate nella ricostruzione paleogeografica proposta di seguito nella Fig. 11, che mostra le fasi di apertura del Mar Tirreno, dal Miocene superiore al Pleistocene, (Mantovani E. et alii 2007), un lavoro in cui si riportano le evidenze primarie sul meccanismo genetico del sistema fossa-arco-retroarco Tirreno-Appenninico ricavato dalle sezioni sismiche CROP.

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

FIG. A - MIOCENE SUPERIORE

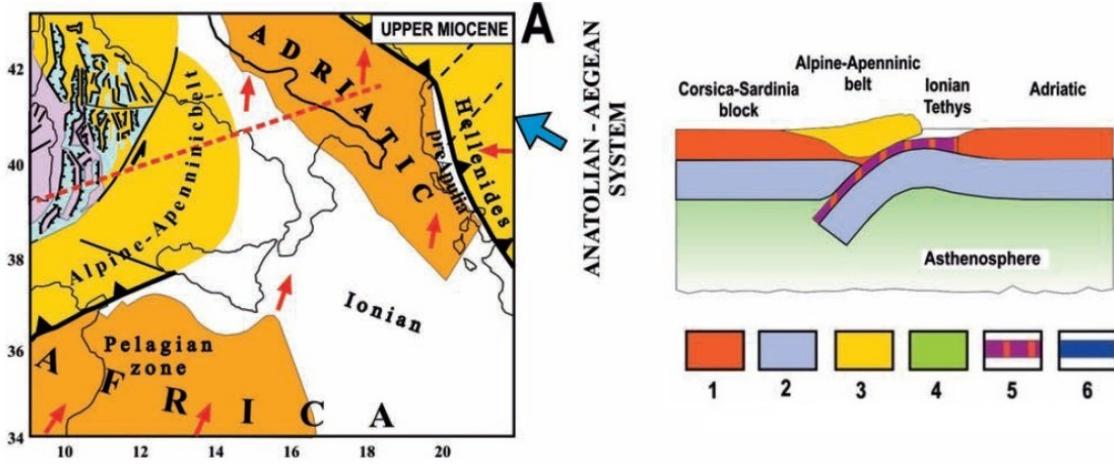


FIG. B - PLIOCENE

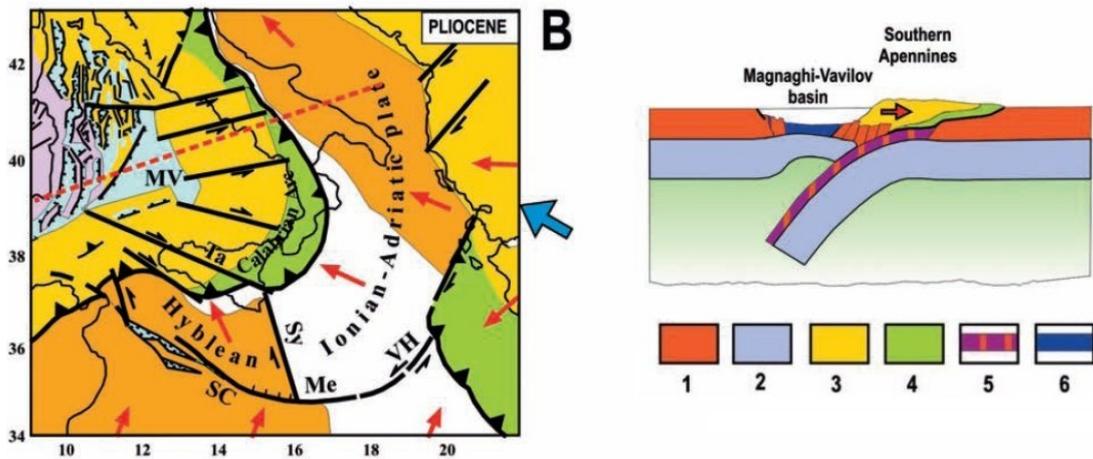
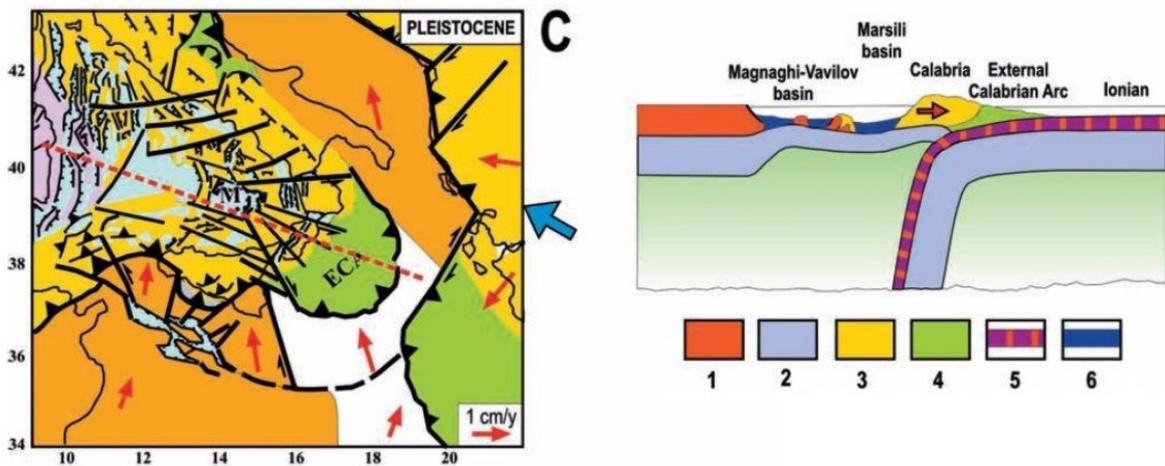


FIG. C - PLEISTOCENE



0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commessa: SARDINIA NE		Contratto: 30/11/2021			
Rev. 0					
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 16 di 54		Doc. Prop.:	

– Modello di estrusione. Interpretazione proposta da MANTOVANI (2005), MANTOVANI et alii (2006) e VITI et alii (2006): 1) Domini continentali africano e adriatico; 2) Blocco sardo-corso; 3) Catena orogenica alpino-appenninica formata prima del Miocene superiore; 4) Fascia di accrezione formata dal Miocene superiore al Presente; 5) Bacini del Tirreno; 6, 7, 8) Principali strutture compressive, distensive e trascorrenti. Le frecce indicano il movimento delle placche rispetto all'Eurasia, secondo la scala delle velocità indicata in c). Sezioni verticali: 1) Crosta continentale; 2) Mantello litosferico; 3) Catena alpino-appenninica formata prima del Miocene superiore; 4) Fasce di accrezione formatesi dal Miocene superiore al presente; 5) Crosta oceanica antica; 6) Crosta oceanica di nuova formazione. Nelle mappe le tracce delle sezioni sono indicate dalle linee rosse tratteggiate. **A) Miocene superiore.** Ricostruzione dell'assetto tettonico precedente la formazione del Bacino Magnaghi-Vavilov, in mappa (a sinistra) e lungo una sezione che attraversa l'Appennino meridionale (a destra). I domini continentali Anatolico-Egeo e Adriatico convergono a spese della crosta assottigliata interposta (dominio pre-apulico). Il Promontorio adriatico è ancora connesso con l'Africa, mediante il dominio oceanico della Tetide ionica. **B) Pliocene.** Assetto tettonico del Mediterraneo centrale durante la formazione del Bacino Magnaghi-Vavilov (MV). Dopo la sutura del bordo assottigliato pre-apulico, avvenuta attorno al Miocene superiore, la spinta verso ovest del sistema Anatolico-Egeo determina il disaccoppiamento del blocco Adriatico-Ionio-Ibleo dall'Africa, per mezzo del sistema di faglie transensive Victor Hensen-Medina-Canale di Sicilia (VH-Me-SC), e la sua rotazione oraria, con spostamento circa verso nord-ovest. L'indentazione del Promontorio continentale ibleo contro la catena orogenica alpino-appenninica, che giaceva ad est del Blocco sardo-corso, determina l'estrusione di cunei cristallini di questa catena verso est. Quest'ultimo processo causa la ripresa dell'attività accrezionaria nell'Appennino meridionale, sul fronte dei cunei in estrusione, e l'assottigliamento della crosta nella scia dei cunei stessi, con la formazione del Bacino Magnaghi-Vavilov. **C) Pleistocene.** Dopo la sutura del bordo collisionale tra l'Appennino meridionale e il blocco adriatico, nel Pliocene superiore, l'estrusione prosegue solo nel settore dell'Arco calabro, a spese della litosfera oceanica della Tetide ionica. Tale processo determina raccorciamenti sul fronte del cuneo con la formazione dell'Arco calabro esterno (ECA) ed estensione sul retro del cuneo in estrusione, con la formazione del Bacino Marsili (M). Durante questa fase la Placca adriatica, ormai completamente circondata da fasce orogeniche, cessa la sua rotazione oraria e ricomincia a muoversi in modo solidale con l'Africa. Il movimento relativo Africa-Eurasia è preso da MANTOVANI et alii (2007). Sy = Scarpata di Siracusa, Ta = Faglia di Taormina.

Fig. 11 - A-B-C: Modello di estrusione Mio-Pleistocenica nel Mediterraneo centrale.

Nella figura sottostante (Wezel F.C. 1982) è rappresentato l'assetto morfo-strutturale del Tirreno centro-settentrionale dove, tra i vari elementi, sono ben riconoscibili i sistemi di faglie dirette ad andamento N-S che dislocano con sistemi host-graben la geosutura tra il blocco sardo-corso ed il margine occidentale della microzolla Adria e l'importante la Faglia trascorrente sinistra 41° Nord, ad andamento W-E, a sud della quale come abbiamo visto si trova la crosta oceanica di neo-formazione del Tirreno meridionale.

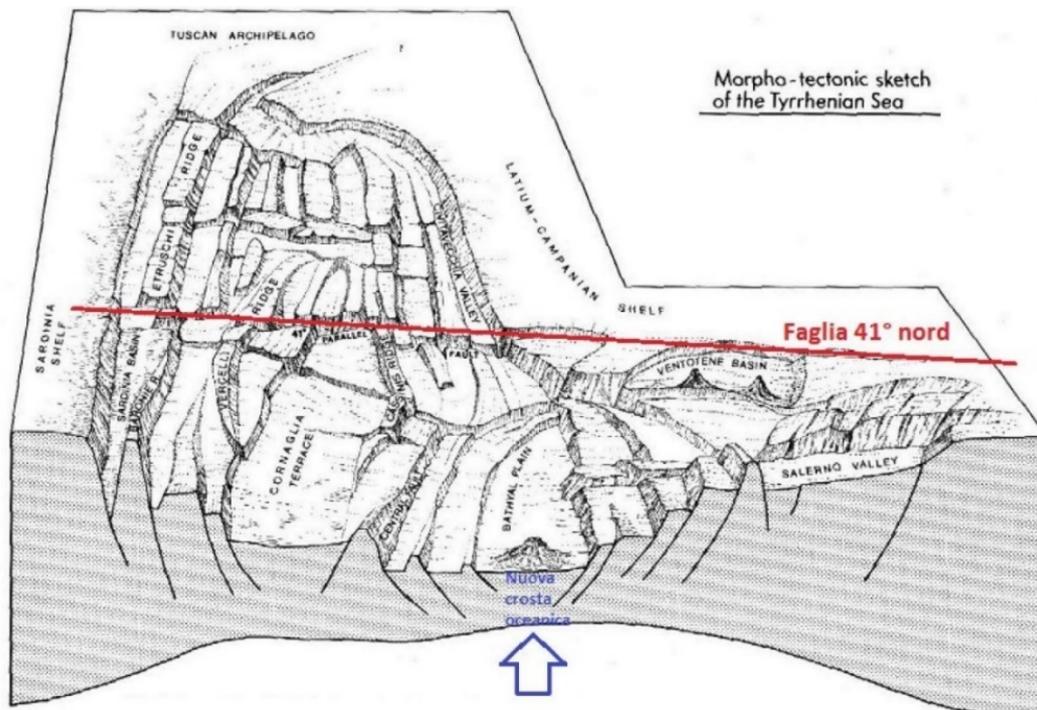


Fig. 12 - Schema prospettico del Tirreno centro settentrionale (modificato).

Nella Fig. 13 si evidenziano le importanti faglie che delimitano ad Ovest e ad Est La Piana abissale tirrenica, che si estende al di sotto dell'isobata 3.000 m ed è costituita da due bacini oceanizzati:

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Rev. 0	Contratto: 30/11/2021	Doc. Prop.:	
	Data: 10/03/2023		Pagina 17 di 54		

- Magnaghi-Vavilov formato nell'intervallo 8,0 -2,0 Ma (Miocene superiore - Pleistocene inferiore: Tortoniano - Calabriano)
- Marsili formato nell'intervallo 2,0-1,5 Ma (Pleistocene inferiore: Gelasiano - Calabriano)

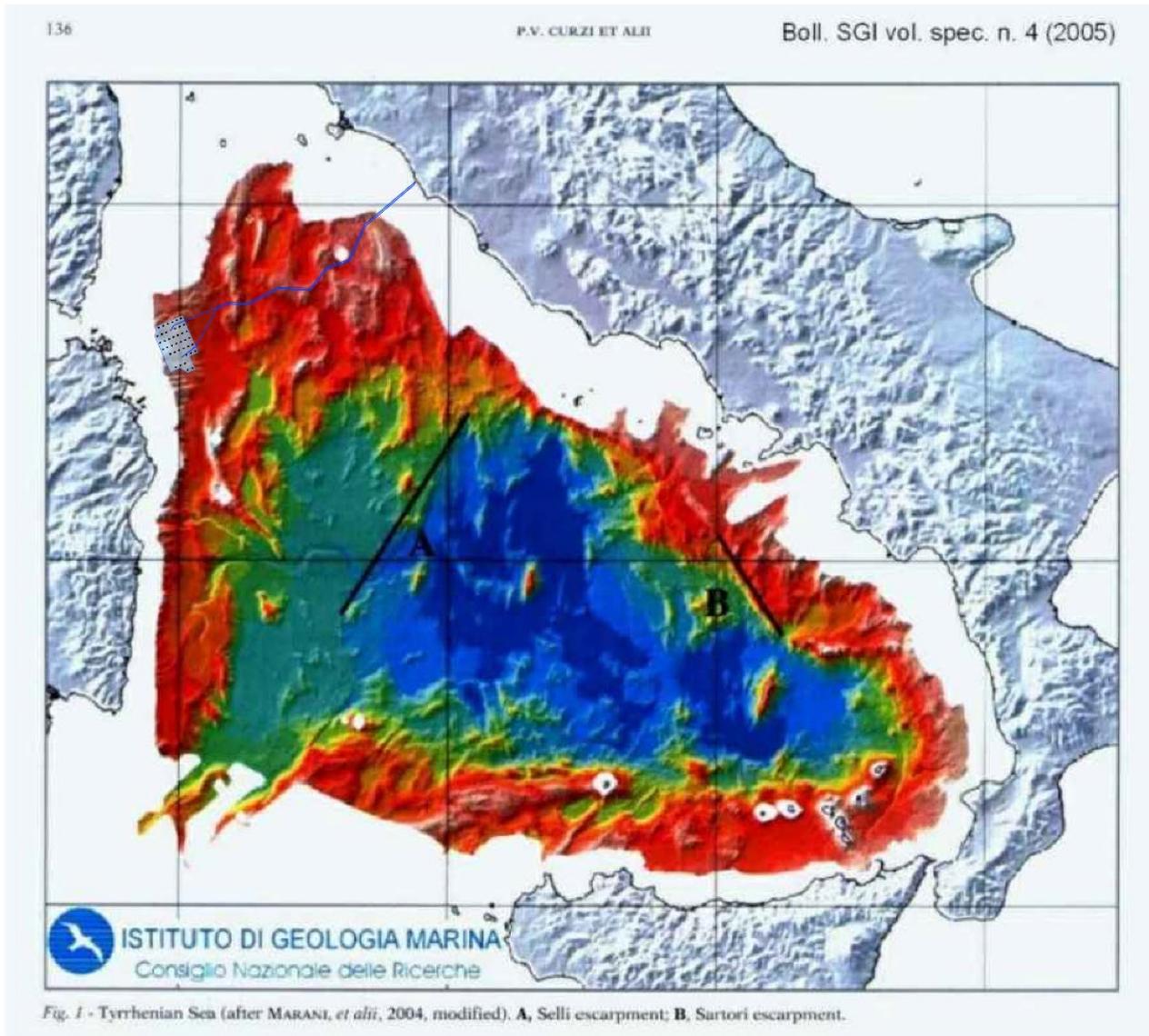


Figura 13 - Morfologia del Mar Tirreno limiti O ed E e del bacino Magnaghi-Vavilov. A: Scarpa del Selli, denominata Central Fault, costituisce il limite ovest del bacino. B: Scarpa del Sartori che corrisponde alla trascorrente sinistra Palinuro-Ventotene, limita ad est lo stesso bacino.

Le strutture crostali profonde del Tirreno settentrionale (al confine con il Mar Ligure) ed i rapporti tra il blocco Sardo-corso e la placca Adriatica (microzolla Adria) sono rappresentati nella Fig. 14.

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata “SARDINIA NORTH-EAST”			Proponente: 		
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE					
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021	Rev. 0	Data: 10/03/2023	Pagina 18 di 54	Doc. Prop.:

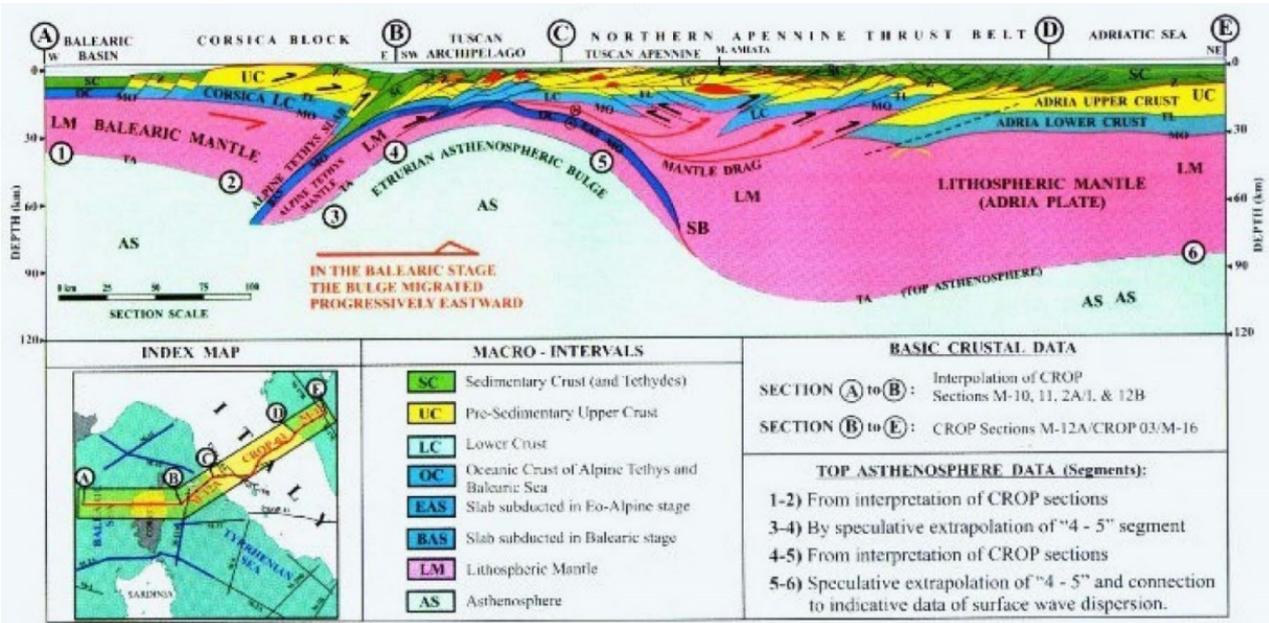
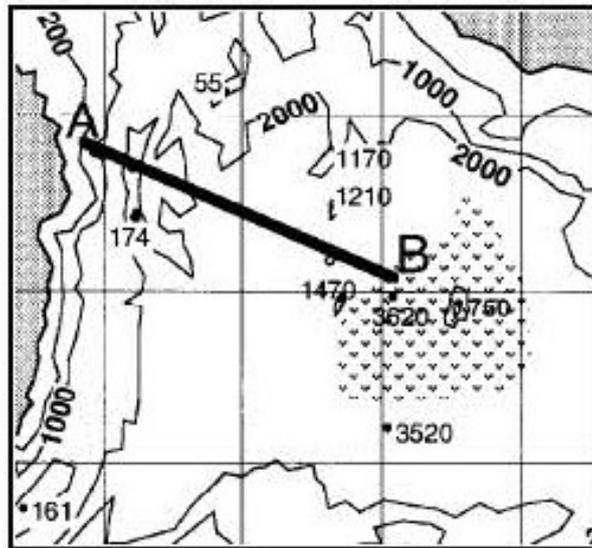


Fig. 14 - Sezione litosferica Mar Balearico-Appennino settentrionale-Adriatico, ricavata dalle sezioni crostali CROP.

Attualmente la morfologia del settore superiore del margine Orientale della Sardegna riflette ancora i processi di distensione crostale ed è articolato in una serie di bacini intracarpata (graben) bordati verso mare da una serie di alti strutturali (horst) (Fig. 15).

Gli alti strutturali settentrionali, rappresentati dai monti sottomarini Etruschi e Baronie rappresentano il settore sollevato di un sistema di faglie dirette distensive (Marani & Gamberi, 2004). I due bacini settentrionali (Olbia e Baronie) sono divisi dai bacini meridionali dal sistema di canyon sottomarini del Gonone-Orosei (Fig. 15). Questo sistema di drenaggio sottomarino si estende dal Golfo di Orosei in senso E-O fino alla piana del Terrazzo Cornaglia, dove si unisce con il canyon del Sarrabus per formare la Valle di Sardegna che scorre nella piana batiale del Vavilov (Fig. 10).



0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commessa: SARDINIA NE		Contratto: 30/11/2021			
Rev. 0					
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 19 di 54		Doc. Prop.:	

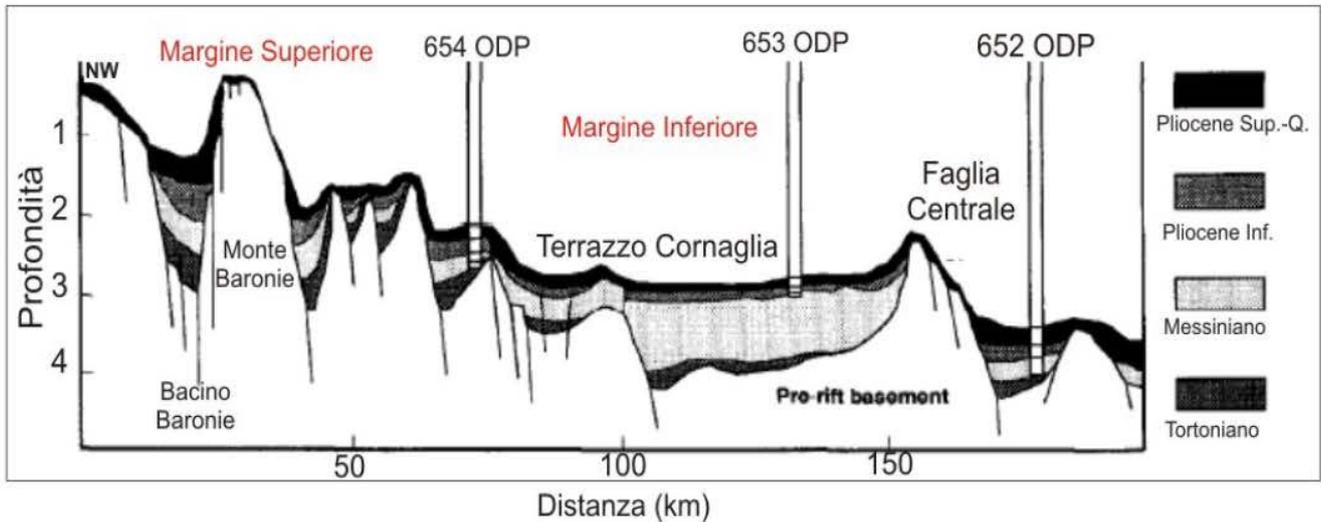


Fig. 15 - Schema stratigrafico del margine passivo della Sardegna orientale ottenuta dai dati ODP_Leg 107 pubblicati da Mascle & Rehault (1990). Le proiezioni dei pozzi ODP sono indicate. In alto a destra viene indicata la posizione del profilo stratigrafico. (Immagine modificata da Spadini et al., 1995).

Il bacino di Olbia, dove è localizzato il Foglio 55, è caratterizzato da una piana batiale di circa 50 km di lunghezza massima per circa 20 km di larghezza localizzata a profondità comprese fra 1200 e 1600 m, e bordata verso mare dei seamount Etruschi e Baronie (Fig. 16). La porzione di piattaforma continentale del bacino di Olbia coperta dal Foglio 55 ha una larghezza massima di 25 km e va restringendosi verso sud dove si attesta attorno ai 13 km (Fig. 16-17)

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 20 di 54		Doc. Prop.:	

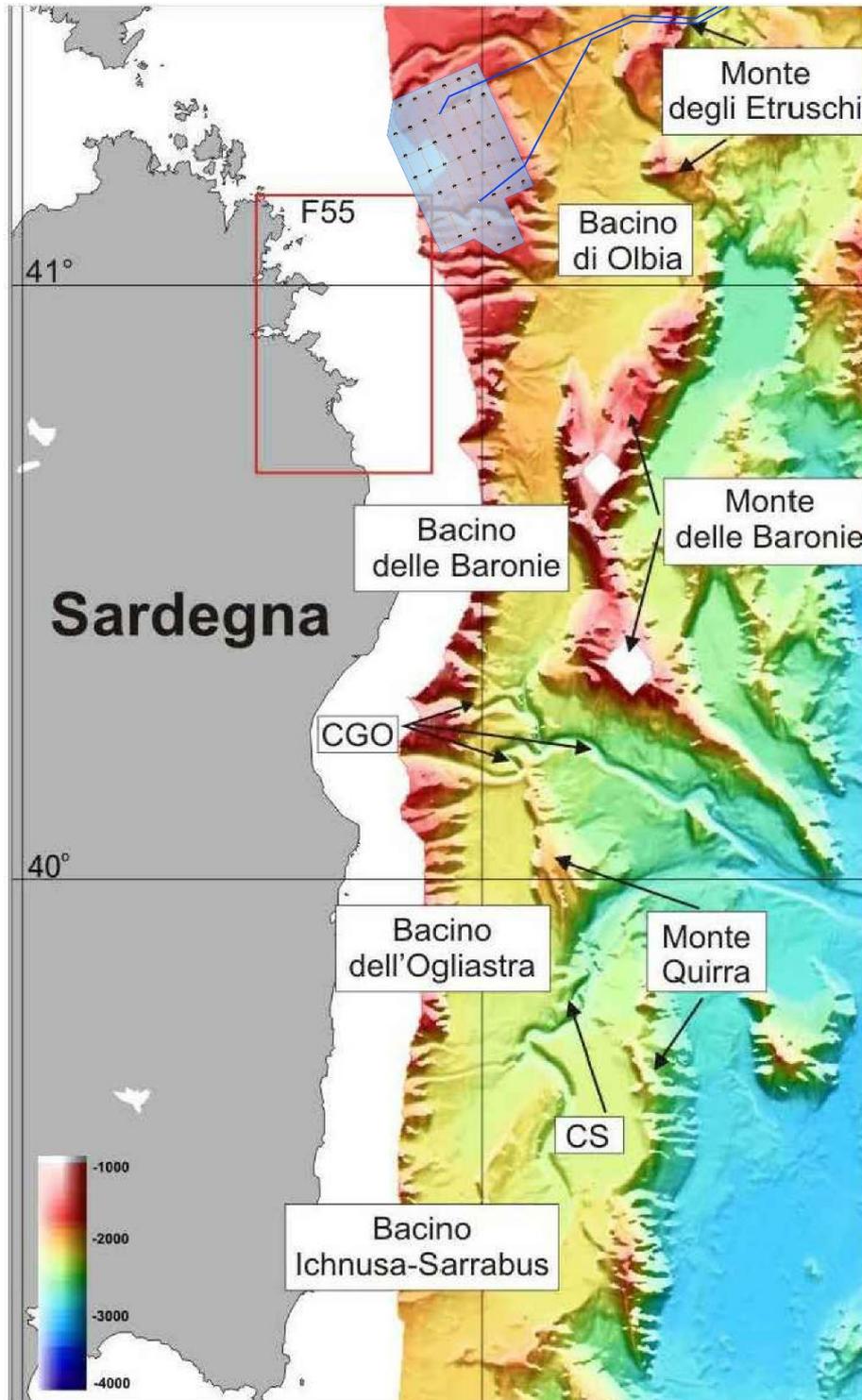


Fig. 16 - Rilievo ombreggiato del margine orientale della Sardegna ottenuto dai dati acquisiti con ecoscandaglio multi fascio durante le campagne Tir96 e Tir 99 dall'ISMAR-Bologna. Vengono indicati i 4 bacini di intrascarpata che caratterizzano il margine superiore della Sardegna orientale, gli alti strutturali che bordano i bacini verso mare, e i sistemi di canyon sottomarini principali: CGO:canyon Gonone-Orosei; CS: canyon del Sarrabus. (Immagine modificata da Marani & Gamberi, 2004).

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:



Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

Proponente:



Commessa: **SARDINIA NE**

Contratto: **30/11/2021**

Rev. **0**

Doc.: **SNE.SCOP.R.04.00**

Data: **10/03/2023**

Pagina **21** di **54**

Doc. Prop.:

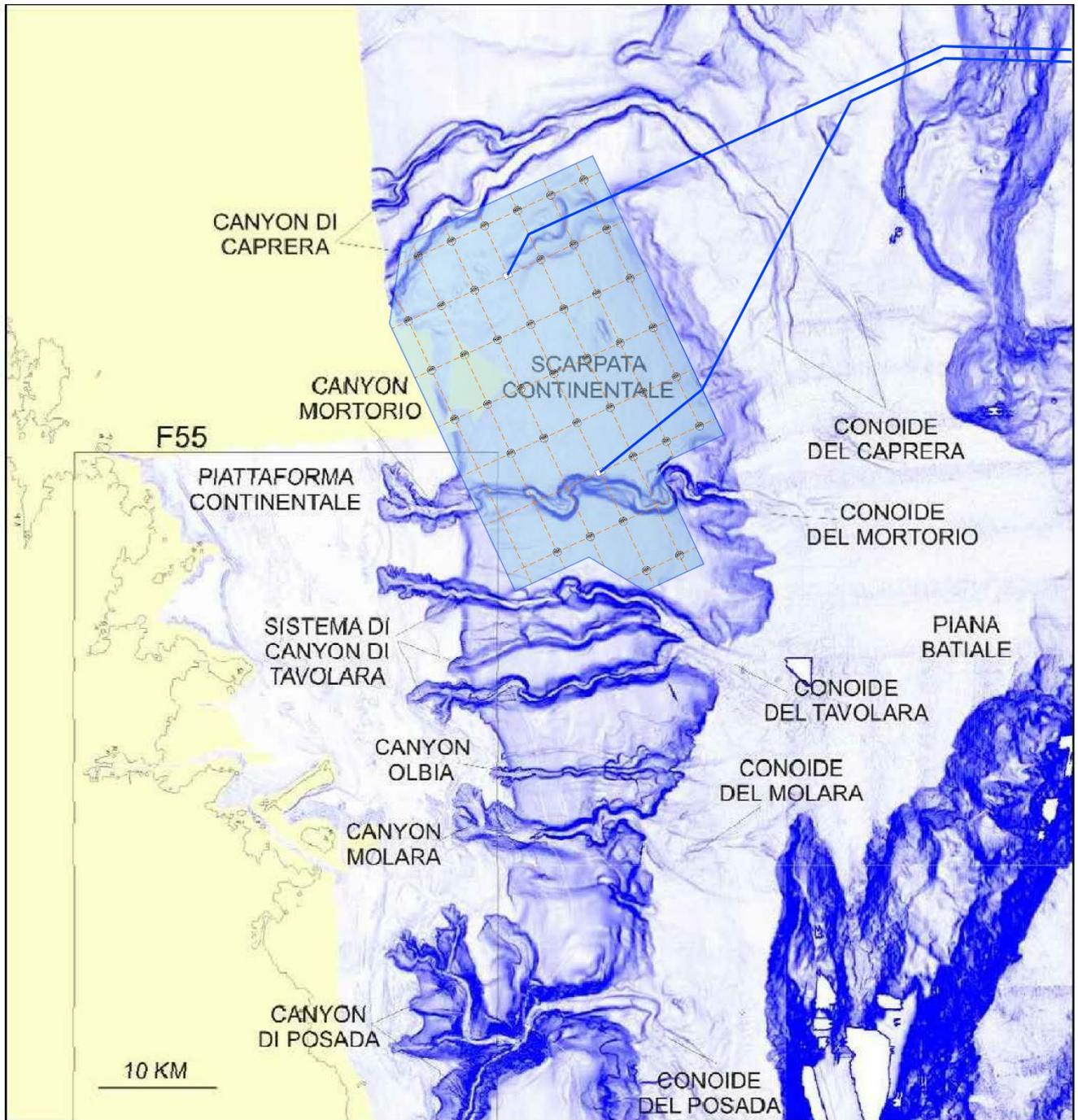


Fig.17 - Rilievo ombreggiato del Bacino di Olbia ottenuta dalla batimetria acquisita con ecoscandagli multi fascio durante le campagne TIR99 e le campagne MAGIC 02_10/06_11 dall'ISMAR di Bologna. Il rettangolo nero indica l'estensione del Foglio Magic F55 (Tavolara). I principali domini fisiografici, i canyon e sistemi di canyon e i monti sottomarini che confinano il bacino sono indicati.

La scarpata continentale del Bacino di Olbia ha una pendenza media di 2.4° ed è articolata in un settore superiore (fra 300m e 450 m di profondità) con pendenze di circa 3°, un settore centrale (da 450 m a 1000 m) con pendenze medie di 1.5° ed un settore distale (da 1000 m alla

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021	Rev. 0	Data: 10/03/2023	Pagina 22 di 54
					Doc. Prop.:

base della scarpata a circa 1250 m) caratterizzato da pendenze medie di 7° (Fig. 17). Nel settore meridionale la scarpata continentale ha una pendenza media di circa 4.7° con punte massime nel settore distale (1000 m- base della scarpata a 1250 m) di circa 16° (Fig. 17).

La porzione di scarpata continentale del Bacino di Olbia compresa nel Foglio 55 è incisa da numerosi canyon e sistemi di canyon che arrivano ad incidere anche la piattaforma continentale, e che partendo da nord sono: il canyon Mortorio, il sistema di canyon Tavolara, il canyon di Olbia e il canyon di Molara (Fig. 17).

Il settore del Bacino delle Baronie coperto dal Foglio 55 è caratterizzato da una piattaforma continentale di circa 13 km di larghezza che va restringendosi a soli 4 km verso sud (Fig. 17). La piattaforma continentale del Bacino delle Baronie viene profondamente incisa dal sistema di canyon tributari (almeno 6 canyon chiaramente distinguibili) del canyon Posada, che interessa un settore del margine orientale della Sardegna per una lunghezza di circa 25 km (Fig. 16).

Descrizione dei dati geofisici e sedimentologici disponibili nell'area del Foglio

I dati disponibili nell'area del Foglio 55 sono: morfobatimetria, sismica ad alta risoluzione e dati di riflessione.

Dati morfobatimetrici (rilievi multibeam)

I dati morfobatimetrici utilizzati per la realizzazione del foglio sono stati acquisiti in quattro crociere distinte. I primi sono stati acquisiti nell'ambito del "Progetto Strategico Tirreno" durante la campagna oceanografica TIR99 a bordo della R/V Strakhov (Bortoluzzi et al., 1999; Marani & Gamberi, 2004; Gamberi & Dalla Valle, 2009).

Durante la campagna è stato utilizzato un ecoscandaglio multifascio (multibeam) Kongsberg-Simrad EM12/120S che, alla velocità di 6-8 nodi, ha permesso di acquisire dati di ottima qualità con una copertura equivalente a 3,5 volte la profondità dell'acqua e una sovrapposizione tra le linee del 20 %. I dati sono stati successivamente elaborati presso l'allora IGM, Istituto di Geologia Marina di Bologna, con il software Kongsberg-Neptune, applicando una procedura standard che include la correzione di posizionamento e di profondità, filtri statistici e manuali per produrre DTM di dettaglio fino a 25 e 50 m (Fig. 18).

Gli ulteriori insiemi di dati sono stati acquisiti nell'ambito del progetto MAGIC: due set di dati sono stati acquisiti rispettivamente durante le campagne oceanografiche Magic_Ismar_0909 e Magic_Ismar_0210 a bordo della R/V Mariagrazia, l'ultimo set invece durante la campagna Magic_Ismar_0611 a bordo della nave oceanografica Urania (Fig. 18).

Durante le due campagne a bordo della R/V Mariagrazia sono stati eseguiti rilievi batimetrici con l'ecoscandaglio multifascio KONGSBERG 3002DUAL (frequenza di lavoro 293-307 kHz) per profondità comprese tra i 50 e i 100 m. I dati sono stati corretti in velocità attraverso il sensore posto alla testa dello strumento e il profilo verticale della velocità del suono acquisito attraverso calate CTD. Il sistema di posizionamento era costituito da un DGPS Omnistar codice L1 collegato direttamente al Seatex Seapath 200 della Kongsberg e ai sensori di assetto Seatex MRU5 Kongsberg. Durante l'ultima campagna Magic_0611, a bordo della nave Urania sono stati acquisiti

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021	Rev. 0		
Data: 10/03/2023	Pagina 23 di 54			Doc. Prop.:	

dati morfobatimetrici tramite il multibeam Kongsberg EM-710, con una profondità massima d'indagine di 2000 m e uno swath di 5,5 volte la profondità della colonna d'acqua sottostante. Lo strumento ha una frequenza di lavoro di 70kHz, 150° di apertura, ed è asservito a DGPS, MRU e girobussola tramite SEAPATH. I dati di elevata qualità ottenuti, fra i 50 m e i 1000 m di profondità, sono stati poi elaborati presso ISMAR di Bologna tramite il software Caris Hips & Sips, che ha permesso di creare DTM ad alta risoluzione.

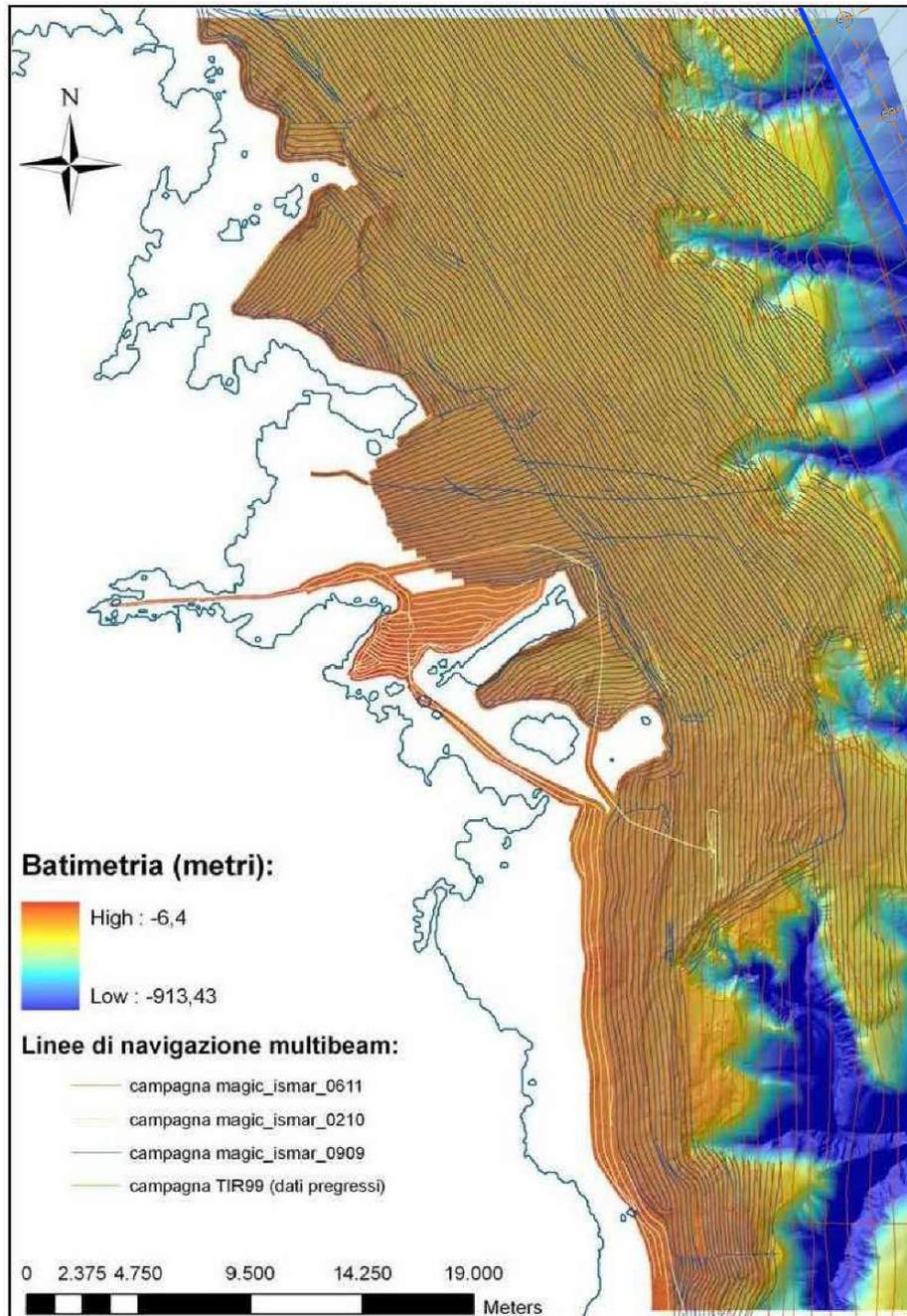


Fig.18 - Rilievi batimetrici effettuati tramite ecoscandaglio multifascio (multibeam) durante le campagne TIR99, Magic Ismar_0909, Magic-Ismar_0210, Magic Ismar_0611.

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021			Doc. Prop.:
	Rev. 0				
	Data: 10/03/2023		Pagina 24 di 54		

Dati di riflettività e immagini del fondale

Contemporaneamente alla batimetria, il multibeam Kongsberg-Simrad EM12 ha permesso di acquisire dati sonar a 13 kHz di riflettività del fondo marino. Utilizzando il multibeam Kongsberg EM-710, sono stati acquisiti anche dati di riflettività con frequenze di lavoro variabili fra i 70 e 100 kHz, così come con il multibeam EM3002D a 300 kHz (Fig. 19).

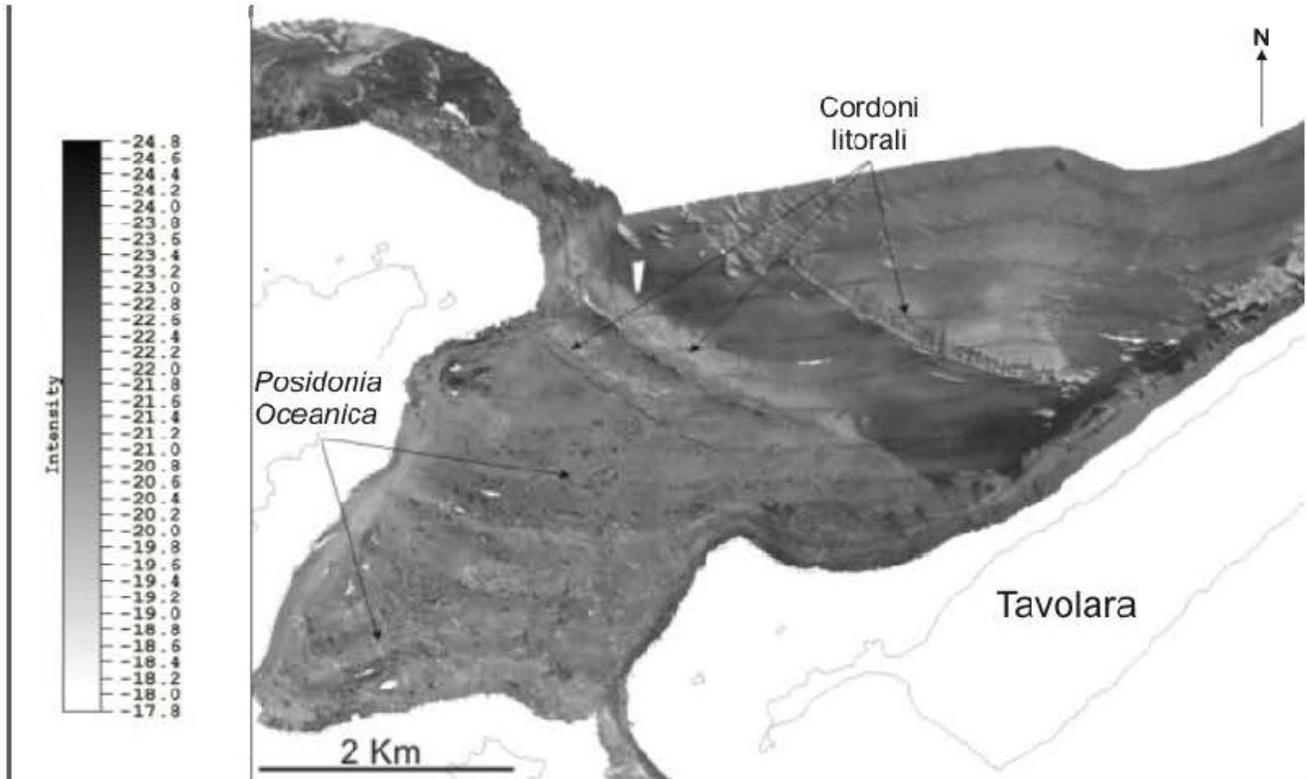


Fig. 19 - Esempio di dati di riflettività del fondo marino ottenuto tramite elaborazione dei dati batimetrici acquisiti con ecoscandaglio multi fascio (multibeam) nell'Area Marina Protetta di Tavolara - Punta Coda Cavallo. Nell'area sono visibili le biocostruzioni a Posidonia Oceanica e i relitti erosivi interpretati come paleo-cordoni litorali.

Dati di sismica a riflessione

I dati sismici disponibili per lo studio e l'interpretazione dell'area di studio appartengono a quattro differenti dataset, essendo stati acquisiti in quattro differenti campagne: TIR99, Magic_Ismar_0909, Magic_Ismar_0210 ed infine Magic_Ismar_0611.

Durante la campagna TIR99 sono stati acquisiti profili sismici monocanale con una sorgente composta da due air-gun sincronizzati (Fig. 18). La capacità di ciascun cannone variava tra 0,5 e 1 l e la pressione di utilizzo tra 70 e 100 bar, con un intervallo di sparo di 8 s. Lo streamer (attivo 15 m) era costituito da 30 elementi ceramici contenuti in un rivestimento di poliuretano e riempito di acqua di mare per incrementare il rapporto rumore/segnale. Il tow leader era costituito da un cavo d'acciaio e una sezione stretch. La lunghezza totale della sezione attiva era 150 m da poppa. I cannoni e lo streamer erano immersi rispettivamente a 2-5 m, e a 11 m (Bortoluzzi et al., 1999). Questo tipo di acquisizione ha fornito un dato che ha permesso di

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021			Doc. Prop.:
	Rev. 0				
	Data: 10/03/2023		Pagina 25 di 54		

investigare strutture geologiche di sotto-superficie fino ad una profondità di circa 1-1.5 secondi (T.W.T.), con una risoluzione verticale dell'ordine della decina di metri.

Durante le campagne MAGIC i rilievi sismici sono stati effettuati utilizzando una sorgente Benthos-CHIRP-III DSP-664 e un sistema di registrazione digitale SwanPRO 2.00 della Communication Technology (Fig. 18).

Elementi Morfobatimetrici e "pericolosità" geologica.

Gli elementi morfobatimetrici principali presenti nella piattaforma continentale sono rappresentati da forme di fondo legate essenzialmente a processi di erosione e rimobilizzazione del sedimento ad opera di correnti lungo costa (longshore and offshore currents; shallow-water contour currents). In particolare sono presenti numerosi relitti di erosione ascrivibili a paleo-cordoni litorali situati prevalentemente nel settore di piattaforma compreso fra Porto Cervo e Golfo Aranci, e fra l'Isola di Molaria e il margine meridionale del Foglio F55 (Fig. 20-21). Alcuni cordoni minori sono presenti anche a nord dell'Isola di Tavolara, mentre altri sono presenti in prossimità delle testate dei canyon (Fig. 20). I due paleo-cordoni principali, situati fra Porto Cervo e Golfo Aranci hanno una lunghezza rispettivamente di 10 e 8 km. Il cordone più settentrionale ha una forma rettilinea, mentre quello meridionale è curvilineo. Entrambi sono localizzati ad una profondità media di circa 75 m ed un rilievo medio di circa 15 m (Fig. 21). Il fondale che si trova a monte dei cordoni è sopraelevato di 5/10 m rispetto al fondale che si trova verso mare.

Questi relitti erosivi potrebbero essere stati parti di un sistema di ambienti paleo-lagunari situati fra Porto Cervo e Golfo Aranci (Fig. 20). Numerosi paleo-cordoni litorali di lunghezza media di 2-3 km, si trovano anche in concomitanza delle testate dei canyon, a profondità comprese fra 80 e 90 m (Fig. 20).

Nei settori inter-canyon (in particolare fra i canyon di Mortorio e il sistema di canyon di Tavolara) sono presenti almeno due gradini morfologici a spigolo arrotondato, localizzati a quote variabili fra 100 e 120 m, e possono rappresentare l'espressione morfologica relitta di antiche linee di costa preservatesi durante al risalita del livello marino successivo all'ultimo stazionamento basso del mare (Fig. 20).

Nei settori distali della piattaforma continentale, tra il sistema di canyon di Tavolara e il canyon Molaria e fra quest'ultimo e il ramo nord del canyon di Posada sono presenti due aree caratterizzate da morfologie positive estese che possono venire interpretati come una relitti di paleo-spiagge a tombolo e collegate tramite cordoni litorali arcuati a paleo-isole tidali, oppure riconducibili a sistemi deltizi sommersi ed abbandonati (Fig. 20-21).

I settori centrali della piattaforma settentrionale, a profondità comprese fra 70 e 95 m, sono caratterizzati da estesi affioramenti di substrato litoide (Fig. 20). In rari casi sono visibili solchi erosivi riconducibili a sistemi fluviali di piccole dimensioni (<130 m di larghezza) attivi durante livelli di stazionamento basso del livello marino. Nei settori più prossimali della piattaforma coperti dal dato batimetrico sono visibili numeri affioramenti di substrato litoide, a profondità comprese fra 15 e 45 m. In particolare, nel settore compreso fra l'Isola di Tavolara e l'Isola di Molaria, nell'area Marina Protetta di Tavolara - Punta Coda Cavallo gli affioramenti sono in associazione con settori di fondo marino dominati dalla presenza di biocostruzioni a Posidonia

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021	Rev. 0		
Data: 10/03/2023		Pagina 26 di 54			Doc. Prop.:

Oceanica (Fig. 19). A sud-est dell'Isola di Tavolara, sono inoltre visibili forme di fondo deposizionali, interpretate con sand-spits (tomboli) relitti e sommersi (Fig. 20).

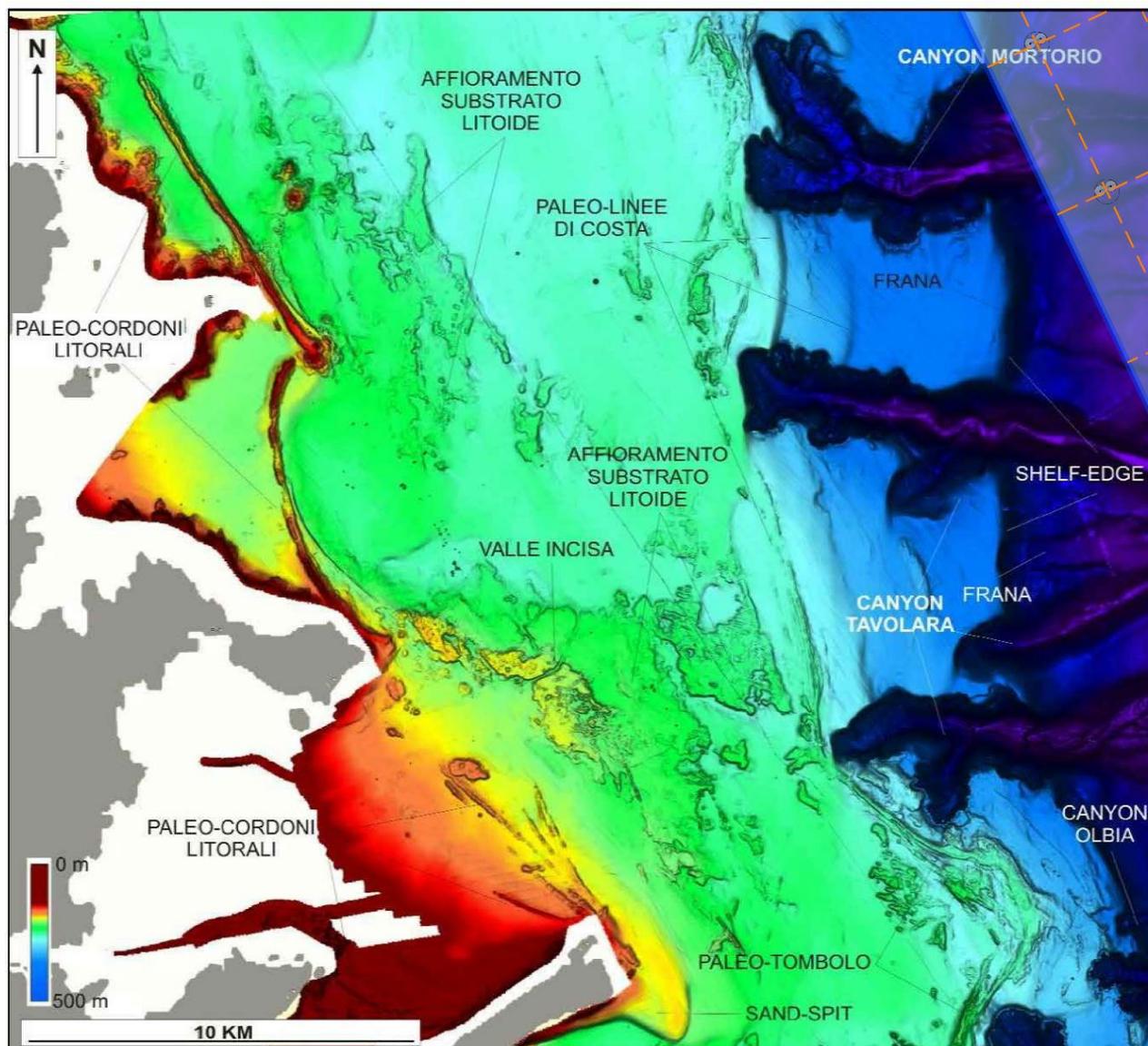


Fig. 20 - Porzione settentrionale del foglio F55, caratterizzata dalla piattaforma continentale dominata da elementi morfobatimetrici interpretati come paleo-cordoni litorali, paleo-linee di costa e paleo-spiagge a tombolo.

I canyon del Bacino di Olbia coperti dal foglio F55 indentano profondamente la piattaforma continentale, per una lunghezza di oltre 7 km, eccezion fatta per il sistema di canyon del Posada che penetra nella piattaforma continentale per oltre 11 km, arrivando ad una distanza minima di 5 km da costa (nella zona costiera nelle vicinanze dell'abitato di Budoni).

Il canyon più settentrionale, canyon di Mortorio, incide la piattaforma generando un rilievo negativo di circa 220 m tramite due rami tributari del canyon principale che interessano in settore di piattaforma ampio circa 5.5 km (Fig. 20). I fianchi del canyon hanno pendenze di circa

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021				
Rev. 0					
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 27 di 54		Doc. Prop.:	

18°, e nella sommità sono caratterizzati da scarpate arcuate, indicative di fenomeni di franamento retrogressivo con conseguente allargamento progressivo del canyon a scapito della piattaforma. Il fondo del canyon è accidentato da numerosi gradini intracanal, ed è solcato da uno stretto thalweg di profilo a V, bordato da un terrazzo erosivo intracanal. Questi elementi morfologici portano ad interpretare il canyon Mortorio come sistema attualmente attivo, probabilmente alimentato da materiale sedimentario trasportato da correnti lungo costa.

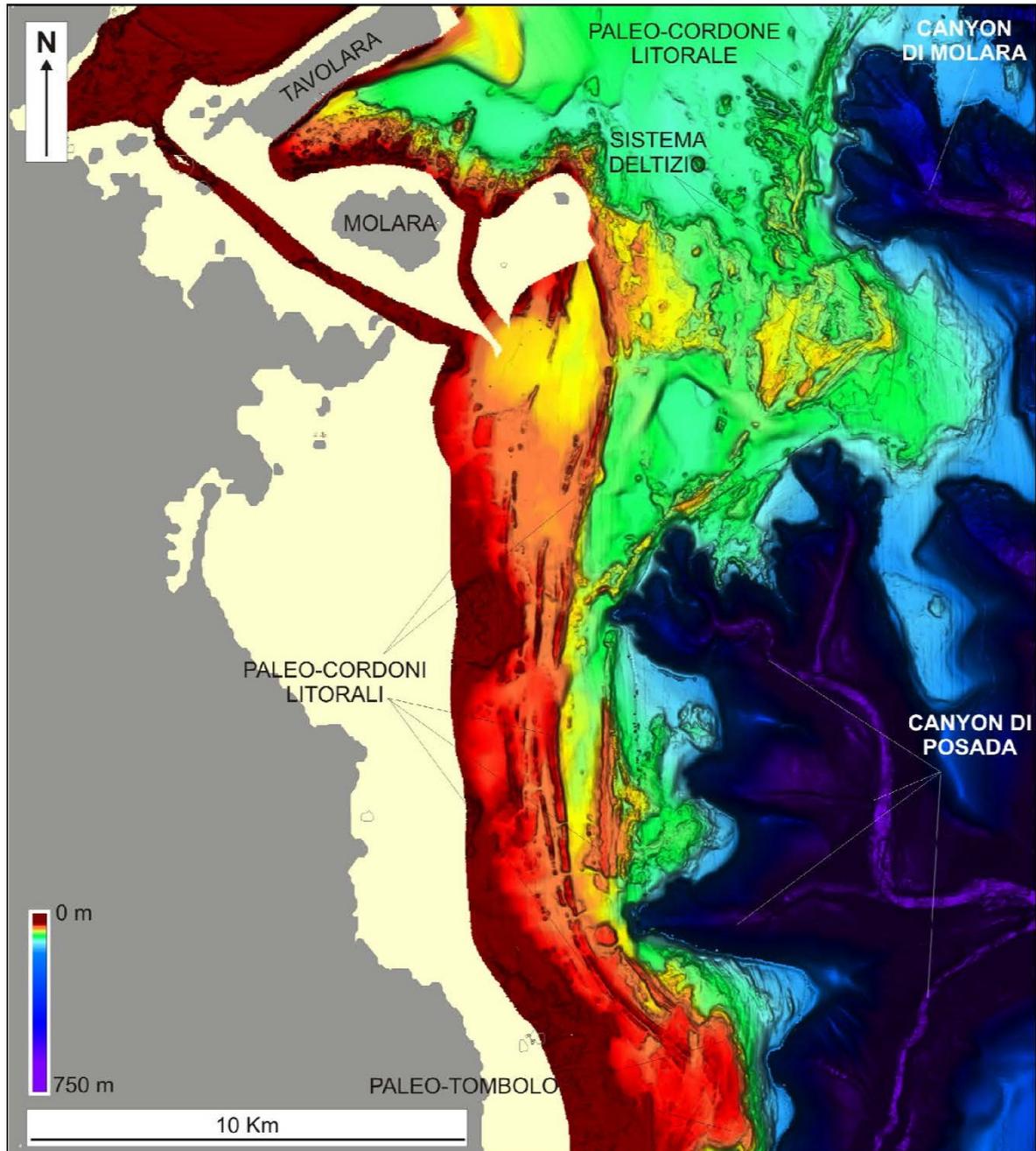


Fig. 21 - Porzione meridionale del foglio F55, caratterizzata dalla piattaforma continentale dominata da elementi morfobatimetrici interpretati come paleo-cordoni litorali, paleo-spiagge a tombolo, sistemi deltizi e dall'esteso sistema del canyon di Posada.

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021				
Rev. 0					
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 28 di 54		Doc. Prop.:	

Il sistema di canyon di Molarà è composto da 3 canyon principali che si riuniscono alla base della scarpata continentale in un unico elemento (Fig. 22). I 3 canyon occupano un settore di piattaforma di circa 14 km, penetrando al suo interno per circa 7 km con il canyon più settentrionale e circa 5 km con il canyon più meridionale. Il canyon centrale è il ramo meno sviluppato e penetra nella piattaforma per quasi 2 km, con un rilievo negativo di circa 180 m, mentre gli altri due rami superano i 200 m di rilievo negativo con un massimo di 300 m per il ramo settentrionale, il più sviluppato del sistema Tavolara. Numerose scarpate arcuate a spigolo vivo sono presenti lungo la sommità dei fianchi dei canyon, indicative di fenomeni di franamento attivo.

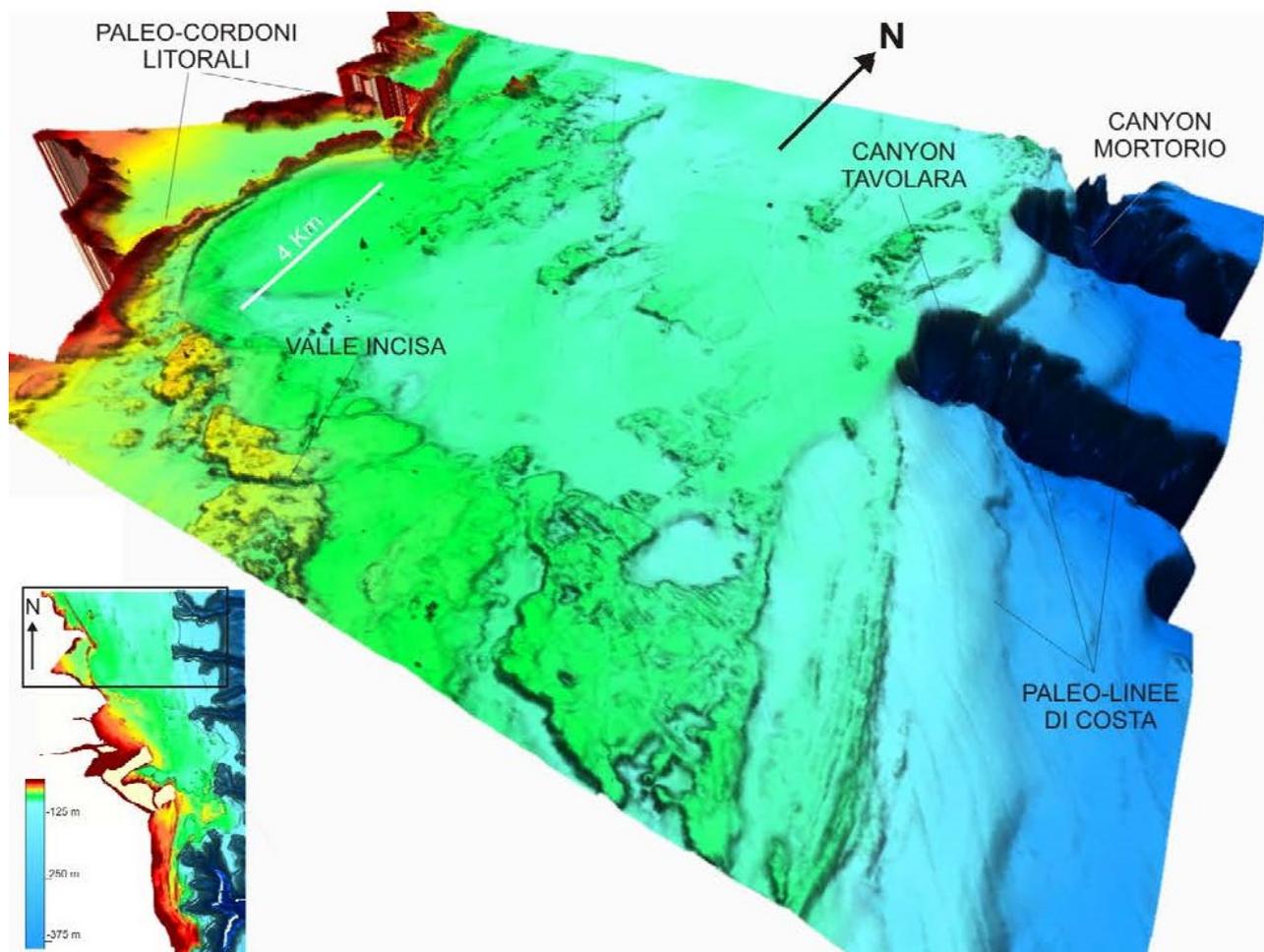


Fig. 22 Vista 3D degli elementi morfologici di piattaforma nel settore nord-occidentale del foglio F55.

Frane significative sono state individuate anche nei settori di scarpata continentale compresi fra i diversi canyon del sistema Tavolara e a nord del ramo settentrionale del Tavolara. Le frane intaccano il limite piattaforma-scarpata (shelf-break) senza penetrare all'interno della piattaforma. La frana più settentrionale è la più sviluppata del foglio F55, copre un'area di circa 6 km², con una larghezza di 2 km, una lunghezza di 3.25 km ed un rilievo negativo di circa 30 m. La frana situata fra i due rami settentrionali del sistema Tavolara si raccorda verso mare ad uno dei

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021				
Rev. 0					
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 29 di 54		Doc. Prop.:	

rami del sistema Tavolara e rappresenta probabilmente un elemento morfologico erosivo dovuto ad una fase incipiente di franamento retrogressivo del canyon.

Il sistema di canyon del Posada rappresenta la struttura erosiva più estesa e sviluppata del foglio F55, coprendo un settore di piattaforma/scarpata continentale di oltre 22 km (Fig. 23). Il sistema di tributari del Posada si compone di due rami settentrionali, dei quali il più sviluppato è composto a sua volta di diversi tributari minori, e di un ramo meridionale collegato alla foce del fiume Posada (situata al di fuori del foglio F55, e rappresentato nel foglio a sud, F56).

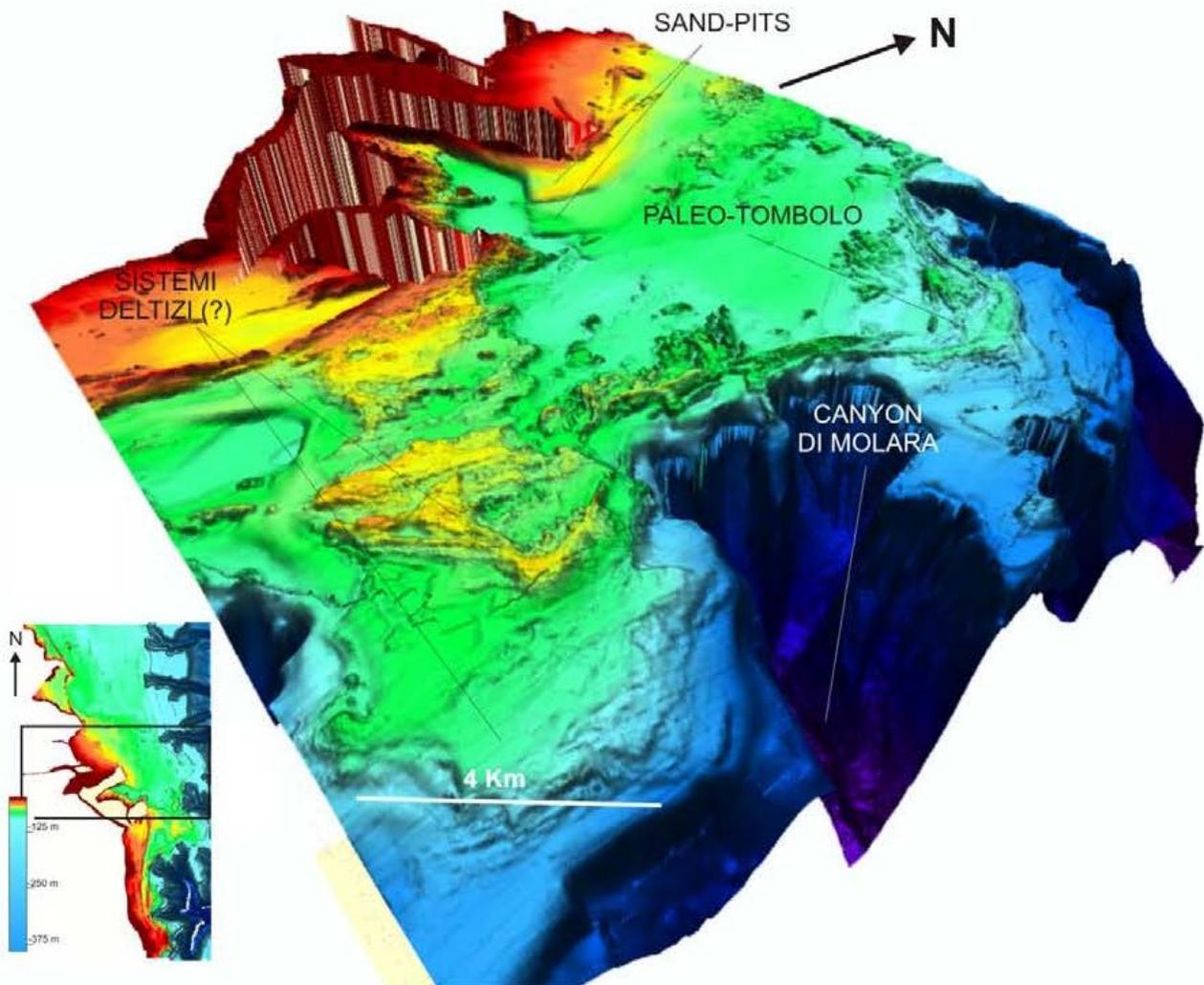


Fig. 23 - Vista 3D degli elementi morfologici di piattaforma nel settore centrale del foglio F55.

Il sistema di canyon del Posada penetra nella piattaforma continentale per circa 12 km arrivando a soli 5 km dalla costa. Il canyon raggiunge una profondità massima di circa 875 m con un dislivello rispetto alla sommità dei fianchi principali di oltre 720 m. Il ramo settentrionale principale ha un profilo fortemente asimmetrico con il muro verso terra avente una pendenza di circa 6° e relativamente poco interessato da fenomeni di franamento ed incisioni erosive, mentre

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021			Doc. Prop.:
	Rev. 0				
	Data: 10/03/2023		Pagina 30 di 54		

il lato verso mare ha una pendenza di oltre 25° ed è solcato da incisioni erosive e da nicchie di frane intracanyon. Il canyon ha un fondo relativamente piatto, largo circa 500 m e si immette nel ramo meridionale del Posada. Il ramo meridionale mostra un profilo a V simmetrico con i due fianchi del canyon simili per altezza (520 m) e pendenza (16°). Entrambi i muri del canyon affetti da numerosi solchi erosivi e nicchie di frane intracanyon. Il thalweg del canyon è stretto (<250 m) con la presenza di numerosi gradini intracanalale.

Punti di Criticità presenti nel Foglio.

L'interpretazione dei dati batimetrici del Foglio F55 non ha messo in evidenza punti di criticità rilevanti. Le testate dei canyon settentrionali (Mortorio e Tavolara) infatti, nonostante siano indentati nella piattaforma continentale per oltre 7 km, sono poste ad una distanza dalla costa di oltre 10 km, e a circa 9 km dalle Isole di Tavolara e di Molara. L'abitato di Olbia si trova ad una distanza di circa 25 km dalla testata del canyon Tavolara. Anche le frane, indentate al limite dello shelf-break distano circa 20 km dalla costa e oltre 30 km dall'abitato di Olbia. Riguardo il sistema di canyon tributari che formano il Canyon Posada essi si trovano ad una distanza di 7 km dalla costa e dagli abitati di San Teodoro e Budoni, e allo stato attuale non rappresentano un elemento di criticità per le infrastrutture costiere (Fig. 24).

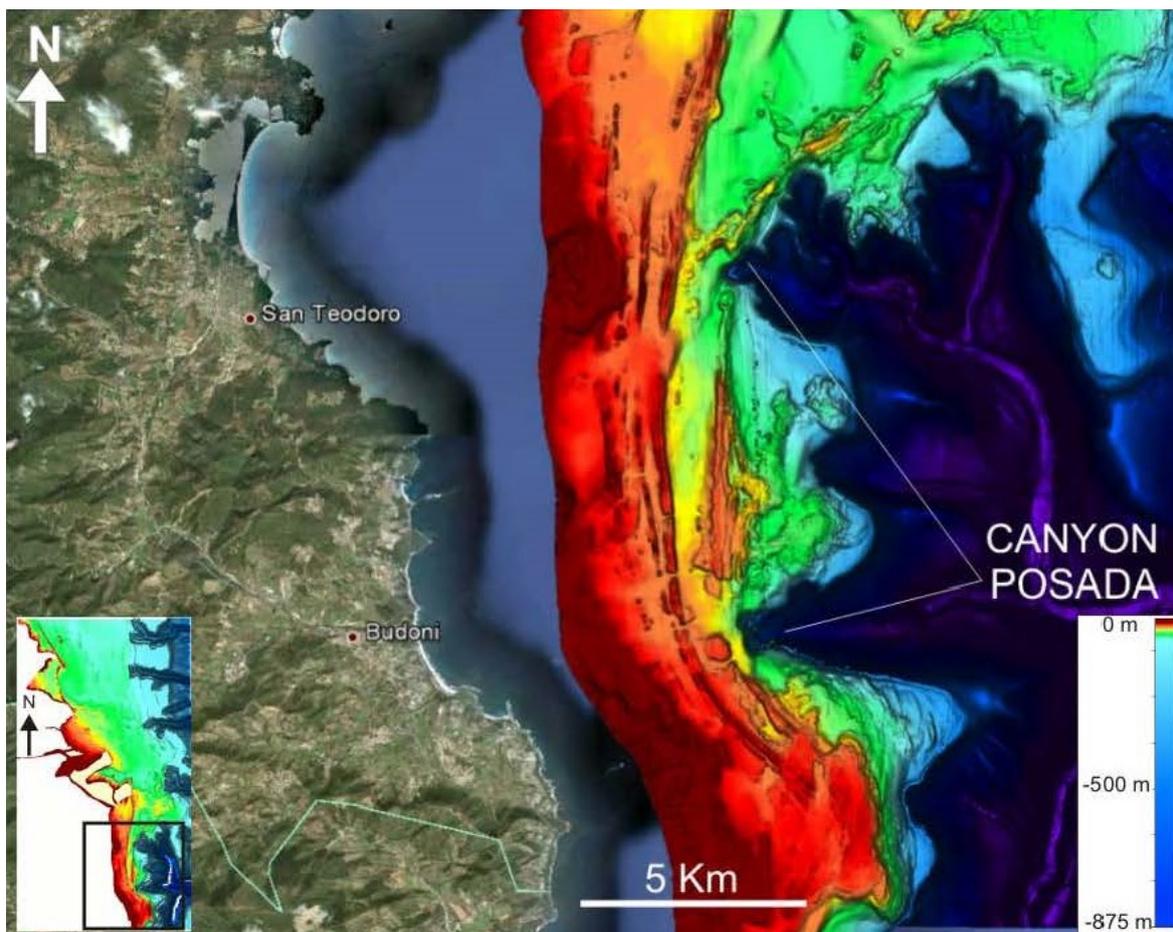


Fig 24 - PC1-F55. Posizione delle testate del canyon Posada rispetto alle infrastrutture costiere.

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021			
	Rev. 0				
	Data: 10/03/2023		Pagina 31 di 54		Doc. Prop.:

Essendo il progetto MaGIC rivolto alla sola mappatura e individuazione degli elementi di pericolosità dei fondali marini, la definizione del rischio esula dagli scopi del progetto e non sono state previste indagini ad hoc. Quindi la definizione dei punti di criticità si basa su dati acquisiti per altri scopi e non omogenei nell'area. Similmente non sono disponibili informazioni sugli insediamenti e le infrastrutture marine e costiere presenti nell'area.

Alla luce di quanto sopra esposto, alcune aree ricadenti all'interno dell'area di progetto potrebbero essere interessate da alcune criticità e/o pericolosità geologiche, geomorfologiche, sismiche e vulcaniche sopra riportate dallo studio MAGIC e dalle informazioni riportate nel sito emdonet geology.eu (tavole allegate al presente progetto), anche se l'area floating ricade fuori dal punto di criticità descritto nel Progetto MAGIC foglio 55 Tavolara, in fase di progettazione definitiva-esecutiva dette aree e le aree interessate dalla posizione degli aerogeneratori, dei corridoi di collegamento tra gli aerogeneratori ed il collegamento tra questi e la terra ferma (percorso del cavidotto sottomarino nel Mar Tirreno centro-settentrionale), sia da un punto di vista geomorfologico, vulcanico, geologico e sismico, si dovrà provvedere ad effettuare una campagna di indagini (campagne oceanografiche) volte allo studio dei fondali ed all'acquisizione e alla successiva interpretazione di dati batimetrici, stratigrafici e sismici.

3 AREE A TERRA INTERESSATE DAL TRACCIATO DEL CAVIDOTTO

3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Le opere in progetto dell'impianto on-shore saranno costituite da:

Tre terne di cavi terrestri di trasporto dell'energia in HVDC AAT che, a partire dal suddetto punto di giunzione sul litorale laziale, attraverseranno interrati sulla rete stradale esistente, il territorio del Comune di Civitavecchia in provincia di Roma, per giungere nel punto di connessione alla RTN, coprendo una breve distanza stradale complessiva di circa 1,4 km. Tali terne di cavi si attesteranno su 3 stalli AAT; ogni terna di cavi è prevista per il trasporto di 1000 MW per un totale di 2.000 MW.

Una cabina di conversione, trasformazione e consegna per il collegamento alla Rete di Trasmissione elettrica Nazionale (RTN) che verrà ubicata nei pressi della stazione esistente di trasformazione e smistamento onshore a 380 kV "SE Torrevaldaliga" di proprietà di Terna S.p.A. in contrada "Cappelletto", in prossimità della centrale termoelettrica di Enel "Torrevaldaliga".

Le coordinate geografiche dei 2 punti sono:

PUNTO DI GIUNZIONE SPIAGGIA VALDALIGA NEL TERRITORIO COMUNALE DI CIVITAVECCHIA:

COORDINATE GEOGRAFICHE UTM WGS84 FUSO 32: 727270.247 m E

4668249.699T m N

COORDINATE GEOGRAFICHE ED50: LONG: 11.750816

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021				
Rev. 0					
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 32 di 54		Doc. Prop.:	

LAT: 42.134407

SSE DI TORREVALDAGLIA IN C.DA CAPPELLETTO NEL COMUNE DI CIVITAVECCHIA:

COORDINATE GEOGRAFICHE UTM WGS84 FUSO 33: 728179.48 m E

4667777.79 m N

COORDINATE GEOGRAFICHE ED50: LONG: 11.761621

LAT: 42.129898

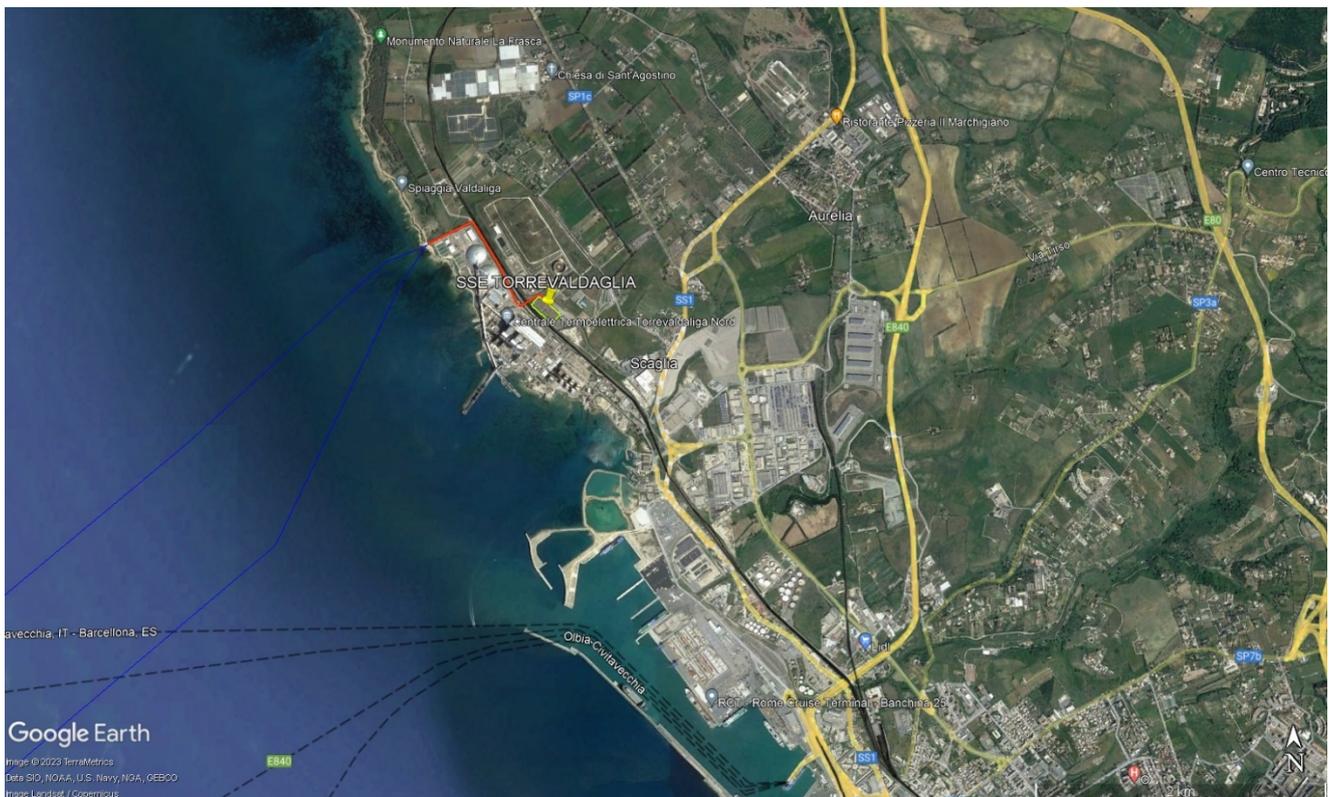


Fig. 25 - Percorso cavidotto terrestre su ortofoto con la minea rossa fino alla SSE di consegna.

L'area in cui ricade il percorso del cavidotto e la SSE di Torrevaldaglia sono ubicati in una fascia pianeggiante lungo la costa tirrenica, che si estende parallelamente al mare a circa 6 km Nord-Ovest dell'abitato di Civitavecchia.

L'area in esame si presenta sub-pianeggiante e si raccorda, verso l'entroterra, con i rilievi collinari della Tolfa, che raggiungono le quote massime in prossimità degli abitati di Allumiere e Tolfa (Monte Tolfaccia, 579 metri s.l.m.).

3.2 EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFICA A SCALA REGIONALE

La massima compressione si è avuta nell'Oligocene superiore e nel Miocene inferiore, in concomitanza con la traslazione per rotazione antioraria del bacino sardo-corso.

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021			
	Rev. 0				
	Data: 10/03/2023		Pagina 33 di 54		Doc. Prop.:

Con la fase parossistica dell'orogenesi tortoniana, a carattere spiccatamente compressivo, si è definita l'architettura a falde dell'Appennino settentrionale, durante la quale si verificarono i movimenti traslativi che determinarono la messa in posto dei complessi alloctoni. Al ciclo tortoniano seguì una tettonica distensiva, che si è protratta fino al Quaternario. Si assiste nuovamente alla formazione di horst e graben, che intersecano, secondo direttrici prevalentemente appenniniche, le strutture precedenti caratterizzate da pieghe ed accavallamenti. Questo nuovo tipo di dislocazioni si inserisce in una serie di movimenti regionali di sprofondamento e di sollevamento, ai quali è legata l'evoluzione paleogeografia della Toscana e del Lazio.

L'ingressione marina del Messiniano inferiore, quindi, si imposta in un'area notevolmente articolata. Durante tale periodo ha inizio la sedimentazione del "neoautoctono" che acquista una connotazione evaporitica nel Messiniano superiore, infatti il bacino marino evolve con formazione di depositi evaporatici. Lo spessore di questi depositi è variabile e non sempre elevato in corrispondenza del tracciato oggetto di studio. La fine del "piano" è caratterizzata da un generale sollevamento di tutta la regione con la formazione di depositi lacustro-salmastri e conglomeratici, in gran parte smantellati da un'intensa erosione subaerea.

All'inizio del Pliocene inferiore si verifica in tutta la Toscana meridionale e nel Lazio settentrionale un'ampia trasgressione marina susseguente ad una generalizzata subsidenza regionale. Le litofacies sono caratterizzate da una sedimentazione molto fine (Argille Azzurre). La sequenza pliocenica inferiore, pur iniziando con la deposizione di argilla in tutta l'area, è poi evoluta in alcune zone in una sedimentazione di ambiente costiero (zona di Tarquinia). Nel Pliocene medio si verifica l'emersione di buona parte dell'area, a meno della zona compresa tra Civitavecchia e Tarquinia. Qui si era instaurato un ampio golfo delimitato da faglie dirette decorrenti lungo le attuali valli dei Fiumi Marta e Mignone con direzione SO-NE, caratterizzato da acque basse e da alcune zone emerse.

Con il Pliocene superiore - Pleistocene inferiore si ha un generale ritiro del mare. Solo il settore corrispondente all'attuale piana costiera continuerà a far parte dell'ambiente marino durante il Quaternario.

Le formazioni pleistoceniche sono caratterizzate da una giacitura sub-orizzontale con generica vergenza verso mare, ma le superfici trasgressive relative agli stessi ordini risultano a volte dislocate a quote diverse. Ciò è dovuto all'interazione tra tettonica e fluttuazioni del livello marino. Mediante correlazioni stratigrafiche e geomorfologiche, vari Autori hanno riconosciuto diverse serie di ripiani, almeno cinque spianate di erosione e/o di accumulo che si susseguono a quote via via maggiori, procedendo dalla costa attuale fino all'altezza di Monte Romano. La più antica di queste superfici (I terrazzo), costituita da conglomerati ed arenarie sembra corrispondere alla chiusura del ciclo pliocenico o all'inizio di quello pleistocenico.

Parallelamente alla costa, all'altezza degli Archi di Pontecchio, sul versante sinistro del Fiume Fiora, decorre il II terrazzo marino. I sedimenti che costituiscono tale ciclo trasgressivo sono psammitico-psefitici e tutti gli Autori concordano nell'attribuirli al Pleistocene inferiore.

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021	Rev. 0		Doc. Prop.:
	Data: 10/03/2023	Pagina 34 di 54			

Successivamente la deposizione è caratterizzata dal brusco arrivo di un ingente quantitativo di materiale piroclastico legato all'inizio dell'attività vulcanica dei vicini apparati vulsini e vicani.

Le facies del Pleistocene medio-superiore sono quelle caratteristiche di un ambiente costiero e lagunare interessato da numerosi episodi trasgressivi, con deposizione di sabbie ghiaiose cui si intercalano lenti più o meno estese di materiali più fini. I terrazzi del III e IV ordine, ascrivibili al Pleistocene medio e superiore, immergono verso nord-ovest. In entrambi i cicli sedimentari si ha deposizione di ghiaie e sabbie ghiaiose di facies continentale. La spianata più vicino al mare, e quindi la più recente e meglio conservata, si è formata circa 125.000 anni fa (V terrazzo) con depositi di natura sabbioso-ghiaiosa di ambiente sia costiero-marino, sia continentale.

3.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, STRATIGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

L'area si inserisce in un contesto geologico piuttosto complesso che caratterizza il Margine Tirrenico a partire dal Miocene inferiore. Tale complessità deriva dal susseguirsi di diverse fasi evolutive legate prima a fenomeni compressivi attivi dal Miocene inferiore, che determinarono l'innalzarsi della catena appenninica, poi a fenomeni distensivi a partire dal Miocene superiore legati all'apertura del Tirreno. In seguito a tale regime compressivo - distensivo si sono delineati diversi sistemi di faglie, con andamento NW - SE e NE - SW, che hanno prodotto strutture tipo horst-graben, per cui il margine tirrenico risulta costituito da alti morfologici intercalati a depressioni, a volte molto profonde. Le unità più antiche sono costituite da formazioni sedimentarie marine appartenenti a due gruppi principali:

- Unità Toscani» di natura evaporitica, carbonatica e marnosa (Triassico-Oligocene), presenti estesamente ad elevate profondità, ma affiorante solo localmente e in ridotte dimensioni alla base dei Monti della Tolfa;
- Unità Liguri» di natura torbiditica (flyschoidi), calcarea, marnosa, argillitica e arenacea (Cretaceo-Eocene). Nell' area in esame questa unità è sovrapposta tettonicamente alle unità toscane ed affiora estesamente su tutti i Monti della Tolfa, fino alle zone costiere.

Le due unità sopra descritte costituiscono la base, nelle depressioni strutturali, di potenti successioni sedimentarie continentali, transizionali e marine (Successioni Neoautoctone) di natura argillosa, sabbiosa e conglomeratica. Sempre associati ai fenomeni distensivi è lo sviluppo di fenomeni vulcanici, che ha portato alla messa in posto di successioni laviche e piroclastiche: le più vicine al sito sono anche le più antiche (circa 2,5 Ma) ed affiorano principalmente nel nucleo centrale dei Monti della Tolfa, altre più recenti costituiscono i Monti Vulsini e i Monti Sabatini.

Il sito in esame si trova all'estremità occidentale dei Monti della Tolfa, che costituendo un alto strutturale, sono stati interessati da fenomeni erosivi piuttosto che da deposizione di sedimenti; le successioni neoautoctone costituiscono infatti delle sottili coltri di depositi continentali detritici o travertinosi e di depositi marini terrazzati, legati a fenomeni di eustatismo.

Pertanto le formazioni che interessano direttamente il sito appartengono principalmente alle unità liguri e, secondariamente, a depositi marini neoautoctoni.

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021	Rev. 0	Data: 10/03/2023	Pagina 35 di 54
			Doc. Prop.:		

Tra queste nell'area in esame risulta presente in modo esclusivo il «Flysch argilloso-calcareo» (Cretaceo sup.) costituito da un'alternanza di livelli da centimetrici a metrici di:

- argilliti grigie compatte, talvolta fogliettate a consistenza lapidea, con abbondanti venature biancastre, carbonatiche, argillose;
- marne grigie e grigio-azzurre, più o meno argillose o calcaree, litoidi, a luoghi intensamente fratturate fino a scagliettate (a volte ossidate sui piani di frattura), con venature calcitiche bianche; arenarie grigie e brune a grana fine, in parte alterate e ossidate.

L'alternanza è costituita principalmente dai livelli di argilliti e di marne, mentre le arenarie risultano nettamente subordinate. La formazione costituisce il generale substrato, posto a modeste profondità, che nell'area di centrale è ricoperto da sedimenti superficiali di diverso tipo.

- Depositi marini pleistocenici costituiti da calcari detritico-organogeni, vacuolari, conglomerati e arenarie grossolane con abbondanti resti di conchiglie, talora sciolti. Affiorano a monte lungo la linea di costa, dove presentano una stratificazione con debole inclinazione (<5°) verso mare. Lungo il litorale vanno a costituire la tipica costa bassa e rocciosa di questo tratto.

- Depositi recenti marini e continentali costituiti da sabbia di spiaggia, depositi alluvionali dei corsi d'acqua, depositi detritici e colluviali superficiali (sabbie e limi più o meno argillosi, talora ghiaiosi) come prodotti dell'alterazione.

- Travertini molto localizzati circoscrivibili ad una placca di ridotte dimensioni, la cui formazione è legata alla presenza di una piccola sorgente di acqua mineralizzata, posta poco a Nord dell'area che un tempo ospitava il parco serbatoi della centrale quando era alimentata ad olio combustibile, oggi ripristinata a verde.

- Materiali di riporto che derivano dai lavori di regolarizzazione morfologica del sito della centrale, che ne hanno modificato, assieme agli sbancamenti, l'originaria situazione naturale. Sono materiali molto eterogenei costituiti da frammenti litoidi (anche artificiali) in matrice sabbiosa limosa; lo spessore è molto variabile da zona a zona.

Nel settore in studio della costa tirrenica laziale si estende una successione di cinque ordini di terrazzi marini più o meno marcati con la presenza di morfologie di superfici relitte pianeggianti a bassa pendenza verso il mare e via via profondamente incise dal reticolo fluviale.

I tre ordini di terrazzi più bassi sono costituiti dai depositi delle unità costiere plio-pleistoceniche. La morfologia della superficie superiore dei due ordini più bassi in quota è ben conservata, ad esclusione di rimodellamenti minori subiti in ambiente subaereo e testimoniati dai depositi continentali dell'unità di Casale Palombini (Pmb). La morfologia della superficie superiore del terzo ordine di terrazzi è invece mal conservata.

I corpi sedimentari di questi tre ordini terrazzati sono caratterizzati da depositi di facies costiera ricchi in sedimenti e prodotti di origine vulcanica, e si sviluppano fino a quote di circa 60 m s.l.m.

Seguono verso l'alto due ordini di terrazzi costieri, caratterizzati da depositi simili ai

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021			
	Rev. 0				
	Data: 10/03/2023		Pagina 36 di 54		Doc. Prop.:

precedenti, ma privi di apporti vulcanici.

Nello specifico della porzione di territorio attraversata dal progetto di realizzazione del cavidotto e dell'area intorno alla sottostazione "SE Torrevaldaliga" in contrada Cappelletto, per le unità litostratigrafiche attraversate si rimanda alla carta geologica a scala 1:25.000 edita dal geoportale della Regione Lazio e dalla Carta Geologica d'Italia foglio 142 Civitavecchia anno 1969.

Inoltre in fase di progettazione definitiva/esecutiva, nell'area di stretto interesse del tracciato del cavidotto e dell'area intorno alla sottostazione, sarà eseguito uno studio più di dettaglio, con rilievi geologici a scale 1:10.000/1:5.000, i terreni saranno caratterizzati da un punto di vista geotecnico, sismico, idrogeologico e ambientale, con indagini in situ ed in laboratorio eseguite all'uopo e sarà verificata la presenza o meno di falde superficiali che possano interferire con le opere in progetto, così come previsto dalle "Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018".

3.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La permeabilità è una caratteristica fisica dei terreni di fondamentale importanza in quanto essa regola l'infiltrazione, la circolazione e la distribuzione delle acque nel sottosuolo.

Il Comune di Civitavecchia si trova sull'unità idrogeologica della Tolfa il cui andamento morfologico generale è conseguenza dell'esistenza di terreni con caratteristiche litologiche eterogenee, che hanno risentito di intense vicende tettoniche e vulcaniche.

Il flysch argilloso presenta permeabilità molto bassa a causa della presenza diffusa di argilliti, qualche livello marnoso o arenaceo può presentare una discreta permeabilità ma, visto l'assetto stratificato, può ospitare soltanto modeste falde isolate.

Il "Flysch argilloso-calcareo", che caratterizza il substrato sedimentario litoide o pseudolitoide di tutta l'area, presenta, nel suo insieme, una permeabilità generalmente bassa a causa della stessa natura argillosa del sedimento originario; la circolazione idrica in questa formazione può essere confinata in qualche livello marnoso o arenaceo più fratturato, forse talvolta in pressione.

Nel raggio di alcuni chilometri intorno al sito della sottostazione e del percorso del cavidotto esistono alcuni pozzi e sorgenti con acque mineralizzate di provenienza profonda, legate a locali fenomeni idrotermali. Ad esse è probabilmente collegata la genesi di depositi travertinosi. Si tratta di acque circolanti lungo alcune zone di fratturazione tettonica subverticali che portano in superficie acque di falde mineralizzate e talvolta calde. Queste falde idrotermali sono in realtà ospitate probabilmente dalle formazioni carbonatiche permeabili delle "Unità Toscane" localizzate al di sotto delle unità flyschoidi, ad elevate profondità.

Le altre formazioni presenti, insieme alla coltre di alterazione delle citate formazioni flyschoidi, possono essere considerate un'unica sottile copertura superficiale eterogenea, di spessore variabile, mediamente permeabile per porosità che ospita una modesta falda freatica in

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021			
	Rev. 0				
	Data: 10/03/2023		Pagina 37 di 54		Doc. Prop.:

diretto rapporto con le acque superficiali e con il mare, fortemente influenzata dall'andamento stagionale delle precipitazioni e dalle maree. Nei dintorni del sito, laddove tale orizzonte acquifero raggiunge uno spessore sufficientemente rilevante, la falda che in esso ha sede viene sfruttata per scopi più che altro agricoli.

L'immediato sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato dalla presenza di una falda freatica, ospitata dall'insieme dei depositi recenti e di riporto, soggetta a variazioni stagionali, con un livello posto in genere a pochi metri dal piano campagna (mediamente a 2 – 3 m di profondità) e con un lento flusso generalizzato verso mare. Tale falda è tuttavia piuttosto discontinua sia a causa dell'eterogeneità dei materiali che la contengono, i quali localmente potrebbero risultare anche a bassissima permeabilità, sia a causa della presenza delle opere di fondazione delle varie parti di impianto, che quasi sempre poggiano direttamente sul flysch sottostante, poco permeabile, creando quindi estese barriere che interrompono la continuità della falda.

4. INQUADRAMENTO NEL PAI E NEL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONE

Il PAI è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

Relativamente agli aspetti connessi alla difesa del suolo, l'area interessata dalle opere in progetto ricade nell'ambito territoriale di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale – Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) Bacini Regionali del Lazio (ABR) adottato in ottemperanza alla legge 183/89 ed approvato con Deliberazione Consiglio Regionale n° 17 del 04/04/2012 (B.U.R. 21 del 07/06/2012 S.O. n.35) e s.m.i, e riaggiornati con cartografia aggiornata alla data del D.S, 147/2021 (Novembre 2021).

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale l'ABR del Lazio, nell'ambito del territorio di propria competenza, pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla tutela e alla difesa degli insediamenti, delle infrastrutture, del suolo e del sottosuolo.

Invece, Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, è stato adottato il 17 dicembre 2015 con deliberazione n. 6 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, costituito ai sensi dell'art.12, comma 3, della legge n. 183/1989 e integrato dai componenti designati dalle Regioni il cui territorio ricade nel Distretto Idrografico non già rappresentante nel medesimo Comitato.

Successivamente, Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, redatto in forza della direttiva 2007/60, è stato successivamente approvato il 3 marzo 2016, con deliberazione n. 9, dal Comitato istituzionale ed il 27 ottobre 2016 dal Presidente del Consiglio dei Ministri con DPCM Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 28 del 3 febbraio 2017 recante "approvazione del piano di gestione del

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021			Doc. Prop.:
	Rev. 0				
	Data: 10/03/2023		Pagina 38 di 54		

rischio di alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Centrale" (**PGRAACC**).

Il secondo ciclo di pianificazione del Piano di gestione del rischio alluvioni del distretto dell'Appennino centrale è effettuato in applicazione del comma 3 dell'art. 12 del D.Lgs. 49/2010 che prevede l'aggiornamento di detti strumenti di pianificazione entro il 22 settembre 2021 e, successivamente, ogni sei anni.

Dalla consultazione delle carte della pericolosità e del rischio geomorfologico del P.A.I., lungo l'asse stradale in cui si snoda il tracciato del cavidotto e nel sito della sottostazione non si evidenziano delle tipologie di dissesto in atto e/o potenziale, inoltre, dalla consultazione delle carte P.A.I del rischio e della pericolosità idraulica, lungo l'asse stradale in cui si snoda il tracciato del cavidotto e nel sito della sottostazione, non sono interessate da pericolosità idrauliche, **le suddette tavole sono allegate in calce al presente progetto.**

Invece, dalla consultazione delle carte del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione, lungo l'asse stradale in cui si sviluppa il tracciato del cavidotto a terra e l'area della sottostazione non si evidenziano aree soggette ad alluvione con pericolosità e tempi di ritorno da 50-100-300 anni e rischio da R1, R2, R3 e R4, **le suddette tavole sono allegate in calce al presente progetto.**

A tal proposito, in fase di progettazione definitiva e/o esecutiva saranno valutati opportuni interventi per andare a mitigare il rischio e la pericolosità delle aree interessate, così come previsto dalle norme di attuazione P.A.I. e del Piano di Gestione Rischio di Alluvione, e saranno eseguiti tutti gli studi di dettaglio che prevede la normativa vigente.

In fase di progettazione definitiva/esecutiva, quando sarà definito il tracciato del cavidotto, saranno analizzati nel dettaglio tutti gli attraversamenti e se necessità sarà eseguito un adeguato studio idraulico-idrogeologico, in cui saranno prese in considerazioni tutte le possibili opere di mitigazione a salvaguardia della pubblica utilità, in armonia a quanto disposto dal Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Lazio.

Inoltre, in fase di progettazione definitiva-esecutiva, quando sarà definito il tracciato del cavidotto, dette aree che presentino delle criticità da un punto di vista idraulico-geomorfologico, potranno essere scartate e/o saranno valutate idonee ipotesi progettuali.

5. INQUADRAMENTO SISMICO AREE A MARE E A TERRA

L'area in studio è stata oggetto, in tempi storici, di pochi sismi, di intensità generalmente modesta. Fra gli eventi storici di maggior intensità vengono annoverati quello di Tarquinia del 1819, dei Monti della Tolfa del 1969 e quello di Tuscania del 1971.

Con riferimento a possibili interpretazioni sismogenetiche dei dati spaziali di sismica storica è stata osservata una correlazione fra la distribuzione spaziale degli epicentri e la posizione degli alti strutturali, individuati sia sulla base delle evidenze geologico-strutturali di superficie che dei dati gravimetrici (anomalie positive di gravità individuate nella Carta delle isoanomalie di Bouguer). Fra queste strutture vengono annoverati l'alto di Civitavecchia, quello di Monte Romano e quello posto a nordovest di Tarquinia: si nota che gli epicentri degli eventi sismici registrati in epoca storica si localizzano, di preferenza, ai margini di queste strutture tettoniche.

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:



Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

Proponente:



Commessa: **SARDINIA NE**

Contratto: **30/11/2021**

Rev. **0**

Doc.: **SNE.SCOP.R.04.00**

Data: **10/03/2023**

Pagina **39** di **54**

Doc. Prop.:

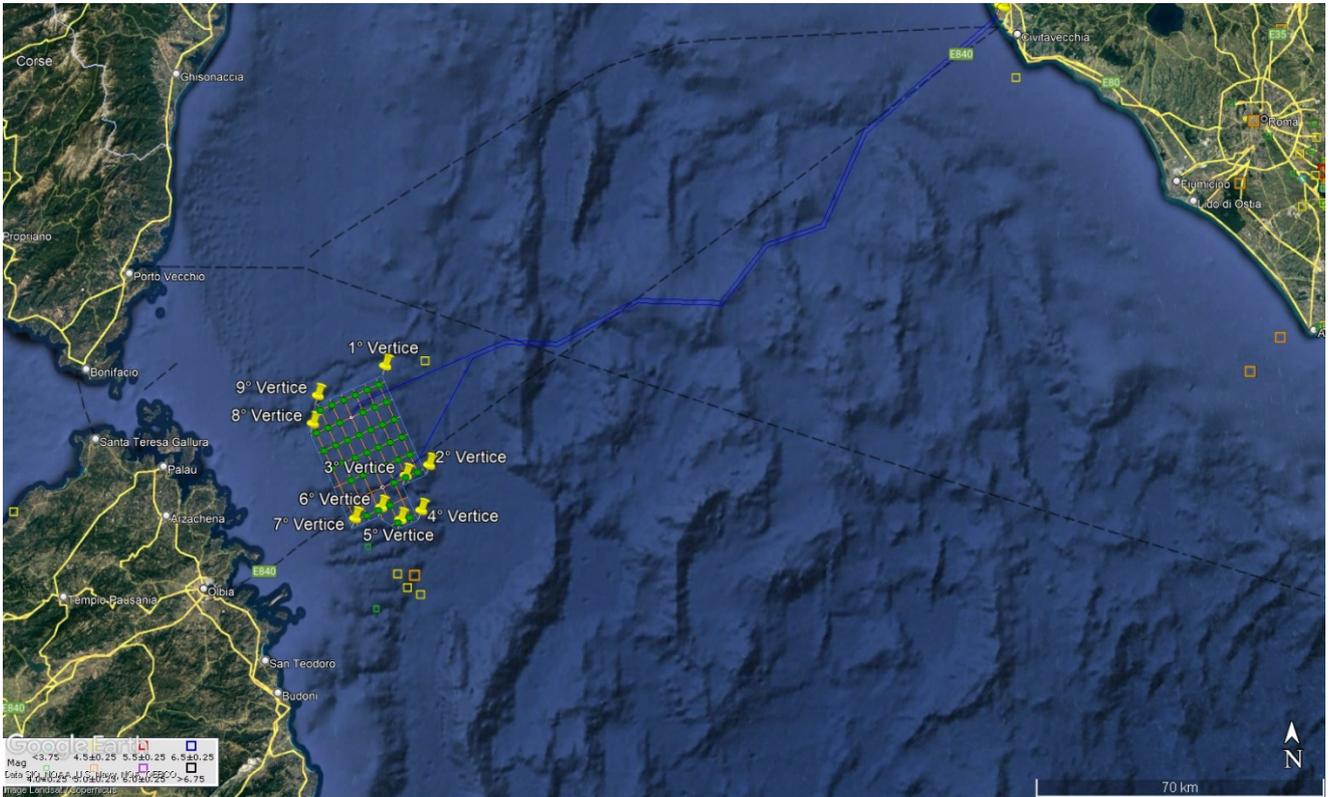


Fig. 26 - Catalogo CPT15 con riportati i terremoti storici localizzati dall'INGV (parte mare).

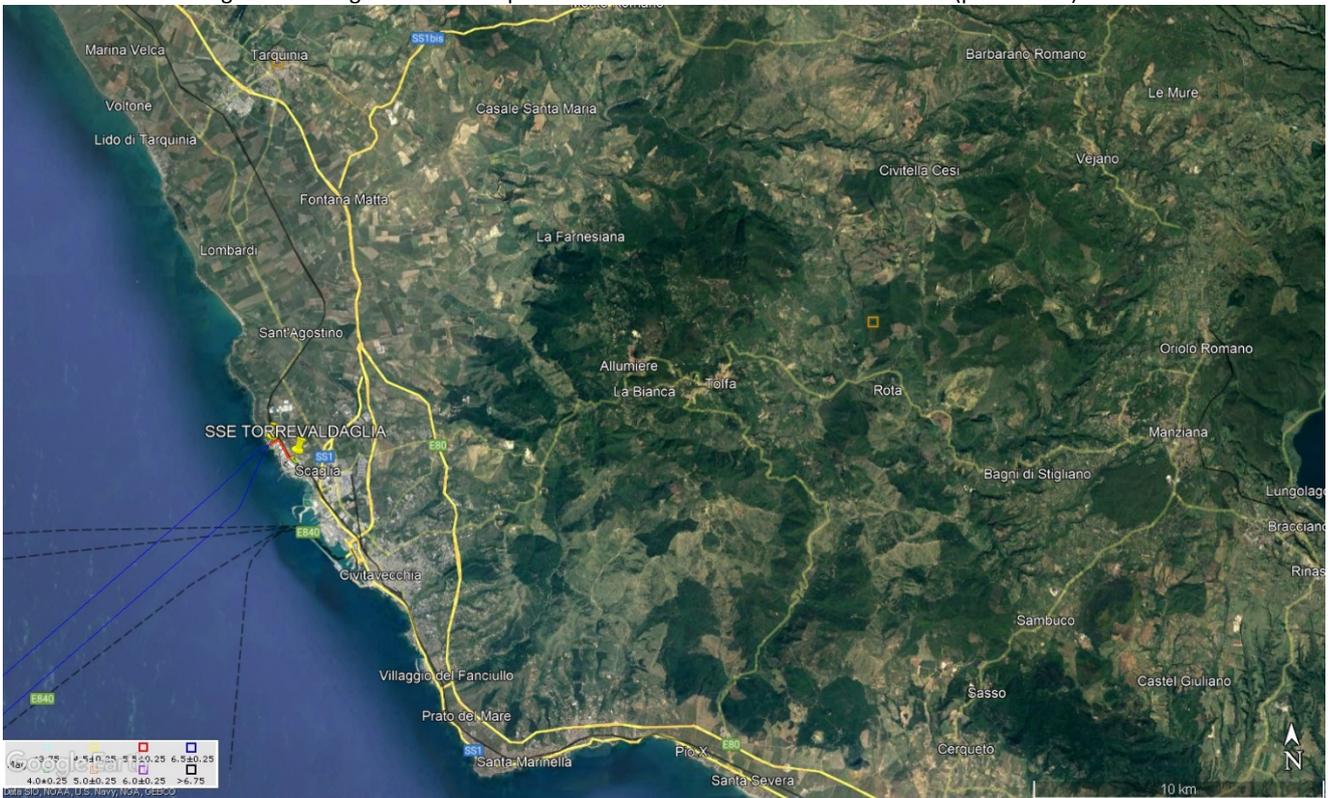


Fig. 27 - Catalogo CPT15 con riportati i terremoti storici localizzati dall'INGV (parte terra).

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
<p>Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.</p>			<p>File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx</p>		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Rev. 0	Contratto: 30/11/2021	Doc. Prop.:	
	Data: 10/03/2023		Pagina 40 di 54		

La zonazione sismogenetica è basata sul riconoscimento di aree, responsabili di generare grandi terremoti, delimitate in base al comportamento geodinamico ed a meccanismi di rottura omogenei.

I terremoti storici capaci di dare un contributo significativo alla pericolosità sismica del settore in studio sono quelli riportati nella figura sottostante e sono stati presi dal Catalogo Multiparametrico dell'INGV – CPT115.

Fino al 2002 è stata utilizzata la zona ZS4 (MELETTI et al., 2000), tracciata nel 1996 con lo scopo prevalente di servire da input per la valutazione di pericolosità sismica, in queste regioni sono state individuate le zone 68, 69,70, 71, 72, 73, 78, 79.

Gli sviluppi più recenti delle conoscenze in materia di sismogenesi hanno evidenziato alcune inconsistenze di tale modello. Oggi ci si basa su una nuova zonazione denominata ZS9.

L'area percorsa dal tracciato del cavidotto e l'area in cui ricade la sottostazione non ricadono in nessuna zona sismogenetica, come cartografato dall'INGV nella zonazione ZS9 (Fig.28).



Fig.28 – Zone sismogenetiche d'Italia (zonazione ZS9, da INGV), con il cerchio rosso l'area in esame.

Con l'ordinanza n. 3274 del 20/03/2003 e n. 3519 del 28/04/2006 viene abbandonato il concetto di "Categoria" e viene assunto quello di "zona" e, il coefficiente S (grado di sismicità) viene sostituito da quello di accelerazione probabile. Alle zone si assegnano i seguenti valori dell'accelerazione:

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021	Rev. 0	Data: 10/03/2023	Pagina 41 di 54
			Doc. Prop.:		

Tab.1: Zone sismiche e valori di Ag/g

ZONA SISMICA	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag/g)
Zona 1	0,25 < ag > 0,35 g	0,35 g
Zona 2	0,15 < ag ≤ 0,25 g	0,25 g
Zona 3	0,05 < ag ≤ 0,15 g	0,15 g
Zona 4	≤ 0,05 g	0,05 g

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto (accelerazione del moto del suolo, intensità al sito, spettro di sito) viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella tabella 1 dell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

L'approccio "sito dipendente" della nuova normativa permette di riferirsi, per ogni costruzione, ad un'accelerazione di riferimento propria in relazione sia alle coordinate geografiche dell'area di progetto, sia alla vita nominale dell'opera stessa. In quest'ottica la classificazione sismica del territorio rimane utile, dal punto amministrativo, per la gestione di pianificazione e di controllo dello stesso.

In virtù dell'evoluzione del quadro normativo la Regione Lazio, tramite l'Area di Difesa del Suolo, ha avviato nel 2007 una convenzione con l'ENEA per l'elaborazione della Pericolosità Sismica regionale di base al fine di aggiornare la classificazione sismica del territorio alla luce di quanto predisposto dall'OPMC 3519/06.

La combinazione ponderata tra l'elaborato INGV-OPMC 3519/06 e la Convenzione ENEA ha portato ad una nuova riclassificazione del territorio laziale (Delibera n. 387 della Giunta Regionale del Lazio del 22 maggio 2009), che ha recepito anche quanto stabilito dal D.M. 14 gennaio 2008.

La nuova riclassificazione del territorio laziale si basa soltanto su 3 Zone Sismiche, a differenza delle quattro della precedente classificazione del 2003, con la scomparsa della zona sismica 4.

La Tab. 2 Suddivisione delle sottozone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido utilizzate per lo scenario di riclassificazione sismica della Regione Lazio.

Tab.2: Aggiornamento Zone sismiche del Lazio

ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITA' DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (ag)
1		0.25 ≤ ag < 0,278g (val. Max per il Lazio)
2	A	0.20 ≤ ag < 0.25
	B	0.15 ≤ ag < 0.20
3	A	0.10 ≤ ag < 0.15
	B	(val. min.) 0.062 ≤ ag < 0.10

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Rev. 0	Contratto: 30/11/2021	Doc. Prop.:	
	Data: 10/03/2023		Pagina 42 di 54		

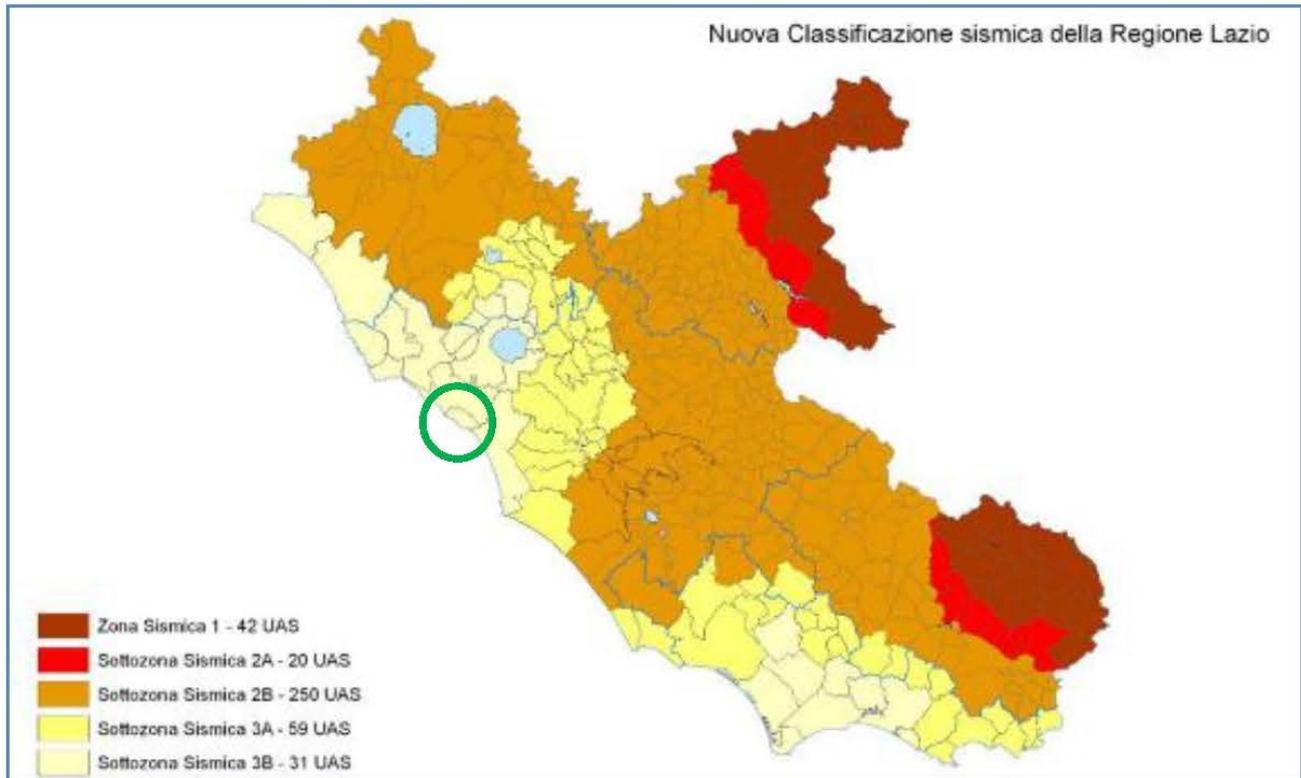


Fig. 29 - Carta di classificazione sismica dei comuni della Regione Lazio, in verde area in esame.

In base a questa nuova classificazione, il territorio in studio, ricade tra le zone dichiarate sismiche di Sottozona 3B.

Si riporta la classificazione sismica al 31/12/2022 della presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione civile – Ufficio II – Attività Tecnico Scientifiche per la previsione e la prevenzione dei Rischi – Servizio Rischio Sismico (Fig. 30).

Per quanto riguarda lo stato della deformazione attiva, le conoscenze di cui dispone la comunità scientifica risultano sintetizzate all'interno di due database principali e che riguardano l'intero territorio nazionale:

Database of Individual Seismogenic Sources (DISS, INGV);

Database ITaly HAZard from Capable faults (ITHACA, ISPRA).

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 43 di 54		Doc. Prop.:	

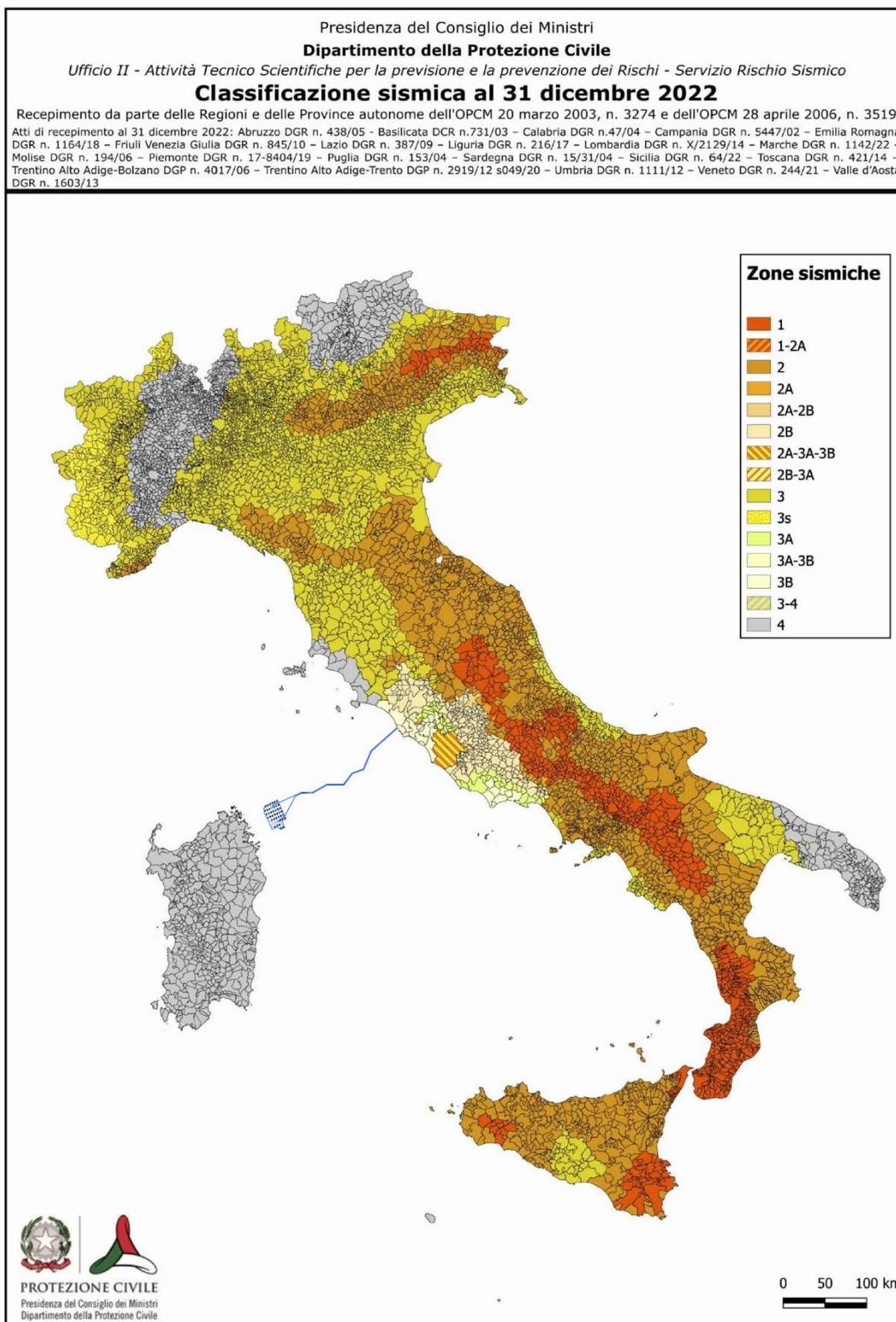


Fig. 30 - Carta della Classificazione Sismica, con l'indicazione dell'area floating e del tracciato del cavidotto.

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 44 di 54		Doc. Prop.:	

Database D.I.S.S.

Il database DISS (versione 3.3.0. 2021) raggruppa tutte le informazioni relative a faglie attive, pieghe attive, potenziali sorgenti sismogenetiche individuali, sorgenti sismogenetiche composite e sorgenti sismogenetiche dibattute in letteratura.

La consultazione del suddetto database relativo alle potenziali sorgenti sismogenetiche con magnitudo maggiore di 5.5 con notevoli effetti macrosismici, mostra che l'area in studio ricade al di fuori delle Sorgenti sismogenetiche esistenti come si evince dalle immagini sottostanti.

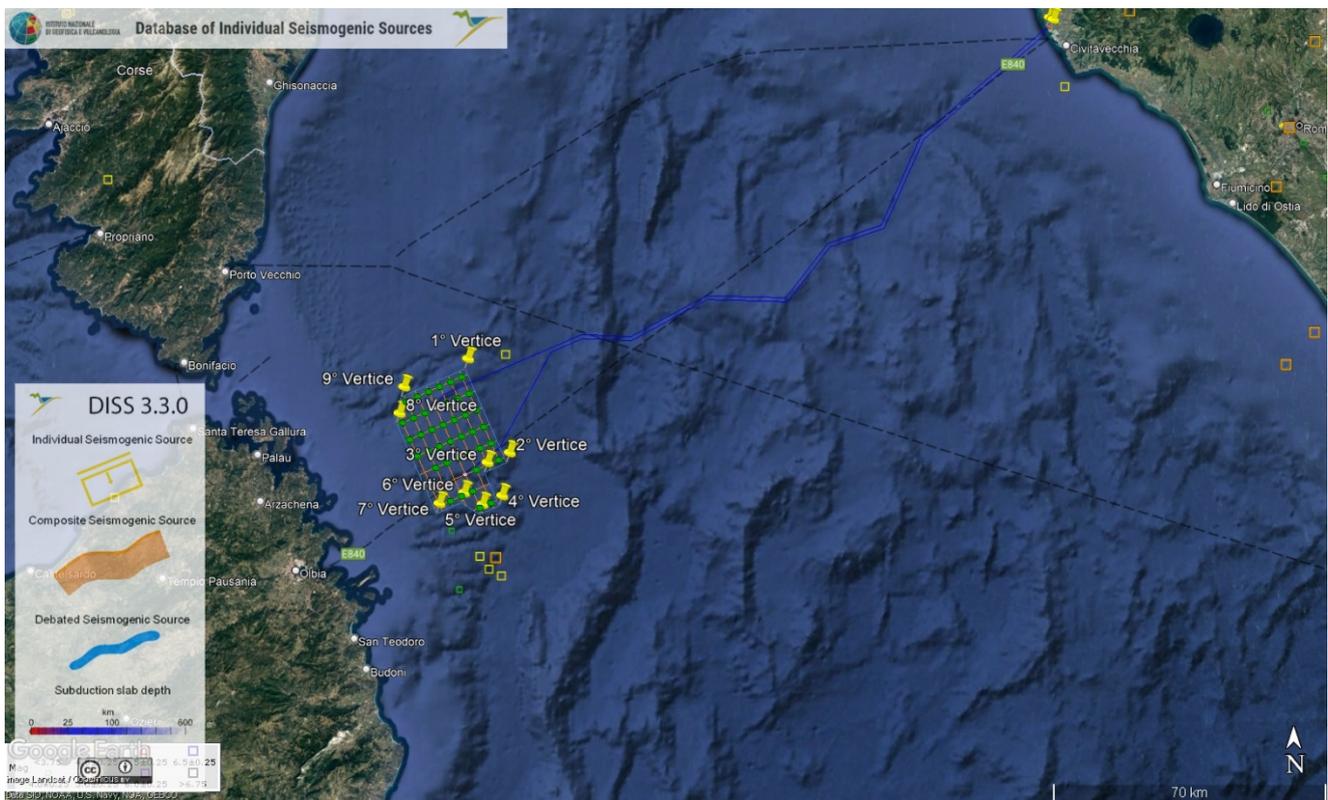


Fig. 31 - Stralcio database D.I.S.S. Versione 3.3.0. INGV, (parte a mare).

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 45 di 54		Doc. Prop.:	

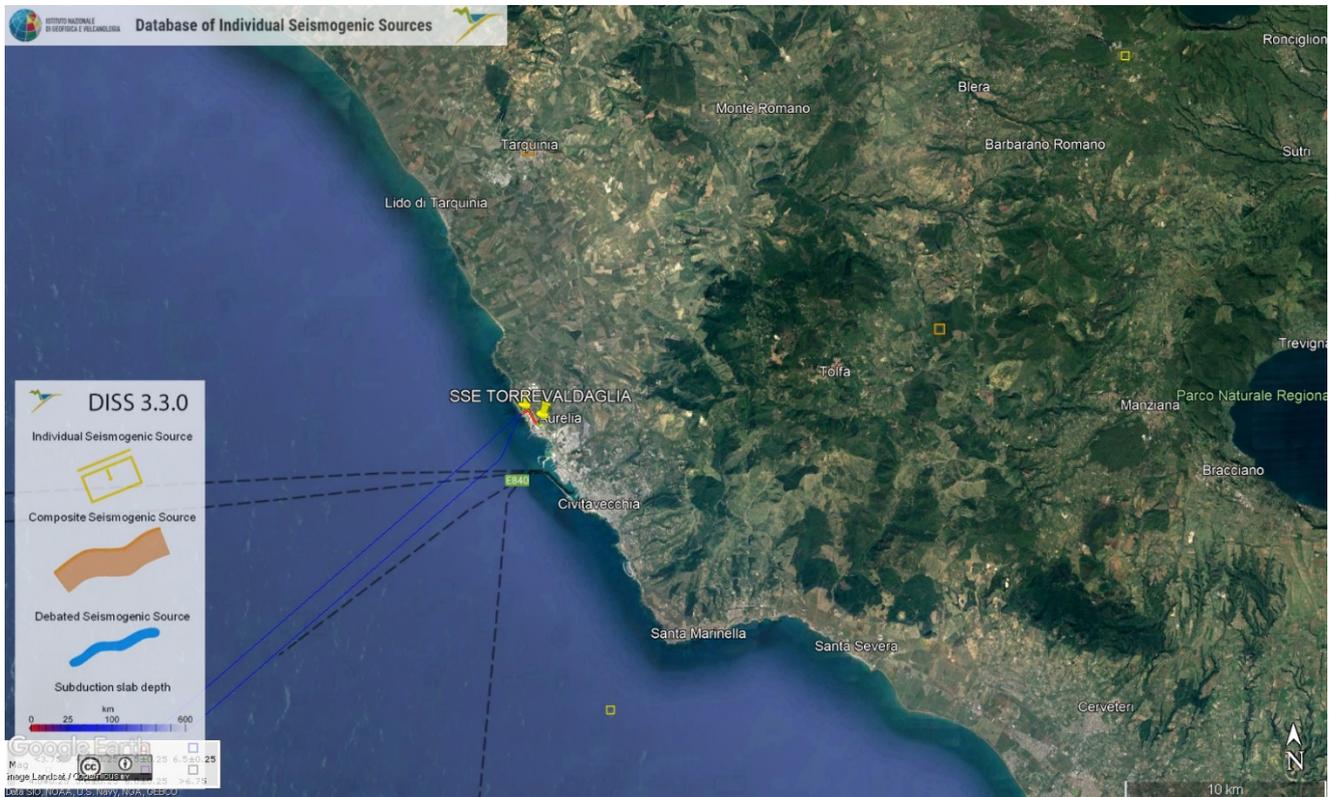


Fig. 32 - Stralcio database D.I.S.S. Versione 3.3.0. INGV, (parte a terra).

Database ITHACA

Il database ITHACA, di proprietà dell'ISPRA, tiene conto invece delle faglie attive e capaci, cioè di faglie potenzialmente in grado di creare deformazione permanente in superficie, al di là della natura strutturale.

Dalla Fig. 33 si può evincere che sia l'area floating, sia l'area del percorso del cavidotto a mare e a terra, sia l'area della sottostazione non sono interessate da faglie attive e capaci e/o elementi tettonico-strutturali, censite nel catalogo (ITHACA-ISPRA).

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata “SARDINIA NORTH-EAST”			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 46 di 54			Doc. Prop.:

Viewer Map



Fig. 33 - Stralcio database ITHACA (ISPRA), con l'indicazione dell'area floating e del tracciato del cavidotto.

Per quanto riguarda la definizione di faglia attiva e capace ITHACA adotta la seguente definizione di faglia capace, che tiene conto delle definizioni riportate sopra e del contesto geodinamico italiano.

- Una faglia è definita capace quando ritenuta in grado di produrre, entro un intervallo di tempo di interesse per la società, una deformazione/dislocazione della superficie del terreno, e/o in prossimità di essa.
- La deformazione attesa può essere sia una dislocazione ben definita lungo un piano di rottura (fault displacement/offset) che una deformazione distribuita (warping).
- La riattivazione attesa viene definita in funzione del regime tettonico in atto, rispetto al quale deve essere compatibile. Elementi secondari possono però mostrare rotture “anomale”, ad esempio movimenti compressivi in un ambiente distensivo, a causa di geometrie locali delle strutture riattivate.

Si evidenzia che nel Catalogo ITHACA l'intervallo considerato per le strutture capaci (< 125 ka sensu IAEA, 2010 e 2015).

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021			Doc. Prop.:
	Rev. 0				
	Data: 10/03/2023	Pagina 47 di 54			

In fase di studio definitivo/esecutivo, se per le aree di progetto dovessero emergere delle aree interessate da strutture attive e sismogenetiche, saranno condotti opportuni studi geofisici/geologici secondo quanto previsto dagli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (Dipartimento Protezione Civile, 2008 e ss.mm.ii) redatti dal Dipartimento di Protezione Civile (DPC) e poi nelle Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC), atte a valutare lo stato delle stesse.

L'INGV, insieme al Dipartimento nazionale della Protezione Civile, ha sviluppato il Progetto MPS04-S1 nell'ambito del quale è stata predisposta la mappa nazionale di pericolosità sismica dove vengono forniti, in una griglia regolare con passo 0,05°, i parametri di accelerazione al suolo in 'g' (accelerazione di gravità) con probabilità di superamento in 50 anni in funzione del periodo di ritorno (81%, 63%, 50%, 39%, 30%, 22%, 5% e 2% rispettivamente corrispondenti a periodi di ritorno di 30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975, e 2475 anni). I parametri significativi della pericolosità sismica sono disponibili, in forma interattiva, sul sito istituzionale del Progetto MPS04-S1 dell'INGV.



Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

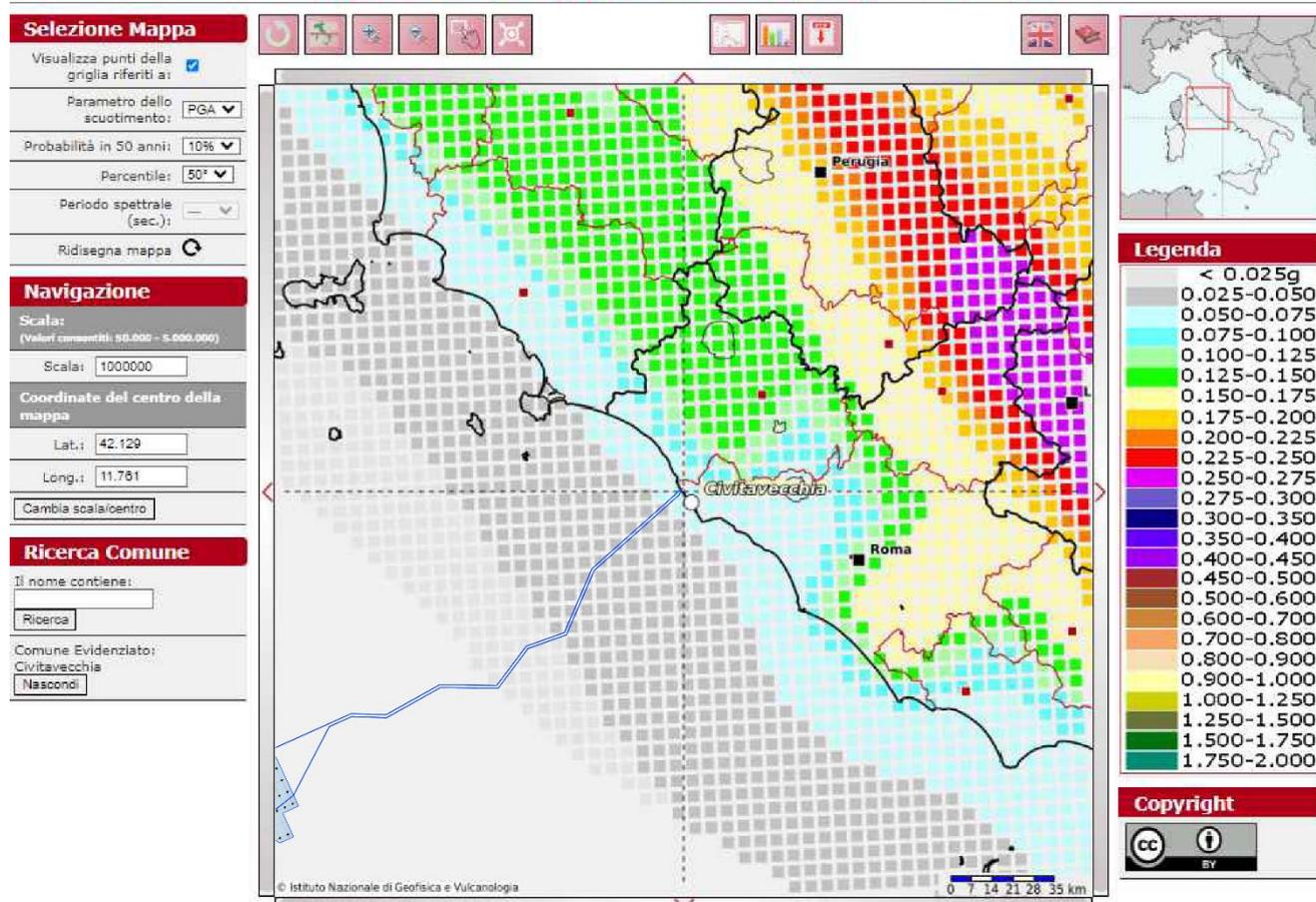


Fig. 34 - Mappa della pericolosità sismica – <http://esse1-gis.mi.ingv.it>, con l'indicazione del tracciato del cavidotto.

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021			Doc. Prop.:
	Rev. 0				
	Data: 10/03/2023		Pagina 48 di 54		

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in fase di progettazione definitiva ed esecutiva, si valuterà l'effetto della risposta sismica locale mediante l'esecuzione di indagini geofisiche-sismiche, così come stabilito dalla normativa vigente (NTC2018).

6. CONCLUSIONI

La presente relazione geologica preliminare è di supporto al progetto di una centrale eolica offshore, da installare a largo delle coste nord-orientali della Sardegna e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) fino alla SSE di Torrevaldaliga", ubicata nel territorio del Comune di Civitavecchia in contrada "Cappelletto.

Poiché l'elemento fondamentale della progettazione è il dimensionamento e la verifica delle strutture di ancoraggio delle piattaforme di fondazione galleggianti (FOWT) occorrerà indagare in maniera approfondita la natura dei substrati.

Pertanto si dovrà eseguire una campagna di indagini per redigere un quadro completo del sito in esame con conseguente definizione delle caratteristiche geotecniche dell'area floating.

A tal proposito si fa presente che in fase di progettazione definitiva e/o esecutiva dovranno essere eseguite delle operazioni di rilievo nell'area geografica dove verranno allocate le turbine del parco e il tracciato del cavidotto.

Queste indagini saranno necessarie all'implementazione delle indagini in sito e/o di laboratorio con prelievo, mediante bennate e carotaggi, con prelievo di provini che, in funzione delle matrici del sottosuolo dei fondali (rocce o strati argillosi piuttosto che sabbiosi), potranno essere definite con il dovuto dettaglio in fase di progettazione definitiva e/o esecutiva.

Nelle successive fasi della progettazione, definitiva-esecutiva, le aree a mare (area floating e tracciato del cavidotto) interessate da criticità e/o pericolosità geologiche, geomorfologiche, sismiche e vulcaniche, emerse dalla consultazione del progetto MAGIC e dalle informazioni riportate nel sito emdonet geology.eu, dovranno essere attenzionate con adeguate indagini geognostiche e rilievi in situ, in modo tale da valutare idonee scelte progettuali.

Inoltre, in fase di progettazione definitiva ed esecutiva, si valuterà l'effetto della risposta sismica locale mediante l'esecuzione di indagini geofisiche-sismiche, così come stabilito dalla normativa vigente (NTC2018), e le eventuali aree interessate da strutture attive e capaci saranno studiate seconda quando previsto dagli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (Dipartimento Protezione Civile, 2008 e ss.mm.ii.) redatti dal Dipartimento di Protezione Civile (DPC) e poi nelle Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC) .

Per quanto riguarda le opere a terra, ovvero, per il progetto di realizzazione del cavidotto, sarà condotta una campagna geognostica, geotecnica e sismica-geofisica, inoltre saranno determinate alcune proprietà fisiche, ambientali, chimiche e meccaniche dei terreni di sedime con lo scopo primario di caratterizzare le rocce e terre di scavo ai sensi del D.Lgs.152/2006 e ss.mm.ii., Parte IV, Allegato 5, Tabella 1, Colonna A e Colonna B. Sarà inoltre condotta un'indagine georadar lungo tutto

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021	Rev. 0		Doc. Prop.:
	Data: 10/03/2023	Pagina 49 di 54			

il percorso previsto per il posizionamento del cavidotto al fine di individuare e risolvere eventuali interferenze fisiche non conoscibili a priori.

Inoltre, in fase di progettazione definitiva-esecutiva, quando sarà definito il tracciato del cavidotto, per le aree a terra che presentino delle criticità da un punto di vista geomorfologico-idraulico, saranno valutate idonee ipotesi progettuali e saranno condotti degli studi approfonditi così come previsto dalla normativa vigente.

Da quanto emerso dallo studio geologico preliminare condotto e relazionato nella presente, l'intervento risulta fattibile dal punto di vista geologico, geomorfologico, sismico ed idrogeologico.

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Commissa: SARDINIA NE	Rev. 0	Contratto: 30/11/2021	Data: 10/03/2023	Pagina 50 di 54
					Doc. Prop.:

ELENCO DELLE FIGURE E DELLE TABELLE

Fig. 1 Ubicazione area impianto e tracciato cavidotto su carta nautica	pag. 4
Fig. 2 Mappa batimetrica tratta dal sito emodnet geology.eu, con l'indicazione dell'area floating e del tracciato del cavidotto	pag.4
Fig. 3 Ubicazione geografica su Google Earth, con il poligono blu è segnata l'area floating e con le linee blu il tracciato del cavidotto sottomarino con approdo alla spiaggia di Valdaliga	pag.6
Fig. 4 Stralcio della "Carta geomorfologica della Sardegna marina e continentale" CNR. Ulzega et al.,1988, con indicazione dell'area floating e del tracciato del cavidotto	pag.7
Fig. 5 Carta batimetrica semplificata del Mar Tirreno	pag.8
Fig.6 Mappa del substrato tratta dal sito emdonet geology.eu, con l'indicazione dell'area floating e del tracciato del cavidotto	pag.9
Fig. 7 Unità morfologiche ed elementi morfobatimetrici presenti "progetto MAGIC", con le opere in progetto	pag.11
Fig. 8 Shaded relief del Bacino tirrenico e del Mar Ionio e Mare Adriatico. Dati topografici Globe (1999) e dati batimetrici GEBCO (1997)	pag.12
Fig. 9 Schema geologico del Bacino Tirrenico. (Modificato da Bosellini, 2005)	pag.12
Fig. 10 Rappresentazione a rilievo ombreggiato della batimetria del mar Tirreno Merid.-Centrale	pag.14
Fig. 11 A-B-C: Modello di estrusione Mio-Pleistocenica nel Mediterraneo centrale	pag.16
Fig. 12 Schema prospettico del Tirreno centro settentrionale (modificato)	pag.16
Fig. 13 Morfologia del Mar Tirreno limiti O ed E e del bacino Magnaghi-Vavilov	pag.17
Fig. 14 Sezione litosferica Mar Balearico-Appennino settentrionale-Adriatico, ricavata dalle sezioni crostali CROP	pag.17
Fig.15 Schema stratigrafico del margine passivo della Sardegna orientale ottenuta dai dati ODP Leg 107 pubblicati da Mascle & Rehault (1990).	pag.18
Fig.16 Rilievo ombreggiato del margine orientale della Sardegna ottenuto dai dati acquisiti con ecoscandaglio multi fascio durante le campagne Tir96 e Tir 99 dall'ISMAR-Bologna	pag.19
Fig.17 Rilievo ombreggiato del Bacino di Olbia ottenuta dalla batimetria acquisita con ecoscandagli multi fascio con le campagne TIR99 e le campagne MAGIC 02_10/06_11 dall'ISMAR di Bologna	pag.20
Fig. 18 Rilievi batimetrici effettuati tramite ecoscandaglio multifascio (multibeam) durante le campagne TIR99, Magic Ismar_0909, Magic-Ismar_0210, Magic Ismar_0611	pag.22
Fig. 19 Esempio di dati di riflettività del fondo marino ottenuto tramite elaborazione dei dati batimetrici acquisiti con ecoscandaglio multi fascio (multibeam) nell'Area Marina Protetta di Tavolara-Punta Coda Cavallo	pag.23
Fig. 20 Porzione settentrionale del foglio F55	pag.24
Fig. 21 Porzione meridionale del foglio F55	pag.26
Fig. 22 Vista 3D degli elementi morfologici di piattaforma nel settore nord-occidentale del F.55	pag.27

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 51 di 54			Doc. Prop.:

Fig. 23 Vista 3D degli elementi morfologici di piattaforma nel settore centrale del F.55	pag.28
Fig. 24 PC1-F55. Posizione delle testate del canyon Posada rispetto alle infrastrutture costiere	pag.29
Fig. 25 Percorso cavidotto terrestre su ortofoto con la linea rossa fino alla SSE di consegna	pag.31
Fig. 26 Catalogo CPTI15 con riportati i terremoti storici localizzati dall'INGV (parte mare)	pag.38
Fig. 27 Catalogo CPTI15 con riportati i terremoti storici localizzati dall'INGV (parte terra)	pag.38
Fig. 28 Zone sismogenetiche d'Italia (zonazione ZS9, da INGV)	pag.39
Fig. 29 Carta di classificazione sismica dei comuni della Regione Lazio	pag.41
Fig. 30 Carta della Classificazione Sismica, con l'indicazione dell'area floating e del tracciato del cavidotto	pag.42
Fig. 31 Stralcio database D.I.S.S. Versione 3.3.0. INGV, (parte a mare)	pag.43
Fig. 32 Stralcio database D.I.S.S. Versione 3.3.0. INGV, (parte a terra)	pag.44
Fig. 33 Stralcio database ITHACA (ISPRA), con l'indicazione dell'area floating e del tracciato del cavidotto	pag.45
Fig. 34 Mappa della pericolosità sismica – http://esse1-gis.mi.ingv.it./ , con l'indicazione del tracciato del cavidotto	pag.46
 Tab.1 Zone sismiche e valori di Ag/g	 pag.39
Tab.2 Aggiornamento Zone sismiche del Lazio	pag.40

0	10/03/2023	EMMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021				
Rev. 0					
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 52 di 54		Doc. Prop.:	

BIBLIOGRAFIA

- ULZEGA A. (1988): "Carta geomorfologica della Sardegna marina e continentale" CNR.
- ULZEGA A., CARBONI S., COPPA DE CASTRO M.G., CRISTINI A., FAIS S., FERRARA C., LECCA L., LEONE F. (1979) *Indagini geologiche sulla piattaforma continentale sarda per la ricerca di placers*. In: Atti Conv. Naz. Sui Placers Marini, CNR, Trieste, 1980, 11-26, 1 f.
- ULZEGA A. (1980b) – *La piattaforma continentale della Sardegna*. Estr. da: La geografia nelle scuole, rivista dell'Associazione Italiana Insegnanti di Geografia, 39-44.
- ULZEGA A. & OZER A. (1980) - Excursion-Table Ronde sur le Tyrrhénien de Sardaigne. "INQUA - Commission des Lignes de Rivage", Cagliari 21-28 Avril 1980, 87.
- ULZEGA A., COSTA C., CUOMO M., DE MURO S., LOI L., ORRU P., PANIZZA V., PORCU G.P., SANNA C. (1986) - *Linee di riva sommerse nel Golfo dell'Asinara (Sardegna settentrionale)*. *Crociera oceanografica LM/MCS85*. Rend. Sem. Fac. Sc. Univ. Cagliari, LVI (1), 91-106.
- LECCA L., CARBONI S., SCARTEDDU R., SECHI F. & TILOCCA G. (1986) - *Schema stratigrafico della piattaforma continentale occidentale e meridionale della Sardegna*. Mem. Soc. Geol. It.: 36, 31-40, Roma.
- CAPPELLI ET AL., UNIVERISTA DEGLI STUDI DI FIRENZE (roma 1994). Lineamenti idrogeologici dei terrazzi marini pleistocenici del Lazio settentrionale. Risultati della campagna di rilevamento 1991-1992.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, Note illustrative e Carta Geologica della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 foglio 142 Civitavecchia, a cura di: A. Alberti, et al., 1970.
- Progetto MaGIC (2007-2013) realizzato da CNR-IAMC, ONISMA ed OGS, Foglio 55 Tavolara.
- Bortoluzzi, G., Carrara, G., Fabretti, P., Gamberi, F., Marani, M., Penitenti, D., Stanghellini, G., Tonani, M., Zitellini, N., Bonazzi, C., Lippolis, S., Musacchio, M. Daviddi, A., Diroma, G., Ferrarini, A., Leotta, A., Gilod, D., Nikaronenkov, B., Efimov, V. & Erofeev, S., 1999. Swath bathymetry and geophysical survey of the Tyrrhenian sea report on bathymetric, magnetic and gravimetric investigations during cruises TIR96 and TIR99. IGM technical Report, 52.
- Bosellini, A., 2005. Storia geologica d'Italia: gli ultimi 200 milioni di anni. Zanichelli. 183 pp.
- Gamberi, F., Dalla Valle, G., 2009. The impact of margin shaping processes on the architecture of the Sardinian and Sicilian margin submarine depositional systems within the Tyrrhenian Sea. Special Publication - Society for Sedimentary Geology, 92, 207-219.
- Kastens, K. A., & Mascle, J., 1990. The geological evolution of the Tyrrhenian Sea: an introduction to the scientific results of ODP Leg 107. In Kastens, K. A., Mascle, J., et al. Proc. ODP, Sci. Results, 107: College Station, TX (Ocean Drilling Program), 3-26.
- Locardi, E., & Nicholich, R., 1992. Geodinamica del Tirreno e dell'Appennino centromeridionale: la nuova carta della Moho. Memorie della Società Geologica Italiana, 41, 121-140.
- Marani M. P. & Gamberi F., 2004. Structural framework of the Tyrrhenian Sea unveiled by seafloor morphology. Mem. Descr. Carta Geol. d'It, XLIV, 97-108.
- Malinverno A. & Ryan W. B. F.; 1986: Extension in the Tyrrhenian Sea and shortening in the Apennines as result of arc migration driven by sinking of the lithosphere. Tectonics, v.5, n°2, pp. 27-245.

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente: 	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE	Contratto: 30/11/2021				
Rev. 0					
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 53 di 54		Doc. Prop.:	

- Ryan, W.B.F, Hsu, K. J., et al., 1973. Init. Repts. DSDP, 13, Pt. 2: Washington (U.S. Govt. Printing Office).
- Sartori R. 1990. The main results of ODP Leg 107 in the frame of Neogene to recent geology of peri-Tyrrhenian areas. In: K.A.M. Kastens, J. (Editor), Proc. ODP, Sci. Results, 107 College Station, TX, pp. 715-730.
- Spadini, G., Bertotti, G., Cloetingh, S. 1995. Tectonostratigraphic modelling of the Sardinian margin of the Tyrrhenian Sea, Tectonophysics, 2, 269-284, 1995a.
- Wang, C-Y., W-T. Hwang, and Y. Shi, Thermal evolution of a rift basin: The Tyrrhenian Sea, J. Geophys. Res., 94, 3,991-4,006, 1989.
- Locardi E. (1982) - Individuazione delle strutture sismogenetiche dall'esame della evoluzione vulcano-tettonica dell'Appennino e del Tirreno Mem. SGI 24 (1982) P.te 3a, p.569-596, 16 ff.
- Mantovani E. et alii 2007 - Major evidence on the driving mechanism of the Tyrrhenian-Apennines arc-trench-back arc system from CROP seismic data Ital.J.Geosci. vol. 126 n. 3 (2007), 459-471.
- Savelli C. 2002 - Tectono-magmatic lineaments and subduction in the central Mediterranean and southern Italy during the past 8 Ma Boll. SGI 121 (2002) fasc. 2, 231-242.
- Van Dijk, J.P. 1992 - Late Neogene fore-arc basin evolution in the Calabrian Arc (Central Mediterranean). Tectonic sequence stratigraphy and dynamic geohistory. With special reference to the geology of Central Calabria. Geologica Ultrajectina, Vol. 92, pp. 57.
- Wezel F.C. 1982 – The Tyrrhenian sea: a rifted tectonic-swell basin Mem. SGI 24 (1982) P.te 3a, p.531-568.
- Dipartimento di Protezione Civile – Ufficio Rischio Sismico e Vulcanico – (2015) “Mappa di Classificazione Sismica del Territorio Nazionale al 2014” in: Recepimento dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (Ordinanza n. 3271)” pubblicata sulla G.U. Parte I - n. 72 del 8 maggio 2003
- Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D’amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016) – Database Macrosismico Italiano (DBMI15-CPTI15). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), <https://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>.
- Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Comastri A., Tarabusi G., Sgattoni G., Valensise G. (2018) - CFTI5 Med, Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (461 a.C.-1997) e nell’area Mediterranea (760 a.C.-1500). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). doi: <https://doi.org/10.6092/ingv.it-cfti5>
- & Guidoboni E., Ferrari G., Tarabusi G., Sgattoni G., Comastri A., Mariotti D., Ciuccarelli C., Bianchi M.G., Valensise G. (2019), CFTI5Med, the new release of the catalogue of strong earthquakes in Italy and in the Mediterranean area, Scientific Data 6, Article number: 80 (2019). doi: <https://doi.org/10.1038/s41597-019-0091-9>.
- Database D.I.S.S. Versione 3.3.0. INGV, anno 2020.
- NTC 2018 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni. D.M. 17/01/2018.

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		

Contraente:  global • engineering • solutions	Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Mare Tirreno, denominata "SARDINIA NORTH-EAST"			Proponente:  AVAPA ENERGY	
	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE				
Commissa: SARDINIA NE		Contratto: 30/11/2021			
Rev.	0				
Doc.: SNE.SCOP.R.04.00	Data: 10/03/2023	Pagina 54 di 54		Doc. Prop.:	

- Portale, Emodnet geology.eu.
- Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (Dipartimento Protezione Civile, 2008 e ss.mm.ii).
- Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC), Versione I.0, Commissione tecnica per la microzonazione sismica (art. 5, comma 7, OPCM 12/11/2010, n. 3907).
- P.A.I. REGIONE LAZIO e PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALUVIONE DELLA REGIONE LAZIO, 2012-2015 e ss.mm.ii.
- Archivio Nazionale delle Indagini del Sottosuolo (legge 464/1984) ISPRA, portale sgi2.isprambiente.it.
- CESI S.P.A. – Relazione geologica a supporto del progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuove unità a gas della Centrale Termoelettrica di Torrevaldaglia Nord di Civitavecchia (RM), 10-05-2019.
- SAT – Relazione geologica ed idrogeologica a supporto del progetto esecutivo per la viabilità secondaria complanare collegamento svincolo di Civitavecchia, marzi2015.

0	10/03/2023	EMISSIONE PER RICHIESTA DI SCOPING	SB	SB	EB
Rev.	Data	Titolo Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.			File: SNE.SCOP.R.04.00 Relazione geologica preliminare.docx		