

Progetto Definitivo

PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA



REL GEO

C0123TR00RELGEO00a

TYRRHENIAN WIND ENERGY

Ministero dell'Ambiente
e della Sicurezza Energetica

Ministero della Cultura

Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti

*Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale
ex D.lgs. 152/2006*

*Domanda di Autorizzazione Unica
ex D.lgs. 387/ 2003*

*Domanda di Concessione Demaniale Marittima
ex R.D. 327/1942*

RELAZIONE GEOLOGICA

Progetto

Dott. Ing. Luigi Severini

Ord. Ing. Prov. TA n.776

Elaborazioni

iLStudio.

Engineering & Consulting **Studio**



00	Luglio 2023	Emesso per approvazione		
Rev. Est.	Data emissione	Descrizione		Cod. Ela.

Cod.:

C	0	1	2	3	T	R	0	0	R	E	L	G	E	O	0	0	a
Tipo	Num. Com.	Anno	Cod. Set.	Tip. Ela.	Prog. Ela.	Descrizione elaborato						Rev. Est.	Rev. Int.				

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE.....	1
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	2
2.1. Assetto geologico strutturale.....	2
2.2. Apertura del Tirreno: migrazione dell'arco calabro peloritano, tettonica distensiva e vulcanismo.....	4
2.3. Attività vulcanica e tettonica - oceanizzazione del tirreno meridionale.....	5
3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE.....	10
4. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DEI FONDALI MARINI AL LARGO DI CIVITAVECCHIA E TARQUINIA.....	11
4.1. Inquadramento geologico della piattaforma continentale.....	11
4.2. Inquadramento geomorfologico della piattaforma continentale.....	11
4.3. Caratteri stratigrafici.....	12
4.4. Analisi dei settori di Civitavecchia e Tarquinia.....	14
4.5. Morfologia della spiaggia e della piattaforma continentale interna.....	15
4.5.1. Le spiagge.....	15
4.5.1.1. Morfologia delle spiagge nelle aree di Civitavecchia e Tarquinia.....	15
4.5.2. La piattaforma continentale interna.....	16
5. SINTESI DEI PRIMI DATI ACQUISITI NEL TRATTO DI MARE ANTISTANTE CIVITAVECCHIA.....	17
5.1. Scopo e obiettivi.....	17
5.2. Pianificazione e supervisione dei rilievi geofisici.....	17
5.3. Dati geofisici.....	18
5.3.1. Metodologia.....	18
5.3.1.1. Ecoscandaglio multifascio (MBES).....	18
5.3.1.2. Side Scan Sonar.....	18
5.3.1.3. Magnetometria.....	19
5.3.1.4. Sismiche a riflessione.....	19
5.4. Indagini Rov.....	20
5.5. Campionamenti del fondo marino.....	21
5.5.1. Risultati caratterizzazione sedimento.....	22
5.6. Interpretazione dei dati delle indagini geofisiche e sedimentologiche.....	24
5.6.1. Geomorfologia.....	24
5.6.1.1. Aree di Offshore.....	26
5.6.1.2. Corridoi dei cavi di esportazione (ECC).....	28
5.6.1.3. Area costiera.....	29
5.7. Modello geologico del sottofondo.....	30
5.7.1. Stratigrafia sismica.....	31
5.7.1.1. Stratigrafia sismica dei corridoi (ECCS).....	32
5.7.1.2. Stratigrafia sismica dell'area di Offshore.....	34
5.7.2. Orizzonti sismici e sovrastanti unità.....	36
5.8. Utilizzo antropogenico del sito.....	38
5.9. Pendenza del fondale marino.....	38
5.10. Affioramenti rocciosi nell'area costiera.....	39

PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA		
PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione geologica		
Codice documento: C0123TR00RELGEO00a	Data emissione: Luglio 2023	Pagina II di VI

5.11. Morfologia da fuoriuscita di fluidi (Pockmarks)	39
5.11.1. Descrizione generale.....	39
5.11.2. Possibile hazard associato a morfologie da fuoriuscita di fluidi e croste mounds autigeni.....	41
5.11.3. Ampia depressione al limite settentrionale del FOFW	41
5.12. Instabilità dei versanti	42
5.13. Terremoti.....	42
5.14. Gas superficiale.....	43
5.15. Pendenza del fondo marino	44
6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO DELLE AREE A TERRA	45
6.1. Inquadramento geologico.....	45
6.2. Inquadramento geomorfologico.....	47
6.3. Geositi della Regione Lazio.....	49
7. INQUADRAMENTO SISMICO GENERALE.....	51
7.1. Inquadramento sismico.....	51
7.2. Magnitudo attesa.....	57
7.3. Pericolosità sismica di base	57
8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	58
9. RIFERIMENTI.....	60

PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione geologica		
Codice documento: C0123TR00RELGEO00a	Data emissione: Luglio 2023	Pagina III di VI

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1 – Schema concettuale dell’impianto.	1
Figura 2.1 – Schema tettonico dell’area mediterranea.	2
Figura 2.2 – Schema strutturale del Mediterraneo centrale.	3
Figura 2.3 – Schema tettonico del Mar Tirreno e delle province geologiche circostanti.	4
Figura 2.4 – Schema tettonico del Mediterraneo centrale.	4
Figura 2.5 – Magmatismo area Tirrenica e Peritirrenica.	5
Figura 2.6 – Lineamenti tectono-magmatici del Tirreno.	6
Figura 2.7 – Schema prospettico del Tirreno centro settentrionale (modificato).	7
Figura 2.8 – Morfologia del Mar Tirreno limiti W ed E del bacino Magnaghi-Vavilov: A: Scarpata del Selli - B: Scarpata del Sartori.	8
Figura 2.9 – Sezione litosferica del tirreno settentrionale: Mar Balearico - Blocco Corso -Appennino sett.-Adriatico Lungo il profilo sismico a riflessione CROP M-12A/CROP03/M-16.	8
Figura 2.10 – Sezione litosferica del tirreno meridionale: Limite Bacino Vavilov - Bacino Marsili - Arco Calabro – Ionio. ..	9
Figura 4.1 – Schema stratigrafico della piattaforma continentale a largo del Lido di Ostia (da Chiocci et al. 2009).	11
Figura 4.2 – Schema dei principali elementi di diversa origine, estensione e importanza che caratterizzano la piattaforma continentale laziale. B: praterie di fenoragame e/o biocostruzioni ad opera di organismi coralligeni; C: sedimenti di età pleistocenica, clinostratificati; E: fascia prossima alla battigia ove è impedita la penetrazione del segnale sismico; F: faglia; G: adunamenti di gas; L: sedimentazione litorale attuale; P: paleoalveo; R: relitti di erosione, in genere corrispondenti a testate di strato; S: substrato litoide; T: depositi trasgressivi; V: superficie di trasgressione; W: superficie di erosione.	13
Figura 4.3 – Profilo sparker al traverso di T.re S. Agostino e, in basso, la sua interpretazione.	13
Figura 4.4 – Profilo sismico perpendicolare a costa al traverso di Torre Flavia. E' visibile la superficie di erosione riferibile all'ultimo periodo glaciale che tronca la stratificazione inclinata sottostante. Al di sopra si osservano le peliti di piattaforma riferibili alla sedimentazione attuale.	14
Figura 5.1 – Aree di studio: a sinistra l'immagine con i nomi delle aree di studio usati in questo rapporto, a destra la stessa con i nomi delle aree usati durante le indagini geofisiche.	17
Figura 5.2 – Mappa di copertura dei dati Multibeam.	18
Figura 5.3 – Mappa della copertura del dato magnetico.	19
Figura 5.4 – Mappa della posizione dei profili Sparker e Sub bottom.	20
Figura 5.5 – Localizzazione delle immersioni ROV utilizzate per la caratterizzazione ambientale dell'area costiera. Le linee nere indicano le tracce in cui è stato registrato il filmato SD e GoPro, le linee blu indicano le immersioni senza filmati GoPro. La posizione delle foto fisse per la valutazione dell'HABITAT del coralligeno è indicata dai punti rossi.	21
Figura 5.6 – Ubicazione delle stazioni di campionamento dei sedimenti del fondale marino.	22
Figura 6.1 – Stralcio Carta Geologica d'Italia 142 "Civitavecchia".	24
Figura 6.2 – Stralcio cartografia IGM con individuati i punti di intersezione tra cavo interrato e corsi d'acqua.	26
Figura 6.3 – Ubicazione dei Geositi in prossimità dell'area di progetto.	28
Figura 7.1 – Zonazione sismogenetica ZS.4 (aprile 1996).	30
Figura 7.2 – Zonazione sismogenetica ZS9.	31
Figura 7.3 – Mappa delle fonti sismogenetiche (da INGV, DISS 3, Database of Individual Seimogenetic sources).	31
Figura 7.4 – Localizzazione dei terremoti nell'intorno dell'area di interesse e relativa intensità macrosismica.	32

PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione geologica		
Codice documento: C0123TR00RELGEO00a	Data emissione: Luglio 2023	Pagina IV di VI

Figura 7.5 – Intensità macrosismiche dei terremoti risentiti nella zona nell’ultimo millennio e relativo grafico, nel territorio del comune di Civitavecchia.33

Figura 7.6 – Intensità macrosismiche dei terremoti risentiti nella zona nell’ultimo millennio e relativo grafico, nel territorio del comune di Tarquinia.....34

Figura 7.7 – Carta di classificazione sismica dei comuni della Regione Lazio (cerchio rosso zona di intervento).35

PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione geologica		
Codice documento: C0123TR00RELGEO00a	Data emissione: Luglio 2023	Pagina V di VI

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 7.1 – Classificazione sismica del territorio nazionale.....	29
Tabella 7.2 – Valori di M_{wmax} per le varie zone sismogenetiche d'Italia (da INGV).....	35

INDICE DELLE VOCI

DPSP	Deep Sea Drilling Project
ECC	Export Cable Corridor
MAG	Magnetometer
MBES	Multibeam Echo Sounder
PAI	Piano Stralcio Assetto Idrogeologico
P.P.R.	Piano Paesaggistico Regionale
PSFF	Piano Stralcio delle Fasce Fluviali
ROV	Remote Operated Vehicle
SBP	Sub-bottom Profiler
SSS	Side Scan Sonar
UHR	Ultra High Resolution

1. INTRODUZIONE

L'impianto di produzione eolica, da realizzarsi nel Mar Tirreno nel settore geografico sud-ovest delle coste di Civitavecchia, a oltre 20 km dalle più vicine coste laziali, garantirà una potenza nominale massima pari a 504 MW attraverso l'utilizzo di 28 aerogeneratori sostenuti da innovative fondazioni galleggianti.

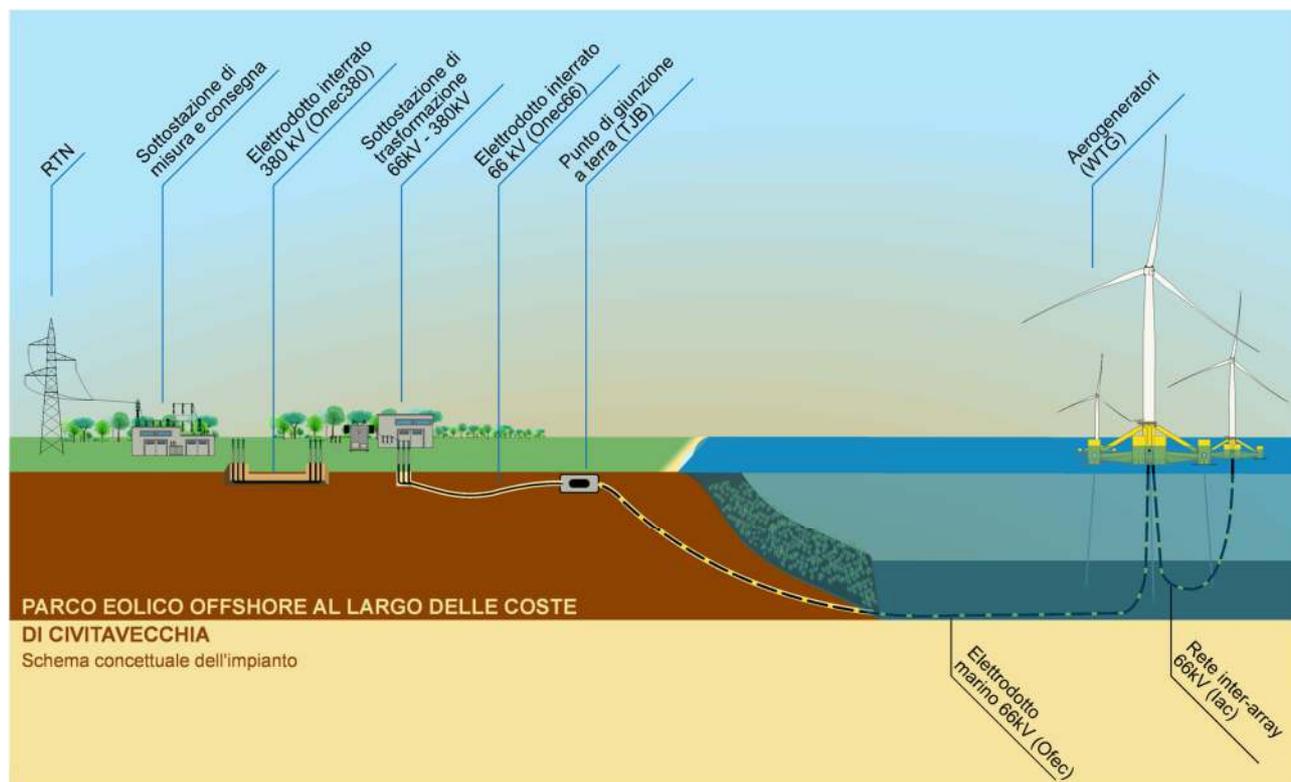


Figura 1.1 – Schema concettuale dell'impianto.

Elaborazione iStudio.

L'impiego di questi sistemi consente l'installazione in aree marine profonde e molto distanti dalle coste, dove i venti sono più intensi e costanti e la percezione visiva dalla terraferma è estremamente ridotta, mitigando così gli impatti legati alle alterazioni del paesaggio tipici degli impianti realizzati sulla terraferma o in prossimità delle coste. La collocazione del parco, frutto di una approfondita conoscenza delle caratteristiche del sito, armonizza le risultanze di studi e consultazioni finalizzati alla migliore integrazione delle opere all'interno del contesto naturale e antropico pre-esistente.

L'opera in oggetto, nella sua completezza, si sviluppa secondo una componente a mare (sezione offshore), dedicata prevalentemente alla produzione di energia, ed una a terra (sezione onshore) destinata al suo trasporto e immissione nella rete elettrica nazionale.

Ciascun aerogeneratore (*Wind Turbine Generator – WTG*) sarà costituito da un rotore tripala con diametro fino a 255 m calettato su torre ad una quota sul livello medio mare fino a 165 m. L'energia elettrica prodotta dalle turbine alla tensione di 66 kV sarà collettata attraverso una rete di cavi marini inter-array (*Inter-array cable - Iac*) e convogliata verso la terraferma attraverso un sistema di 6 cavi marini tripolari di esportazione (*Offshore export cable - Ofec*) a 66 kV, con approdo in TOC a circa 200 m oltre la linea di costa in un punto di giunzione a terra (*Transition Junction Bay - TJB*). Da qui, previo collegamento a 66 kV (*Onshore export cable – Onec66*), l'energia sarà trasportata presso una sottostazione elettrica di trasformazione prossima al punto di giunzione, ove sarà effettuata l'elevazione della tensione nominale da 66 kV a 380 kV. Un nuovo elettrodotto interrato di esportazione a 380 kV (*Onshore export cable – Onec380*), permetterà quindi il collegamento alla nuova sottostazione di misure e consegna in prossimità della esistente stazione elettrica RTN TERNA "Aurelia" per la definitiva connessione alla Rete Nazionale.

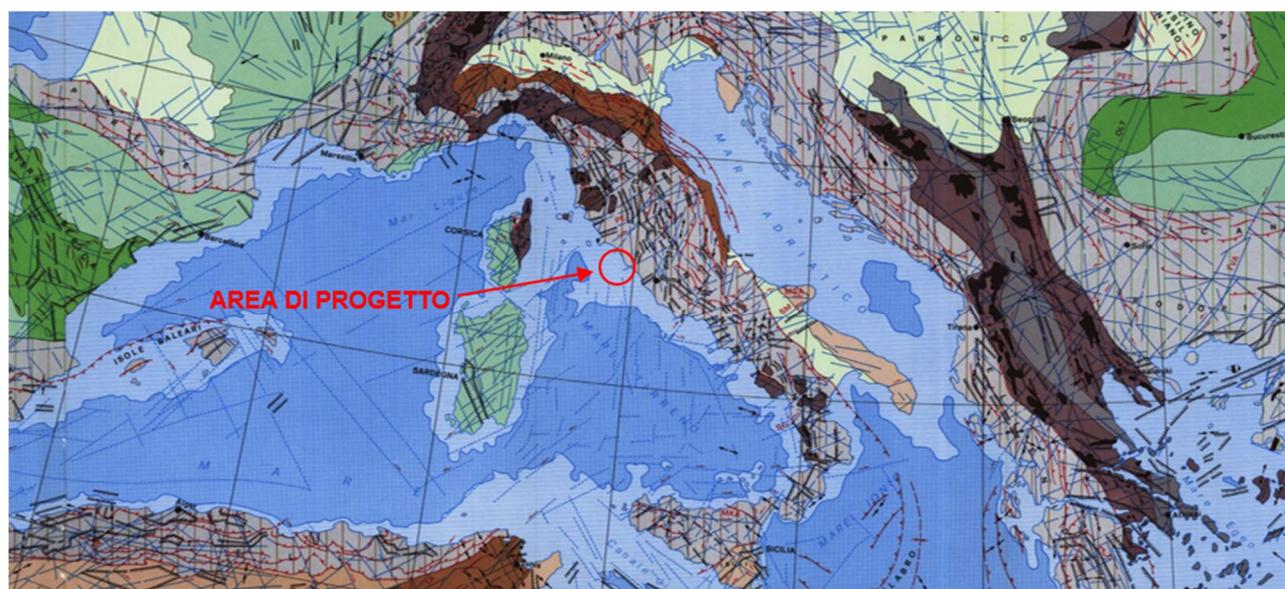
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

A partire dal Miocene inferiore circa 19 Ma fa dietro la catena appenninica di neoformazione si apre un nuovo bacino oceanico: il Mar Tirreno.

Una nuova crosta oceanica si forma man mano che la catena appenninica si allontana dal blocco sardo-corso e si sposta verso Est. Estesi fenomeni vulcanici interessano così il bacino tirrenico ed i suoi margini e si vengono a formare i più grandi vulcani del continente europeo.

2.1. Assetto geologico strutturale

Lo Schema Tettonico dell'Area Mediterranea di Figura 2.1 e Figura 2.2 (M. Boccaletti, 1982) evidenzia come il Mar Tirreno sia delimitato ad ovest dalla microzolla Sardo-Corsa, ad est dall'edificio appenninico.



LEGENDA

ZONE CON IMPORTANTI RIEMPIMENTI NEOGENICO - QUATERNARI	Elementi delle catene del margine euro-asiatico	Catene dell'avampaese e zone corrugate sepolte padano-adriatiche
Avampaese non deformato durante l'orogenesi alpina (Placca euro-asiatica)	Fasce di affioramento dei resti di zone oceaniche	Coperture della piattaforma più o meno deformate nelle fasi neogenico-quadernarie (Placca afro-arabica)
Coperture della piattaforma esterna più o meno deformate nelle fasi neogenico-quadernarie e molasse alpino-carpatiche (Placca euro-asiatica)	Massicci intermedi: zona Pelegoniana, massicci centro-anatolici e massa mediana centro-iraniana	Hauts Plateaux e Meseta Marocchina
Catena del Giura	Elementi delle catene del margine afro-arabico	Avampaese non deformato durante l'orogenesi alpina (Placca afro-arabica)

Figura 2.1 – Schema tettonico dell'area mediterranea.

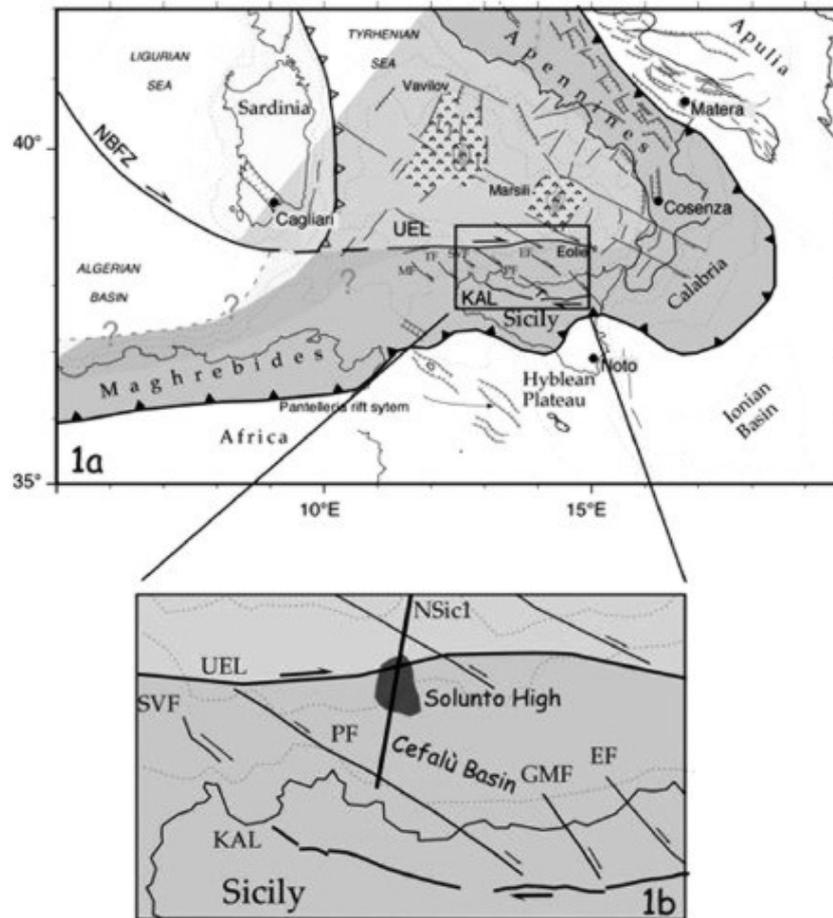


Figura 2.2 – Schema strutturale del Mediterraneo centrale.

Il bacino tirrenico a sud è delimitato dalle propaggini occidentali della Catena Magrebide (nord Africa) che si estende in mare a sud della Sardegna e prosegue in Sicilia (Figura 2.4 - (FINETTI I., 1996)).

La Catena Magrebide viene poi interrotta in Sicilia dalla Linea di Taormina, anch'essa trascorrente destra (Figura 2.3 - (FINETTI I.R., 2005)) a nord-est della quale si trovano i terreni dell'Arco Calabro-Peloritano che si saldano lungo la linea di Sangineto all'Appennino meridionale lucano.



Figura 2.3 – Schema tettonico del Mar Tirreno e delle province geologiche circostanti.

La prosecuzione della Catena Magrebite si ritrova nel mar Ionio al fronte dell'Arco Calabro-Peloritano e più a nord si salda con la catena appenninica (Figura 2.4 - (FINETTI I., 1996)).

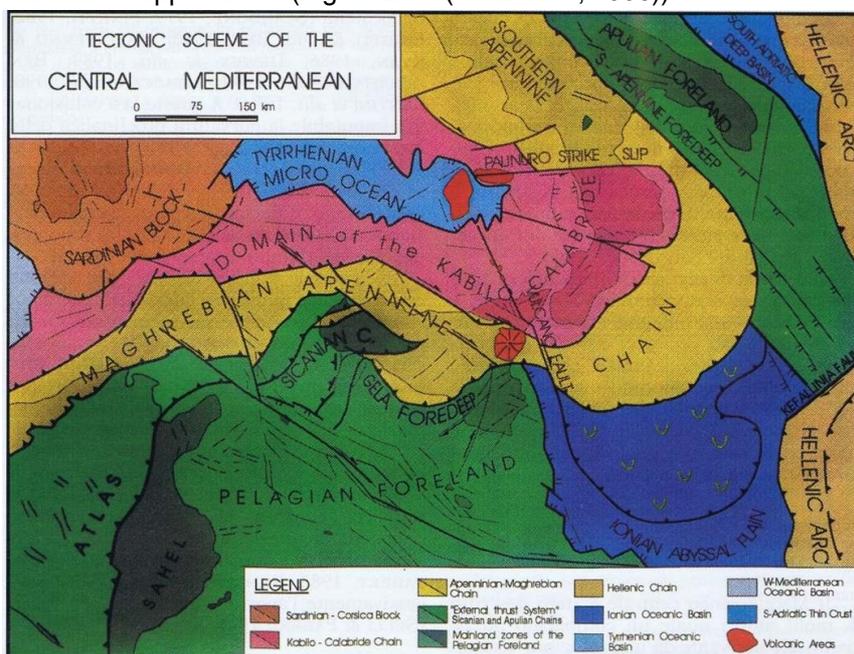


Figura 2.4 – Schema tettonico del Mediterraneo centrale.

2.2. Apertura del Tirreno: migrazione dell'arco calabro peloritano, tettonica distensiva e vulcanismo

L'Arco Calabro-Peloritano è un frammento di crosta continentale del Dominio Kabilide (Figura 2.4), distaccatosi dalla microzolla Sardo-Corsa per effetto dell'apertura ed oceanizzazione del Tirreno che è avvenuta a partire dal Miocene.

La microzolla Calabro-Peloritana, nella migrazione verso est-sudest avrebbe quindi coperto una distanza di circa 300 km nell'intervallo di tempo di circa 19 Ma intercorso tra il Miocene inferiore (Burdigaliano) ed oggi (Cirrincione, 2015) con una velocità di migrazione di circa 1,6 cm/anno.

Tale moto ha visto ad ovest della microzolla Calabro-Peloritana l'apertura consecutiva di due bacini sui quali si sono impostati importanti edifici vulcanici sottomarini:

- Bacino Magnaghi-Vavilov nell'intervallo Miocene superiore-Pleistocene inferiore;
- Bacino del Marsili nel Pleistocene inferiore.

Tutto il Margine tirrenico della penisola è stato interessato da una tettonica distensiva che ha prodotto lungo tale margine da nord a sud diffusi fenomeni vulcanici (Figura 2.5 - (Locardi, 1982)):

a nord il Vulcanismo della Provincia Toscana con le intrusioni plutoniche anatettiche cristalline dell'Arcipelago Toscano: Isole di Montecristo, Elba e Giglio e, più a sud, i Domi acidi Tolfa-Ceriti;

a sud gli apparati vulcanici perpotassici della Provincia Comagmatica Romana: M.te Amiata, Apparati Vulcanici Laziali Vulsini, Cimini, Sabatini, Albani, Ernici, il Vulcano di Roccamontina, le Isole Pontine, i Campi Flegrei, il Somma-Vesuvio, Vulture.

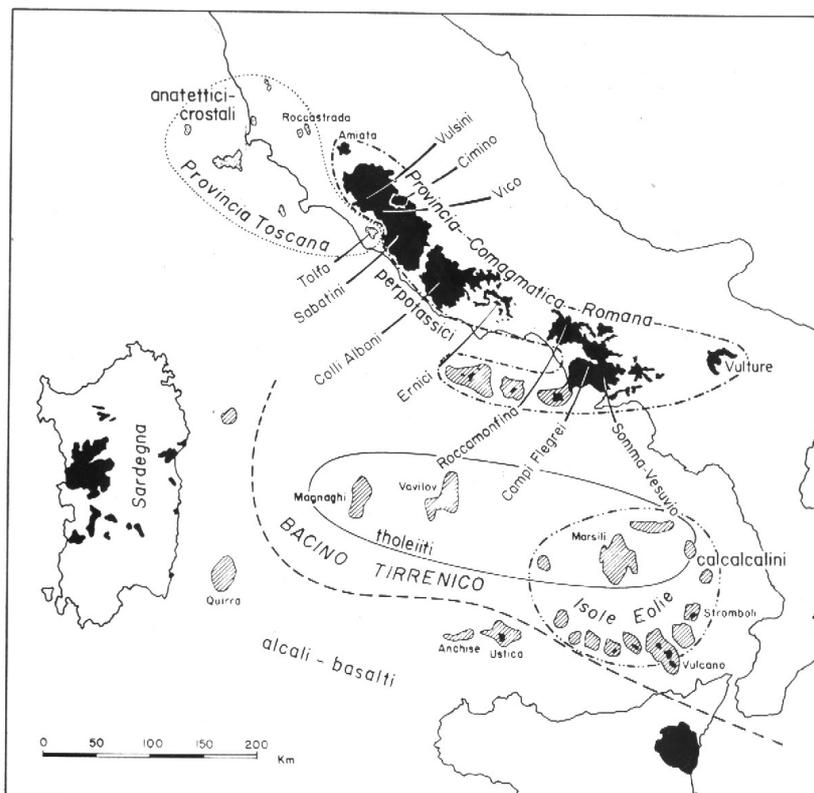


Figura 2.5 – Magmatismo area Tirrenica e Peritirrenica.

2.3. Attività vulcanica e tettonica - oceanizzazione del tirreno meridionale

Negli ultimi 8 Ma, a partire dal Miocene superiore (Tortoniano), l'attività tettonica lungo le principali dislocazioni del Mar Tirreno ha prodotto le manifestazioni vulcaniche rappresentate in Figura 2.6 (Savelli, 2002).

Le faglie trascorrenti sinistre a carattere regionale ad andamento W-E più importanti sono:

- la faglia 41° Nord, dove si trovano i vulcani Vercelli, Ponza, Ventotene, Campi Flegrei, Vesuvio, Vulture;

- la faglia del sistema di Palinuro, tra il blocco dell'Appennino meridionale ed il limite nord dell'arco Calabro;
- la faglia UEL, che delimita verso sud l'area oceanizzata tirrenica, con i vulcani Aceste, Anchise, Ustica, ed a seguire le Eolie.

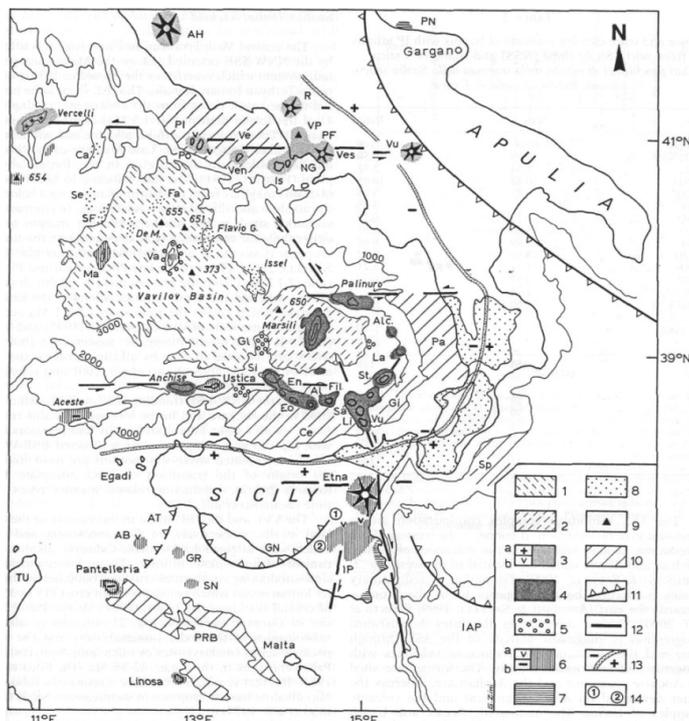


Figura 2.6 – Lineamenti tettono-magmatici del Tirreno.

La FAGLIA 41°NORD che delimita a nord l'area più profonda del Bacino Tirrenico si estende da ovest verso est interessando quindi:

- i rilievi sottomarini del Monte Vercelli, di natura granitica calcalina (7,3 Ma - Messiniano) radice di un antico vulcano;
- le isole Pontine PI (4,0-1,0 Ma);
- l'isola di Ventotene (0,8<0,2 Ma);
- l'area napoletana e del Vesuvio (0,1 - attivo);
- il Monte Vulture Vu (0,8-0,13 Ma).

La PIANA ABISSALE TIRRENICA si estende al di sotto dell'isobata 3.000 m ed è costituita dai due bacini oceanizzati:

- 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).

Il limite sud della piana abissale del Tirreno corre come già anticipato lungo la linea tettonica UEL con un vulcanismo che, in modo analogo alla precedente, vede ubicati i vulcani più antichi con rilievi subacquei sottomarini ad ovest ed i più recenti ad est:

- Aceste e Anchise (5,3-3,5 Ma Pliocene) ad ovest;
- Ustica (0,8<0,2 Ma);
- Enarete & Eolo seamounts (0,8-0,6 Ma);
- Alicudi-Filicudi (<0,2 Ma), più recenti ad est.

L'assetto morfo-strutturale del Mar Tirreno è delineato dagli elementi tettonici descritti.

In Figura 2.7 (Wezel, 1982) è rappresentato il 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.

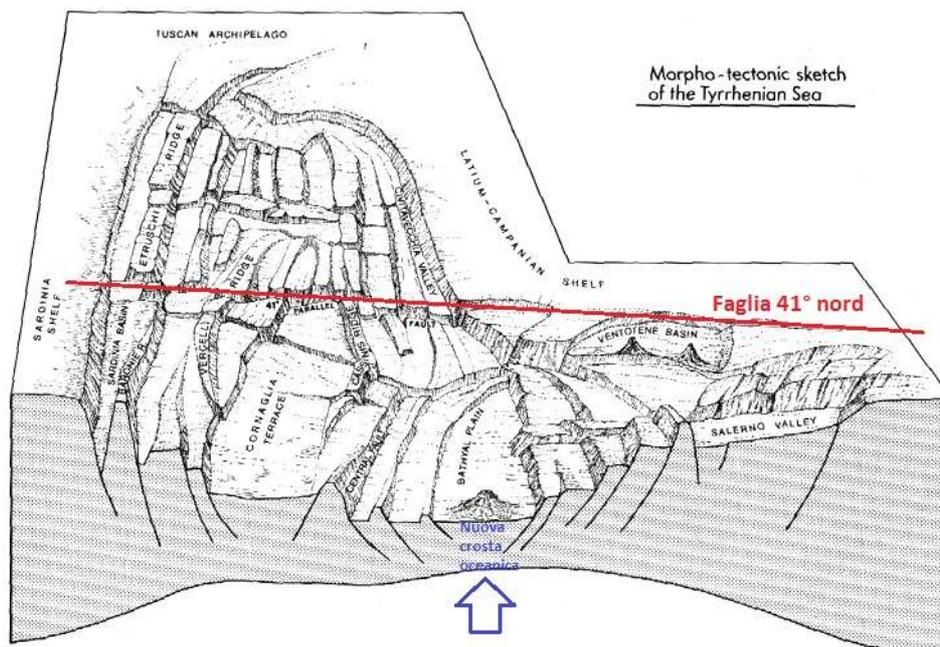


Figura 2.7 – Schema prospettico del Tirreno centro settentrionale (modificato).

Nella Figura 2.8 (Curzi, et al., 2005) si evidenziano le importanti faglie che delimitano ad Ovest e ad Est il più antico bacino Magnaghi-Vavilov:

A: la Scarpata del Selli, denominata Central Fault (Figura 2.8) che costituisce il limite ovest del bacino;

B: Scarpata del Sartori che corrisponde alla trascorrente sinistra Palinuro-Ventotene (Figura 2.6), che limita ad est lo stesso bacino.

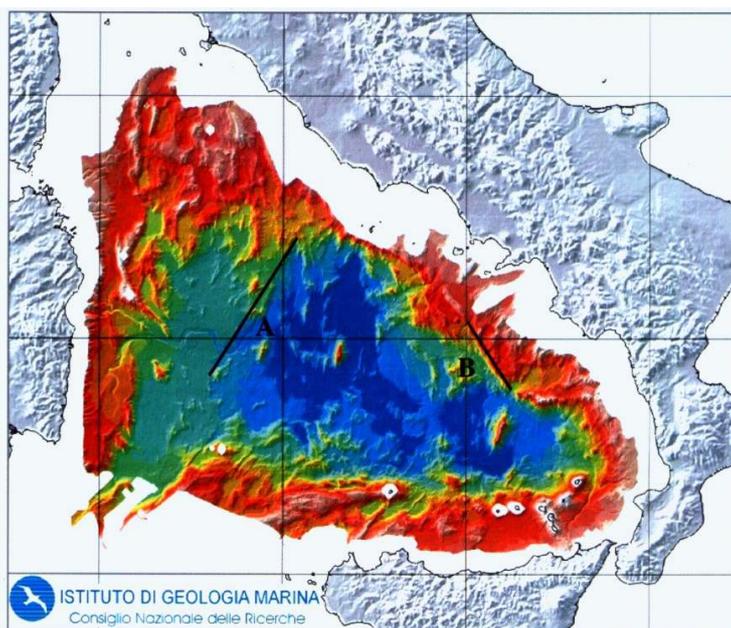


Figura 2.8 – Morfologia del Mar Tirreno limiti W ed E del bacino Magnaghi-Vavilov: A: Scarpata del Selli - B: Scarpata del Sartori.

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 Figura 2.9: Sezione Litosferica Mar Balearico-Appennino settentrionale-Adriatico, ricavata dalle sezioni crostali CROP M-12A/CROP03/M-16 ((Finetti, 2006)).

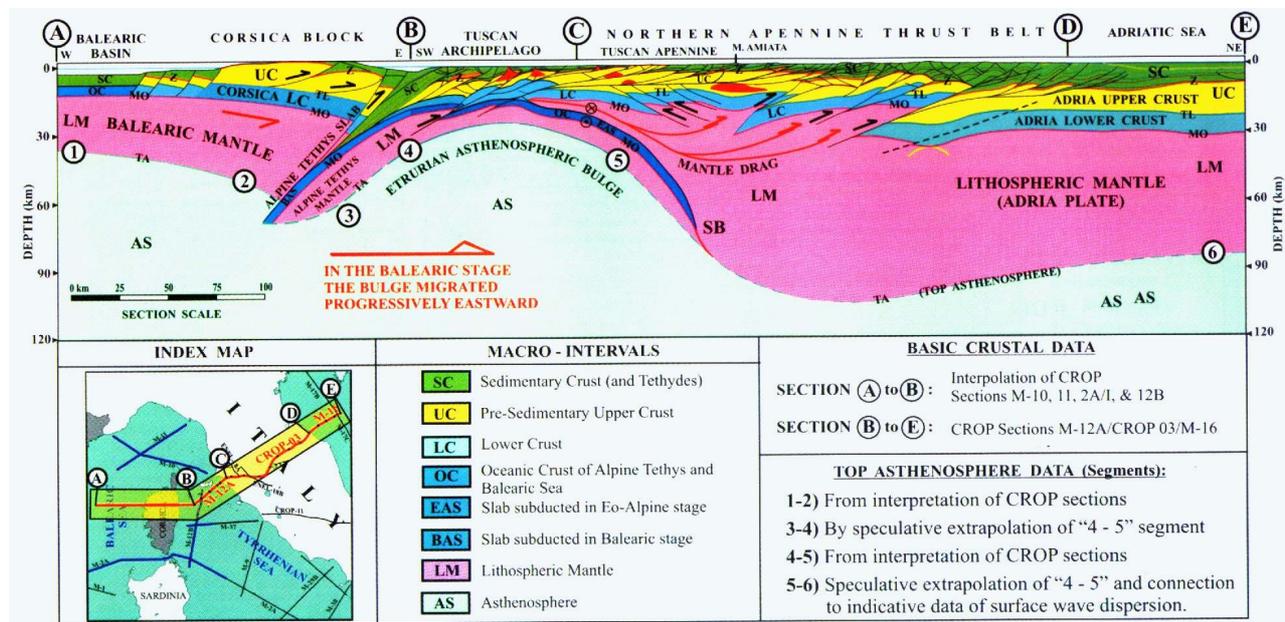


Figura 2.9 – Sezione litosferica del tirreno settentrionale: Mar Balearico - Blocco Corso -Appennino sett.-Adriatico Lungo il profilo sismico a riflessione CROP M-12A/CROP03/M-16.

L'apertura del Mar Tirreno, come si è visto, è avvenuta successivamente alla strutturazione della catena appenninica con i sovrascorrimenti e impilamenti crostali ben rappresentati nella Figura 2.9, sezione del Tirreno settentrionale tra il bacino Balearico - il blocco Sardo-Corso (zolla continentale paleozoica ed edificio Alpino) - l'Appennino toscano ed il mar Adriatico, questi ultimi due domini appartenenti al margine est della micro-zolla Adria.

La catena appenninica nella sua prosecuzione verso sud si salda con l'Arco Calabro-Peloritano e le catene Kabilo Magrebi. Nella Figura 2.10 (Dijk, 1992), si vede una sezione NW-SE del Tirreno meridionale dove si evidenziano i domini strutturali determinati dalla formazione del bacino Pleistocenico-recente del Marsili ed i rapporti di questo con l'Arco Calabro.

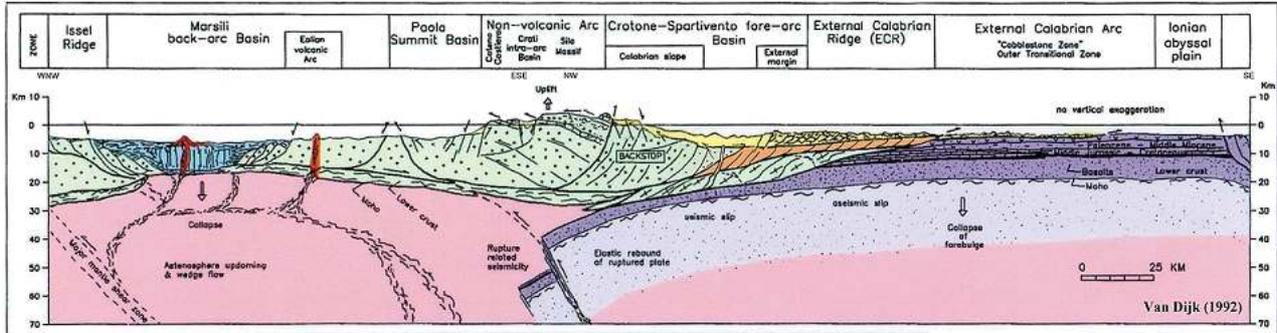


Figura 2.10 – Sezione litosferica del tirreno meridionale: Limite Bacino Vavilov - Bacino Marsili - Arco Calabro – Ionio.

3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE

La piattaforma continentale dell'unità fisiografica Monte Argentario-Capo Linaro ha una pendenza media di circa 0.5°, è ampia 30-40 km ed il margine verso mare si trova ad una profondità variabile tra i 120 m e i 150 m (Chiocci, s.d.).

L'area costiera beneficia degli apporti alluvionali dei bacini idrografici dei fiumi Fiora, Marta e Mignone e subordinatamente degli apporti di alcuni corsi d'acqua minori, che solo localmente e durante le fasi di forte alluvionamento influenzano la sedimentazione marina (Angelucci, 1979) (Tortora, 1989).

L'area dei bacini drenanti verso la zona costiera è caratterizzata da diversi tipi litomorfologici: circa il 30% è composta da "vulcani basici ed intermedi", la cui distribuzione areale corrisponde ad una fascia orientata circa NW – SE; altri tipi lito-morfologici affioranti nell'area (5% - 12 % della superficie dei bacini considerati) sono: "colline inframontane, pedemontane o costiere marnose", "rilievi colline e ripiani costituiti o coperti da tuffi", "i terrazzi marini ed alluvionali antichi" e "Pianure costiere e delta fluviali" (Brondi, 1988).

La fascia costiera risulta caratterizzata prevalentemente da sedimenti sabbiosi e sabbioso-pelitici con aumento della frazione limoso-argillosa verso largo controllata dai processi di dispersione dei limi fluviali (Tortora, 1989).

Il trasporto litoraneo dei sedimenti appare orientato da sud-est verso nord-ovest (Anselmi B., 1976) (G., 1985) (Noli, 1996), ulteriormente avvalorato dall'andamento del tratto terminale delle aste dei fiumi Marta e Mignone e dei loro modesti apparati deltizi che risultano spostati verso NO.

L'unità fisiografica Capo Linaro-Capo d'Anzio, situata a sud, presenta, fino a Palo Laziale, una successione di promontori ed insenature caratterizzate da piccole spiagge ciottolose ed alimentate dai modesti corsi d'acqua che drenano i versanti meridionali dei Monti della Tolfa e che non forniscono significativi apporti di materiali terrigeni (La Monica , 1996).

I fondali sono caratterizzati dalla prevalenza di peliti sabbiose, il cui limite verso terra è legato alla distribuzione delle biocostruzioni.

La mancanza di sedimenti a prevalente composizione 12 Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina DEB – Università degli Studi della Tuscia sabbiosa è dovuta alla mancanza di apporti sedimentari dall'interno e all'azione di blocco delle biocostruzioni sui sedimenti in deriva litoranea da SE.

La spiaggia sommersa risente dell'assetto morfologico del tratto emerso ed è caratterizzata dalla presenza di secche (Secche di Macchiatonda, Torre Flavia e Palo), che giungono fino alla profondità di – 20 m e sulle quali sono presenti praterie di Posidonia oceanica. Oltre i -20 m, la morfologia dei fondali diventa omogenea e caratterizzata da un progressivo incremento delle pendenze.

4. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DEI FONDALI MARINI AL LARGO DI CIVITAVECCHIA E TARQUINIA

4.1. Inquadramento geologico della piattaforma continentale

La struttura della piattaforma continentale del Lazio centrale è stata ricostruita attraverso l'analisi di profili sismici a riflessione; in particolare: (Bartole, et al., 1984), ricostruisce la struttura profonda della piattaforma attraverso l'analisi di profili sismici eseguiti per esplorazione petrolifera; (CHIOCCI, 1991), ricostruisce la struttura più superficiale attraverso l'analisi di profili sismici ad alta risoluzione eseguiti per scopi scientifici.

La piattaforma continentale del Lazio centrale, dal basso verso l'alto, risulta costituita da (Figura 4.1):

- 1) unità carbonatiche di età Giurassico-Paleogene (da circa 201,30 milioni di anni fa a circa 23,30 milioni di anni fa);
- 2) sedimenti di età Oligocenica (età compresa tra circa 33,90 e 23,03 milioni di anni fa) attribuiti alla formazione della Pietraforte;
- 3) sedimenti di età messiniana-basso pliocenica (da circa 7,20 milioni a 2,58 milioni di anni fa);
- 4) sedimenti clinostratificati di età Plio-Pleistocenica (da circa 3,60 milioni a 11,00 mila anni fa).

I sedimenti clinostratificati pleistocenici sono troncati al tetto da una netta superficie di erosione che può essere ricollegata all'erosione subaerea subita dalla piattaforma continentale durante l'ultimo pleniglaciale (circa 18.000 anni fa). Infatti, durante l'ultimo pleniglaciale il livello del mare era circa 120 m più basso del livello attuale e la piattaforma continentale era per gran parte emersa e soggetta all'azione erosiva degli agenti meteorici.

Al di sopra della superficie di erosione si riscontrano i depositi formatisi durante la risalita del livello del mare (tra 18.000 e 8.000 anni fa) e i depositi dell'attuale fase di alto stazionamento (da 8.000 anni ad oggi).

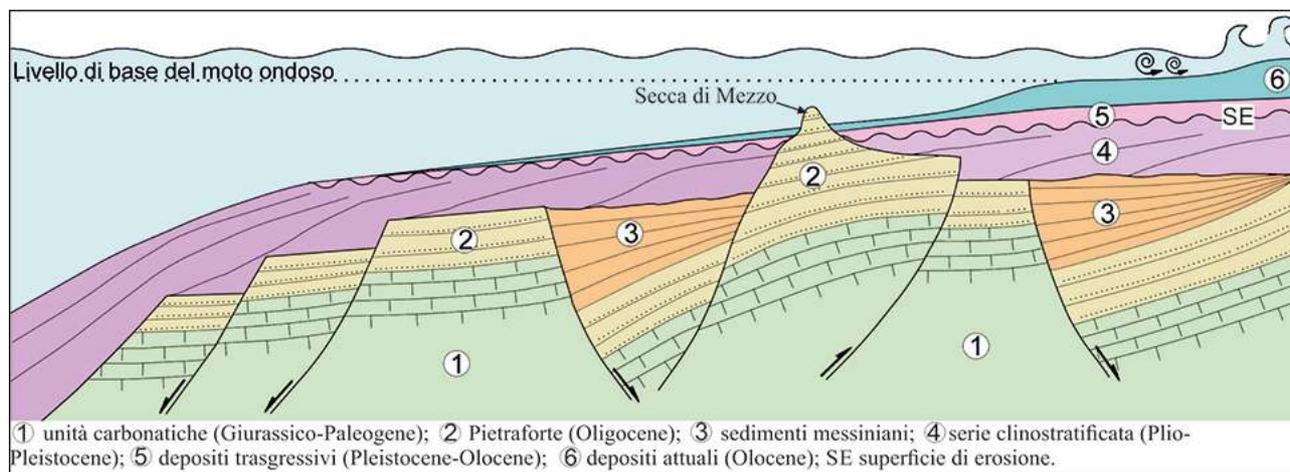


Figura 4.1 – Schema stratigrafico della piattaforma continentale a largo del Lido di Ostia (da Chiocci et al. 2009).

4.2. Inquadramento geomorfologico della piattaforma continentale

La piattaforma continentale antistante le coste del Lazio si trova immediatamente a nord del limite (convenzionalmente fatto coincidere con il parallelo 41° N) tra due domini geo tettonici (tirrenico settentrionale e tirrenico meridionale) estremamente differenti, pur essendo entrambi legati alla generale distensione post-orogena che ha interessato tutto il margine occidentale della penisola italiana (PATACCA, et al., 1990).

La piattaforma continentale laziale ha uno sviluppo longitudinale di circa 290 km e può essere suddivisa da un punto di vista fisiografico in 7 unità distinte. Partendo da nord:

- la prima area va dalla foce del Fosso Chiarone sino al promontorio di Capo Linario;
- la seconda dal promontorio di Capo Linario sino alla foce del Fiume Tevere;
- la terza area va dalla foce del Fiume Tevere a Capo d’Anzio;
- la quarta va da Capo d’Anzio al promontorio del Monte Circeo;
- la quinta area va dal Monte Circeo a Gaeta;
- la sesta interessa le isole Pontine;
- la settima va da Gaeta alla foce del Fiume Garigliano.

I tipi e le quantità di depositi presenti sulla piattaforma variano ampiamente, pur essendo in genere costituiti da facies sabbiose e limoso-argillose più a largo. In corrispondenza di adunamenti sabbiosi o di affioramenti del substrato roccioso sono presenti, ove la profondità dei fondali lo consenta, colonie di organismi coralligeni e praterie di fanerogame.

La piattaforma antistante i comuni di Civitavecchia e Tarquinia ricade nella prima unità, cioè quella che si sviluppa dalla foce del Fosso Chiarone al promontorio di Capo Linario: qui la piattaforma è ampia e poco articolata tranne che nelle zone sottocosta, dove si individuano alti morfologici attorno ai 5-15 m di profondità. In corrispondenza del promontorio l’ampiezza della piattaforma raggiunge i valori minimi; nelle aree sottocosta, sono spesso presenti affioramenti rocciosi riferibili ai complessi geologici presenti in terraferma (flysch della Pietraforte).

4.3. Caratteri stratigrafici

La piattaforma continentale laziale è costituita, almeno nella sua parte più superficiale, da sequenze deposizionali di età pleistocenica (fra 200000 e 20000 anni fa), la cui stratificazione riflette l’andamento del fondale su cui i sedimenti si depositarono. La giacitura degli strati è in genere inclinata di alcuni gradi verso il largo. In seguito tali depositi sono stati parzialmente erosi, sino all’attuale profondità di -150 m, a causa dell’emersione della piattaforma continentale durante la massima espansione del glacialismo wurmiano (20000 – 18000 anni fa).

Successivamente, nel corso della trasgressione versiliana (18000 – 8000 anni fa), la piattaforma è stata progressivamente sommersa dal mare, il cui livello aumentava per l’immissione di grandi masse d’acqua derivanti dalla fusione dei ghiacciai; il costante, anche se discontinuo, arretramento della linea di costa ha avuto termine fra 8000 e 6000 anni fa, quando è stato raggiunto l’attuale livello del mare (Fairbanks, 1989).

La Figura 4.2 ed i profili di Figura 4.3 e Figura 4.4, illustrano schematicamente i principali lineamenti geologici della piattaforma continentale laziale, individuati mediante analisi delle sezioni sismiche ad altissima risoluzione.

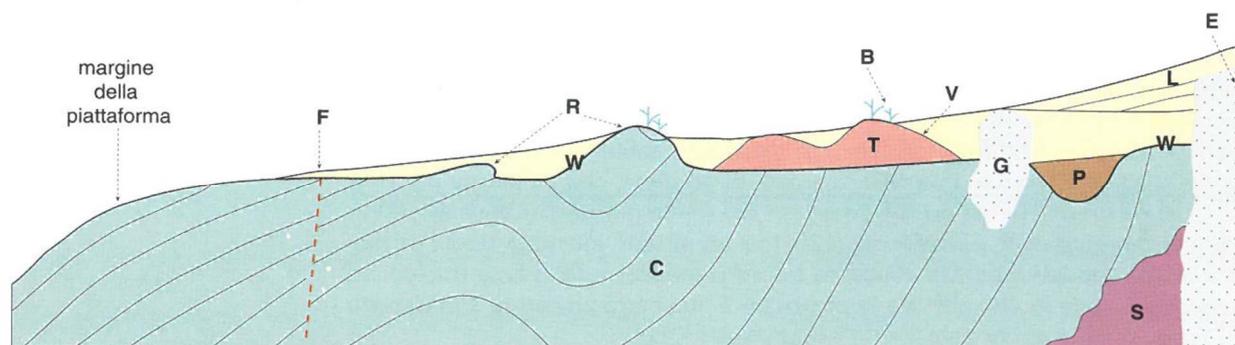


Figura 4.2 – Schema dei principali elementi di diversa origine, estensione e importanza che caratterizzano la piattaforma continentale laziale. B: praterie di fenoragame e/o biocostruzioni ad opera di organismi coralligeni; C: sedimenti di età pleistocenica, clinostratificati; E: fascia prossima alla battigia ove è impedita la penetrazione del segnale sismico; F: faglia; G: adunamenti di gas; L: sedimentazione litorale attuale; P: paleoalveo; R: relitti di erosione, in genere corrispondenti a testate di strato; S: substrato litoide; T: depositi trasgressivi; V: superficie di trasgressione; W: superficie di erosione.

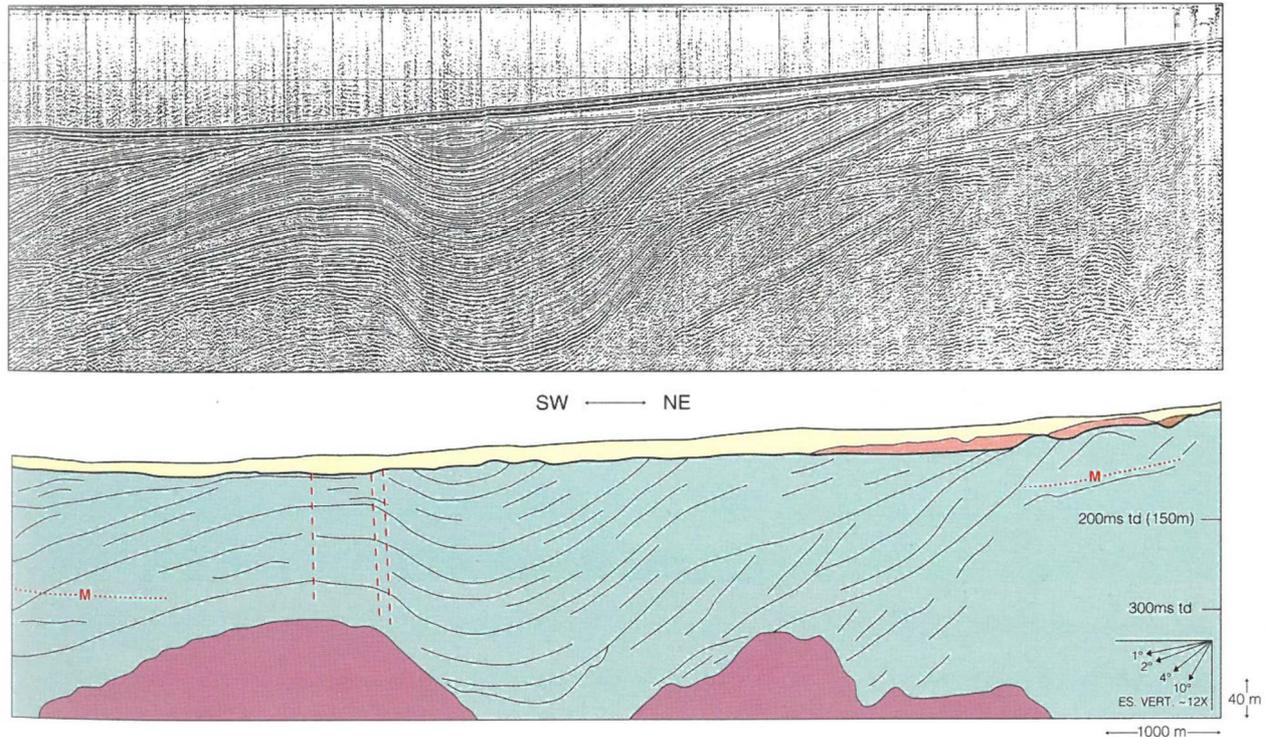


Figura 4.3 – Profilo sparker al traverso di T.re S. Agostino e, in basso, la sua interpretazione.

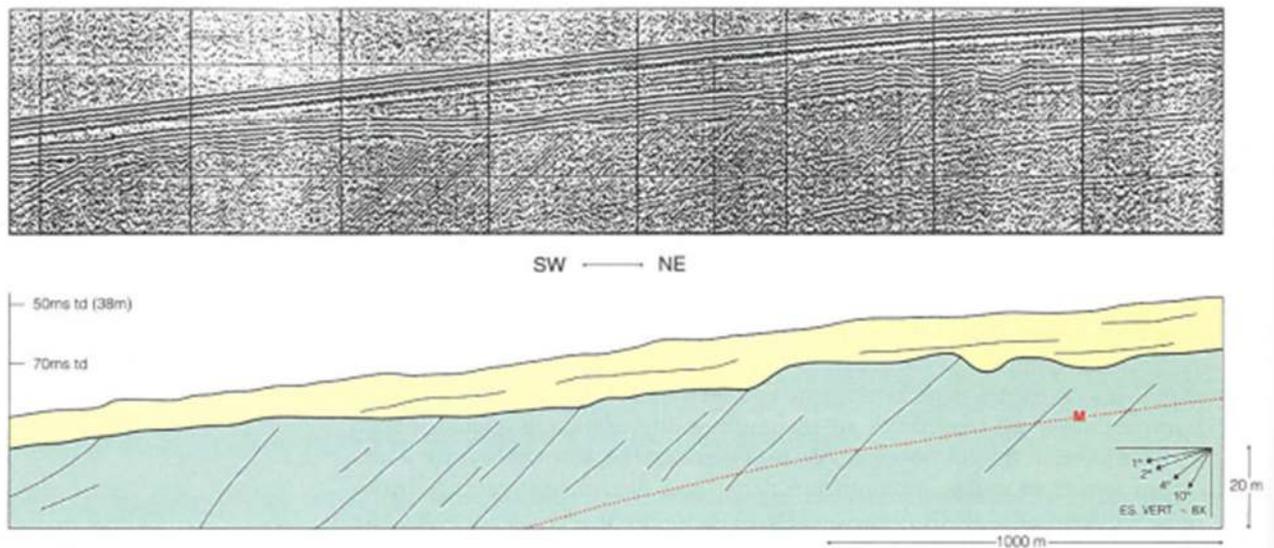


Figura 4.4 – Profilo sismico perpendicolare a costa al traverso di Torre Flavia. E' visibile la superficie di erosione riferibile all'ultimo periodo glaciale che tronca la stratificazione inclinata sottostante. Al di sopra si osservano le peliti di piattaforma riferibili alla sedimentazione attuale.

PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione geologica		
Codice documento: C0123TR00RELGEO00a	Data emissione: Luglio 2023	Pagina 14 di 38

Gli eventi verificatisi durante la successiva trasgressione versiliana in genere non hanno lasciato testimonianze costituite da depositi, in quanto la stessa migrazione verso terra della linea di riva ha rimosso gli eventuali sedimenti costieri che via via si andavano formando, oltre a quelli continentali depositatisi quando la piattaforma era emersa (trasgressione non deposizionale).

Quando, circa 8000-6000 anni fa, il livello del mare si è stabilizzato su una quota prossima a quella attuale, sulla piattaforma continentale è iniziata la deposizione della coltre di sedimenti di età olocenica, in equilibrio con tale livello eustatico e quindi con l'idrodinamismo ai diversi battenti d'acqua.

Questa coltre nella zona di piattaforma esterna è caratterizzata da una facies acustica generalmente trasparente ad indicare sedimenti prevalentemente sottili, di granulometria probabilmente non superiore alle sabbie fini.

4.4. Analisi dei settori di Civitavecchia e Tarquinia

Dalla foce del Fosso Chiarone sino al promontorio di Capo Linario – caratteristica saliente della piattaforma continentale interna è la presenza dei depositi associati ai paleoalvei in prosecuzione delle attuali aste fluviali dei fiumi Marta, Fiora, Mignone e del Torrente Arrone.

Il paleoalveo del Fiora è, fra tutti, quello di maggiori dimensioni e si spinge per 12 km verso il largo fino ad un battente d'acqua di 75 m.

Anche il paleoalveo del Marta ha notevoli dimensioni ed è peculiare la costanza della sua ampiezza (circa 2000 m) per i 9 km di estensione verso il largo.

Il paleoalveo del Mignone si sviluppa per circa 7 km obliquamente rispetto alla costa e nelle zone più interne è accompagnato da un reticolo di paleoalvei minori.

Un altro elemento caratteristico di questa zona è la presenza di allineamenti di alti morfologici che, anche per il loro parallelismo rispetto alle isobate, possono essere interpretati come paleocordoni litorali. Questi sono in parte affioranti sul fondo marino, in parte ricoperti dai sedimenti più recenti di diverso ambiente di sedimentazione. I paleocordoni hanno uno spessore massimo di 2°0-25 med in larghezza di 600-1000 m.

4.5. Morfologia della spiaggia e della piattaforma continentale interna

4.5.1. Le spiagge

Le spiagge, che costituiscono il 74% dell'intero sviluppo costiero peninsulare, sono bordate da cordoni dunari di una certa estensione nel tratto costiero a sud del Fosso Chiarone e in corrispondenza dell'Agro Pontino; altrove l'intensa antropizzazione e/o urbanizzazione ha portato ad un forte degrado della duna o al suo totale spianamento. Alle spiagge si alternano tratti di costa rocciosa che solo in alcuni casi costituiscono dei veri promontori, come quelli di Capo Linario, Monte Circeo e di Gaeta; negli altri casi originano aggetti costieri all'interno di più ampie rientranze (come quelli di Terracina e di Sperlonga) o tratti più o meno articolati di ripe rocciose non molto elevate (come quelle che si sviluppano tra il F. Mignone e Civitavecchia e tra Capo d'Anzio e Torre Astura).

I fondali compresi fra la battigia e l'isobata di -10 m costituiscono la porzione più interna della piattaforma continentale, dove maggiormente si esplicano le azioni del moto ondoso e delle correnti costiere, responsabili della mobilizzazione e distribuzione dei sedimenti di spiaggia. L'ampiezza di questa fascia è variabile e riflette a grandi linee le caratteristiche della morfologia litorale. Fondali profondi e acclivi sono localizzati nel Lazio meridionale, che mostra prevalentemente i caratteri di una costa alta e frastagliata; in particolare le inclinazioni maggiori sono presenti in corrispondenza dei promontori di Gaeta e Circeo, dove si rilevano valori medi di circa 13° e 18° rispettivamente.

Lungo la costa settentrionale, in corrispondenza dei fondali rocciosi e articolati della zona di Punta Morelle, Bosco di Macchiatonda, Torre Flavia, Palo, la fascia compresa tra 0 e -10 m raggiunge la sua massima ampiezza (2700-3000 m di estensione e pendenze medie dello 0,37%).

In corrispondenza delle coste basse e sabbiose dove i fondali si approfondiscono con regolarità, l'ampiezza della zona più interna della piattaforma oscilla fra 600 e 700 m nei dintorni della foce del Fosso Chiarone, di S. Felice Circeo e di Terracina, e i 2000 m nell'area della foce del F. Tevere.

4.5.1.1. Morfologia delle spiagge nelle aree di Civitavecchia e Tarquinia

Il settore, esteso per circa 57 km tra la foce del Fosso Chiarone e il promontorio di Capo Linario, si presenta come un'ampia falcatura con spiagge bordate da un sistema di dune che si estende sino ai Bagni S. Agostino, e modeste e sarticolate ripe rocciose lungo le quali si localizzano piccole spiagge ciottolose.

L'intero arco costiero sottende modesti sistemi idrografici, i più importanti dei quali sono quelli dei fiumi Fiora, Marta, Mignone, dei fossi Chiarone e Tafone e del Torrente Arrone. Questi corsi d'acqua apportano al litorale i materiali provenienti dal disfacimento degli affioramenti vulcanici plio-quadernari dei monti Vulsini, Sabatini, Vicani e del complesso Cerite-Tolfetano, degli affioramenti del complesso dei flysch argilloso-marnoso calcarenitici cretacio-oligocenici e dei sedimenti clastici plio-quadernari.

La fisionomia dei fondali riflette a grandi linee la morfologia della fascia costiera emersa: i fondali sono costituiti da sabbia e presentano una topografia alquanto uniforme, con isobate subparallele alla linea di riva e che denotano una diminuzione graduale delle profondità verso il largo.

Al largo le isobate divengono assai articolate, denotando la presenza di un fondale roccioso con rilievi che si innalzano dal fondo per qualche metro.

I rilievi batimetrici e i campionamenti sui fondali hanno messo in evidenza che, nelle aree in esame, non vi è soluzione di continuità con gli affioramenti di calcarenite fossilifera cementata ("panchina" del Pleistocene medio-superiore) e di flysch arenaceo-marnoso ("pietraforte" del Cretacico superiore) presenti in terraferma. Il limite esterno di questa carena rocciosa giunge sino ai -25 m. La continuità longitudinale dei fondali rocciosi è a volte interrotta da incisioni: particolarmente evidente è quella in corrispondenza del Fiume Marta, ampia circa 1,5 km, che si spinge sino a -15 m.

4.5.2. La piattaforma continentale interna

Nell'unità compresa tra la foce del Fosso Chiarone e il promontorio di Capo Linario, la piattaforma continentale interna può essere suddivisa in due settori ben distinti, rispettivamente a nord e a sud dei fondali in corrispondenza di Punta Morelle. Nel primo la piattaforma ha andamento abbastanza regolare, con pendenza che tende, anche se debolmente, a diminuire verso il largo.

A sud, zona Civitavecchia, i fondali sono assai più tormentati, in particolare a profondità comprese fra -10 e -20m.

In questa zona la costa diviene alta e di ciò risentono in modo assai evidente i fondali, la cui pendenza aumenta vistosamente: l'isobata dei -10 m è ubicata, mediamente, a soli 500 m dalla linea di riva. La mancanza di dati batimetrici puntuali non consente una descrizione di dettaglio dei fondali in questa zona, ma è in dubbio che essi, almeno fino a 30/40 m di profondità, sono notevolmente articolati, anche se con dislivelli non accentuati. Tale articolazione è da ricollegare oltre che ad affioramenti rocciosi (causa la vicinanza con la costa alta), ai posidonieti, matte di Posidonia e biocostruzioni ad opera di organismi bentonici incrostanti.

5. SINTESI DEI PRIMI DATI ACQUISITI NEL TRATTO DI MARE ANTISTANTE CIVITAVECCHIA

Il presente rapporto scientifico si basa su una serie di dati di geologia marina acquisiti tra novembre 2022 e marzo 2023 ed interpretati da Conisma (unità di ricerca dell'Università Sapienza).

5.1. Scopo e obiettivi

Lo studio mira a definire i principali caratteri delle aree marine coinvolte nella realizzazione di un parco eolico offshore galleggiante, situato a circa 20 km a ovest da Civitavecchia (Figura 5.1).

In dettaglio, sono state prese in considerazione 3 aree:

- l'area costiera (di seguito indicata nel report come "area costiera") dove si impianteranno i cavi di alimentazione;
- i corridoi di esportazione dell'energia (di seguito indicati nel testo come "corridoi nord e sud ECC") che collegheranno i cavi di alimentazione al FOWF;
- le aree in cui verrà installato il parco eolico (di seguito indicati nel testo come "nord e sud FOWF").

Il modello geologico determinato incorpora le seguenti informazioni geologiche:

- principali morfologie e processi caratterizzanti il fondale marino.
- variabilità spaziale della profondità dei principali orizzonti sismici e dello spessore delle principali unità geologiche e sismostratigrafiche.
- posizione, dimensioni, caratteristiche dei principali elementi di pericolosità geologica.

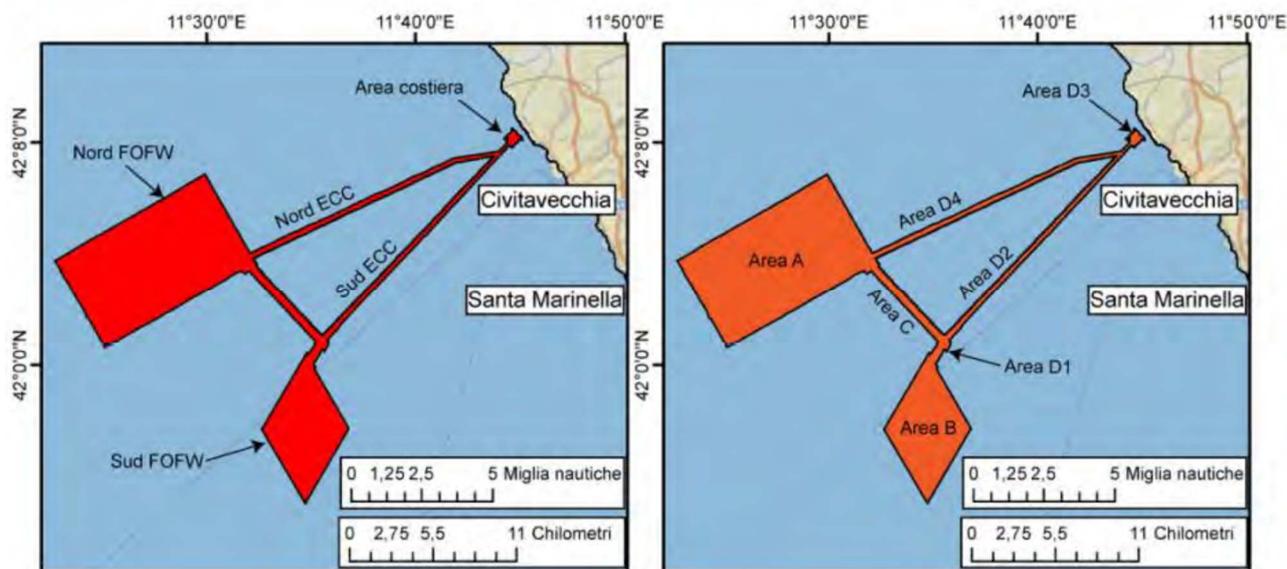


Figura 5.1 – Aree di studio: a sinistra l'immagine con i nomi delle aree di studio usati in questo rapporto, a destra la stessa con i nomi delle aree usati durante le indagini geofisiche.

5.2. Pianificazione e supervisione dei rilievi geofisici

Il set di dati geofisici è stato acquisito in due fasi principali sotto la supervisione di CONISMA (unità di ricerca dell'Università Sapienza):

Fase I: acquisizione con ecoscandaglio multibeam, side scan sonar e magnetometro.

Fase II: acquisizione con un sub bottom profiler e sparker.

5.3. Dati geofisici

5.3.1. Metodologia

5.3.1.1. Ecoscandaglio multifascio (MBES)

Gli ecoscandagli multifascio (MBES), solidali alla struttura di una nave, attraverso l'emissione di onde acustiche secondo uno schema a forma di ventaglio, misurano e registrano il tempo impiegato dal segnale acustico per viaggiare dal trasmettitore (trasduttore) al fondale marino (o all'oggetto che vi si trova sopra) e tornare al ricevitore. Questo segnale acustico viene definito come onda retrodiffusa (backscatter) o "eco".

Analizzando l'ampiezza e la fase del segnale di backscatter, è possibile stimare l'angolo di incidenza e la distanza. In questo modo, i multibeam producono uno "swath" (fascio) di punti quotati (cioè di valori di profondità) coprendo vaste porzioni all'interno di un'area. L'area di copertura sul fondale marino dipende dalla profondità dell'acqua ed è tipicamente da tre a cinque volte la profondità stessa. La risoluzione lungo la traccia dei dati batimetrici è direttamente correlata alla profondità (decrescendo al crescere di questa) ma anche alla velocità della nave e alla frequenza di emissione del suono, mentre la risoluzione trasversale è legata principalmente alla profondità di nadir e all'angolo dello swath. Gli MBES sono uno strumento essenziale per acquisire informazioni sulla batimetria, definire i principali caratteri morfologici del fondale marino, individuare oggetti sul fondale marino e persino i disturbi nella colonna d'acqua (fuoriuscite di fluidi, banchi di pesci).

Con i dati acquisiti è stato possibile produrre un Modello Digitale del Terreno (DTM) ad alta risoluzione.

Per l'area del fondale marino mostrata in Figura 5.2 sono stati prodotti DTM con dimensioni di cella quadrata di 1 m e 5 m.

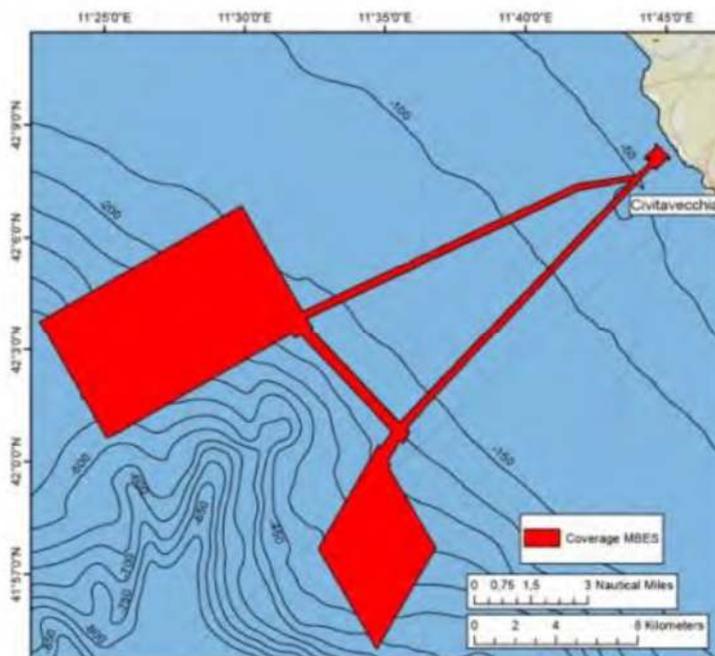


Figura 5.2 – Mappa di copertura dei dati Multibeam.

5.3.1.2. Side Scan Sonar

Sulle aree "FOFW" e "ECC" sono state acquisite strisciate di dati side scan sonar con una ampiezza di 300 m per canale e una dimensione di bin di 5 m, da cui è stato generato un DTM finale e un mosaico a bassa frequenza con risoluzione di 5 m. Nell'area costiera (meno profonda), invece le strisciate di dati side scan sonar sono state registrate con una ampiezza di 75 m per canale e una dimensione di bin di 1 m, da cui è

stato generato un DTM finale e un mosaico con risoluzione di 1 m.

Le aree sono state suddivise come segue:

- Nord FOFW, Nord ECC e il piccolo corridoio tra le aree FOFW;
- Sud FOFW, Sud ECC e area costiera.

5.3.1.3. Magnetometria

La copertura dei dati dell'ecoscandaglio multifascio, del side scan sonar e del magnetometro è mostrata in Figura 5.3.

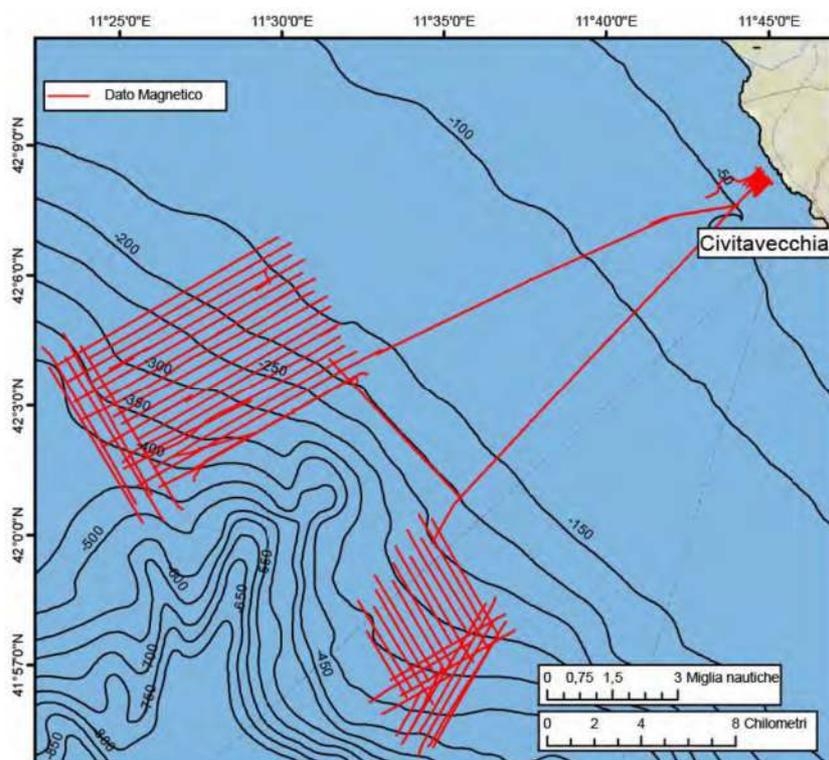


Figura 5.3 – Mappa della copertura del dato magnetico.

5.3.1.4. Sismiche a riflessione

In ambiente marino, la sismica a riflessione è la tecnica utilizzata per generare una ricostruzione 2D/3D dell'architettura degli strati al di sotto del fondale marino. È il principale metodo utilizzato nella geofisica di esplorazione per ricostruire/stimare le proprietà fisiche del sottofondo terrestre a partire dalla fisica delle onde sismiche riflesse.

In un contesto marino, questa tecnica geofisica, al fine di ridurre l'effetto del rumore, richiede una sorgente sismica controllata (ad esempio, air-gun, sparker, sub bottom) che trasferisce energia prima alla colonna d'acqua per poi penetrare nel sottofondo marino. L'energia riflessa dai diversi livelli presenti nel sottofondo, che rappresentano le interfacce geologiche con diverse proprietà fisiche (densità e velocità del suono), viene ricevuta da idrofoni sulla superficie del mare, registrata e infine processata da un sistema a bordo dell'imbarcazione.

In questo studio sono state utilizzate due diverse tipologie di sorgenti sismiche a riflessione (Figura 5.4):

- sono stati acquisiti 36 profili sismici per una lunghezza totale di 272 km utilizzando una sorgente Sparker GeoSource 200LW (con frequenze dominanti: 1250-1750 Hz e alimentazione 400 Joule).

- sono stati acquisiti 37 profili sismici per una lunghezza totale di 252 km utilizzando il Profilatore “Sub-Bottom Innomar SES-2000”.

La natura dei sedimenti nell'area di studio si ritiene sia relativamente uniforme, composta da sedimenti terrigeni normalmente consolidati, e non vi sono ragioni per sospettare la presenza di livelli di ghiaia, duomi salini o fangosi, né significativi accumuli di gas poco profondi, che causerebbero drastiche variazioni della velocità sismica. In questo contesto, le velocità in una successione sedimentaria omogenea aumentano con la profondità a causa della diminuzione di porosità indotta dalla pressione, aumento della temperatura, aumento della pressione dell'acqua interstiziale e della litificazione.

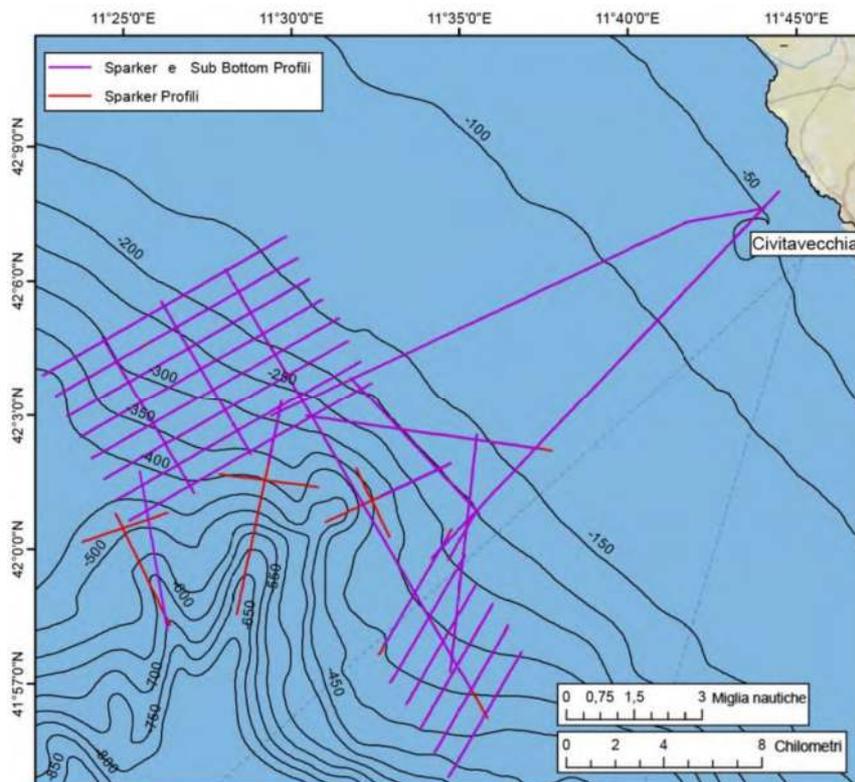


Figura 5.4 – Mappa della posizione dei profili Sparker e Sub bottom.

5.4. Indagini Rov

Sono state eseguite 7 immersioni nell'area lungo transetti di lunghezza compresa tra 85 e 1235 m (Figura 5.5), che hanno esplorato complessivamente circa 3 km di fondale marino tra i 6 e i 43 m di profondità. La localizzazione dei transetti è stata progettata al fine di verificare la natura del fondale in corrispondenza delle diverse morfologie e facies acustiche rivelate dai dati geofisici e potenzialmente associate ad habitat a coralligeno o con prateria di Posidonia oceanica. Sono state inoltre effettuate immersioni con operatori subacquei su target selezionati per caratterizzare meglio alcuni lineamenti osservati nei filmati del ROV che richiedevano osservazioni più dettagliate.

Tutti i filmati video acquisiti sono stati analizzati per definire gli habitat bentonici presenti nell'area, mentre l'analisi di dettaglio dei popolamenti di substrato duro e dell'habitat a coralligeno è stata effettuata esclusivamente utilizzando i video acquisiti dalla GoPro, poiché la risoluzione degli altri filmati non era sufficiente per una corretta identificazione degli organismi bentonici.

Le analisi delle sequenze video nell'area costiera hanno incluso la descrizione degli habitat bentonici e delle caratteristiche del fondale marino, la stima del percentuale dell'habitat a coralligeno in ogni immersione ROV e l'identificazione degli impatti antropici (ad es. presenza di rifiuti e tracce di pesca sul fondale marino). L'integrazione delle immagini video con i dati batimetrici e di backscatter e con le informazioni derivanti

dall'analisi granulometrica dei sedimenti ha permesso di associare diverse facies morfo-acustiche a distinte tipologie di fondale marino e habitat bentonici, e di mapparne l'estensione in tutta l'area costiera.

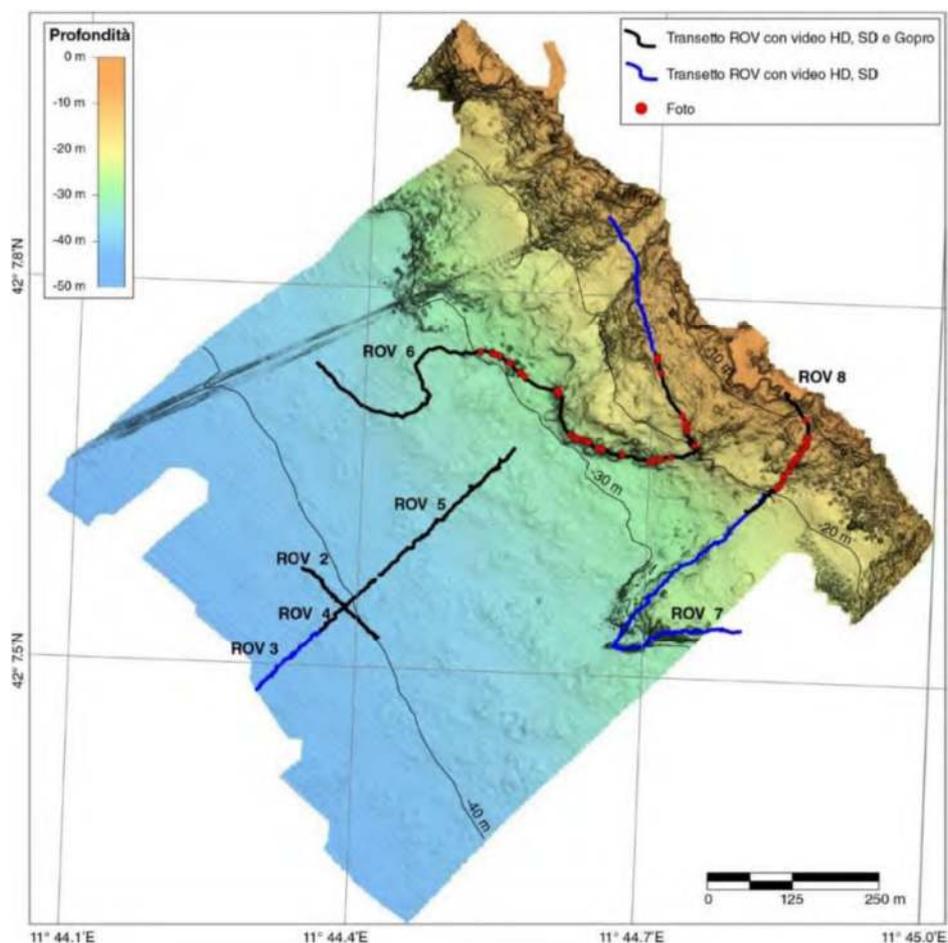


Figura 5.5 – Localizzazione delle immersioni ROV utilizzate per la caratterizzazione ambientale dell'area costiera. Le linee nere indicano le tracce in cui è stato registrato il filmato SD e GoPro, le linee blu indicano le immersioni senza filmati GoPro. La posizione delle foto fisse per la valutazione dell'HABITAT del coralligeno è indicata dai punti rossi.

5.5. Campionamenti del fondo marino

Nell'area di studio sono stati prelevati nove campioni di sedimento del fondo mare utilizzando una benna Van-Veen da 5 litri (Figura 5.6).

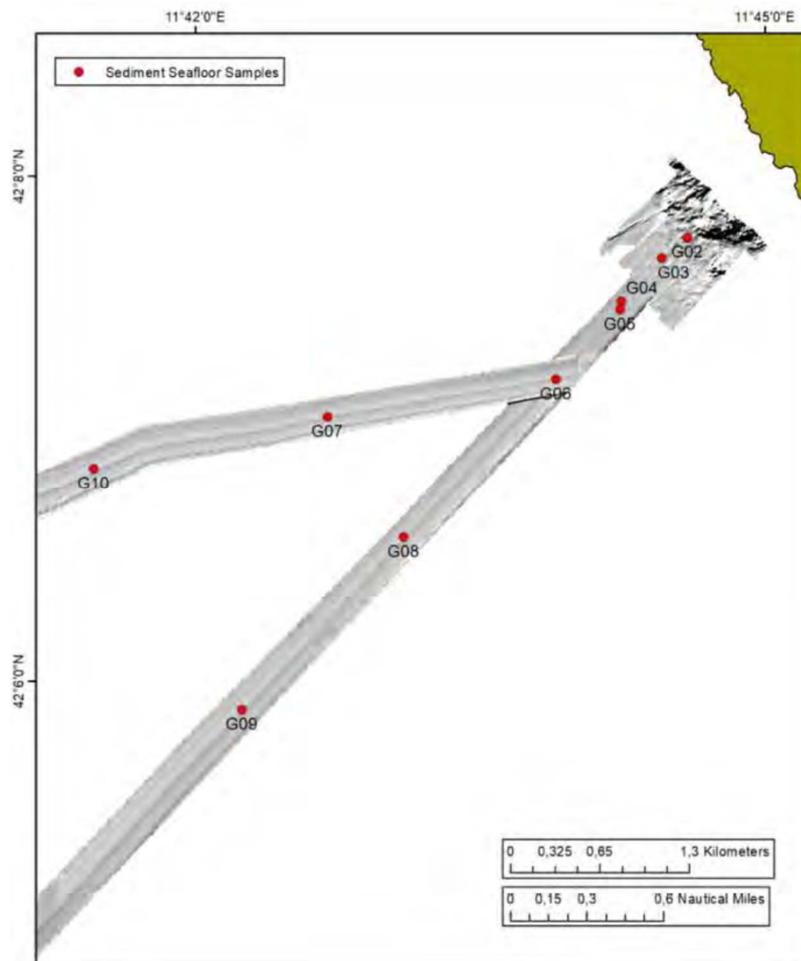


Figura 5.6 – Ubicazione delle stazioni di campionamento dei sedimenti del fondale marino.

I contenuti utili al pubblico per la Valutazione di Impatto Ambientale (art. 24 D.lgs. 152/2006) sono riportati nello Studio di Impatto Ambientale, cod. C0123YR00RELSIA00.

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO DELLE AREE A TERRA

6.1. Inquadramento geologico

I territori di Civitavecchia e Tarquinia sono rappresentati nella Cartografia Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 redatta dal Servizio Geologico d'Italia dell'ISPRA al foglio n. 142 (Figura 6.1).

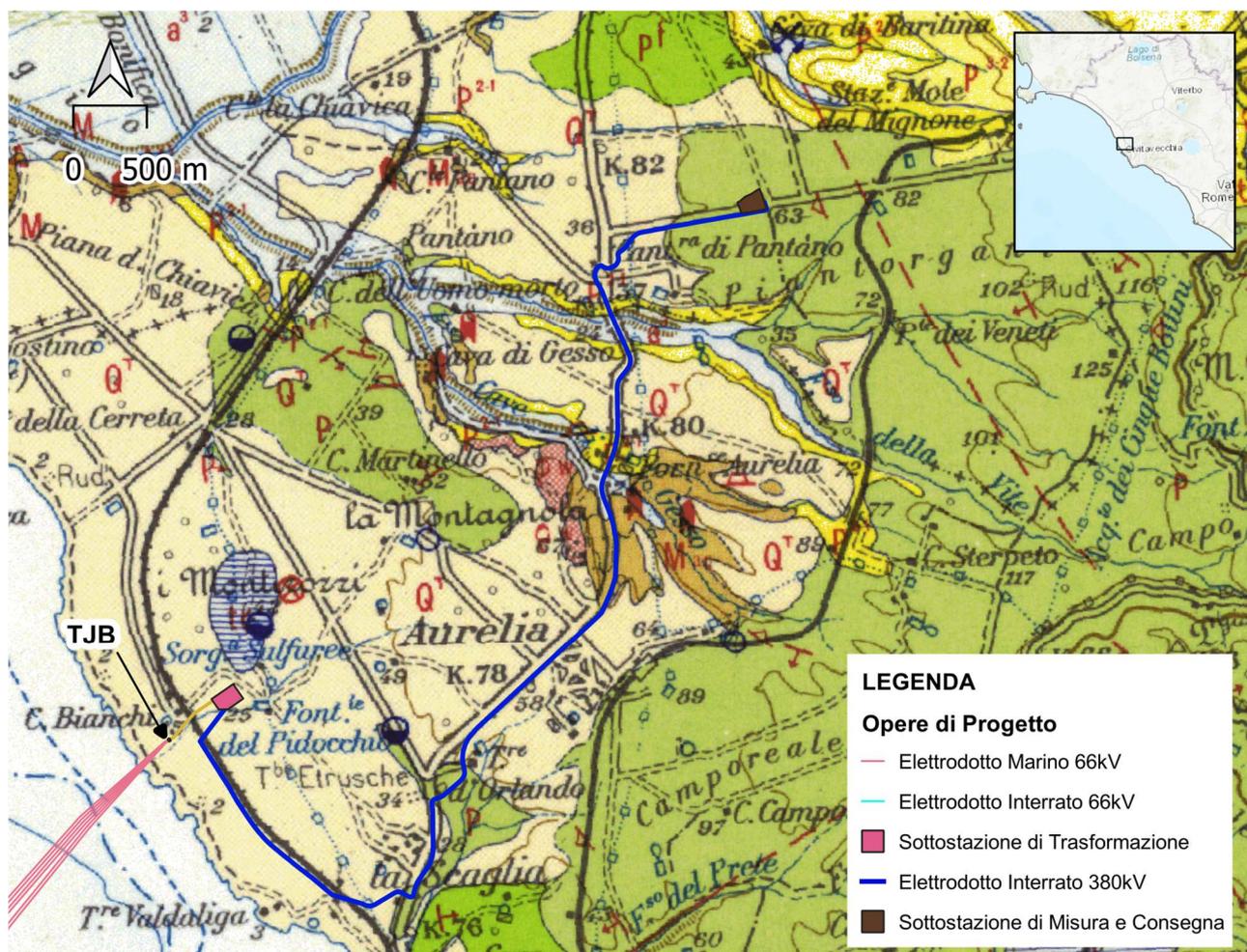
Buona parte dei territori dei due comuni, che comprendono anche la zona oggetto dell'intervento, è costituita dalle propaggini costiere del complesso geologico dei Monti della Tolfa.

Questo è costituito da un'alternanza argillo-marnosa-calcareea di spessore notevole (500-600 m) di età tardo Cretacea-Oligocenica, intensamente tettonizzato e caratterizzato da pieghe rovesciate e coricate.

Una fase tettonica distensiva ha dato luogo alla formazione di bacini neogenici, sede di accumulo dei depositi plio-pleistocenici.

La forte discordanza angolare tra i depositi pliocenici e le sottostanti formazioni sedimentarie testimonia come l'ingressione del mare pliocenico sia avvenuta su di un substrato già fortemente dislocato.

Sul basamento sedimentario si sono accumulati i depositi quaternari costituiti da sabbie, arenarie, conglomerati e calcari organogeni della Panchina Tirreniana.



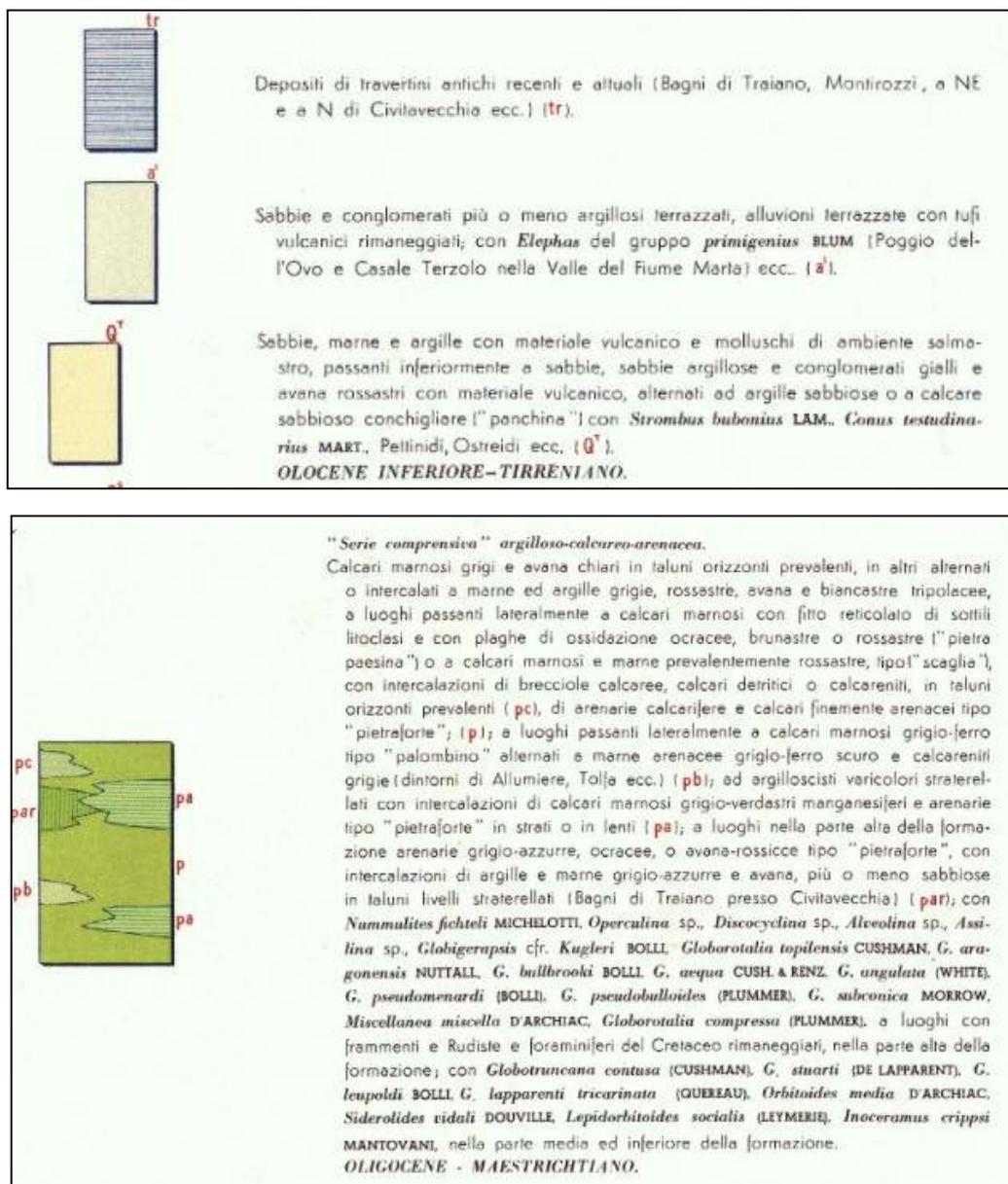


Figura 6.1 – Stralcio Carta Geologica d'Italia 142 "Civitavecchia".

Le aree in esame sono ubicate in una porzione di territorio che si estende dalla costa fino alle pendici del M. Locopane, caratterizzata da una marcata eterogeneità litologica delle formazioni affioranti che ne condiziona fortemente anche la morfologia.

Le aree contraddistinte da un'orografia più marcata ed aspra sono quelle dei rilievi e dei domi vulcanici, principalmente localizzati nelle aree più interne, e quelle delle strutture vulcaniche laviche isolate, rappresentate dal gruppo de "la Tolfaccia" e dagli affioramenti de "la Montagnola". Queste strutture, con pareti spesso sub-verticali e meno erodibili, sono morfologicamente ben riconoscibili e staccano nettamente dalle morfologie collinari circostanti che sono invece sovente caratterizzate da versanti poco acclivi, spesso privi di incisioni profonde per l'assenza di un vero e proprio sistema idrografico.

Il territorio collinare è costituito in gran parte dai più antichi e differenziati complessi alloctoni calcareo marnosi ed argilloso arenacei in facies di flysch e dai depositi neautoctoni argilloso conglomeratici.

L'insieme di questi complessi risulta stratigraficamente sovrastante ad un complesso basale carbonatico presente in questa regione geologica solo in affioramenti di modeste dimensioni molto distanti dal sito in

esame.

Relativamente all'area oggetto di intervento, essa risulta impostata all'interno delle seguenti formazioni geologiche in affioramento:

- a³: alluvioni recenti ed attuali (Olocene) - depositi alluvionali lacustri, fluvio-palustri recenti, più o meno terrazzati, ed attuali, ed eluviali: conglomerati e sabbie più o meno argillose.
- Q^T: sabbie, conglomerati e argille (Pleistocene) – sabbie più o meno argillose, conglomerati gialli e rossastri ed argille, con materiale vulcanico nella parte alta del complesso.
- P²⁻¹: marne e argille prevalenti, conglomerati e calcari arenacei (Pliocene) – marne ed argille grigio azzurre o gialline, a luoghi con qualche intercalazione di conglomerati e sabbie specialmente verso l'alto della formazione; talora passanti verso il basso a conglomerati, calcareniti e calcari arenacei.
- M⁵_{ag}: Marne e argille con gessi, conglomerati e sabbie (Miocene) – marne e argille prevalenti, grigie, varicolori straterellate talora con frustuli carboniosi, a luoghi con gesso in cristalli sciolti o in banchi o in ammassi concrezionari; intercalazioni o alternanze di sabbie poco cementate o di arenarie avana o gialle, nella parte alta del complesso, conglomerati per lo più cementati, in strati e banchi, oppure sciolti misti a sabbie, o con cemento argilloso sabbioso.
- P: Flysch calcareo-argilloso-arenaceo (Serie comprensiva) (Oligocene) – tale serie risulta costituita da un'alternanza di calcari marnosi in strati in genere poco spessi, talora con zonature di calcarenite finissima in veli o straterelli più o meno sottili, a frattura concoide, grigi biancastri, grigio-azzurri o grigio-verdi, avana o giallini, a luoghi molto fratturati e con colorazione ocrea o rossastra (pietra paesina) o rosso del tipo "a scaglia"; brecciole calcaree e calcareniti a grana media e fine, passanti ad arenaria calcarea grigia ed avana; arenarie calcareo-quarzose grigie o avana del tipo "pietraforte" poco frequenti, in strati e banchi; marne ed argille talora siltose, avana, grigie, rosate o biancastre tripolacee; argilloscisti varicolori, a luoghi con intercalazioni di calcari marnosi verdastrati o di arenaria tipo "pietraforte".

6.2. Inquadramento geomorfologico

La successione degli eventi che hanno modellato il paesaggio di queste aree è il risultato degli episodi glacio-eustatici lungo la costa e solo marginalmente dell'attività esplosiva dei vicini distretti vulcanici.

Le unità relative al Pleistocene medio e superiore presentano, al contrario di quelle più antiche, una buona continuità lungo la costa.

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 precedenti, ma privi di apporti vulcanici.

Verso la costa i terrazzi fluviali sono rappresentati, solo localmente dove è presente un ordine alla quota tra 15 e 20 m s.l.m.

Nelle aree di studio il reticolo idrografico è dominato dalla presenza dei fiumi Fosso delle Cave di Gesso, Fosso della Vite e un altro piccolo corso d'acqua privo di denominazione ufficiale, tutti con deflusso ortogonale al tracciato del cavo interrato.

Nella Figura 6.2 sono riportati, su base cartografica IGM, i punti di intersezione tra cavo interrato e corsi d'acqua.

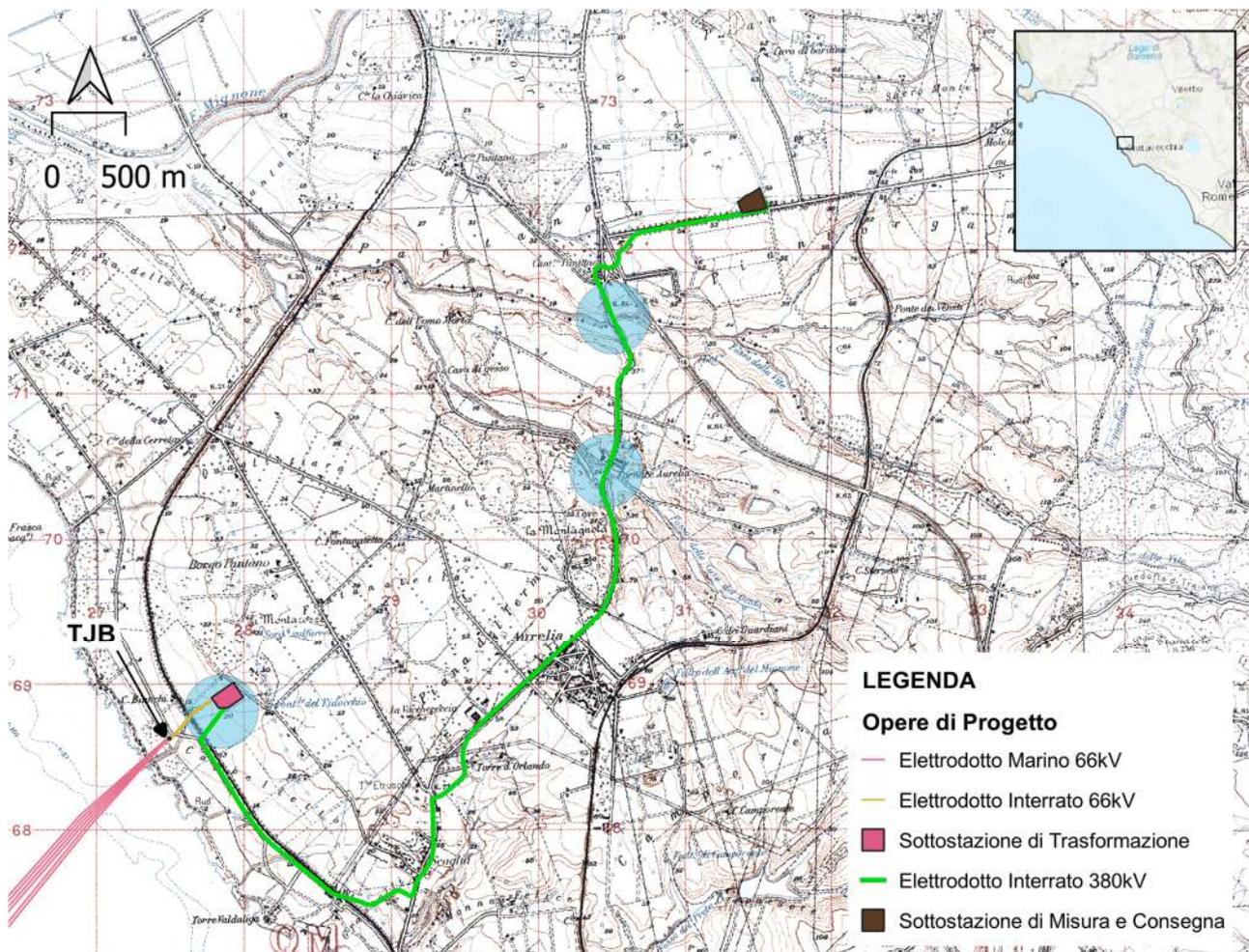


Figura 6.2 – Stralcio cartografia IGM con individuati i punti di intersezione tra cavo interrato e corsi d'acqua.

Inoltre, i processi che hanno determinato il modellamento e l'evoluzione del territorio posso essere classificati in base all'agente morfologico dominante. Nella zona studiata sono state riconosciute:

- forme e depositi legate a processi fluvio-denudazionali;
- forme e depositi legate a processi legati alla gravità;
- forme antropiche.

Le forme fluvio-deposizionali e fluvio-denudazionali sono riconducibili ai piccoli corsi d'acqua, caratterizzati da depositi alluvionali di potenza inferiore a 1,50-2,00 m. I depositi fluviali si presentano con granulometria fine (argille e limi, localmente torbose), con una tendenza al passaggio a orizzonti medio-grossolani (sabbie e ghiaie) nella porzione basale. Sono caratteristiche forme erosionali riconducibili alle vallecicole con fondo a V, gli alvei in approfondimento, gli orli di scarpata e le forme di dilavamento diffuso. Tutta la zona è inoltre caratterizzata da estese aree con copertura colluviale.

Le forme gravitative sono poco presenti nell'area in studio. La zona risulta infatti scarsamente caratterizzata da tale morfogenesi a meno di alcuni orli di scarpata, in origine forme di scarpata fluviale che poi, con il tempo, sono evolute in forme di versante dovute alla gravità.

I processi antropici sono quelli dai quali derivano le trasformazioni del paesaggio naturale a seguito dell'attività umana, storica e recente. Appaiono numerose, in particolare si fa riferimento ai seguenti elementi:

- Cave: alcune piccole cave dismesse, legate all'estrazione di materiale sabbioso;
- Scarpate antropiche: tali forme sono riconducibili all'attività estrattiva delle cave e ai tagli stradali.

6.3. Geositi della Regione Lazio

I geositi rappresentano la geodiversità di un territorio, intesa come gamma dei caratteri geologici, geomorfologici, idrologici e pedologici caratteristici di una data area. Tenuto conto che tali caratteri risultano determinanti per le diverse specie che vivono in tali territori, si può ritenere che la conservazione della geodiversità e la tutela del patrimonio geologico contribuiscono a combattere la perdita della biodiversità ed al mantenimento dell'integrità degli ecosistemi.

Secondo la definizione comunemente accettata "un geosito può essere definito come località area o territorio in cui è possibile individuare un interesse geologico o geomorfologico per la conservazione (W.A.P., 1996)".

In Italia il Servizio Geologico, già a partire dagli inizi degli anni duemila ha sviluppato attività inerenti il patrimonio geologico; in particolare gestisce l'Inventario Nazionale dei Geositi italiani e sostiene le diverse iniziative che, sul territorio nazionale, sono volte alla tutela e alla valorizzazione del patrimonio geologico. Il Servizio Geologico collabora con la Rete Globale Geoparchi, Global Geopark Network dell'UNESCO per gli aspetti geologici di sua competenza.

Il progetto "Inventario Nazionale dei Geositi", avviato nell'anno 2002, si propone di realizzare a livello nazionale l'inventario dei geositi affinché possa diventare uno strumento utile sia per la conoscenza geologica del nostro territorio, sia per la pianificazione territoriale e per la tutela paesistico - ambientale.

La Banca Dati dei Geositi del Lazio comprende al suo interno oltre 807 geositi derivanti sia da informazioni bibliografiche sia da attività di rilevamento sul terreno. La banca dati è georeferenziata ed è utile per la pianificazione territoriale con particolare riguardo alle Aree Naturali Protette.

In prossimità dell'elettrodotto interrato e della sottostazione sono presenti i seguenti Geositi:

- Geosito puntuale 755: Contatto tra argilloscisti e Pietraforte a Monna Felice;
- Geosito puntuale 754: Strutture idrotermali travertinose dei "Montarozzi";
- Geosito puntuale 706: Gessi, argille e Macco presso Tarquinia;
- Geosito puntuale 706: Sequenza trasgressiva a Pian Bovaro.

L'intervento in progetto non interferisce con nessuno dei Geositi sopra elencati.

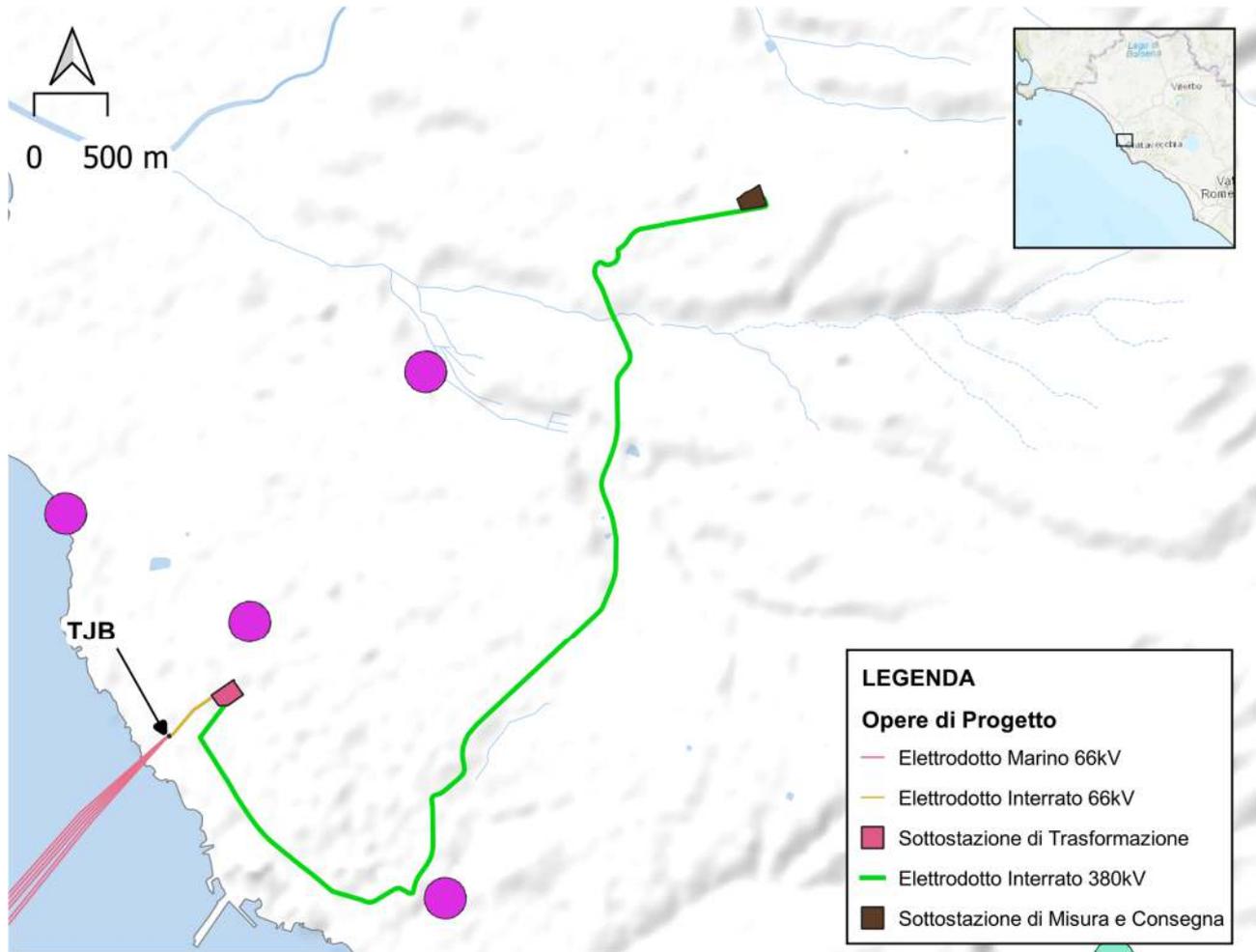


Figura 6.3 – Ubicazione dei Geositi in prossimità dell'area di progetto.

7. INQUADRAMENTO SISMICO GENERALE

7.1. Inquadramento sismico

Il rischio sismico è la misura dei danni attesi in un dato intervallo di tempo, in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e di antropizzazione del territorio. Il rischio sismico è determinato dalla combinazione tra dati di pericolosità (definizione delle strutture sismogenetiche e capacità di caratterizzazione dell'eccitazione sismica ad esse associata), di vulnerabilità (capacità degli oggetti esposti di resistere alle sollecitazioni) e di esposizione (presenza sul territorio di manufatti a rischio).

La pericolosità sismica sarà tanto più elevata quanto più probabile sarà il verificarsi di un terremoto di elevata magnitudo a parità di intervallo di tempo considerato, le cui conseguenze dipendono anche dalle caratteristiche di resistenza delle costruzioni alle azioni di un'accelerazione sismica.

Per ridurre gli effetti del terremoto, gli studi si sono concentrati sulla classificazione del territorio, in base all'intensità e frequenza dei terremoti del passato, e sull'applicazione di speciali norme per le costruzioni nelle zone classificate sismiche. La legislazione antisismica italiana prescrive norme tecniche in base alle quali un edificio debba sopportare l'azione sismica senza collassare, salvaguardando prima di tutto le vite umane.

Detto criterio viene riportato nel D.M. 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" nelle quali vengono individuate 4 zone sismiche sulla base di 4 valori di accelerazioni orizzontali (a_g/g) di picco dello spettro di risposta elastico, riferite ai vertici sismici del reticolo nazionale (Tabella 7.1).

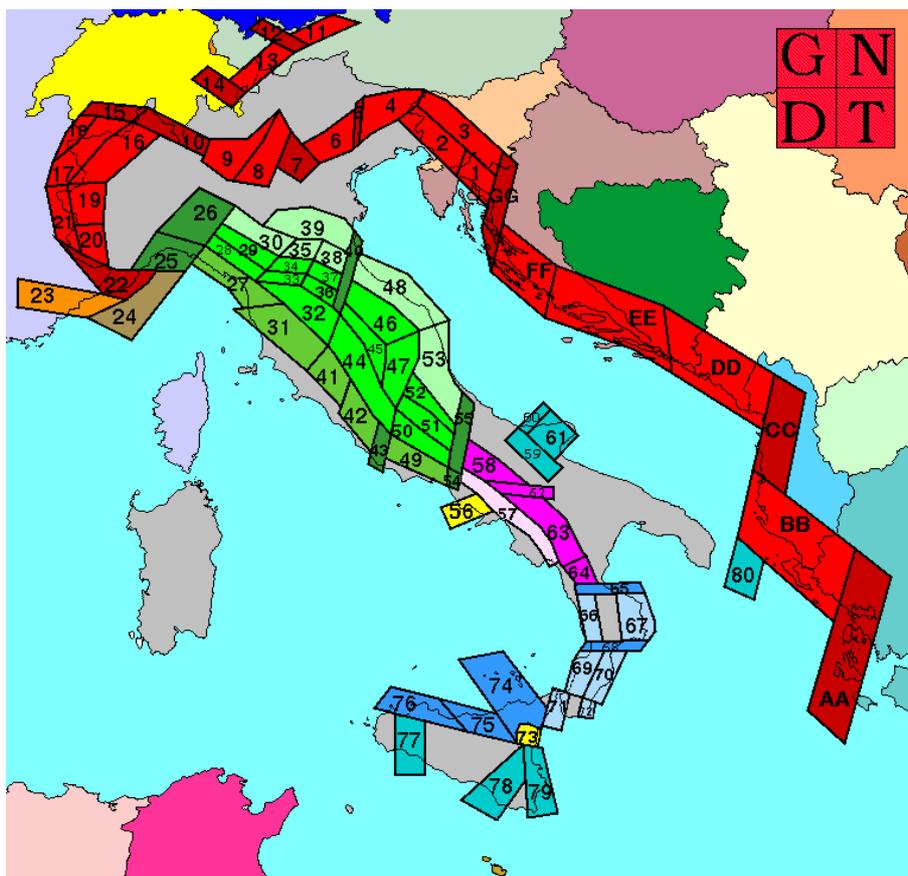
Tabella 7.1 – Classificazione sismica del territorio nazionale.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15–0.25	0.25
3	0.05–0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

La caratterizzazione sismogenetica dell'area in studio è stata elaborata considerando la recente Zonazione Sismogenetica, denominata ZS9, prodotta dall'INGV, desunta da modifiche, accorpamenti ed elisioni delle numerose zone di ZS4 e dall'introduzione di nuove zone (Figura 7.1 e Figura 7.2). Questa zonazione è considerata, nella recente letteratura scientifica, il lavoro maggiormente completo e aggiornato a livello nazionale.

In base alla zonazione sismica ZS9 operata da INGV, le aree di Civitavecchia e Tarquinia non ricadono in alcuna zona sismogenetica così come individuato dalla cartografia INGV della zonazione ZS9. La zona sismogenetica più vicina è la 921, il cui limite dista circa 15 km in direzione NE (Figura 7.2).

La figura seguente (Figura 7.3) riporta lo stralcio della mappa delle sorgenti sismogenetiche individuali in cui sono rappresentate le faglie attive e le aree di sorgente sismogenetica. Le aree in esame non ricadono in nessuna zona sismogenetica; le sorgenti sismogenetiche si trovano lungo la dorsale appenninica, con orientamento NW-SE distanti dalle aree in studio.



A. Zone di interazione tra piastra adriatica e piastra europea (Alpi e Sudalpino) e zone di interazione tra piastra adriatica e sistema dinarico (Dinaridi ed Ellenidi fino allo svincolo di Cefalonia). L'asse di compressione massima, suborizzontale segue i vettori di spostamento dell'indenter insubrico.

- 1.1. Aree con meccanismi di rottura attesi di tipo thrust e transpressivi
- 1.2. Aree di svincolo, con meccanismi di rottura attesi di tipo transpressivo o strike-slip

B. Zone legate al margine interno della piastra padano-adriatico-ionica in subduzione sotto la catena appenninica.

- 2.1. Fascia padano-adriatica in compressione. Meccanismi di rottura attesi: thrust e strike-slip
 - 2.2. Fascia intermedia. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip
 - 2.3. Fascia tirrenica in distensione. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip
 - 2.4. Zone di svincolo (transfer). Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di strike-slip.
- Non è ancora definitivamente chiarito se l'Arco Calabro appartiene a questo gruppo o al gruppo 3. Nella prima ipotesi:*
- 2.5.a. Fasce sismogenetiche longitudinali. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip
 - 2.5.b. Zone di svincolo. Meccanismi di rottura attesi: strike-slip

C. Zone legate al recente sollevamento della catena appenninica, successivo ad una lunga storia di migrazione spazio-temporale del sistema catena-avampaese.

- 3.1. Fascia appenninica principale. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip e subordinatamente strike-slip
- 3.2. Margine tirrenico. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip

D. Zone legate ad un regime compressivo giovane impostato su un precedente regime distensivo.

- 4.1. Mar Ligure. Meccanismi di rottura attesi: thrust e strike-slip
- 4.2. Liguria occidentale. Meccanismi di rottura attesi: strike-slip e transpressione

E. Zone di rottura all'interno della piastra di avampaese e lungo i suoi margini in flessione.

- 5. Belice, Iblei, Scarpata Ibleo-Maltese, Gargano-Tremiti, Canale d'Otranto. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip nelle aree di flessura e lungo la scarpata di Malta e di strike-slip nelle altre

F. Zone vulcaniche

- 6. Ischia-Flegrei, Vesuvio ed Etna, con terremoti molto superficiali. Meccanismi di rottura attesi per i terremoti meno superficiali: dip-slip per l'area campana e misti (dip-slip e strike-slip) per l'Etna

Figura 7.1 – Zonazione sismogenetica ZS.4 (aprile 1996).

<https://emidius.mi.ingv.it/>

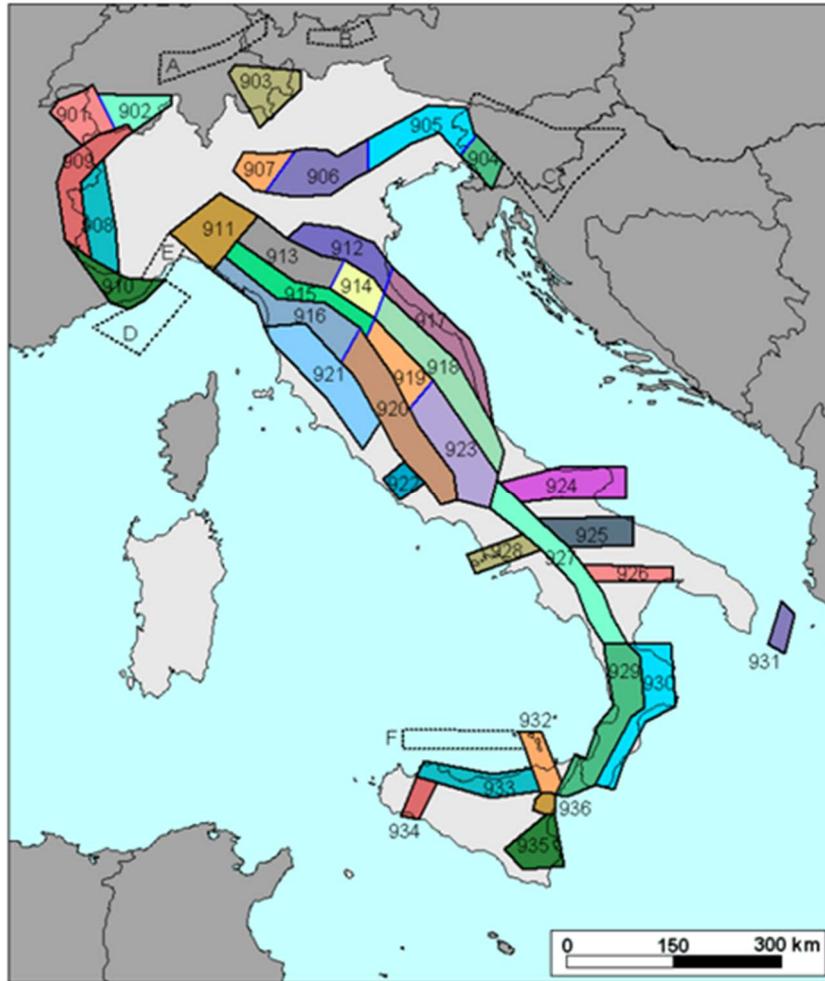


Figura 7.2 – Zonazione sismogenetica ZS9.

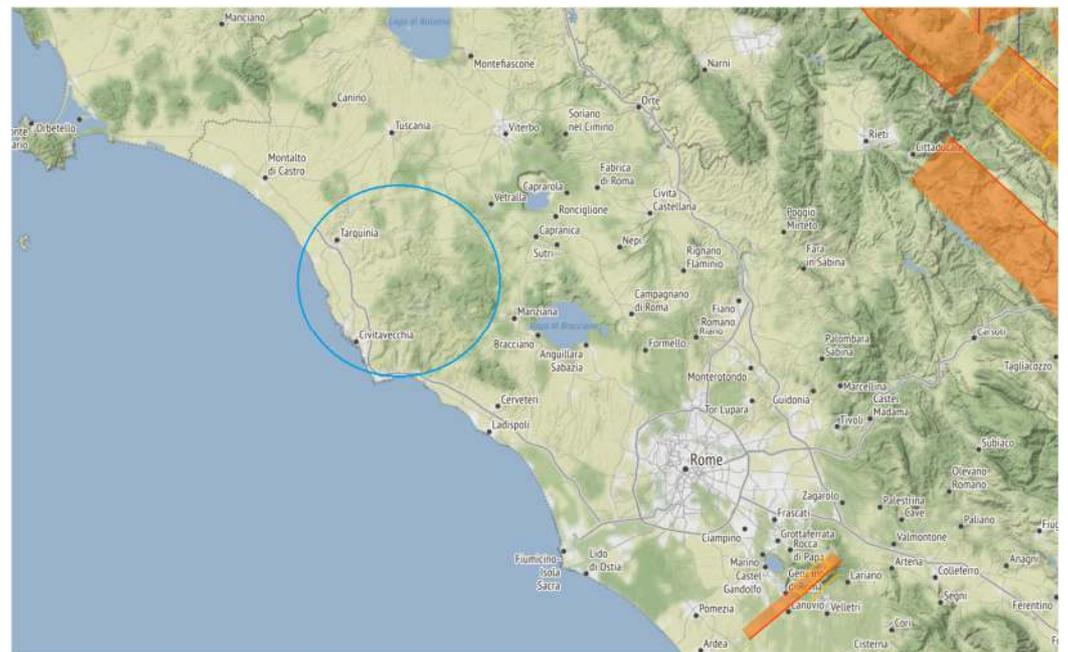
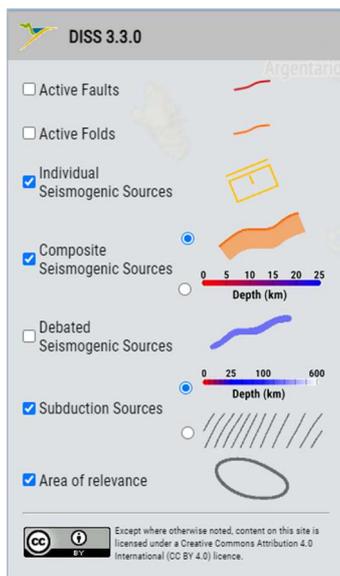


Figura 7.3 – Mappa delle fonti sismogenetiche (da INGV, DISS 3, Database of Individual Seimogenetic sources).

Come si vede dall'immagine in Figura 7.4, il territorio della zona nell'intorno delle aree in studio presenta una bassa sismicità con pochi eventi sismici di intensità contenuta.

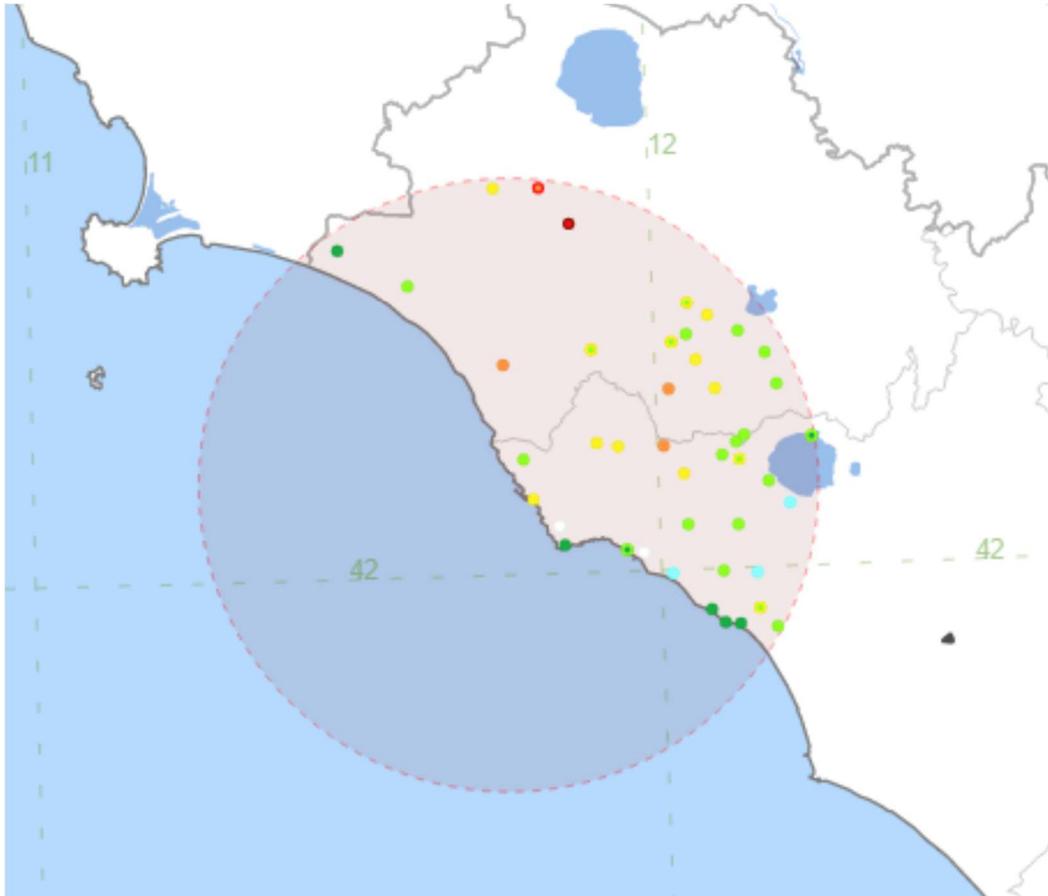


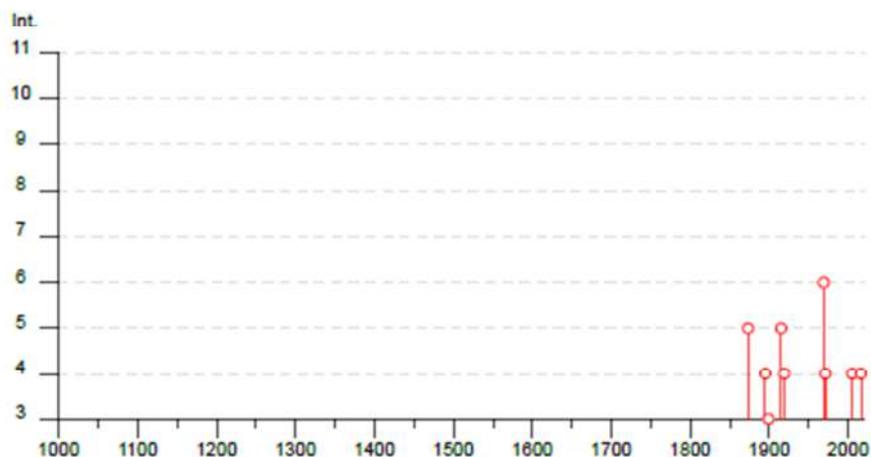
Figura 7.4 – Localizzazione dei terremoti nell'intorno dell'area di interesse e relativa intensità macrosismica.

Nell'areale di Civitavecchia i risentimenti più severi, di intensità macrosismica pari a 7, si sono avuti per il terremoto del 1915 con epicentro nella Marsica (Figura 7.5).

Nell'areale di Tarquinia i risentimenti più severi, di intensità macrosismica pari a 6,81, si sono avuti per il terremoto del 1980 con epicentro in Irpinia (Figura 7.6).

Civitavecchia

PlaceID IT_53758
Coordinates (lat, lon) 42.090, 11.799
Municipality (ISTAT 2015) Civitavecchia
Province Roma
Region Lazio
No. of reported earthquakes 20

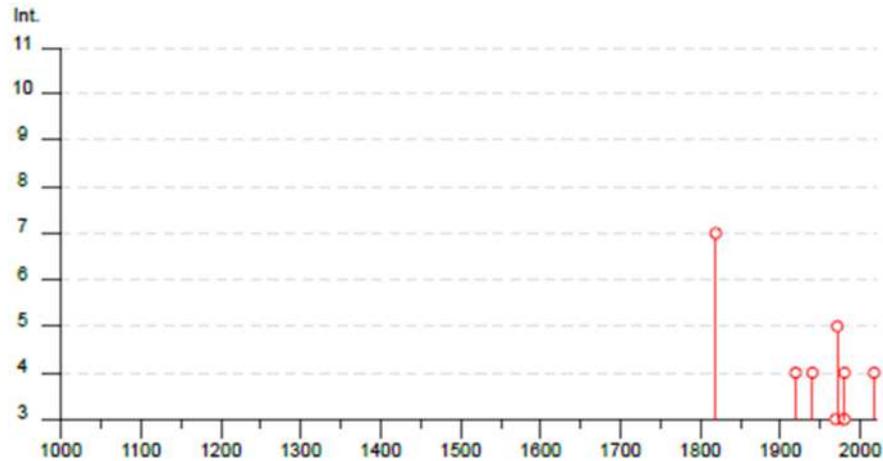


Effects											Reported earthquakes		
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw			
NF	1846	08	14	12			Colline Pisane	121	9	6.04			
5	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8	5.85			
NF	1887	02	23	05	21	5	Liguria occidentale	1511	9	6.27			
NF	1892	01	22				Colli Albani	81	7	5.14			
4	1895	11	01				Campagna romana	94	6-7	4.83			
NF	1897	05	15	13	42	3	Tirreno meridionale	85	5	4.52			
3	1899	07	19	13	18	5	Colli Albani	122	7	5.10			
NF	1911	04	10	09	43		Colli Albani	79	6	4.74			
5	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08			
NF	1919	06	29	15	06	1	Mugello	565	10	6.28			
4	1919	10	22	06	10		Ansio	142	6-7	5.22			
2	1927	12	26	15	06	1	Colli Albani	38	7	4.89			
NF	1948	12	31	03	32		Monti Reatini	95	8	5.42			
6	1969	07	02	07	55		Monti della Tolfa	72	7	4.77			
4	1971	02	06	18	09		Tuscania	89	7-8	4.83			
2	1980	09	08	19	41	1	Costa Grossetana	55	5-6	4.44			
NF	1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786		5.62			
4	2005	08	22	12	02	0	Costa laziale	57	5-6	4.78			
4	2016	10	30	06	40	1	Valnerina	379		6.61			
2-3	2017	01	18	10	14	0	Aquilano	280		5.70			

Figura 7.5 – Intensità macrosismiche dei terremoti risentiti nella zona nell'ultimo millennio e relativo grafico, nel territorio del comune di Civitavecchia.

Tarquinia

PlaceID IT_52955
Coordinates (lat, lon) 42.252, 11.757
Municipality (ISTAT 2015) Tarquinia
Province Viterbo
Region Lazio
No. of reported earthquakes 16



Effects		Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw	
7	1819	05	26	16	30		Tarquinia	1	7	5.10	
2	1895	11	01				Campagna romana	94	6-7	4.83	
NF	1899	07	19	13	18	5	Colli Albani	122	7	5.10	
NF	1909	08	25	00	22		Crete Senesi	259	7-8	5.34	
4	1919	10	22	06	10		Ansio	142	6-7	5.22	
4	1940	10	16	13	17		Val di Paglia	106	7-8	5.29	
3	1969	07	02	07	55		Monti della Tolfa	72	7	4.77	
5	1971	02	06	18	09		Tuscania	89	7-8	4.83	
3	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83	
3	1980	09	08	19	41	1	Costa Grossetana	55	5-6	4.44	
4	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81	
NF	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86	
NF	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47	
NF	1997	09	26	00	33	1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66	
NF	1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786		5.62	
4	2017	01	18	10	14	0	Aquilano	280		5.70	

Figura 7.6 – Intensità macrosismiche dei terremoti risentiti nella zona nell'ultimo millennio e relativo grafico, nel territorio del comune di Tarquinia.

7.2. Magnitudo attesa

Sulla base della zonazione sismogenetica ZS9 dell'INGV i siti non ricadono in nessuna zona sismogenetica. La zona sismogenetica più vicina è la 921, per la quale la magnitudo sismica massima attesa è fissata da INGV in $M_{wmax} = 6.14$ (Tabella 7.2).

Tabella 7.2 – Valori di M_{wmax} per le varie zone sismogenetiche d'Italia (da INGV).

ZS Name	ZS9	MwMax AR	Tassi Mwmax Co-04.2 AR	Tassi Mwmax Co-04.4 AR	b Co-04.2	b Co-04.4	MwMax GR	Tassi Mwmax (Co.04.2) GR	Tassi Mwmax (Co.04.4) GR
Etruria	921	5,91		0,08	-2,00	-2,01	6,14	0,05	0,04

7.3. Pericolosità sismica di base

Sulla base della nuova classificazione della Regione Lazio (Delibera 387/09 e 835/09), i Comuni di Civitavecchia e Tarquinia in cui ricade il tracciato in oggetto sono classificati in zona sismica 3 Sottozona B (Figura 7.7).

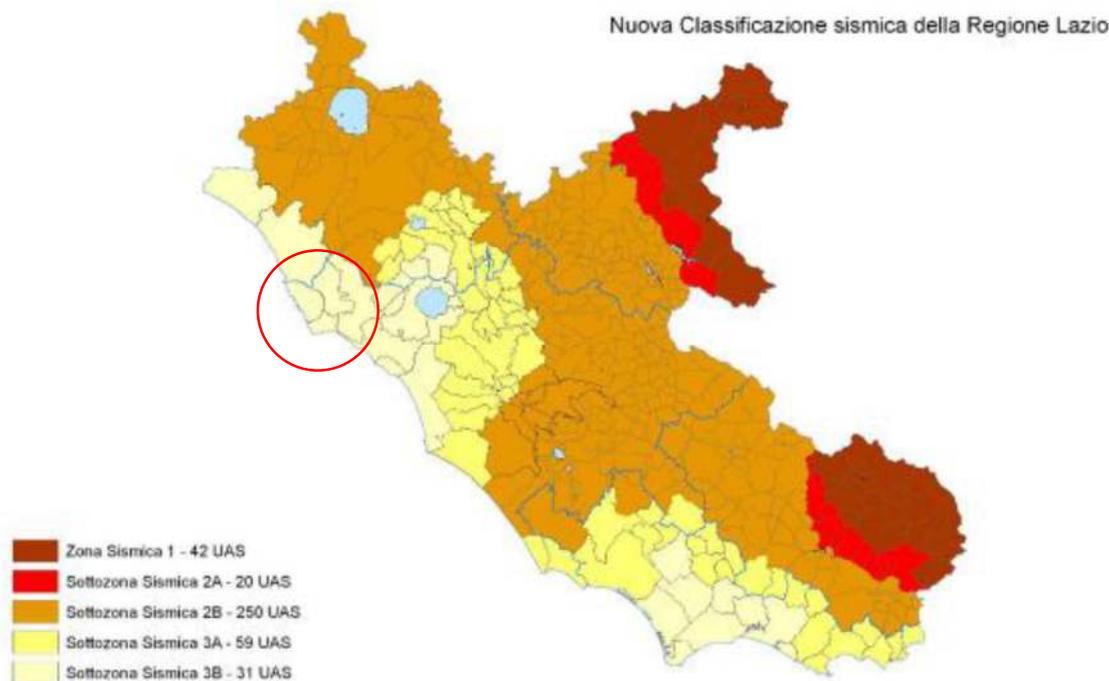


Figura 7.7 – Carta di classificazione sismica dei comuni della Regione Lazio (cerchio rosso zona di intervento).

In base alla zonazione INGV "Pericolosità sismica del territorio nazionale" (PCM 28/04/2006 n. 3519) l'intervento in progetto cade in aree con $a_g = 0.50 \div 0.075$ g sia con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, cioè tempo di ritorno 475 anni, che con probabilità di superamento del 5% in 50 anni, cioè tempo di ritorno 949 anni (Figura 7.7).

Con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008) e come successivamente confermato dal loro aggiornamento (D.M. 17 gennaio 2018) la pericolosità sismica del territorio nazionale, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido affiorante (o caratterizzato da velocità delle onde sismiche trasversali 800 m/s) viene definita mediante un approccio sito dipendente, cioè tramite la posizione delle sue coordinate nell'ambito del grigliato nazionale, per i cui vertici vengono forniti i valori dei parametri sismici di base: a_g , F_0 , T_c .

8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le indagini preliminari eseguite a mare sono state condotte al fine di definire le matrici del fondale marino (rocce o strati argillosi piuttosto che sabbiosi) che consentiranno successivamente ad un'implementazione delle stesse indagini (sia in sito che di laboratorio con prelievo, mediante bennate e carotaggi) che permetteranno di caratterizzare il tratto di fondale in studio con il dovuto dettaglio per la fase di progettazione esecutiva.

Nel dettaglio sono state individuate 3 aree, ovvero la zona costiera dove approderanno i cavi elettrici, i corridoi che collegano i cavi elettrici ai FOWF ed infine le aree in cui sarà installato il FOWF.

Il set di dati geofisici è stato acquisito durante un'indagine geofisica nel 2022 che è stata eseguita in due fasi principali:

- Fase I: acquisizione con ecoscandaglio multibeam, side scan sonar e magnetometro.
- Fase II acquisizione con sub-bottom profiler e sparker.

La definizione del contesto geologico delle aree a terra nelle quali si sviluppa l'area in studio ha permesso di dedurre che:

- macroscopicamente il sito non presenta problemi di stabilità a causa della presenza di agenti morfodinamici attivi che possono turbare l'habitus geomorfologico dell'area in studio ed interferire con le opere di cui in progetto;
- la caratterizzazione del sottosuolo risulta sostanzialmente univoca, con modeste ma ininfluenti differenze ai fini della definizione delle azioni progettuali da intraprendere.

Per il progetto esecutivo di realizzazione del cavidotto e della stazione di consegna, sarà necessario condurre una campagna geognostica al fine di determinare 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.

Nel sito dove verrà realizzata la stazione di consegna saranno realizzati sondaggi geognostici a carotaggio continuo per la definizione stratigrafica, prove S.P.T. e prelievo campioni sia indisturbati che rimaneggiati per la caratterizzazione meccanica degli strati di fondazione al fine della verifica geotecnica delle fondazioni da realizzare.

La Banca Dati dei Geositi del Lazio comprende al suo interno oltre 807 geositi derivanti sia da informazioni bibliografiche sia da attività di rilevamento sul terreno. La banca dati è georeferenziata ed è utile per la pianificazione territoriale con particolare riguardo alle Aree Naturali Protette.

In prossimità dell'elettrodotto interrato e della sottostazione sono presenti i seguenti Geositi:

- Geosito puntuale 755: Contatto tra argilloscisti e Pietraforte a Monna Felice;
- Geosito puntuale 754: Strutture idrotermali travertinose dei "Montarozzi";
- Geosito puntuale 706: Gessi, argille e Macco presso Tarquinia;
- Geosito puntuale 706: Sequenza trasgressiva a Pian Bovaro.

L'intervento in progetto non interferisce con nessuno dei Geositi sopra elencati.

Dal punto di vista della storia sismica dell'area in studio, risulta che:

- nell'areale di Civitavecchia i risentimenti più severi, di intensità macrosismica pari a 7, si sono avuti per il terremoto del 1915 con epicentro nella Marsica.
- nell'areale di Tarquinia i risentimenti più severi, di intensità macrosismica pari a 6,81, si sono avuti per il terremoto del 1980 con epicentro in Irpinia.

Sulla base della nuova classificazione della Regione Lazio (Delibera 387/09 e 835/09), i Comuni di

PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione geologica		
Codice documento: C0123TR00RELGEO00a	Data emissione: Luglio 2023	Pagina 36 di 38

Civitavecchia e Tarquinia in cui ricade il tracciato in oggetto sono classificati in zona sismica 3 Sottozona B.

In fase di Progetto Esecutivo risulta d'obbligo eseguire una analisi di maggior dettaglio relativamente alla tematica geologica – geomorfologica – idrogeologica – geotecnica e sismica. In particolare saranno necessari:

- Esecuzione di indagini in sito (pozzetti geognostici o sondaggi geognostici a carotaggio continuo) al fine di verificare l'esatta sequenza litostratigrafica caratterizzante l'area oggetto di intervento;
- Prelievo di campioni di terra/roccia al fine di poter eseguire le analisi di laboratorio geotecnico;
- Eventuali indagini geotecniche in sito (S.P.T. – S.C.P.T. – DPSH etc etc);
- Rilievi idrogeologici di dettaglio al fine di avere informazioni relativamente alla presenza/assenza di falde idriche superficiali o profonde
- Allestire a piezometro i sondaggi a carotaggio continuo in programma;
- Indagini geofisiche sismiche (es. tipologia MASW – HVSR etc etc) al fine di definire la Vseq dei terreni interessati dagli interventi in progetto, ai sensi delle NTC 2018;
- Caratterizzazione geomeccanica delle terre / rocce presenti nel sito oggetto di intervento ai sensi delle NTC 2018 – Valutazione del carico ammissibile e dei cedimenti del terreno;
- Valutazione di analisi di stabilità dei fronti di scavo previsti.

9. RIFERIMENTI

- Angelucci, A., 1979. Analisi di facies dei sedimenti terrigeni tortoniani nella zona di Frosinone. *Geol. Rom.*
- Anselmi B., B. A. F. O. e. R. L., 1976. *Studio mineralogico e sedimentologico della costa compresa fra Ansedonia e la foce del fiume Mignone*. s.l.:s.n.
- Bartole, R., Savelli, D. & Forese, C., 1984. Structural and sedimentary features in the Tyrrhenian margin off Campania, Southern Italy. *Marine Geology*, Volume 55, pp. 163-180.
- Brondi, A., 1988. *Geochemical and microbiological studies on the sand-clay series of Orte*, s.l.: s.n.
- CHIOCCI, F. L., 1991. EVIDENZE DI UN BASCULAMENTO ALTOPLEISTOCENICO DELLA PIATTAFORMA CONTINENTALE DEL LAZIO CENTRO-SETTENTRIONALE. *Studi geologici camerti, n. speciale Studi Univerità di Camerino*.
- Chiocci, L. M., s.d. morfologia e sedimentologia - Regione Lazio. *ICRAM*.
- Cirrincone, R., 2015. Porphyritic clasts in Tortonian conglomerats, sicily. *Bollettino Società Geologica Italiana*.
- Curzi, P., Castellarin, A., Vai, G. & Zitellini, N., 2005. Generation handover in the Italian Marine Geology. *BOLLETTINO DELLA SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA*.
- Dijk, J. v., 1992. *Late Neogene fore-arc basin evolution in the Calabrian Arc (central Mediterranean); tectonic sequence stratigraphy and dynamic geohistory*. s.l.:s.n.
- Fairbanks, R., 1989. A 17,000-Year Glacio-Eustatic Sea Level Record: Influence of Glacial Melting Rates on the Younger Dryas Event and Deep Ocean Circulation. *Nature*, Issue 342, pp. 637-642.
- FINETTI I., L. F. C. S. C. S. & D. B. A., 1996. Il sistema Appennino Meridionale-Arco Calabro-Sicilia. *Mem. Soc. Geol. It.*, Volume 115, pp. 529-559.
- FINETTI I.R., C. F. C. U. D. B. A. F. E., 2005. Crustal Geological. In: *CROP PROJECT*. s.l.:s.n., pp. 159-197.
- Finetti, I., 2006. Basic Regional Crustal Setting and Superimposed Local Pluton-Intrusion-Related Tectonics in the Larderello-M. Amiata Geothermal Province, from Integrated CROP Seismic Data. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, pp. 117-146.
- G., B. G. & S., 1985. *Studio Generale sul regime delle spiagge laziali e delle isole pontine*. s.l.:s.n.
- La Monica, G. R., 1996. Morfologia e sedimentologia della spiaggia e della piattaforma continentale interna. In: *Il mare del Lazio*. s.l.:s.n.
- Locardi, E., 1982. *Tectonic control of volcanism in an uranium province*. s.l., s.n.
- M. Boccaletti, C. C. P. D. P. G., 1982. THE RECENT (MIOCENE-QUATERNARY) REGMATIC SYSTEM OF THE WESTERN MEDITERRANEAN REGION: A New Model of Ensialic Geodynamic Evolution, in a Context of Plastic/Rigid Deformation. *Journal of Petroleum Geology*.
- Noli, A. D. G. P., 1996. Parametri meteo marini e dinamica costiera. In: *Il mare del Lazio*. s.l.:s.n.
- PATACCA, E., SARTORI, R. & SCANDONE, P., 1990. TYRRHENIAN BASIN AND APPENNINES, KINEMATIC EVOLUTION AND RELATED DYNAMIC CONSTRAINTS.
- Savelli, C., 2002. Tectono-magmatic lineaments and subduction in the central Mediterranean and southern Italy during the past 8 Ma. *BOLLETTINO-SOCIETA GEOLOGICA ITALIANA*.
- Tortora, 1989. Una classificazione ternaria su base granulometrica per la descrizione del sedimento dei fondali marini. *Bollettino Società Geologica Italiana*.
- W.A.P., W., 1996. Geosites - a new conservation initiative. 87-88(19).
- Wezel, F., 1982. *Geological Evolution of the Mediterranean Basin*. s.l.:s.n.

PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione geologica		
Codice documento: C0123TR00RELGEO00a	Data emissione: Luglio 2023	Pagina 38 di 38

Il presente documento, composto da n. 70 fogli è protetto dalle leggi nazionali e comunitarie in tema di proprietà intellettuali delle opere professionali e non può essere riprodotto o copiato senza specifica autorizzazione del Progettista.

Taranto, Luglio 2023

Dott. Ing. Luigi Severini